

## SIGLES, ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS

|         |  |
|---------|--|
| BAU     | Bande arrêt urgence  |
| BD      | Base de données  |
| EPF     | Ecole polytechnique fédérale   |
| ES      | Ecole supérieure   |
| FS      | Forêts sécuritaires  |
| GfdRN1  | Gestion des forêts sécuritaires des routes nationales de la filiale 1  |
| HES     | Haute école spécialisée  |
| OFROU   | Office fédéral des routes  |
| MS      | Microsoft  |
| MISTRAL | Managementinformationssystem Strasse und Strassenverkehr (système d'information pour la gestion des routes et du trafic) |
| MDGM    | Modèles de géodonnées minimaux   |
| OFS     | Office fédéral de statistiques   |
| RN      | Routes nationales  |
| SIG     | Système d'information géographique   |
| SQL     | Structured Query Language (langage d'interrogation structuré)  |
| UML     | Unified Modeling Language (langage de modélisation unifié)   |
| UNIGE   | Université de Genève   |

## TABLE DES MATIÈRES

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUCTION .....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1      | PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE.....  | 1         |
| 1.2      | MANDAT « GESTION DES FORÊTS SÉCURITAIRES BORDANT LES ROUTES NATIONALES DE LA FILIALE 1 » ..... | 1         |
| 1.3      | CARACTÉRISTIQUES DES FORÊTS SÉCURITAIRES ET DES MESURES .....                                  | 3         |
| 1.4      | PROBLÉMATIQUE .....  | 6         |
| 1.5      | OBJECTIFS DU STAGE.....  | 6         |
| <b>2</b> | <b>MATÉRIEL ET MÉTHODE .....</b>   | <b>7</b>  |
| 2.1      | RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES ET MÉTHODOLOGIQUES .....   | 7         |
| 2.2      | CRÉATION DU MODÈLE CONCEPTUEL ET DU MODÈLE LOGIQUE .....                                       | 7         |
| 2.3      | ESSAI DU MODÈLE PHYSIQUE AVEC DES DONNÉES FICTIVES .....                                       | 9         |
| 2.4      | CRÉATION DU MODÈLE PHYSIQUE POUR LE TRONÇON TEST SUR VAUD .....                                | 10        |
| 2.5      | PRÉPARATION DE LA BASE DE DONNEES SOURCE .....   | 11        |
| 2.6      | RÉDACTION DE LA NOTICE D'UTILISATION .....   | 11        |
| <b>3</b> | <b>RÉSULTATS .....</b>   | <b>12</b> |
| 3.1      | STRUCTURE ET ORGANISATION DE LA BASE DE DONNÉES .....  | 12        |
| 3.2      | PRINCIPES D'UTILISATION DE LA BASE DE DONNÉES .....  | 16        |
| 3.3      | TRONÇON TEST .....   | 20        |
| 3.4      | BASE DE DONNÉES SOURCE .....   | 21        |
| 3.5      | NOTICE D'UTILISATION DE LA BASE .....  | 22        |
| <b>4</b> | <b>DISCUSSION.....</b>   | <b>23</b> |
| 4.1      | OPTIONS TECHNIQUES QUI AURAIENT PU ÊTRE ENVISAGÉES .....                                       | 24        |
| 4.2      | RÉFLEXIONS SUR LE DÉROULEMENT DU STAGE .....   | 25        |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSION .....</b>  | <b>26</b> |
| <b>6</b> | <b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>  | <b>27</b> |
| <b>7</b> | <b>ANNEXES .....</b>   | <b>28</b> |

## TABLE DES FIGURES

|  |    |
|--|----|
| Figure 1 Organisation de la phase de mise en place des contrats de gestion des forêts sécuritaires ..... | 2  |
| Figure 2 Zone de forêts sécuritaires à 30 m des BAU.....   | 3  |
| Figure 3 Schéma illustrant la distance prise en compte pour les forêts sécuritaires.....                 | 3  |
| Figure 4 Exemples de mesures préconisées du PGF OFROU Yverdon-Arrissoules 2013-2002.....                 | 5  |
| Figure 5 Exemple de modèle conceptuel en langage UML .....   | 8  |
| Figure 6 Carte représentant le tronçon test dans le canton de Vaud.....                                  | 10 |
| Figure 7 Modèle conceptuel de la base de données.....  | 12 |
| Figure 8 Représentation de tous les éléments faisant partie de la base de données au sens large. ....    | 13 |
| Figure 9 Schéma relationnel des tables dans Access 2010. ....  | 14 |
| Figure 10 Eléments présents dans le volet de navigation Access. ....                                     | 15 |
| Figure 11 ModelBuilder 1 « parcelles communes ».....   | 16 |
| Figure 12 ModelBuilder 2 « cadastre FS ».....  | 17 |
| Figure 13 ModelBuilder 3 « Mesures » .....   | 17 |
| Figure 14 Formulaire 01 Propriétaires et leurs forêts sécuritaires. ....                                 | 18 |
| Figure 15 Extrait de la table <i>mesures_FS</i> réalisée pour le tronçon test.....                       | 20 |
| Figure 16 Carte de mesures à réaliser entre Yverdon et Yvonand pour un gestionnaire encore à définir. 21 |    |
| Figure 17 Schéma relationnel de la base de données source telle qu'elle sera transmise aux tiers. ....   | 21 |
| Figure 18 Extrait de la notice d'utilisation qui accompagne la base de données. ....                     | 22 |

## TABLE DES TABLEAUX

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 Exigences OFROU et Ilex concernant la base de données à mettre en place. .... | 6  |
| Tableau 2 Règles pour la construction des identifiants de tables.....                   | 14 |

## 1 INTRODUCTION

Le stage en entreprise est une des possibilités pour le mémoire du certificat de géomatique, étape finale de la formation. J'ai réalisé mon stage chez Ilex, bureau pour lequel je travaille depuis un an et demi.

### 1.1 PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

Ilex est le nom de genre du houx, *Ilex aquifolium*, mais c'est également un bureau d'ingénierie forestière, environnementale et paysagère basé à Yverdon-les-Bains dans le Canton de Vaud. Il a été créé en 1998 par Bernard Graf, ingénieur forestier EPF, qui a démarré en tant qu'indépendant. Le bureau a ensuite accueilli de nombreux stagiaires et employés pour des durées déterminées, pour finalement s'agrandir et devenir une société à responsabilité limitée avec des employés à contrats de durée indéterminée. Aujourd'hui nous sommes trois personnes fixes, dont Bernard Graf, à travailler chez Ilex. Nos trois formations différentes permettent une multidisciplinarité au sein du bureau (ingénieur forestier EPF, garde forestière ES et ingénierie HES en gestion de la nature). Les mandats se déroulent principalement en Suisse romande et sont réalisés dans quatre domaines de compétences :

- planification forestière avec la réalisation de plans directeurs et plans de gestion forestiers ;
- projets techniques concernant la création ou réfection de dessertes et d'ouvrages de protection ;
- biodiversité et accueil avec entre autres des projets de renaturation de cours d'eau et la mise en place de réserves forestières ;
- conseil et expertise en sylviculture et gestion des boisés.

Le bureau Ilex peut donc travailler aussi bien à une échelle globale de planification qu'à une échelle locale en contact direct avec le terrain. Lors de projets particuliers, il sait également s'entourer de spécialistes d'autres domaines, tels que des biologistes, géologues ou ingénieurs civils.

### 1.2 MANDAT « GESTION DES FORETS SECURITAIRES BORDANT LES ROUTES NATIONALES DE LA FILIALE 1 »

*Toutes les informations de ce chapitre, proviennent de l'offre de prestations réalisées par Bernard Graf et des séances de coordination menées au préalable avec le responsable du projet de l'OFROU, Jean-Claude Turtschi.*

L'Office fédéral des routes (OFROU) a notamment pour objectif de garantir la sécurité des usagers des routes nationales (RN). Un des volets à maîtriser pour éviter tout accident ou dégât aux infrastructures est la forêt bordant les routes nationales, appelée forêt sécuritaire. Actuellement la Filiale 1 (Estavayer) ne maîtrise pas toutes les forêts sécuritaires car elles appartiennent à des Cantons, des communes, des associations ou à des propriétaires privés. Pour s'assurer d'avoir des forêts sécurisées de manière efficiente et efficace, l'OFROU-Estavayer envisage de passer des contrats de gestion avec les Cantons dont sa filiale est responsable (Jura, Berne, Neuchâtel, Vaud, Fribourg et Genève). Ces contrats seront établis pour une durée de 5 ans et seront renouvelés à la fin de chaque période. Ils contiendront les mesures préconisées pour une bande de forêt de 30 m depuis la d'arrêt d'urgence (BAU) des autoroutes ainsi que les modalités de paiements pour les contrôles et travaux.

Le cycle pour la gestion des forêts sécuritaires (FS) peut se représenter selon les étapes ci-dessous :

1. Etat de la situation    2. Mesures préconisées    3. Signatures des contrats    4. Interventions sur 5 ans

Les cantons seront chargés de passer des contrats, menés par des bureaux d'études, avec leurs gestionnaires forestiers locaux pour les différents tronçons dont ils seront responsables.

L'implication de l'OFROU pour la gestion des forêts sécuritaires se limitera à la coordination avec les mandataires (bureaux d'études), la signature des contrats, la consultation de la base de données si nécessaire, les paiements des travaux en forêts et des frais de gestion.

L'OFROU a mandaté le bureau Ilex pour développer la méthodologie et les démarches de la « Gestion des forêts sécuritaires bordant les routes nationales de la filiale 1 » et mettre en place le projet pour le Canton de Vaud pour la période 2016-2020. Pour les autres Cantons, la méthodologie sera reproduite par d'autres bureaux d'ingénieurs locaux et Ilex devra assurer la coordination générale du projet.

Les objectifs spécifiques du bureau Ilex pour ce mandat sont les suivants.

- Développer l'organisation et la méthodologie pour conclure les contrats de gestion.
- Mettre en place une base de données (BD) pour regrouper toutes les informations au niveau OFROU-cantons et cantons-gestionnaires locaux.
- Inventorier toutes les forêts sécuritaires de la filiale 1 et renseigner leur statut foncier.
- Contacter et coordonner les démarches avec les Cantons.
- Préconiser des mesures de gestion 2016-2020 et élaborer les contrats avec les gestionnaires forestiers vaudois.
- Coordonner les bureaux d'ingénieurs mandatés pour les autres cantons.
- Elaboration des contrats OFROU-Cantons.
- Proposer un modèle de suivi.

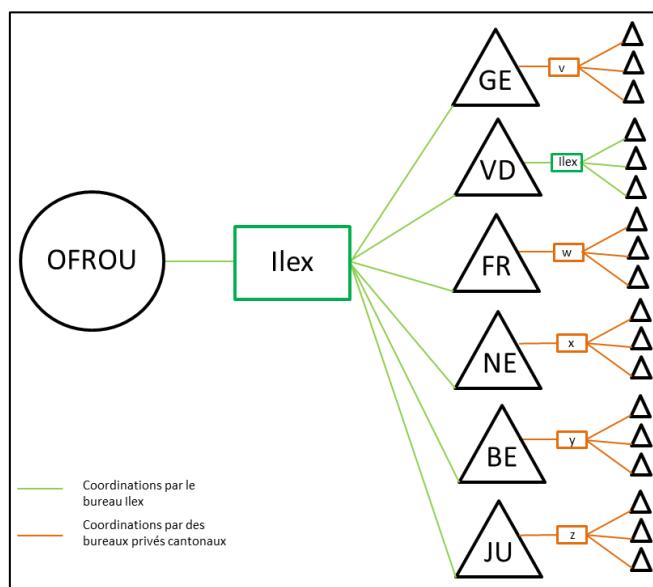
Les livrables du mandat sont les suivants.

- ❖ Rapport technique/méthodologique concernant le développement du projet.
- ❖ Cartes des différentes unités de forêts sécuritaires bordant les routes nationales.
- ❖ Propositions de contrats OFROU – Cantons (2016-2020 ou période à définir).
- ❖ Proposition de contrats Cantons – gestionnaires (2016-2020 pour Vaud ou période à définir).
- ❖ Proposition de rapports annuels des cantons et synthèse par période de gestion.
- ❖ Base de données fonctionnelle à remplir par canton, réadaptable pour chaque période.
- ❖ Notice d'utilisation de la base de données et de sa mise à jour pour les prochaines périodes.

L'organisation du projet « Gestion des forêts sécuritaires bordant les routes nationales de la filiale 1 » pour la période 2016-2020 est représentée sur la Figure 1 ci-contre (le mandat Ilex est représenté en vert). La fin du mandat est prévue pour l'été 2015.

Le bureau Ilex avait déjà assuré la rédaction du plan de gestion des forêts sécuritaires de l'autoroute appartenant à la Confédération, Secteur A1 Yverdon – Arrissoules pour OFROU<sup>1</sup>. Il va donc se baser sur cette expérience pour la méthodologie.

**Figure 1** Organisation de la phase de mise en place des contrats de gestion des forêts sécuritaires.



<sup>1</sup> Canton de Vaud, Inspection des forêts du 8ème arrondissement, Plan de gestion des forêts sécuritaires de l'autoroute appartenant à la Confédération, Secteur A1 Yverdon – Arrissoules, Objectifs et mesures de gestion pour la période 2013-2022, Ilex Ingénierie forestières sàrl, octobre 2013.

## 1.3 CARACTERISTIQUES DES FORETS SECURITAIRES ET DES MESURES

Ce chapitre donne des précisions quant aux caractéristiques des forêts sécuritaires et la définition de leurs peuplement et mesures (fixés par le bureau Ilex).

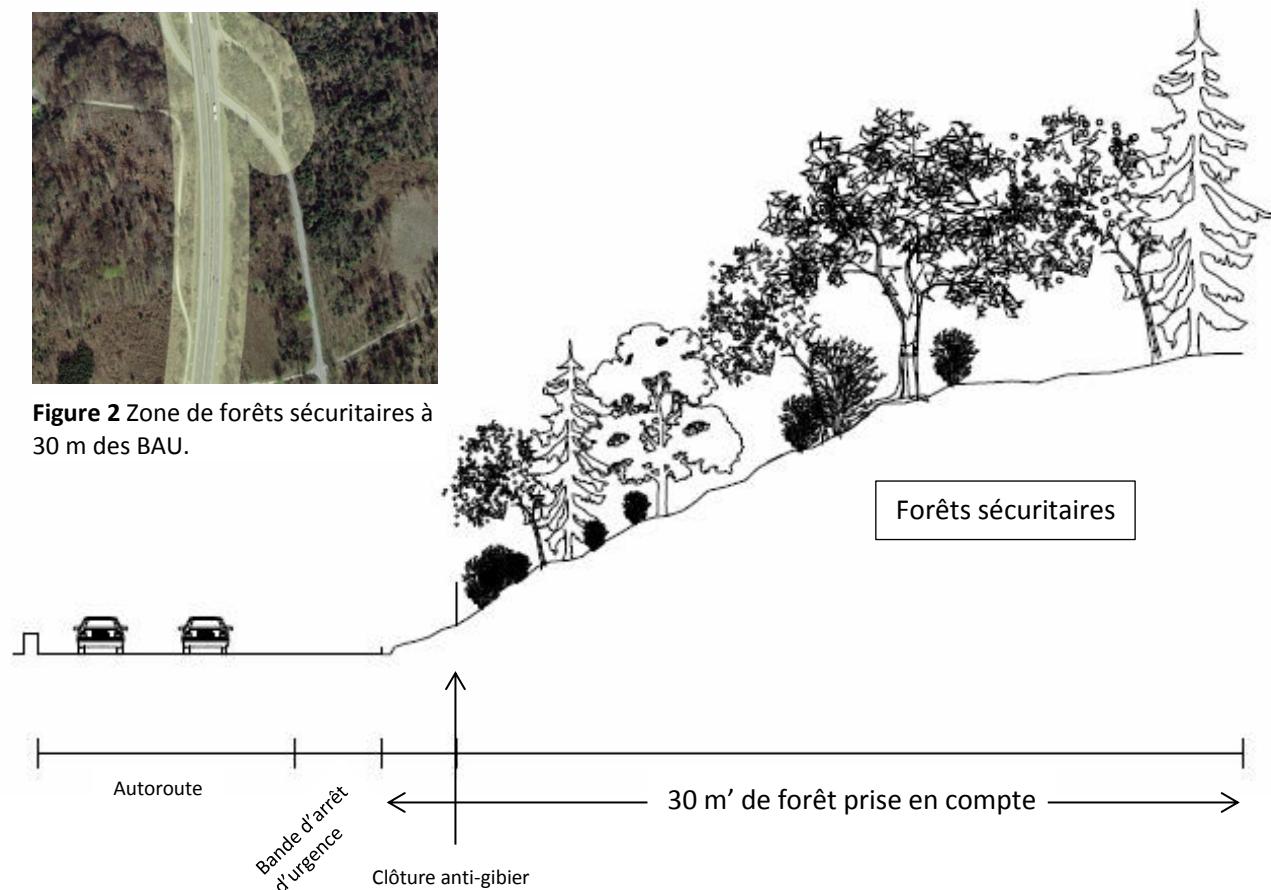
### Forêts sécuritaires

Une forêt sécuritaire est une forêt qui nécessite une gestion particulière du fait de sa proximité aux infrastructures telles que des routes ou bâtiment afin d'éviter les chutes d'arbres.

Pour notre projet, des critères précis ont été définis pour une forêt sécuritaire des routes nationales. Ces critères ont été définis par l'OFROU et le bureau Ilex et ont également été repris du plan de gestion des forêts de l'OFROU Yverdon-Arrissoules<sup>2</sup>. Les critères sont les suivants.

#### Critères généraux

- ✓ Boisé soumis au régime forestier qui se trouve à moins de 30 m des bandes d'arrêt d'urgence (Figure 3 et Figure 2**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) des voies de circulations des routes nationales (échangeurs, entrées, sorties, aires de repos et accès d'urgence compris).
- ✓ Boisé non soumis au régime forestier mais se trouvant sur le Domaine Public (DP) des routes et se situant derrière la clôture anti-gibier (Figure 3).



**Figure 2** Zone de forêts sécuritaires à 30 m des BAU.

**Figure 3** Schéma illustrant la distance prise en compte pour les forêts sécuritaires.  
Source : PGF OFROU Yverdon-Arrissoules 2013-2022.

<sup>2</sup> Canton de Vaud, Inspection des forêts du 8<sup>ème</sup> arrondissement, Plan de gestion des forêts sécuritaires de l'autoroute appartenant à la Confédération, Secteur A1 Yverdon – Arrissoules, Objectifs et mesures de gestion pour la période 2013-2022, Ilex Ingénierie forestières sàrl, octobre 2013.

Cas spéciaux à englober dans les forêts sécuritaires

- ✓ DP des eaux avec arbres.



- ✓ Boisé qui se trouve à plus de 30 m de la BAU mais qui appartient à l'OFROU.

Remarques

- Les chemins forestiers sont compris au milieu des polygones.
- Les berges boisées font partie du régime forestier.
- Pour les talus en contre-bas de la route, la distance peut être réduite à la bande de forêt effectivement menaçante pour la chaussée.
- Si les forêts situées en bordure d'autoroute sont des forêts de protection classées comme tel, ce sont les normes NaiS qui priment sur les considérations faites dans le présent document.
- Les aires des restoroutes ne sont pas incluses car elles n'appartiennent pas à la Confédération.
- Si le 80-90% de la parcelle est comprise dans la forêt sécuritaire, nous englobons toute la parcelle.

Cas spéciaux à NE PAS englober dans les forêts sécuritaires

- ✗ Arbre isolé, haie buissonnantes et arbres de parc.



- ✗ Se trouve à l'intérieur des barrières entourant les autoroutes.



- ✗ Se trouve en aval des viaducs.



- ✗ Se trouve autour des bassins de rétention gérés par le service des eaux.



## Type de peuplements

Cinq classes de peuplements ont été définies pour qualifier les stades de développement des forêts sécuritaires. Elles sont décrites ci-dessous.

1. Jeunes peuplements : rajeunissement, fourrés, plantations, buissons avec un diamètre < 10 cm.
2. Perchis et jeunes futaies : arbres avec un diamètre de 10-40 cm.
3. Moyennes à vieilles futaies : arbres avec un diamètre > 40 cm.
4. Taillis : arbres régulièrement taillés à la base ou taillis fureté (taille des plus grosses tiges).
5. Divers : buissons, arbres de parcs dans des conditions particulières et tout autre formation végétale.

En règle générale, nous regardons les 100 plus gros arbres par hectare pour définir le peuplement.

Le stade de développement est un des critères qui permettent de définir les interventions (mesures).

## Types d'interventions

Les interventions forestières sont décidées d'après le stade de développement, le mélange, la structure, l'état sanitaire, la stabilité du peuplement et la menace des arbres pour la sécurité. En fonction de cela, six types d'interventions peuvent être décidés. Ils sont présentés ci-dessous.

1. Soins culturaux : se réalisent sur les jeunes peuplements avec l'élimination de la végétation gênant les jeunes arbres et/ou la sélection pour la stabilité individuelle et le réglage du mélange.
2. Eclaircies : se réalise sur les perchis à jeunes futaies. Fort dégagement des meilleures tiges pour le développement des couronnes, élimination des arbres penchés et conservation des buissons.
3. Régénération : se réalise sur des moyennes à vieilles futaies avec la coupe en une fois des tous les arbres et un rajeunissement garanti, qu'il soit naturel ou planté s'il ne correspond pas aux objectifs.
4. Divers : coupes de gabarit, taillis et tout autre intervention spéciale.
5. Coupes sanitaires : coupes des sujets trop penchés, secs, malades ou parasités.
6. Contrôle uniquement : contrôle sécuritaire 1x/an pour les massifs sans intervention urgente.

Pour plus de précisions quant aux profils exigés pour chaque peuplement et aux interventions préconisées, se référer aux fiches du PGF OFROU Yverdon-Arrissoules 2013-2022 (exemples Figure 4).

| Plan de gestion des forêts sécuritaires de l'autoroute A1 Yverdon - Arrissoules 2012-2023   | Plan de gestion des forêts sécuritaires de l'autoroute A1 Yverdon - Arrissoules 2012-2023  |
|---|--|
| <b>Intervention préconisée dans les perchis et jeunes futaies : l'éclaircie</b>   | <b>Intervention préconisée dans les moyennes à vieilles futaies : la régénération</b>  |
| <p><b>Définition</b><br/>Dans les perchis et les jeunes futaies, les tiges doivent être régulièrement dégagées pour permettre aux couronnes de se développer régulièrement.</p> <p><b>Objectifs visés suite à l'intervention</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tous les arbres restant sont très stables et vigoureux.</li> <li>• Le mélange est réglé de manière quasi définitive avec des essences en station, bénéficiant d'un bon enracinement et d'une bonne résistance à la neige lourde.</li> <li>• Les buissons existants sont conservés et même favorisés à certains endroits afin de créer une structure étageée.</li> </ul> <p><b>Conseils</b><br/>Ne pas favoriser la concurrence entre les tiges mais bien la stabilité individuelle.<br/>Laisser assez de place entre les tiges pour que les couronnes ne soient jamais en concurrence entre 2 interventions.<br/>Ne pas hésiter à favoriser les buissons au détriment des arbres.</p> <p>Attention aux essences comme le bouleau qui ne résistent pas aux charges et qui versent avec la neige.</p> | <p><b>Définition</b><br/>Les moyennes à vieilles futaies éventuellement encore présentes dans les forêts sécuritaires de l'autoroute doivent être rajeunies pour des raisons de sécurité. L'intervention doit avoir lieu dès que les critères présentés ci-dessus ne sont plus respectés. La coupe du peuplement se fera en une fois pour ne pas déstabiliser le solde de futaie. Si le rajeunissement naturel est présent et compatible avec l'objectif sylvicole (voir les critères des jeunes peuplements), il peut être utilisé, sinon la surface sera replanteée.</p> <p><b>Objectifs visés suite à l'intervention</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tous les arbres de la futaie sont enlevés.</li> <li>• Le rajeunissement de la surface est garanti, soit par rajeunissement naturel, soit par plantation.</li> </ul> <p><b>Conseils</b><br/>Travailler en une seule étape.<br/>Utiliser le rajeunissement naturel présent et le compléter par plantation s'il est trop pauvre.</p> |
| <p><b>Illustration des interventions nécessaires dans les perchis et jeunes futaies :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elimination des arbres penchés vers la route</li> <li>- Eclaircie visant à laisser à chaque tige conservée la place nécessaire au bon développement de sa couronne</li> <li>- Conservation de tous les buissons</li> </ul>   | <p><b>Illustration d'une futaie située en bordure d'autoroute et qui doit faire l'objet d'une conversion rapide pour les raisons suivantes :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elle est composée principalement de résineux.</li> <li>- Les feuillus en place sont penchés ou possèdent une couronne déséquilibrée.</li> <li>- La structure est trop fermée.</li> </ul>   |

**Figure 4** Exemples de mesures préconisées du PGF OFROU Yverdon-Arrissoules 2013-2002.

## 1.4 PROBLEMATIQUE

Le présent stage a concerné l'étape de la structuration et de la mise en place de la base de données du mandat « Gestion des forêts sécuritaires bordant les routes nationales de la filiale 1», abrégée GfsRN1. Cette base de données hébergera toutes les informations nécessaires à la réalisation des contrats OFROU - Cantons et Cantons-gestionnaires locaux. Elle recevra également les informations des travaux effectués et devra permettre de produire des synthèses annuelles et quinquennales. Ce modèle de base de données sera ensuite repris pour toute nouvelle période moyennant quelques adaptations.

Les utilisateurs de la base de données seront le bureau Ilex et les autres bureaux d'ingénieurs (maximum cinq) mandatés par les Cantons. L'OFROU et les services cantonaux concernés auront uniquement besoin de visionner la base de données et ne vont peut-être même pas le faire. L'OFROU ne va pas inclure cette base de données à son système d'information pour la gestion des routes et du trafic (MISTRA)<sup>3</sup>. En vue d'une éventuelle intégration future à cet outil, l'OFROU ne demande même pas de respecter un format particulier de données, ni de noms de champ ou d'attributs définis<sup>4</sup>.

Les exigences pour la base de données à réaliser se trouvent dans le Tableau 1 ci-dessous.

| Exigences           | Description   |
|---------------------|---|
| Temporelles         | La création de la structure de la BD ne doit pas prendre plus de deux mois car ensuite le bureau Ilex en a besoin pour avancer dans le mandat.  |
| Matérielles         | Utiliser les programmes ArcGIS et/ou Microsoft (MS) Access, programmes qui sont maîtrisés par la majorité des bureaux d'ingénieurs et des services cantonaux.                                       |
|                     | Ilex ne peut pas acheter de licence supérieure à Basic pour ArcGIS et/ou Access 2010.   |
| Futurs utilisateurs | La base doit pouvoir être visionnée, remplie et mise à jour par quelqu'un d'autre que la stagiaire, avec des connaissances basiques en système d'information géographique (SIG) et base de données. |
| Techniques          | La BD doit être fonctionnelle, sans erreurs de conception et ne pas avoir la possibilité de se corrompre facilement.  |
|                     | L'utilisation doit être simple afin de ne pas perdre de temps lors du remplissage de la BD.   |

Tableau 1 Exigences OFROU et Ilex concernant la base de données à mettre en place.

En ayant pris connaissance de tous les éléments mentionnés précédemment, l'objet du stage consistait donc à chercher à répondre à la question de recherche :

**Quelle est la base de données qui puisse satisfaire les demandes de l'OFROU et être mise en place et utilisée par le bureau Ilex ainsi que d'autres bureaux ?**

## 1.5 OBJECTIFS DU STAGE

L'objectif du stage était de créer une structure de base de données qui puisse satisfaire aux demandes de l'OFROU et être mise en place et utilisée par le bureau Ilex en prenant en compte les différentes exigences mentionnées au chapitre 1.3.

Les objectifs spécifiques du stage étaient :

- la mise au point du procédé de collecte des données et des tâches de chaque acteur ;
- la création de la structure de la base de données ;
- la réalisation d'un test de bon fonctionnement avec un tronçon dans le Canton de Vaud ;
- la rédaction d'une notice d'utilisation de la base de données.

<sup>3</sup>TURTSCHI Jean-Claude, communication personnelle, 5 mars 2014.

<sup>4</sup>CHASSOT Jean-Marc, communication personnelle, 8 avril 2014.

## 2 MATERIEL ET METHODE

### 2.1 RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES ET METHODOLOGIQUES

Afin de répondre aux exigences et d'assurer la faisabilité technique, il a été nécessaires de rassembler le maximum d'informations concernant de près ou de loin les bases de données MS Access et ArcGIS. Pour cela, les sources d'informations suivantes ont été consultées.

- Projets similaires de base de données (sont discutés au chapitre 4.1).
- Sites d'aide, tutoriels et forums : ArcGIS Help 10.2 & 10.2.1<sup>5</sup>, Découverte de Microsoft Access 2010<sup>6</sup>, différents programmes de base de données, différentes licences, ...
- Relecture du cours GEOTOOLS-DB du certificat de géomatique 2014<sup>7</sup>.
- Renseignements concernant la base de données MISTRA<sup>8</sup> et le modèle Interlis<sup>9</sup>.
- Séances avec l'OFROU, Bernard Graf et Alain Dubois pour obtenir des informations, préciser les objectifs, exposer les problèmes rencontrés et valider les solutions proposées.
- Essais techniques divers : Drivers pour connexion OLE DB, Modifications entre ArcGIS et Access, intégrité, index, sélections, formulaires, fonctions disponibles avec licence Arcview, essais d'outils en vue de créer des ModelBuilder.
- Apprentissage des bases du langage python : Python tm<sup>10</sup>, ArcGIS Help Calculate Field examples<sup>11</sup>.

### 2.2 CREATION DU MODELE CONCEPTUEL ET DU MODELE LOGIQUE

Une base de données se compose de données et d'un schéma qui décrit la structure des données. On voit toujours la base à travers son schéma. Ce schéma s'exprime selon un modèle, qui est une représentation simplifiée d'une réalité complexe (objets, processus, temps). Il est important de modéliser une base de données, qu'elle soit spatiale ou non, afin de réfléchir à l'organisation des informations et de poser la problématique pour pouvoir répondre à nos requêtes et de faciliter le processus de programmation et la maintenance du système<sup>12</sup>.

Un modèle conceptuel est indépendant de tout programme informatique et est souvent décrit à l'aide d'un formalisme. Un de ces formalismes est le Unified Modelling Language (UML), *langage de modélisation unifié* en français. C'est un langage graphique standardisé qui définit les objets et leurs relations. Le diagramme de classe (ensemble d'objets de même genre) est l'élément central. La Figure 5 montre un exemple de modèle conceptuel avec des indications en rouge concernant le type d'éléments. Il existe également des langages textuels pour représenter un modèle conceptuel comme INTERLIS 2.3, norme officielle suisse, qui est un langage de description et un mécanisme d'échange pour les géodonnées, indépendant de tout système<sup>13</sup>.

<sup>5</sup> ArcGIS Help 10.2 & 10.2.1 :<http://resources.ArcGIS.com/en/help/main/10.2/>, consulté entre mars et avril 2014

<sup>6</sup> Découverte de Microsoft Access : <http://office.microsoft.com/fr-fr/access-help/dcouverte-de-microsoft-access-2010-RZ101791922.aspx?CTT=1>, consulté entre mars et avril 2014

<sup>7</sup> METRAL, C., cours modélisation des bases de données spatiales, GEOTOOLS-DB, 20 au 22 janvier 2014 et LACROIX, P. cours géodatabases avec ArcGIS, GEOTOOLS-DB, 23 janvier 2014

<sup>8</sup> MISTRA : <https://portal.mistra.ch/webdocs/home.aspx?PFLG=1031>, consulté début avril 2014

<sup>9</sup> Interlis The Geolangage : <http://www.interlis.ch/content/index.php?language=f>, consulté début avril 2014

<sup>10</sup> Python tm, <https://docs.python.org/2/library/string.html>, consulté le 12 mai 2014

<sup>11</sup> ArcGIS Help 10.2 & 10.2.1, Help Calculate Field examples: [http://resources.ArcGIS.com/en/help/main/10.1/index.html#/Calculate\\_Field\\_examples/0017000004s000000/](http://resources.ArcGIS.com/en/help/main/10.1/index.html#/Calculate_Field_examples/0017000004s000000/), consulté le 12 mai 2014

<sup>12</sup> METRAL, C., cours modélisation des bases de données spatiales, GEOTOOLS-DB, 20 au 22 janvier 2014

<sup>13</sup> Interlis The Geolangage : <http://www.interlis.ch/content/index.php?language=f>, consulté début avril 2014

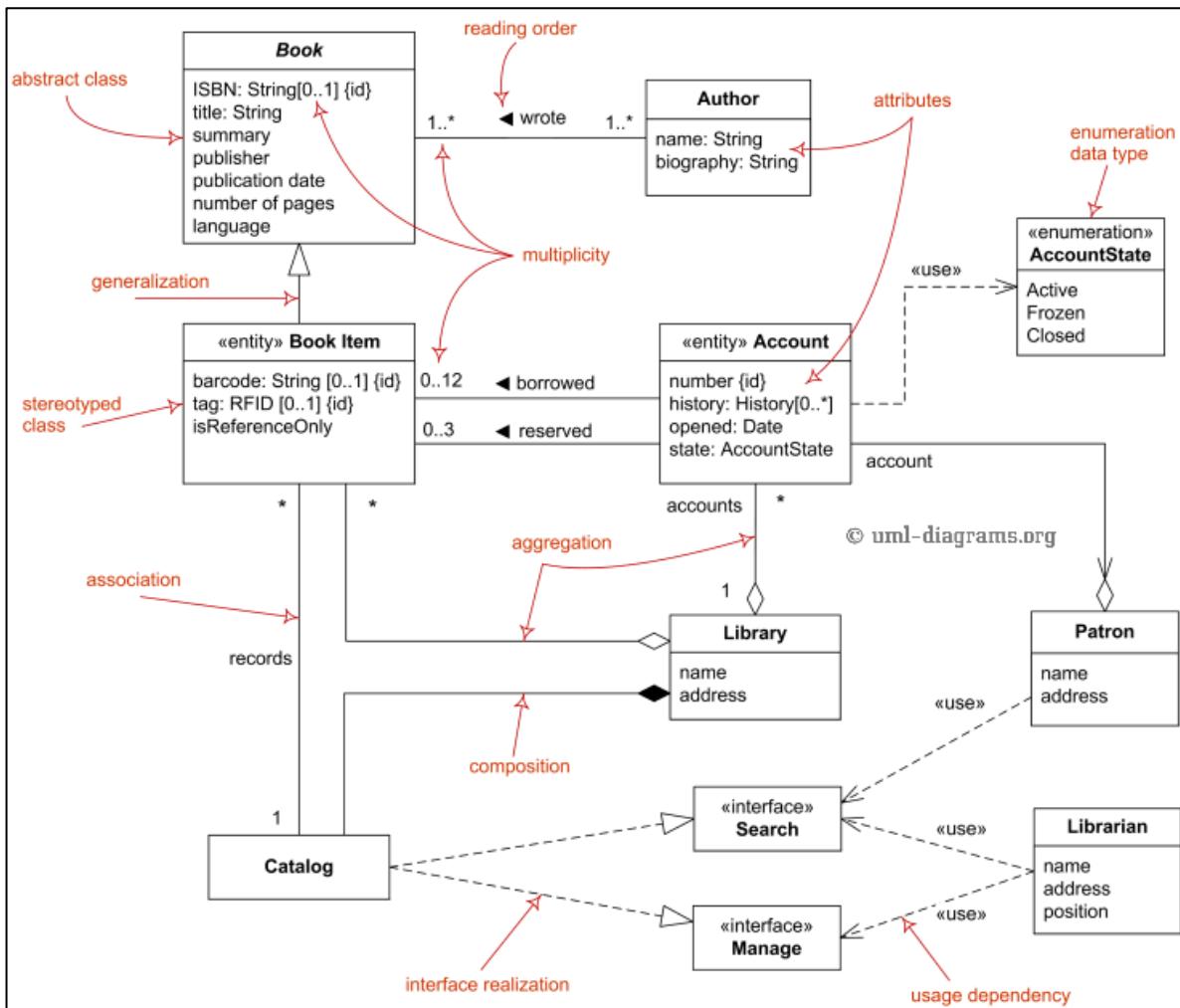


Figure 5 Exemple de modèle conceptuel en langage UML.

Source : <http://www.uml-diagrams.org/class-diagrams-overview.html>

La création du modèle conceptuel est une des étapes prévues par la Confédération pour les Modèles de géodonnées minimaux (MDGM). En plus, de nous faire mieux connaître nos données, les modèles permettent également un meilleur partage et une meilleure pérennité des données<sup>14</sup>.

Suite à ces considérations, j'ai créé un modèle conceptuel pour la base de données en effectuant les opérations suivantes.

- Formulation des questions en fonction des besoins et objectifs énoncés aux points 1.3 et 1.4.
- Définition des différentes classes d'objets, de leurs attributs et de leurs relations.
- Diagrammes de classe créés avec Visual Paradigm for UML 11.0.
- Ajustements selon le dialogue « Concepteurs-utilisateurs » et suite aux différents essais.

Le modèle logique, qui représente le modèle conceptuel en vue d'une implémentation informatique, a ensuite été élaboré. Dans notre cas, ce sont les tables avec leurs champs et leur relations entre « clés primaires » (identifiant unique d'une table) et « clés secondaires » (champ qui reprend la clé primaire d'une autre table pour les lier).

<sup>14</sup> Organe de coordination de la géo-information au niveau fédéral (2011) Recommandations générales portant sur la méthode de définition des « modèles de géodonnées minimaux », version 2.0, 49 p.

## 2.3 ESSAI DU MODELE PHYSIQUE AVEC DES DONNEES FICTIVES

Le modèle physique représente la structuration et la description complète (référentiel spatial, domaines de valeurs possibles, types de données,...) du modèle logique dans les systèmes informatiques choisis, dans le cas présent ArcGIS et MS Access. Avant de faire le modèle physique final pour le tronçon test, j'ai trouvé pertinent de créer un modèle physique avec des données propriétaires, gestionnaires et mesures fictives pour pouvoir me familiariser avec les outils et faire des essais pour définir le procédé de remplissage final sans perdre de temps à chercher et remplir les données réelles. Les données fictives ont également permis de modéliser toutes les possibilités, ce qui ne pouvait pas être le cas pour le tronçon test. Le modèle physique, n'étant plus un simple schéma mais la création physique de la base de données, possède de nombreuses étapes qui sont décrites ci-après. Ces étapes ont nécessité de nombreux aller-retour entre elles pour éliminer toutes les erreurs et problèmes survenus.

### A. OBTENTION DES COUCHES DE BASE DES ORGANISMES CANTONAUX ET FEDERAUX

Afin d'avoir des repères spatiaux et permettre la digitalisation de nos futures entités, il fallait obtenir des couches spatiales de base de la part des différents organismes cantonaux et fédéraux (swisstopo et OFROU). Les données nécessaires commandées sont listées dans l'ANNEXE 1. Toutes les données de base sont regroupées dans une géodatabase spécifique. Les données commandées à swisstopo n'étaient pas encore arrivées pour effectuer le tronçon test sur Vaud. Les données vaudoises déjà en possession du bureau Ilex ont alors été utilisées (cadastre, communes, forêts de protection, cartes nationales et orthophotos, ...) et la couche VECTOR 25 a été empruntée sur le serveur de l'université de Genève (UNIGE). L'OFROU a, lui, fourni les éléments relatifs aux routes nationales (axes, tronçons d'entretien,...). Les données provenant de tiers ont nécessité une préparation afin qu'elles soient utilisables pour la base de données à réaliser (par exemple produire des zones tampons autour des axes et ajouter les noms des communes au cadastre). Ces opérations ont été automatisées dans des ModelBuilders.

### B. OPERATIONS DANS ARCGIS 10.2.1

- Réalisations « manuelles » des opérations pour créer les couches spatiales nécessaires.
- Création des domaines finaux selon discussion avec l'ingénieur.
- Création de ModelBuilders pour automatiser les opérations réalisées manuellement ci-dessus.
- Vérification et adaptations des ModelBuilders.
- Définition de données fictives pour tester le fonctionnement.

### C. OPERATIONS DANS MS ACCESS 2010

- Création des tables non spatiales et définition des champs.
- Création des relations.
- Définition de la méthode de remplissage de la base de données avec l'ingénieur pour ensuite créer les formulaires et requêtes nécessaires.
- Création des requêtes avec l'assistant de requête puis modifications en mode création. Le mode structured query language (SQL) a été utilisé uniquement pour ajouter DISTINCT après SELECT pour éviter les doublons dans les résultats de la requête.
- Création des formulaires en partie avec l'assistant de création de formulaire.
- Remplissage avec des données fictives pour tester le fonctionnement des requêtes et formulaires.

## 2.4 CREATION DU MODELE PHYSIQUE POUR LE TRONÇON TEST SUR VAUD

Le modèle physique a été recréé depuis le début et a été rempli cette fois avec les données du tronçon test pour s'assurer d'un bon fonctionnement en conditions réelles, pour tester la notice mise au point et pour avancer dans le mandat.

Le tronçon test se situe entre Oulens-sous-Echallens et Rovray dans le canton de Vaud (Figure 6). Ce secteur a été choisi car le bureau Ilex connaît bien les forêts et ses gardes forestiers pour y avoir réalisé de nombreux mandats.

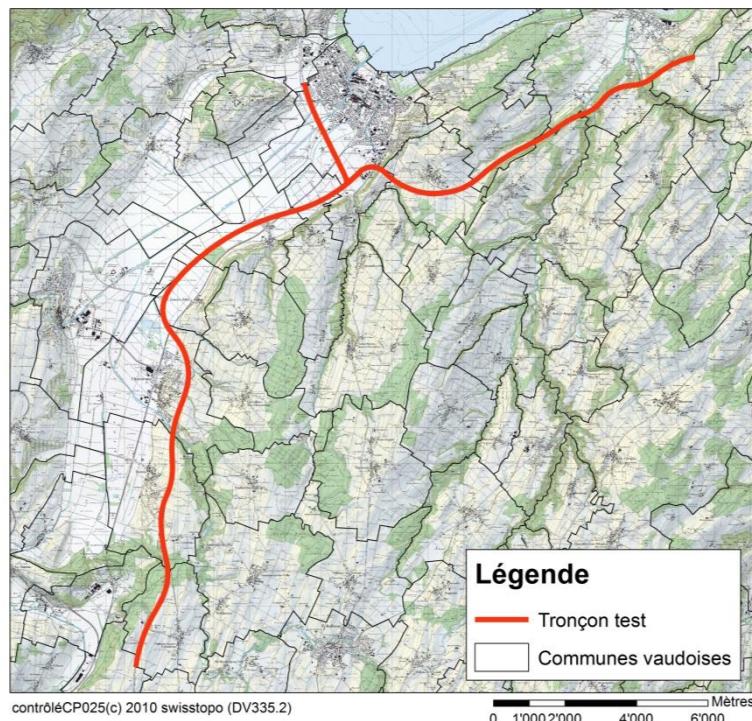


Figure 6 Carte représentant le tronçon test dans le canton de Vaud.

### A. CREATION DE LA BASE DE DONNEES DANS ARCGIS 10.2.1

- Création de la géodatabase 10.0 contenant les données de base provenant de l'OFROU et Ilex.
- Création de la géodatabase personnelle 10.0 « BD\_GfsRN1\_vd » pour le canton de Vaud pour la période 2016-2020.
- Définition précise des critères pour une forêt sécuritaire, ses types de peuplements et les interventions possibles avec l'ingénieur et grâce aux exemples concrets.
- Exécution des trois ModelBuilders en ayant renseigné les paramètres demandés avec les données pour le canton de Vaud.
- Opérations manuelles faisant suite aux ModelBuilders réalisées uniquement pour la zone test.
- Détermination des mesures pour la zone test avec l'ingénieur forestier suite à une visite de terrain.

### B. SUITE DE LA CREATION DANS MS ACCESS 2010

- Création des tables non spatiales et définition des champs.
- Création des relations.
- Création des requêtes d'après celles réalisées au point 2.3.
- Création d'un modèle de formulaire et création de tous les formulaires d'après le point 2.3.
- Remplissage de la base avec les données du tronçon test.
- Vérification de la base aux moyens des requêtes.

### C. UTILISATION DE LA BASE TERMINEE DANS ARCGIS

- Jointures attributaires entre les classes d'entités ArcGIS et les tables Access.
- Création et enregistrements d'ensembles de définition pour faire les cartes d'après les gestionnaires, propriétaires et années de réalisation désirés.
- Création de fichiers .lyr pour les symbologies.
- Créations de quelques cartes pour tester le rendu possible.

### 2.5 PREPARATION DE LA BASE DE DONNEES SOURCE

La base test du Canton de Vaud a été copiée dans un nouveau dossier « BD\_modele », les couches spatiales ont été effacées et les enregistrements des tables Access supprimés. Les métadonnées ont ensuite été renseignées dans ArcCatalog selon ISO 19139. Le fichier ArcMap a également été épuré et enregistré en version 10.0.

### 2.6 REDACTION DE LA NOTICE D'UTILISATION

La table des matières de la notice a pu être définie après le test avec les données fictives. La notice a ensuite été rédigée pendant et après avoir réalisé le tronçon test. Elle a été testée par les collaborateurs du bureau pour vérifier si elle était compréhensible par des personnes ayant peu approché la base mais possédant des connaissances informatiques standards.

## 3 RESULTATS

### 3.1 STRUCTURE ET ORGANISATION DE LA BASE DE DONNEES

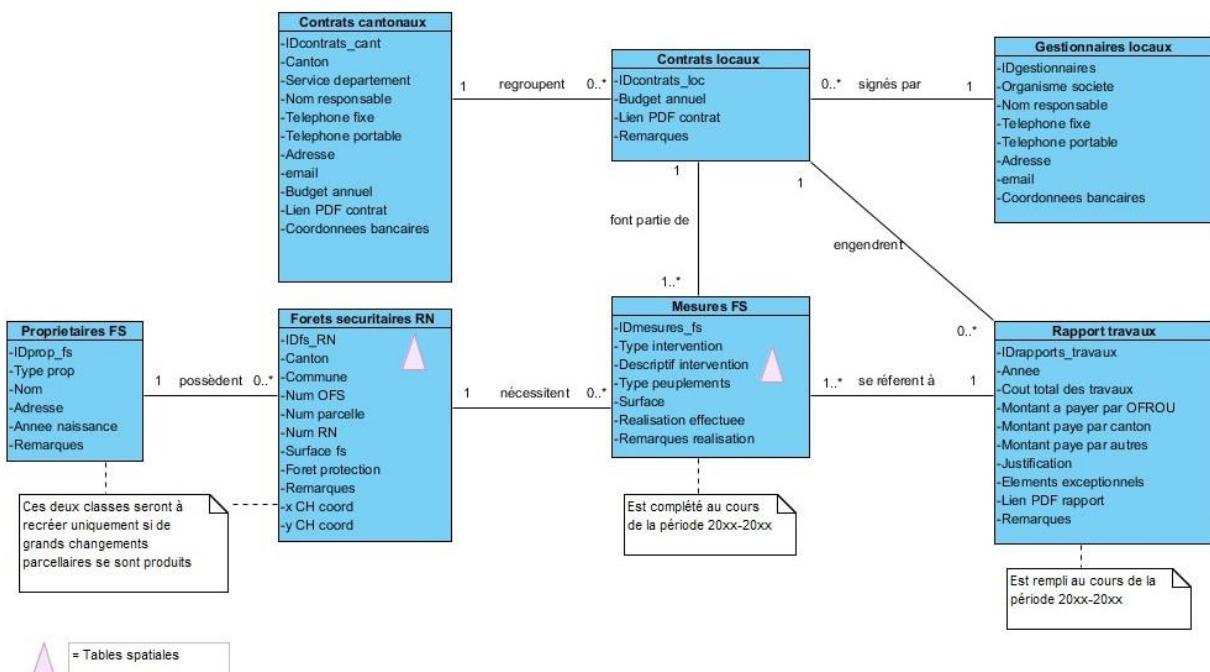
Les questions auxquelles la base de données « Gestion des forêts sécuritaires bordant les routes nationales de la filiale 1» devait pouvoir répondre pour correspondre aux objectifs sont les suivantes.

1. Est-ce que toutes les forêts sécuritaires font l'objet d'un contrat local ?
2. Qui est le propriétaire de la forêt sécuritaire x ?
3. Qui est le gestionnaire de la forêt sécuritaire x pour la période ?
4. Est-ce que toutes les mesures préconisées ont été réalisées au cours de la période ? Si non, lesquelles n'ont pas été réalisées ? Et pourquoi ?
5. Quel est le montant à payer par l'OFROU pour l'année x ? Pour la période ?
6. Quels ont été les coûts totaux par Canton ?
7. Combien d'ha de forêts sécuritaires sont sous contrat de gestion avec les Cantons ?
8. Combien y a-t-il de propriétaires différents pour le Canton x ?
9. Combien d'ha sont la propriété de l'OFROU ?
10. Où sont-elles situées ?
11. Peut-on afficher les propriétés de x ?
12. Quelles sont les mesures à prendre pour le gestionnaire local x pour la période ?
13. Où se situent-elles et de quel type sont-elles?
14. Quelles sont les mesures réalisées l'année x ?
15. Où se trouvent-elles ?
16. Quelles sont les parcelles gérées par x ?

Sur la base de ces questions, le modèle conceptuel imaginé (Figure 7) se compose de sept tables : Forêts sécuritaires (appelé ensuite cadastre FS), Mesures FS, Propriétaires FS, Contrats cantonaux, Contrats locaux, Gestionnaires locaux et rapports des travaux. Les deux premières tables seront spatiales.

**Modèle conceptuel de la base de données "Forêts sécuritaires" qui sera établie pour chaque canton de la filiale 1 de l'OFROU**

Version finale 26.05.2014



**Figure 7 Modèle conceptuel de la base de données.**

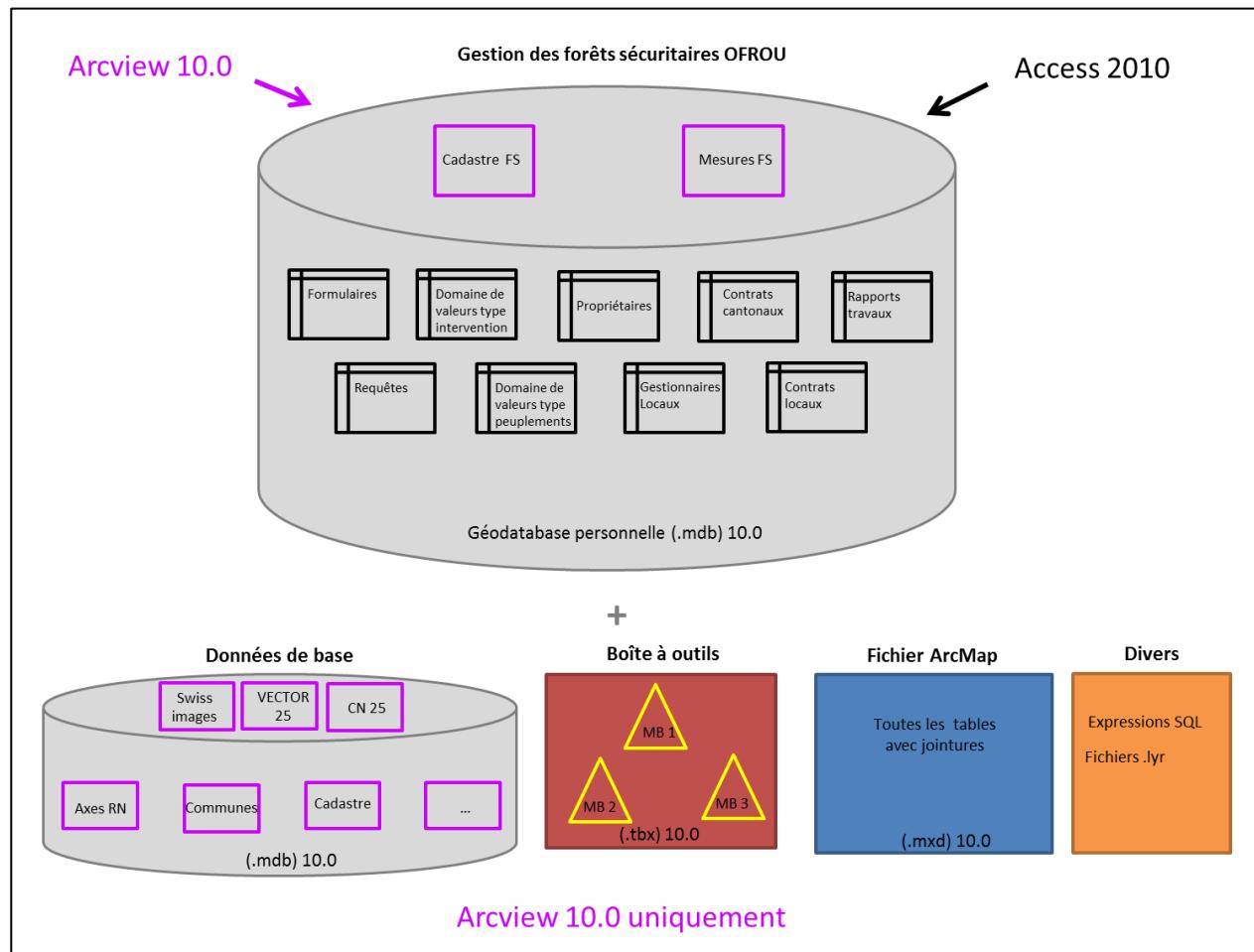
Toutes les relations sont de type un à plusieurs. Elles ont été représentées entre clé primaire et clé secondaire dans le modèle logique en ANNEXE 2. Dans ce dernier, les domaines, liste de choix et valeurs par défaut ont également été définies.

Le nom des tables ne possède pas d'indication de canton ou de période afin de pouvoir copier et utiliser la base sans faire de modifications de champs ou de tables. Seul le nom de la base de données indiquera la période et le Canton. Il y aura une base de données pour chaque période et pour chaque Canton car les mesures, les contrats et le suivi se feront au niveau cantonal. C'est également plus simple pour la gestion des données. La base de données est en français car la filiale d'Estavayer gère des routes nationales uniquement dans des régions francophones.

Les sept tables sont regroupées dans une géodatabase personnelle ArcGIS (.mdb) qui a le grand avantage de pouvoir être ouverte et utilisée depuis ArcGIS et Access. Comme illustré sur la Figure 8, cette base de données principale, objet de ce rapport, est accompagnée d'une géodatabase personnelle qui contient les couches de bases obtenues auprès de l'OFROU et swisstopo, d'une boîte à outils contenant les trois ModelBuilders, d'un fichier ArcMap contenant la mise en page type et des dossiers contenant les expressions ArcGIS pour les ensembles de définition et les fichiers .lyr pour la symbologie.

Le bureau Ilex possède la base modèle, vide de tout enregistrement, qui pourra être transmise aux différents bureaux d'étude pour les différents Cantons. L'ensemble des éléments sont enregistrés en version 10.0 d'ArcGIS car peu de bureaux/organisations ont des versions supérieures.

Les classes d'entités ont été créées dans l'ancien système suisse CH1903 car l'OFROU et les Cantons travaillent encore dans ce système. De plus, les données reçues étaient dans ce format.



**Figure 8** Représentation de tous les éléments faisant partie de la base de données au sens large.

Le schéma relationnel du modèle physique (Figure 9) de la base principale « Gestion des forêts sécuritaires bordant les routes nationales de la filiale 1» représente toutes les tables utilisées pour la base de données avec leurs champs et leurs relations.

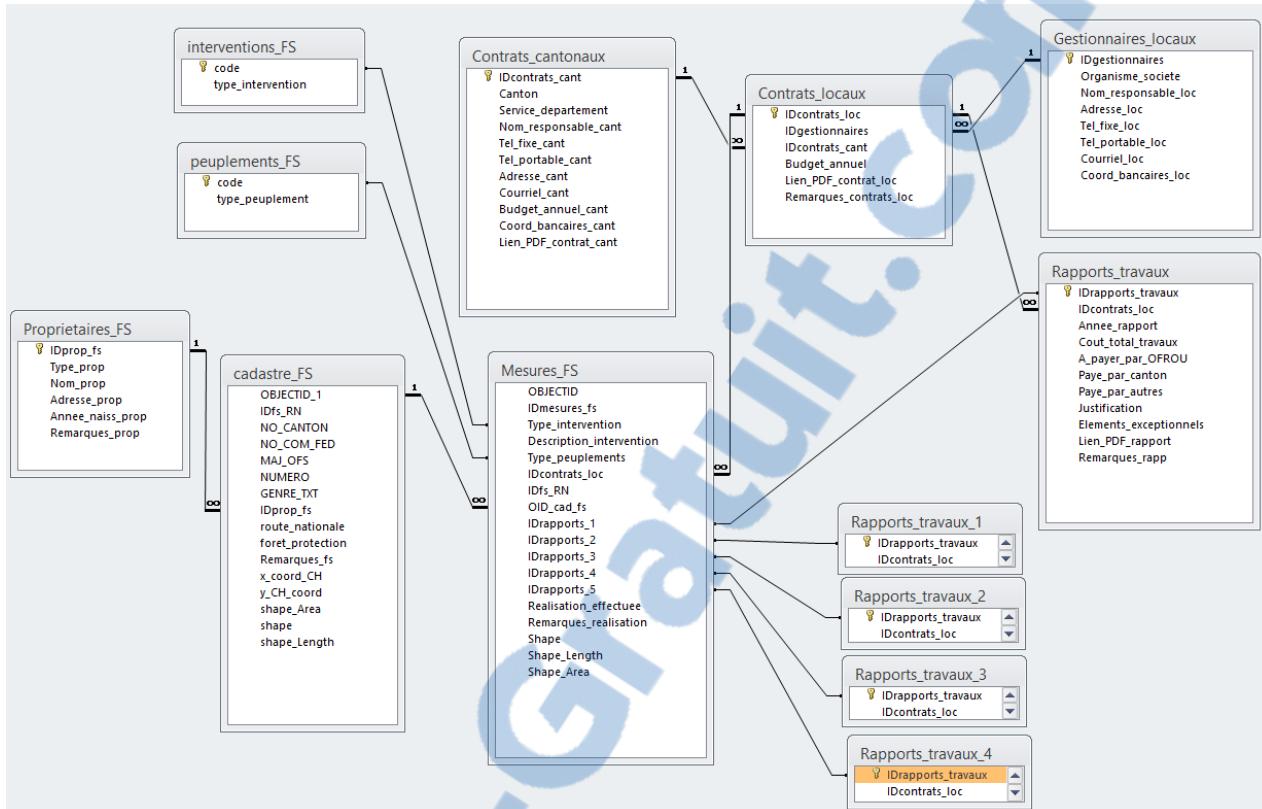


Figure 9 Schéma relationnel des tables dans Access 2010.

Les relations qui possèdent 1-∞ signifient qu'elles ont une intégrité référentielle un à plusieurs avec modifications en cascade. Ce type d'intégrité ne pose pas de problèmes entre les tables et entre Access et ArcGIS car ce ne sont pas des relations 1-1 et cela n'oblige donc pas à remplir les cases tout de suite. Cela empêche par contre de mettre une valeur dans la clé secondaire qui n'existe pas dans la primaire.

Il est utile de mettre des clés primaires car elles permettent d'identifier les enregistrements et elles font directement un index attributaire. Elles pourront ensuite être utilisées comme clés secondaires dans d'autres tables. Les clés primaires ne dérangent pas dans les manipulations sauf pour *cadastre\_FS* et *mesures\_FS* où il ne faut pas en mettre et laisser le champ *OBJECTID* indexé sans doublons. Pour ces deux couches, il ne faut pas indexer sans doublons les champs *IDmesure\_fs* et *Dfs\_RN* sinon on ne peut plus modifier dans ArcGIS. Ces champs ont donc été indexés avec doublons et *OBJECTID* lie les 2 tables.

Les identifiants pour chaque table sont construits de la manière suivante (Tableau 2).

| Identifiant        | Règle  | Exemples               |
|--------------------|--|------------------------|
| IDprop_fs          | canton ou OFROU/num commune OFS ou indication si privés  | CH0000, VD6667, VDP001 |
| IDfs_RN            | num canton/num commune OFS/num parcelle (6 chiffres)   | 226667000329           |
| IDmesures_fs       | période/ <i>IDfs_RN</i> /type intervention   | 16202266670003292      |
| IDcontrats_loc     | période/canton/num triage ou autres selon canton   | 1620VD086              |
| IDcontrats_cant    | période/canton   | 1620VD                 |
| IDgestionnaires    | canton/num triage ou autres selon canton/G+numéro (si changement gestionnaire au cours des périodes) | VD086G1                |
| IDrapports_travaux | période/canton/num triage ou autres selon canton/année rapport                                       | 1620VD0862015          |

Tableau 2 Règles pour la construction des identifiants de tables.

Lorsque l'on ouvre la base dans Access, on peut voir dans le volet de navigation (Figure 10) des tables, des requêtes et des formulaires. Les tables qui apparaissent en noir sont les tables effectivement créées et utilisées pour la base de données. Les tables masquées qui apparaissent en gris sont des tables qui ont été créées par ArcGIS pour stocker des données géométriques et spatiales. Ces dernières ne doivent pas être modifiées et ne sont pas utiles pour les opérations que l'on doit faire.

Les requêtes en noir sont les requêtes à utiliser pour faire des bilans. Les requêtes en gris sont des requêtes qui sont utilisées dans les formulaires de vérification de la correspondance entre tables liées.

Les formulaires en noir sont ceux à utiliser pour remplir la base et effectuer les vérifications. Les formulaires en gris sont des sous-formulaires qui ont été intégrés dans les formulaires principaux.

| Tables                    | Requêtes                       | Formulaires                                |
|---------------------------|--------------------------------|--|
| cadastre_FS               | ziii_rapports rendus_annees    | Formulaire01_proprietaires_fs              |
| cadastre_FS_shape_Index   | 01_parcelles_par_commune       | Formulaire02_gest_contrats_mesures         |
| Contrats_cantonaux        | 02_surface_fs_totale_m2        | Formulaire03_verification_tables_access    |
| Contrats_locaux           | 03_surface_fs_m2_par_prop      | Formulaire04_verification_tables_arcgis    |
| GDB_ColumnInfo            | 04_prop_par_contrats_loc       | Formulaire1_rapports_annuels               |
| GDB_DatabaseLocks         | 05_fs_par_prop                 | Formulaire11_verification_rapports_travaux |
| GDB_GeomColumns           | 06_nb_prop_total               | sf_cadastre_FS                             |
| GDB_ItemRelationships     | 07_mesures_par_gest            | sf_Contrats_cantonaux                      |
| GDB_ItemRelationshipTypes | 08_fs_par_gest                 | sf_Contrats_locaux                         |
| GDB_Items                 | i_annee1_realisation_mesures   | sf_Gestionnaires_locaux                    |
| GDB_Items_Shape_Index     | i_annee2_realisation_mesures   | sf_mesures_FS                              |
| GDB_ItemTypes             | i_annee3_realisation_mesures   | sf_mesures_FSBis                           |
| GDB_ReplicaLog            | i_annee4_realisation_mesures   | sf_Proprietaires_FS                        |
| GDB_SpatialRefs           | i_annee5_realisation_mesures   | sf_Rapports_travaux                        |
| Gestionnaires_locaux      | ii_a_payer_OFROU_annee         | sf_x01_FS_SANS_prop                        |
| interventions_FS          | iii_a_payer_OFROU_periode      | sf_x02_mesures_NON_determinees             |
| mesures_FS                | iv_paye_canton_periode         | sf_x03_mesures_SANS_contrats               |
| mesures_FS_Shape_Index    | x01_FS_SANS_prop               | sf_x04_prop_SANS_fs                        |
| peuplements_FS            | x02_mesures_NON_determinees    | sf_x05_FS_SANS_mesures                     |
| Proprietaires_FS          | x03_mesures_SANS_contrats      | sf_x06_contrats_SANS_gestionnaire          |
| Rapports_travaux          | x04_prop_SANS_fs               | sf_x07_comparaison_surfaces                |
| SelectedObjects           | x05_FS_SANS_mesures            | sf_x08_doublons_ID_cadastre_fs             |
| Selections                | x06_contrats_SANS_gestionnaire | sf_x09_doublons_ID_mesures_FS              |
|                           | x07_comparaison_surfaces       | sf_zi_mesures_NON_realisees                |
|                           | x08_doublons_ID_cadastre_fs    | sf_zii_mesures_SANS_aucun_rapport          |
|                           | x09_doublons_ID_mesures_FS     | sf_ziii_rapports rendus_annees             |
|                           | zi_mesures_NON_realisees       |  |
|                           | zii_mesures_SANS_aucun_rapport |  |

Figure 10 Eléments présents dans le volet de navigation Access.

Concernant le format de la base de données, il n'y a pas de signes sur le net qui indiquent que le format .mdb pourrait être abandonné rapidement. Cependant si cela venait à être le cas, la base pourrait passer au format de base de données .accdb et utiliser une connexion OLE DB entre ArcGIS et Access. On peut même envisager que si un jour le programme Access n'existe plus, la structure de la base de données pourrait être transférée dans Oracle, Filemaker ou MySQL et nécessiterait une connexion OLE DB pour être visualisée dans ArcGIS. Si un transfert direct n'était pas possible la notice d'utilisation fournirait assez d'informations pour recréer une nouvelle base de données.

### 3.2 PRINCIPES D'UTILISATION DE LA BASE DE DONNEES

Il faudra prêter attention à modifier les tables non spatiales dans Access uniquement et les tables spatiales dans ArcGIS uniquement (sauf pour créer des enregistrements ou faire des relations dans Access). Et il sera important de ne pas ouvrir Access et ArcGIS en même temps.

La base de données a été créée dans le but de ne pas avoir besoin de la refaire depuis le début. Les bureaux d'étude mandataires recevront un dossier contenant les éléments de la Figure 8, page 13, sans couches spatiales ni enregistrements dans les tables Access. Ils auront simplement à renommer la base d'après leur Canton et la période et se référer à la notice d'utilisation pour son remplissage et son utilisation. Les grandes étapes à réaliser sont décrites ci-après.

#### Utilisation des ModelBuilders

Une automatisation maximale a été visée pour créer les classes d'entités afin de pouvoir refaire les opérations rapidement et facilement en cas d'erreurs, de changements de critères ou de cadastre. Et comme nous ne pouvons pas appliquer des règles topologiques avec la licence Basic, l'automatisation permet de ne pas faire d'erreur humaine de découpage ou de chevauchement. Trois ModelBuilders ont ainsi été créés pour fabriquer les couches *cadastre\_FS* et *mesures\_FS*. Ces modèles auront l'avantage d'être facilement reproductibles lors de nouvelles périodes ou pour de nouveaux Cantons.

Les tables *Proprietaires\_FS* et *cadastre\_FS* pourront être reprises pour une nouvelle période d'un Canton s'il n'y a pas eu de changements majeurs connus du cadastre. Sinon les modèles seront utilisés.

Les modèles ont été conçus pour être « portables » en créant un espace de travail en paramètres et en renseigner l'emplacement de sortie des outils « %espace\_travail%/nom\_couche ». Ainsi les utilisateurs n'ont pas besoin de modifier le modèle du fait de données différentes d'un canton à l'autre, mais simplement de remplir les différents paramètres demandés au début.

Il y a 3 modèles car il y a des opérations manuelles à faire entre les modèles et on ne pouvait donc pas en faire un seul. Le premier (Figure 11) a pour but de faire une jointure spatiale entre la couche cadastre et la couche communes pour que les parcelles aient un champ qui indique le nom de la commune et un champ qui indique le numéro OFS. Une version agrandie des modèles se trouve en ANNEXE 3.

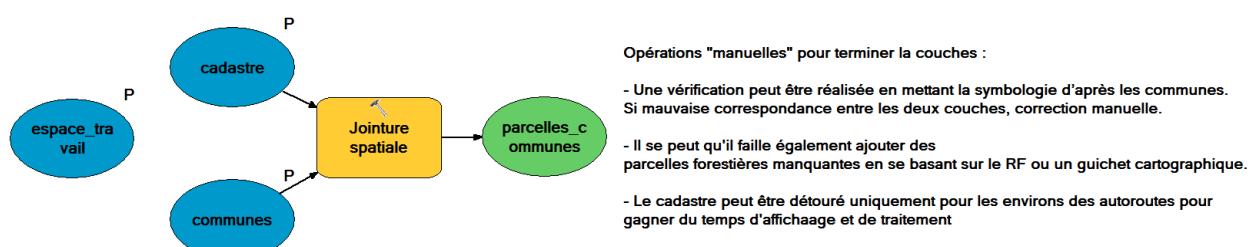
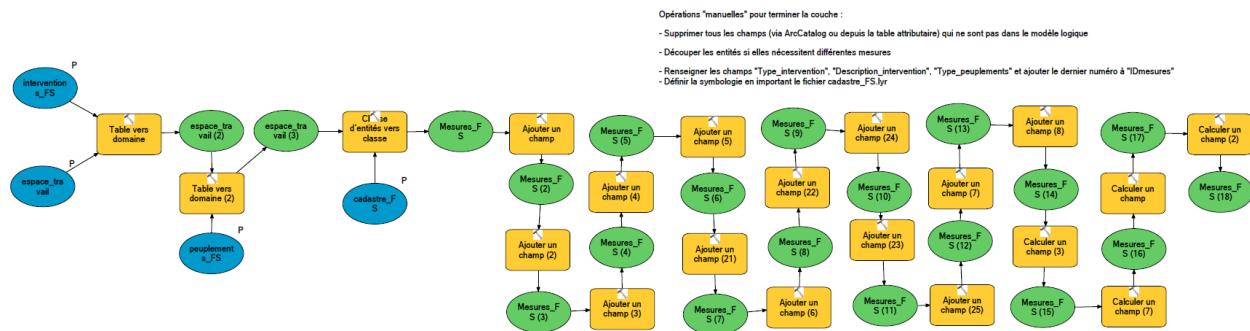
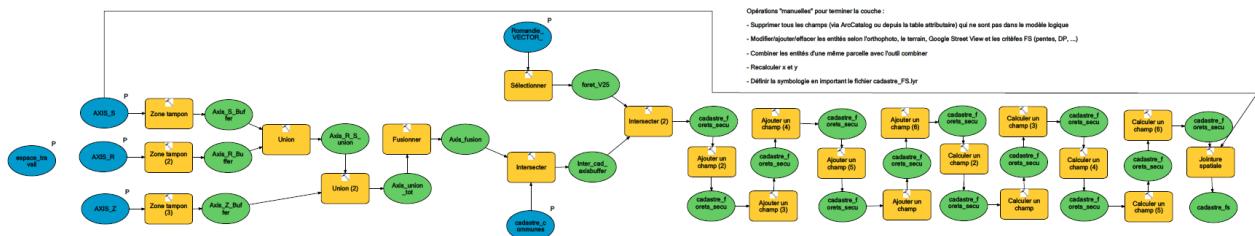


Figure 11 ModelBuilder 1 « parcelles communes ».

Le deuxième ModelBuilder (Figure 12) crée la classe d'entités *cadastre\_FS* en découplant des unités de forêts sécuritaires selon le cadastre, la forêt du VECTOR 25 et la bande tampon autour des axes de circulation.

Le troisième ModelBuiler (Figure 13) crée la classe d'entités *mesure\_FS* en copiant la classe *cadastre\_FS* et en lui ajoutant et calculant de nouveaux champs.

Il y a à chaque fois une liste d'opérations manuelles à effectuer pour terminer les classes d'entités et ensuite passer dans Access. La définition de la valeur par défaut « Non » pour *foret\_protection* ne fonctionnait pas dans le ModelBuilder. J'ai donc enlevé cette opération car elle n'est pas essentielle comme on avait déjà calculé la valeur « non » pour toutes les entités déjà créées.

**Figure 12** ModelBuilder 2 « cadastre FS ».**Figure 13** ModelBuilder 3 « Mesures ».

### Remplir la base de données

Une simplification maximale a également été visée pour les opérations dans Access. De petites opérations pour relier les tables ArcGIS aux tables Access devront être réalisées mais à part ça le remplissage de la base de données se fera uniquement par des formulaires comportant des instructions.

#### Formulaire pour la mise en place de la base de données au début d'une période

- Formulaire 01 : propriétaires et leurs forêts sécuritaires (Figure 14). Renseigne chaque propriétaire et l'attribue à des forêts sécuritaires. Le travail de recherches des propriétaires privés devra se faire en consultant chaque parcelle au registre foncier. Il n'y a pas d'autres moyens car le nom des propriétaires ne figurent pas dans la couche cadastre.
- Formulaire 02 : contrats, gestionnaires et attribution des mesures. Renseigne chaque contrat cantonal, contrat local et gestionnaires puis attribue les contrats locaux aux mesures. Se fait suite aux visites aux gardes forestiers et sert de base à l'élaboration des contrats finaux.
- Formulaire 03 : vérification de la correspondance des tables Access. Utilise des requêtes de non-correspondance pour vérifier s'il y a des enregistrements orphelins.
- Formulaire 04 : vérification de la correspondance et de la présence de doublons des tables ArcGIS. Vérifie s'il y a des doublons, des enregistrements orphelins et si la surface totale est la même entre *cadastre\_FS* et *mesures\_FS*.

#### Formulaire pour la phase de suivi d'une période

- Formulaire I : rapports travaux réalisés. Les gardes devront rendre un rapport annuel format PDF contenant les informations pour remplir le formulaire. Chaque rapport sera renseigné et sera attribué aux mesures réalisées au cours de l'année.
- Formulaires II : vérification de la correspondance et de la réalisation des mesures. Vérifie s'il y a des mesures sans rapports et si tous les gestionnaires ont envoyés leur rapport.

Formulaire01\_propriétaires\_fs



Ilex Ingénierie forestière sàrl

Bernard Graf  
Rue des Acacias 9  
1400 Yverdon-les-Bains  
079 309 27 09

Gestion des forêts sécuritaires bordant les routes nationales de la filiale 1

### Formulaire 01 Propriétaires et leurs forêts sécuritaires

Après une recherche au registre foncier pour trouver les propriétaires des parcelles, remplir leur données dans le tableau ci-dessous puis les attribuer aux forêts sécuritaires

Remplir ou choisir un propriétaire ci-dessous et passez au tableau suivant.

| Propriétaires_FS     |                           |
|----------------------|---------------------------|
| IDprop_fs            | CH0000                    |
| Type propriétaire    | Confédération             |
| Nom propriétaire     | Office fédéral des routes |
| Adresse propriétaire | Berne                     |
| Année de naissance   |                           |
| Remarques            |                           |

Enr : ▶ 1 sur 37 ▶ Aucun filtre Rechercher

**A ici pour nouveau propriétaire**

Actualiser en appuyant la touche clavier F5

Filtrer les forêts sécuritaires concernées d'après la commune et le numéro de parcelle puis sélectionner l'ID du propriétaire qui a été rempli ci-dessus.

| MAJ_OFS | NUMERO | IDprop_fs | IDfs_F       |
|---------|--------|-----------|--------------|
| CRONAY  | 000484 | VDUF01    | 225910000484 |
| CUARNY  | 000373 | VDUF01    | 225911000373 |
| CUARNY  | 000375 | VDUF01    | 225911000375 |
| CUARNY  | 000659 | VDUF01    | 225911000659 |
| YVONAND | 002546 | VDP026    | 225939002546 |
| YVONAND | 002269 | VDP025    | 225939002269 |
| YVONAND | 002213 | VDP024    | 225939002213 |

Version juin 2014, S. Mermad

Enr : ▶ 1 sur 1 ▶ Aucun filtre Rechercher

**Figure 14 Formulaire 01 Propriétaires et leurs forêts sécuritaires.**

## Requêtes

Les requêtes permettent de répondre aux questions de départ et de faire de bilans et synthèses. Des tables pourront être créées d'après les requêtes selon les besoins de l'utilisateur.

Voici les différentes requêtes créées ainsi que la question de départ à laquelle elles répondent :

### Requête pour la phase de mise en place

Requête 01 : liste des parcelles par communes

Requête 02 : surface totale ( $m^2$ ) des forêts sécuritaires → permet de répondre à la question 7

Requête 03 : surface ( $m^2$ ) de forêts sécuritaires par propriétaire → permet de répondre à la question 9

Requête 04 : propriétaires par contrats locaux

Requête 05 : forêts sécuritaires par propriétaire → permet de répondre à la question 2

Requête 06 : nombre de propriétaires totaux → permet de répondre à la question 8

Requête 07 : mesures par gestionnaire → permet de répondre à la question 12

Requête 08 : forêts sécuritaires par gestionnaire → permet de répondre à la question 3

Requête x01 : Forêts sécuritaires sans propriétaires

Requête x02 : Mesures non déterminées

Requête x03 : Mesures sans contrat local → permet de répondre à la question 1

Requête x04 : Propriétaires sans forêts sécuritaires

Requête x05 : FS sans mesures

Requête x06 : Contrats\_SANS\_gestionnaire

Requête x07 : Somme des surfaces de mesures et unités

Requête x08 : Recherche doublons des identifiants cadastre fs → permet de répondre à la question 16

Requête x09 : Recherche doublons des identifiants mesures fs. (Pas besoin de vérifier les doublons dans les autres tables car la clé primaire sur l'ID empêche la formation de doublons)

### Requête pour la phase de suivi

Requête i : mesures réalisées l'année 1, 2, 3, 4, 5 → permet de répondre à la question 14

Requête ii : total montant à payer par l'OFROU par année → permet de répondre à la question 5

Requête iii : total montant à payer par l'OFROU par période → permet de répondre à la question 5

Requête iv : total montant payé par canton par période → permet de répondre à la question 6

Requête zi : mesures non réalisées et justification → permet de répondre à la question 4

Requête zii : mesures sans rapports annuels du tout

Requête ziii : gestionnaires qui n'ont pas rendu les rapports

Les requête commençant par z ou x sont utilisées dans les formulaires et se retrouvent grisées dans le volet de navigation (voir chapitre 3.1).

### Expressions ArcGIS pour créer des ensembles de définition et produire des cartes

Expression fs\_par\_prop : fait apparaître les forêts sécuritaires d'après le propriétaire → permet de répondre aux questions 10 et 11

Expression mesures\_par\_gest : fait apparaître les mesures d'après le gestionnaire → permet de répondre à la question 13

Expression mesures\_reliesees\_annee\_x : fait apparaître les mesures d'après leur année de réalisation → permet de répondre à la question 15

### 3.3 TRONÇON TEST

Réaliser un tronçon test a permis de vérifier la pertinence de la structure de la base de données et surtout de définir concrètement les critères de forêts sécuritaires, des peuplements et de type d'interventions.

Les tables *cadastre\_FS*, *mesures\_FS* (extrait en Figure 15) et *Propriétaires\_FS* ont été remplies pour le tronçon test avec les données réelles. Les tables *Contrats\_cantonaux*, *Contrats\_locaux* et *Rapports\_travaux* ont été remplies avec des données présumées car les gestionnaires n'ont pas pu être visités par l'ingénieur pendant la période du stage et les rapports ne seront rendus qu'à partir de 2016.

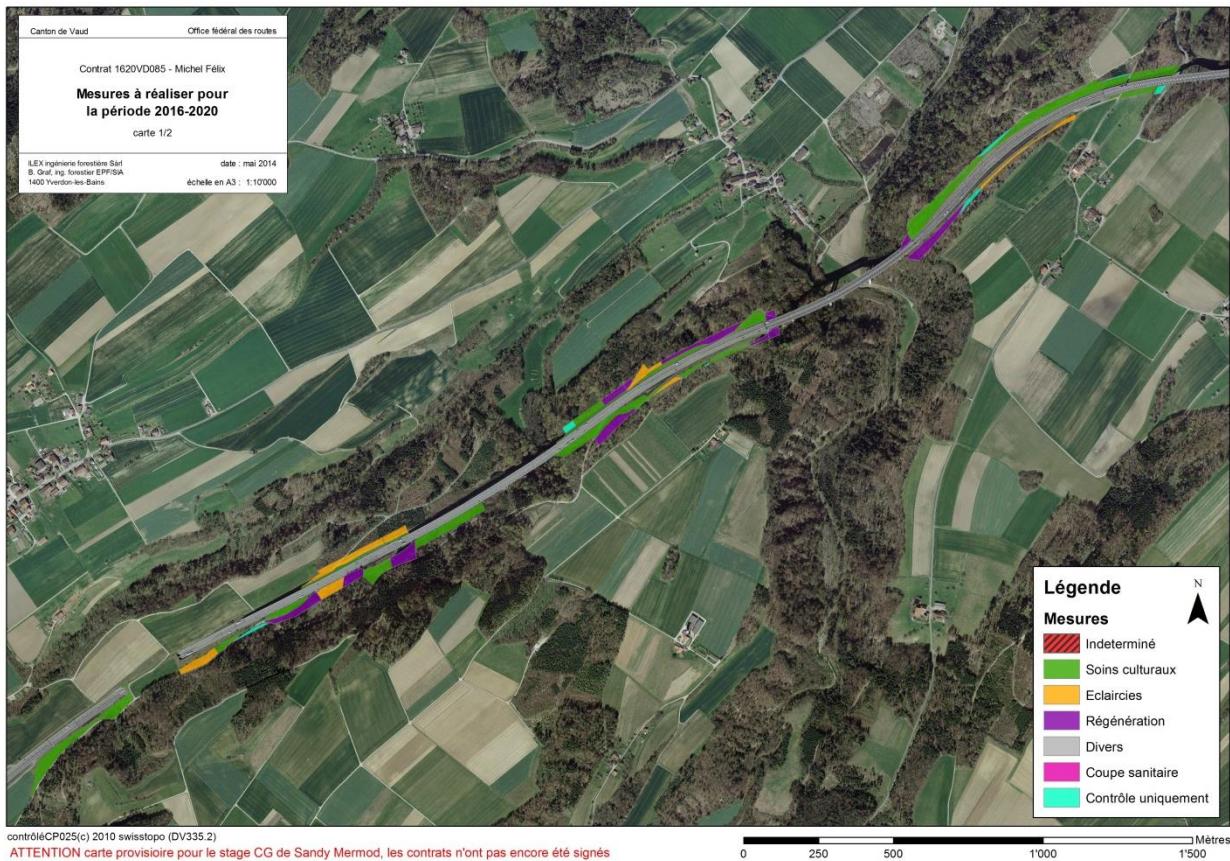
| OBJECTID | IDmesures_fs       | Type_intervention   | Description_intervent            | Type_peuplements             | IDcontrats_  | IDFs_RN       | OID_cad_fs    | IDrapports_1 | IDrapports_2 | IDr          |
|----------|--------------------|---------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| 1        | 16202257460010056  | Controle uniquement |                                  | moyennes à vieilles futaines | 225746001005 | 225746001005  |               |              |              |              |
| 2        | 162022574600DP966  | Controle uniquement |                                  | jeunes peuplements           | 1620VD083    | 22574600DP96  | 22574600DP96  |              |              |              |
| 3        | 162022574600DP906  | Controle uniquement |                                  | jeunes peuplements           | 1620VD083    | 22574900DP90  | 22574600DP90  |              |              |              |
| 4        | 162022574900DP903  | Regeneration        |                                  | moyennes à vieilles futaines | 1620VD083    | 22574900DP90  | 22574900DP90  |              |              |              |
| 5        | 16202257490012403  | Regeneration        |                                  | moyennes à vieilles futaines | 1620VD083    | 225749001240  | 225749001240  |              |              |              |
| 6        | 162022574900DP856  | Controle uniquement |                                  | moyennes à vieilles futaines | 1620VD083    | 22574900DP85  | 22574900DP85  |              |              |              |
| 7        | 16202257490013336  | Controle uniquement |                                  | moyennes à vieilles futaines | 1620VD083    | 225749001333  | 225749001333  |              |              |              |
| 8        | 16202257490012396  | Controle uniquement |                                  | moyennes à vieilles futaines | 1620VD083    | 225749001239  | 225749001239  |              |              |              |
| 9        | 16202255290003592  | Eclaircies          |                                  | perchis et jeunes futaines   | 1620VD083    | 225529000359  | 225529000359  |              |              | 1620VD083201 |
| 10       | 16202255290003591  | Soins cultureaux    |                                  | jeunes peuplements           | 1620VD083    | 225529000359  | 225529000359  |              |              | 1620VD083201 |
| 11       | 16202257490012436  | Controle uniquement |                                  | moyennes à vieilles futaines | 1620VD083    | 225749001243  | 225749001243  |              |              |              |
| 12       | 16202257490012366  | Controle uniquement |                                  | moyennes à vieilles futaines | 1620VD083    | 225749001236  | 225749001236  |              |              |              |
| 13       | 162022574900DP2431 | Soins cultureaux    |                                  | jeunes peuplements           | 1620VD083    | 22574900DP243 | 22574900DP243 |              |              |              |
| 14       | 16202257490013136  | Controle uniquement |                                  | perchis et jeunes futaines   | 1620VD083    | 225749001313  | 225749001313  |              |              |              |
| 15       | 16202255290004101  | Soins cultureaux    |                                  | jeunes peuplements           | 1620VD083    | 225529000410  | 225529000410  |              |              |              |
| 16       | 16202255290003596  | Controle uniquement |                                  | moyennes à vieilles futaines | 1620VD083    | 225529000359  | 225529000359  |              |              | 1620VD083201 |
| 17       | 162022574900DP2432 | Eclaircies          |                                  | perchis et jeunes futaines   | 1620VD083    | 22574900DP243 | 22574900DP243 |              |              |              |
| 18       | 162022591100DP512  | Eclaircies          |                                  | perchis et jeunes futaines   | 1620VD085    | 22591100DP51  | 22591100DP51  |              |              |              |
| 19       | 1620225915DP10506  | Controle uniquement |                                  | perchis et jeunes futaines   | 1620VD083    | 225915DP1050  | 225915DP1050  |              |              |              |
| 20       | 1620225914000DP56  | Controle uniquement |                                  | perchis et jeunes futaines   | 1620VD083    | 225914000DP5  | 225914000DP5  |              |              |              |
| 21       | 1620225914000DP16  | Controle uniquement |                                  | perchis et jeunes futaines   | 1620VD083    | 225914000DP1  | 225914000DP1  |              |              |              |
| 22       | 1620225914000DP176 | Controle uniquement | buissons et arbres de pâr divers |                              | 1620VD083    | 225914000DP17 | 225914000DP17 |              |              |              |
| 23       | 1620225915DP10426  | Controle uniquement |                                  | perchis et jeunes futaines   | 1620VD083    | 225915DP1042  | 225915DP1042  | 1620VD083201 |              |              |
| 24       | 1620225914000DP172 | Eclaircies          | Arbres de parc, pins             | divers                       | 1620VD083    | 225914000DP17 | 225914000DP17 |              |              |              |
| 25       | 162022591100DP513  | Regeneration        |                                  | moyennes à vieilles futaines | 1620VD085    | 22591100DP51  | 22591100DP51  |              |              |              |
| 26       | 16202259100007213  | Regeneration        |                                  | moyennes à vieilles futaines | 1620VD085    | 225910000721  | 225910000721  |              |              |              |
| 27       | 16202259100007373  | Regeneration        |                                  | moyennes à vieilles futaines | 1620VD085    | 225910000737  | 225910000737  |              |              |              |
| 28       | 16202259390025761  | Soins cultureaux    |                                  | jeunes peuplements           | 1620VD085    | 225939002576  | 225939002576  | 1620VD085201 |              |              |
| 29       | 16202259280006366  | Controle uniquement | Buissons dans prairie            | divers                       | 1620VD085    | 225928000636  | 225928000636  |              |              |              |
| 30       | 16202259380032146  | Controle uniquement | Contôle des arbres de pâr divers |                              | 1620VD085    | 225938003214  | 225938003214  |              |              |              |
| 31       | 16202259100005553  | Regeneration        |                                  | moyennes à vieilles futaines | 1620VD085    | 225910000555  | 225910000555  |              |              |              |
| 32       | 16202259100007371  | Soins cultureaux    |                                  | jeunes peuplements           | 1620VD085    | 225910000737  | 225910000737  |              |              |              |
| 33       | 16202259390025663  | Regeneration        |                                  | moyennes à vieilles futaines | 1620VD085    | 225939002566  | 225939002566  |              |              |              |

Figure 15 Extrait de la table *mesures\_FS* réalisée pour le tronçon test.

Pour continuer la base du Canton de Vaud, le bureau Ilex devra d'abord terminer les opérations manuelles pour la couche *cadastre\_FS* puis faire tourner le ModelBuilder 3 pour produire la couche finale de *mesures\_FS*. Dans cette dernière couche, il faudra effacer les mesures entre Oulens et Rovray et venir copier-coller les mesures créées lors du présent tronçon test.

Le bureau aura peut-être besoin de traiter différemment les unités qui se trouvent en forêt de protection et les unités qui appartiennent à l'OFROU. Comme nous disposons de ces informations dans les champs *foret\_protection* et *IDprop\_fs*, une différentiation pourra être faite plus tard si besoin.

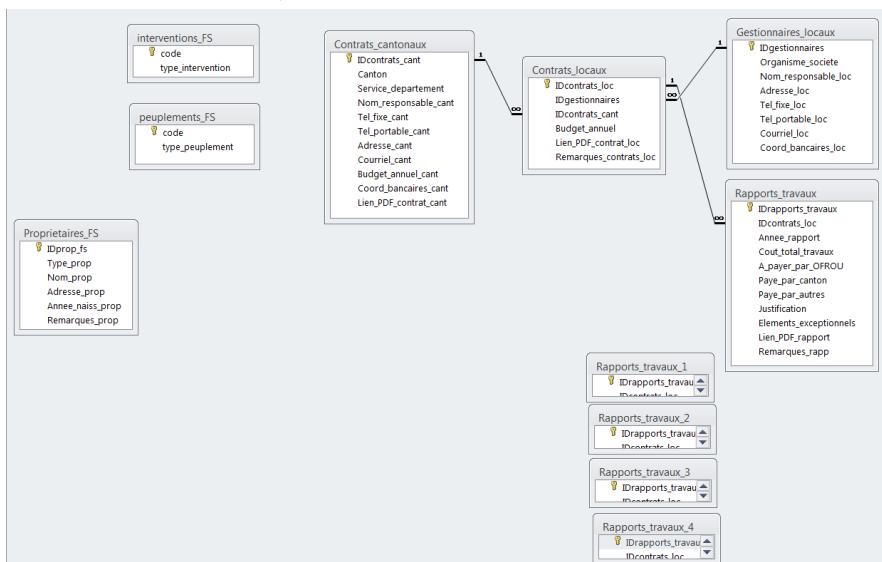
Quelques cartes ont été produites (comme pour les mesures en Figure 16) pour tester les expressions et définir la mise en page et la symbologie voulues.



**Figure 16** Carte de mesures à réaliser entre Yverdon et Yvonand pour un gestionnaire encore à définir.

### 3.4 BASE DE DONNEES SOURCE

Comme on peut le voir sur la Figure 17, la base source « BS\_GfsRN1\_model » contient toutes les tables vides sauf *cadastre\_FS* et *mesures\_FS* qui ont été totalement supprimées car elles seront reproduites avec les ModelBuilders. Les requêtes et formulaires n'ont pas été touchés et seront à nouveau actifs dès que toutes les tables seront présentes et reliées. Ce squelette de base pourra être transmis et adapté pour chaque période et chaque Canton. Si l'on veut réunir les bases cantonales (mais ce qui semble peu probable), on pourra recopier les enregistrements en les copiant-collant dans Access (et créer un champ ID si besoin). Pour les classes d'entités, il faudra le faire dans la table attributaire dans ArcGIS.



**Figure 17** Schéma relationnel de la base de données source telle qu'elle sera transmise aux tiers.

### 3.5 NOTICE D'UTILISATION DE LA BASE

La notice d'utilisation doit permettre à des personnes autres que le concepteur de renseigner et mettre à jour la base. Elle permet également de laisser une trace écrite concernant les diverses étapes de création. Si en principe il n'y aura jamais besoin de refaire la base depuis le début, il se peut que dans quelques années, de petites ou grandes modifications soient nécessaires en cas de changements dans la manière de gérer les forêts sécuritaires.

La notice est faite pour des gens ayant déjà des notions d'ArcGIS et d'Access. Il y a donc des prises d'écrans seulement pour les opérations peu habituelles. Toutes les informations secondaires ont été mises en annexe afin de ne garder que les choses essentielles. Cela a abouti à une notice de 22 pages sans les annexes. La Figure 18 représente un extrait des instructions de la notice.

Il est évident qu'une formation d'une demi-journée devra tout de même être dispensée par le bureau Ilex à tout bureau mandataire qui sera en charge des forêts sécuritaires d'un Canton. La notice sera cependant un aide-mémoire lors du remplissage de la base quelques temps plus tard.

Forêts sécuritaires RN filiale 1 de l'OFROU      Notice d'utilisation de la base de données

**B. PREPARATION ET RELATIONS DANS ACCESS2 2010**

- Ouvrir la géodatabase de la gestion des forêts sécuritaires avec Access 2010.
- Masquer les tables géométriques (*x\_Shape\_Index* ou *GDB\_x*) pour éviter de les modifier/effacer.
- REMPLIR LES CLÉS SECONDAIRES DE *cadastre\_FS* ET *mesures\_FS* EN MODE CRÉATION (Clic-droit sur la table) EN UTILISANT L'ASSISTANT LISTE DE CHOIX (Figure 21). LA RELATION SE CRÉE ENSUITE TOUTE SEULE.

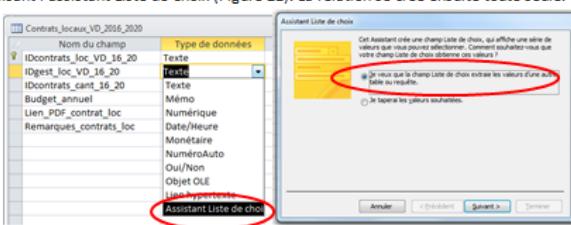


Figure 21 Assistant Liste de choix pour les clés secondaires.

- Ouvrir *mesures\_FS* EN MODE CRÉATION. NE PAS TOUCHER LE CHAMP OBJECTID ET METTRE LE CHAMP IDmesures EN INDEX AVEC DOUBLONS (Figure 22). Pour les champs *Types\_intervention* ET *Type\_peuplement*, UTILISER ASSISTANT LISTE DE CHOIX POUR LES RELIER AUX TABLES *interventions\_fs* ET *peuplements\_fs* (INCLURE LES DEUX CHAMPS DES TABLES, COMME SUR LA FIGURE 23). Pour le champ *OID\_cad\_FS*, METTRE EN TEXTE ET UTILISER L'ASSISTANT LISTE DE CHOIX POUR LE RELIER À LA TABLE *cadastre\_FS* (INCLURE UNIQUEMENT LE CHAMP *IDfs\_RN*).

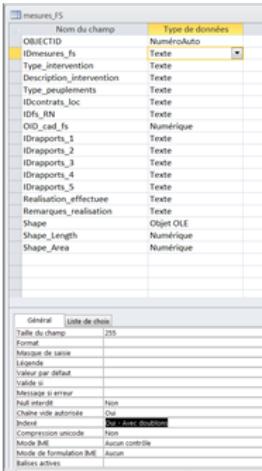
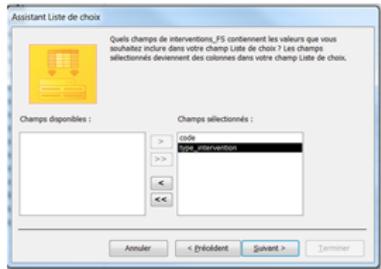



Figure 23 Champs à inclure pour la liaison avec *intervention\_FS*.

Figure 22 IDmesures\_FS indexé avec doublons.

Figure 18 Extrait de la notice d'utilisation qui accompagne la base de données.

## 4 DISCUSSION

La structure de base de données créée remplit les exigences de départ et permet de répondre aux questions à traiter. Le tronçon test a également prouvé qu'elle remplissait ses objectifs.

Le nombre de tables a été réduit au minimum et les champs ne sont pas redondants entre les tables. Il était en effet important de bien travailler le modèle conceptuel car si l'on doit apporter des changements une fois que la base est créée, cela coûte 10x plus cher et lorsque les données sont déjà à l'intérieur cela coûte 100x plus cher (Bédard, 1999 cité par Toupin et al., 2009).

L'utilisation de la base ainsi que sa notice ont été rendues les plus simples et les plus claires possibles car nous avons pu constater qu'une base complexe est souvent parfaite techniquement mais que pratiquement elle est utilisée et compréhensible que par très peu d'utilisateurs (comme c'était le cas de la base pour les compensations écologiques réalisée par le bureau Natura<sup>15</sup>).

Une automatisation maximum a été visée avec les ModelBuilders et les formulaires. Cependant, il y a toujours des manipulations « manuelles » qui seront nécessaires.

Les nombreux tests de fonctionnements réalisés ont permis de confirmer que la configuration de la base de données permettait la modification avec les deux programmes. Par exemple, les relations dans Access n'ont pas d'incidence sur les modifications dans ArcMap ou les jointures dans ArcMap n'ont pas d'incidences dans les opérations dans Access. Un des gros enjeux au début de la conception était de savoir si la compatibilité était réellement possible entre les deux programmes car plusieurs sources<sup>16</sup> mettaient en garde le fait d'utiliser les tables d'une géodatabase personnelle (.mdb) avec ArcGIS et Access en parallèle ou alors uniquement avec un lien OLE DB. Finalement, les problèmes d'intégrité sont peu problématiques si les relations sont de type 1-∞ et qu'on ne met pas la suppression en cascade.

Nous pouvons également signaler que le fait que d'autres projets aient utilisé une géodatabase personnelle utilisée par ArcGIS et Access, montre que cela était possible. Ces projets sont les suivants.

- Surfaces de compensation écologique liées à la Transjurane<sup>17</sup> du bureau Natura : projet qui comportait de nombreuses tables, relations et formulaires dans Access. Sa faiblesse résidait dans les couches spatiales d'ArcGIS qui étaient copiées manuellement dans Access. Il n'y avait donc pas de lien dynamique, ceci dans un but de pouvoir mettre de l'intégrité référentielle aux relations 1-1 dans Access et pouvoir faire des modifications.
- Prioritäten Sicherheitsholzerei<sup>18</sup> du bureau Impuls AG : l'objectif du projet était de montrer le danger et les situations à risque de la forêt qui se trouve en bordure de routes nationales pour la filiale de Thun. Un plan de mesures en forêts sécuritaires a pu être dressé selon le degré de danger. Il n'y a par contre pas d'indications concernant les personnes qui vont appliquer ces mesures. Il n'y a pas non plus la problématique des contrats. Il y a eu production de cartes et de formulaires qui calculent directement le coût par objet (des exemples se trouvent en ANNEXE 4). Ce bureau aussi travaillé avec ArcGIS et Access. Par contre, il a travaillé dans ArcGIS, exporté et travaillé dans Access puis à nouveau exporté dans ArcGIS.

<sup>15</sup> BROSSARD Christophe, 2014, Lic es sciences, associé du bureau Natura biologie appliquée sàrl

<sup>16</sup> Understanding how to use Microsoft Access files in ArcGIS,

<http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/005s0000002100000>, consulté début avril 2014.

<sup>17</sup> BROSSARD Christophe, 2014, Lic es sciences, associé du bureau Natura biologie appliquée sàrl

<sup>18</sup> Schneiter, A., Reusser, J., Staedeli, M. (2011) Prioritäten Sicherheitsholzerei. Nationalstrassen der ASTRA Filiale Thun, Gebietseinheit I (BE), Technischer Bericht, IMPULS AG, 27 p.

- Développement d'un modèle de gestion du réseau routier forestier de la Mauricie<sup>19</sup> : projet qui a développé un prototype fonctionnel de base de données utilisée par ArcGIS et Access. Comme cela concerne des routes, ils ont utilisé la méthode de stockage de référence linéaire. Nous ne pouvions donc pas reprendre cette technique car nous avions des polygones. Nous nous sommes par contre inspirés des requêtes qui permettent la vérification des données afin de contourner l'intégrité référentielle avec suppression en cascade.
- An ArcGIS-based tool for the relational data management assistance of Natura 2000 habitat units in the Walloon Region, Belgium<sup>20</sup> : l'outil était trop spécifique à la thématique Natura 2000 pour être repris et je n'avais pas les compétences pour créer un tel outil.

## 4.1 OPTIONS TECHNIQUES QUI AURAIENT PU ETRE ENVISAGEES

Bien que la base de données créée réponde aux attentes du bureau Ilex, nous pouvons tout de même revenir sur quelques points de la réalisation en présentant des éléments qui ont été recherchés et pensés pour la base de données mais qui n'ont finalement pas été envisagés pour une ou plusieurs raison(s). Voici les options techniques qui n'ont pas été retenues.

- La base n'a pas été faite entièrement dans ArcGIS car les relations n'étaient pas possibles avec une licence Basic (anciennement ArcView) et de plus, Access est mieux pour les points suivants.
  - Remplir les champs avec des listes déroulantes.
  - Créer des formulaires.
  - Créer des requêtes (les requêtes sont limitées dans ArcGIS).
- La base n'a pas été réalisée et ne sera pas intégrée dans MISTRA car ce programme est encore en phase de développement et compliquerait beaucoup les choses. De plus, la base de données ne va concerner qu'une filiale, qui ne va vraisemblablement pas la consulter. A terme, nos données pourraient y être incorporées et comme MISTRA est basé sur ArcGIS, une éventuelle intégration future ne poserait pas de problèmes. Les bureaux Natura et Impuls, qui ont aussi réalisé des bases de données pour l'OFROU, n'ont pas passé par MISTRA (voir chapitre 4.1).
- L'option d'une base de données en ligne ou multi-utilisateurs n'a pas été retenue car les forêts se gèrent de manière cantonale et les bureaux chargés de la coordination dans un canton n'ont pas besoin de connaître les informations des autres Cantons. Si les gestionnaires locaux avaient dû remplir la base, on aurait pu l'envisager mais cela ne sera pas le cas.
- La création d'une table d'événements linéaire au lieu de polygones pour les forêts sécuritaires n'a pas été envisagée car les entités de forêt sont des surfaces à géométrie irrégulière et qui peuvent se cumuler à un point du linéaire.
- La pente du terrain et la hauteur des arbres n'ont pas été calculés automatiquement (avec MNS et MNT) et intégrés au ModelBuilder pour produire cadastre\_FS car les données 2014 ne sont pas forcément disponibles et rien ne vaut l'œil du professionnel pour établir des mesures de gestion. Le fait que l'OFROU s'oriente vers une gestion des forêts au cas par cas au lieu d'un profil à 45° comme les CFF, renforce également cette décision.
- Il n'y a pas eu de transcription en langage INTERLIS car il n'y avait pas de demande de l'OFROU à ce sujet et peu de gens auraient su l'utiliser.

<sup>19</sup> Toupin, D., Grenier, J.-D., Fortier, S. (2009) Développement d'un modèle de gestion du réseau routier forestier de la Mauricie. Rapport final, CERFO, 34 p.

<sup>20</sup> BARBIER, Y., LEJEUNE, Ph., DUFRÈNE, M., RONDEUX, J. (2009) An ArcGIS-based tool for the relational data management assistance of Natura 2000 habitat units in the Walloon Region, Belgium. BASE, volume 13 (2009) numéro 2 : 243-248

- Une topologie n'a pas pu être créée pour vérifier que les entités de *cadastre\_FS* suivent bien le découpage du cadastre et que les entités de *mesures\_FS* remplissent parfaitement *cadastre\_FS*, car cette option n'est pas possible avec ArcGIS Desktop Basic.
- Les MGDM de la Confédération ne sont pas faits pour un petit projet comme celui-ci car ils nécessitent de passer devant une commission. Quelques principes ont par contre été respectés comme la description sémantique et la modélisation par des diagrammes de classes.
- Une table croisée entre *mesures\_FS* et *Rapports\_travaux* (relations plusieurs à plusieurs) aurait pu être réalisée mais comme il n'y avait que 5 champs et que cela aurait compliqué les opérations pour les futurs utilisateurs, j'ai choisi de laisser les relations 1-∞ telles que je les ai faites à la Figure 9, page 14.
- Il n'y a pas eu de volonté de recherches concernant une éventuelle automatisation des contrats via des formulaires car le modèle final de contrat n'était pas défini. De plus, il semble plus simple d'avoir un modèle Word où l'on viendra coller la liste des mesures, par exemple.
- Il y avait trop de gestionnaires locaux (gardes forestiers) avec des connaissances informatiques différentes pour leur demander de remplir une base de données en ligne. Au final, on aurait passé plus de temps à former une soixantaine de gestionnaires locaux que de payer un bureau pour qu'il remplit la base avec les rapports annuels reçus. Cela garanti également une certaine homogénéité.

## 4.2 REFLEXIONS SUR LE DÉROULEMENT DU STAGE

Je connaissais déjà l'entreprise d'accueil et son fonctionnement, je n'ai donc pas eu de difficulté à m'intégrer à l'équipe, ni à m'habituer au rythme de travail. J'ai, par contre, dû faire attention à bien cadrer mon travail de stage afin de ne pas réaliser trop de petits travaux à côté pour d'autres mandats du bureau. Il était intéressant de pouvoir passer autant de temps sur un seul projet. Cela permet de bien se mettre dans le sujet et de faire des recherches plus approfondies par rapport à ce que l'on pourrait faire d'habitude. Il faut cependant garder à l'esprit qu'une base de données n'est pas une finalité mais un moyen pour atteindre un objectif plus large.

Il y a eu plusieurs allers retours concernant la structure de base de données car les conditions du mandat ont évolués suite à la première séance avec l'OFROU et au fur et à mesure des découvertes techniques. Au début, je pensais que monter la base de données serait relativement simple et qu'il suffirait de créer des tables et des relations dans Access. Le problème c'est qu'on ne voit pas toutes les petites opérations techniques qui sont nécessaires au bon fonctionnement d'une base de données. Et ce n'est qu'en faisant qu'on se rend compte. J'ai passé beaucoup de temps à me renseigner sur les outils et le fonctionnement général sur des sites d'aide et en visualisant des tutoriels. J'ai aussi souvent cherché des solutions à des problèmes bien précis sur les forums de discussions.

Les principaux éléments que j'ai appris pendant le stage sont :

- \* utilisation du programme Microsoft Access dans sa globalité avec un accent particulier pour le fonctionnement et les subtilités des requêtes et des formulaires ;
- \* découverte de nombreux outils ArcToolbox ;
- \* perfectionnement dans la construction de ModelBuilders ;
- \* contacts avec le langage Python pour calculer des champs ;
- \* connaissance du modèle INTERLIS et des MGDM de la Confédération.

## 5 CONCLUSION

Le travail réalisé pour ce stage a permis au bureau Ilex d'obtenir une base de données pour réaliser le mandat « Gestion des forêts sécuritaires bordant les routes nationales – filiale 1 ». Il peut ainsi démarrer les visites de terrain et les contacts avec les gestionnaires en vue de passer des contrats et finir *cadastre\_FS* et *mesures\_FS* pour Vaud. La notice d'utilisation lui permettra d'avoir un support écrit pour ses employés ainsi que pour les bureaux qui seront mandatés par Canton.

La base de données a été créée pour répondre au mieux aux attentes d'Ilex et de l'OFROU tout en étant accessible pour les utilisateurs ayant des connaissances basiques et non poussées au sujet des programmes ArcGIS et Access. La base de données « Gestion forêts sécuritaires RN » hébergera toutes les informations nécessaires à la réalisation des contrats OFROU-Cantons et gestionnaires locaux-Cantons, recevra les informations des travaux effectués et permettra la production de synthèses annuelles et quinquennales. Le modèle source de la base de données est prévu pour pouvoir être repris pour chaque Canton et à chaque nouvelle période de cinq ans en entrant de nouvelles données.

En ce qui me concerne, ce stage m'a permis de mettre en pratique les connaissances enseignées lors du Certificat complémentaire de géomatique et d'apprendre des outils par moi-même également. Lors de la rédaction du présent rapport de stage, il n'a pas toujours été facile de séparer ce qui était du domaine du rapport de stage et du domaine de la notice d'utilisation.

## 6 BIBLIOGRAPHIE

### Articles scientifiques

BARBIER, Y., LEJEUNE, Ph., DUFRÈNE, M., RONDEUX, J.(2009) An ArcGIS-based tool for the relational data management assistance of Natura 2000 habitat units in the Walloon Region, Belgium. BASE, volume 13 (2009) numéro 2 : 243-248.

### Ouvrages

Bédard, Y., 1999. Principles of Spatial Database Analysis and Design: GIS: Principles, Techniques, Applications & Management, Wiley, 2nd Ed., Chap. 29, p.413-424.

### Littérature grise

Canton de Vaud, Inspection des forêts du 8ème arrondissement, Plan de gestion des forêts sécuritaires de l'autoroute appartenant à la Confédération, Secteur A1 Yverdon – Arrissoules, Objectifs et mesures de gestion pour la période 2013-2022, Ilex Ingénierie forestières sàrl, octobre 2013.

Organe de coordination de la géoinformation au niveau fédéral (2011) Recommandations générales portant sur la méthode de définition des « modèles de géodonnées minimaux », version 2.0, 49 p.

SCHNEITER, A., REUSSER, J., STAEDELI, M. (2011) Prioritäten Sicherheitsholzerei. Nationalstrassen der ASTRA Filiale Thun, Gebietseinheit I (BE), Technischer Bericht, IMPULS AG, 27 p.

TOUPIN, D., GRENIER, J.-D., FORTIER, S. (2009) Développement d'un modèle de gestion du réseau routier forestier de la Mauricie. Rapport final, CERFO, 34 p.

### Autres sources d'informations

METRAL, C., cours modélisation des bases de données spatiales, GEOTOOLS-DB, 20 au 22 janvier 2014.

LACROIX, P. cours géodatabases avec ArcGIS, GEOTOOLS-DB, 23 janvier 2014.

### Communications personnelles

BROSSARD Christophe, 7 février 2014, Lic. es sciences, associé du bureau Natura biologie appliquée sàrl.

CHASSOT Jean-Marc, 8 avril 2014, Spécialiste de l'état des lieux, OFROU, Division Infrastructure routière, Gestion du patrimoine, Filiale Estavayer-le-Lac.

TURTSCHI Jean-Claude, 16 janvier et 5 mars 2014, Spécialiste en gestion du patrimoine, OFROU, Division Infrastructure routière, Filiale Estavayer-le-Lac.

### Sites internet

ArcGIS Help 10.2 & 10.2.1 : <http://resources.ArcGIS.com/en/help/main/10.2/>, consulté entre mars et avril 2014.

Découverte de Microsoft Access 2010 : <http://office.microsoft.com/fr-fr/access-help/découverte-de-microsoft-access-2010-RZ101791922.aspx?CTT=1>, consulté entre mars et avril 2014.

Interlis The Geolangage : <http://www.interlis.ch/content/index.php?language=f>, consulté en avril 2014.

MISTRA, le système d'information pour la gestion des routes et du trafic :  
<https://portal.mistra.ch/webdocs/home.aspx?PFLG=1031>, consulté début avril 2014.

The Unified Modeling Language : <http://www.uml-diagrams.org/class-diagrams-overview.html>, consulté début avril 2014.

Office fédéral de la topographie, swisstopo :  
<http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/fr/home/products.html>, consulté le 10 avril 2014.

Python tm, <https://docs.python.org/2/library/string.html>, consulté le 12 mai 2014.

## 7 ANNEXES

ANNEXE 1 Données de base à obtenir auprès de différents organismes cantonaux et fédéraux

ANNEXE 2 Modèle logique de la base de données

ANNEXE 3 ModelBuilders créés pour la production des classes d'entités *cadastre\_FS* et *mesures\_FS*

ANNEXE 4 Extraits de la base de données du projet « Prioritäten Sicherheitsholzerei » du bureau Impuls AG

**ANNEXE 1** Données de base à obtenir auprès de différents organismes cantonaux et fédéraux

| <b>Données</b><br>(avec une description provenant de <a href="http://www.swisstopo.admin.ch/">http://www.swisstopo.admin.ch/</a> , consulté le 10 avril 2014, pour les données provenant de cet office)   | <b>Fournisseurs</b> |                             |                |
|---|---------------------|-----------------------------|----------------|
|   | <b>swisstopo</b>    | <b>OFROU,<br/>filiale 1</b> | <b>Cantons</b> |
| SWISSIMAGE à 25 cm<br>Mosaïque d'orthophotos (échelle uniforme sur toute son étendue) prises entre 2009 et 2012 selon les régions : 2012 pour l'arc lémanique, 2011 pour le reste du canton de Vaud, Neuchâtel, Jurat et Jura bernois, 2010 pour Fribourg.                          | x                   |                             |                |
| Cadastre<br>Se trouve dans le «MOpublic», ensemble de couches dont la structure est plus simple que celle du modèle officiel « MD.01-MO-CH » qui regroupe pour la Suisse les points fixes, biens-fonds, conduites, limites territoriales, ...                                       | x                   |                             |                |
| Cartes nationales 1 :25'000<br>Images TIFF avec une résolution de 508 dpi (combinaison de couleurs sans ton de relief, grande compression) qui convient parfaitement à des applications SIG. Compression LZW car ne perd pas en qualité et le brevet de cette compression a expiré. | x                   |                             |                |
| MNT25, modèle matricielle<br>Modèle numérique de terrain à 25 m format ESRI ASCII GRID  | x                   |                             |                |
| VECTOR25<br>Modèle numérique du paysage de la Suisse qui se base sur le contenu et la géométrie de la carte nationale 1:25'000.   | x                   |                             |                |
| Forêt de protection   |                     |                             | x              |
| Type de forêts, associations végétales  |                     |                             | x              |
| SRB<br>Axes et points de repères des routes nationales de la filiale 1. Les axes représentent le bord des voies de dépassement, côté berme centrale, ± 10cm   |                     | x                           |                |
| PeriNS pour le canton de Genève<br>Propriétés de l'OFROU  |                     | x                           |                |
| Potentiel d'infiltration<br>Représente la limite chaussée-végétation mais n'est pas continu tout le long des tracés. Fichier produit par la haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève (hepia).   |                     | x                           |                |
| Tronçons d'entretien<br>Délimitation des 35 tronçons d'entretien pour la filiale1 de l'OFROU.   |                     | x                           |                |

Les données vectorielles seront obtenues pour le périmètre de la filiale 1 de l'OFROU ou pour toute la Suisse selon les données. Les données raster (CN25, swissimages à 25 cm et MNT25) ont été demandées seulement si elles contenaient une partie de route nationale de la filiale 1 de l'OFROU.

**ANNEXE 2** Modèle logique de la base de données**Proprietaires\_fs**

| IDprop_fs  | Type_prop | Nom_prop | Adresse_prop | Annee_naiss_prop | Remarques_prop |
|--|-----------|----------|--------------|------------------|----------------|
| <i>Liste de choix : OFROU, Canton, Commune, Prive, Bourgeoisie, Association, Autre</i> |           |          |              |                  |                |

**Forets\_securitaires\_RN**

| IDfs_RN | Canton | Commune | Num_OFS | Num_parcelle | IDprop_fs | Num_RN | Foret_protection | x_CH_coord | y_CH_coord | Surface_fs | Remarques_fs |
|---------|--------|---------|---------|--------------|-----------|--------|------------------|------------|------------|------------|--------------|
|---------|--------|---------|---------|--------------|-----------|--------|------------------|------------|------------|------------|--------------|

*Valeur par défaut : Non***Mesures\_fs**

| IDmesures_fs   | Type_intervention | Descr_intervention | Type_peuplement | IDcontrats_loc | IDfs_RN | OID_cad_fs | IDrapports_1 | IDrapports_2 | IDrapports_3 | IDrapports_4 | IDrapports_5 |
|--|-------------------|--------------------|-----------------|----------------|---------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <i>Domaines : Indeterminé (par défaut), Soins culturaux, Eclaircies, Regeneration, Divers, Controle uniquement</i> |                   |                    |                 |                |         |            |              |              |              |              |              |

**Contrats\_locaux**

| IDcontrats_loc | Idgestionnaires | IDcontrats_cant | Budget_annuel | Lien_PDF_contrat_loc | Remarques_contrats_loc |
|----------------|-----------------|-----------------|---------------|----------------------|------------------------|
|----------------|-----------------|-----------------|---------------|----------------------|------------------------|

**Contrats\_cantonaux**

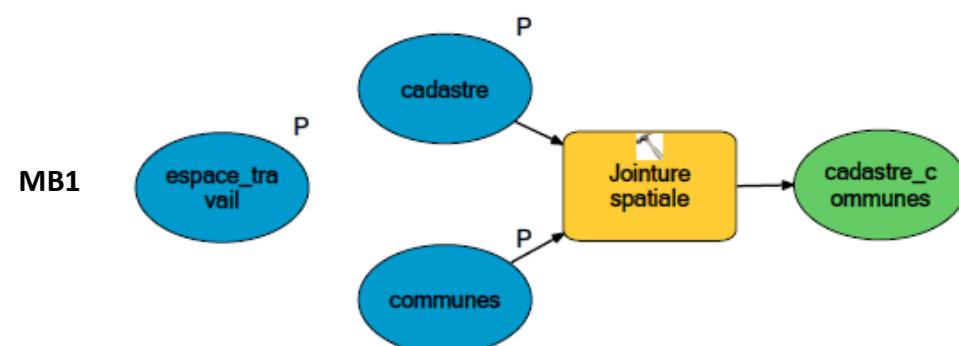
| IDcontrats_cant | Canton | Service_departement | Nom_responsable_cant | Tel_fixe_cant | Tel_portable_cant | Adresse_cant | Courriel_cant | Budget_annuel_cant | Coord_bancaires_cant | Lien_PDF_contrat_cant |
|-----------------|--------|---------------------|----------------------|---------------|-------------------|--------------|---------------|--------------------|----------------------|-----------------------|
|-----------------|--------|---------------------|----------------------|---------------|-------------------|--------------|---------------|--------------------|----------------------|-----------------------|

**Rapports\_travaux**

| IDrapports_travaux | IDcontrats_loc | Annee_rapport | Cout_total_travaux | A_payer_par_OFROU | Paye_par_canton | Paye_par autres | Elements_exceptionnels | Justification | Lien_PDF_rapport | Remarques_rapp |
|--------------------|----------------|---------------|--------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------------|---------------|------------------|----------------|
|--------------------|----------------|---------------|--------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------------|---------------|------------------|----------------|

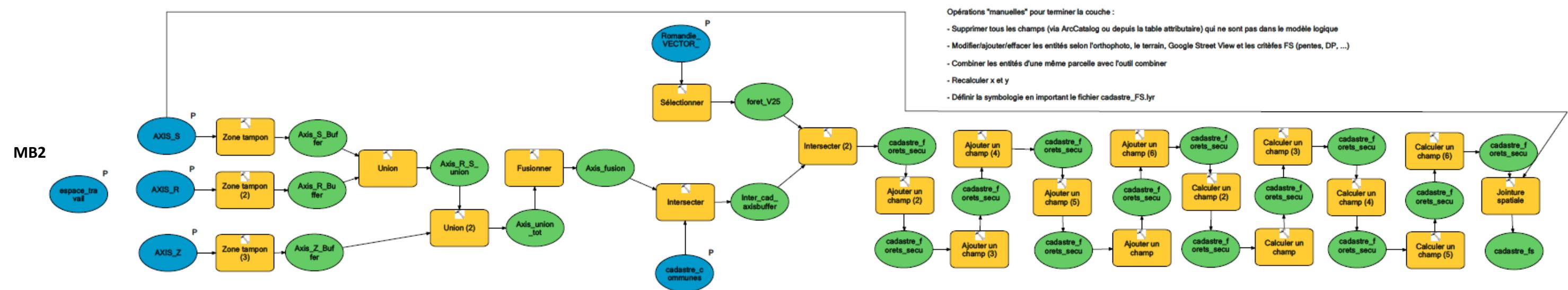
**Gestionnaires\_locaux**

| Idgestionnaires | Organisme_societe | Nom_responsable_loc | Adresse_loc | Tel_fixe_loc | Tel_portable_loc | Courriel_loc | Coord_bancaires_loc |
|-----------------|-------------------|---------------------|-------------|--------------|------------------|--------------|---------------------|
|-----------------|-------------------|---------------------|-------------|--------------|------------------|--------------|---------------------|

ANNEXE 3 ModelBuilders créés pour la production des classes d'entités *cadastre\_FS* et *mesures\_FS*

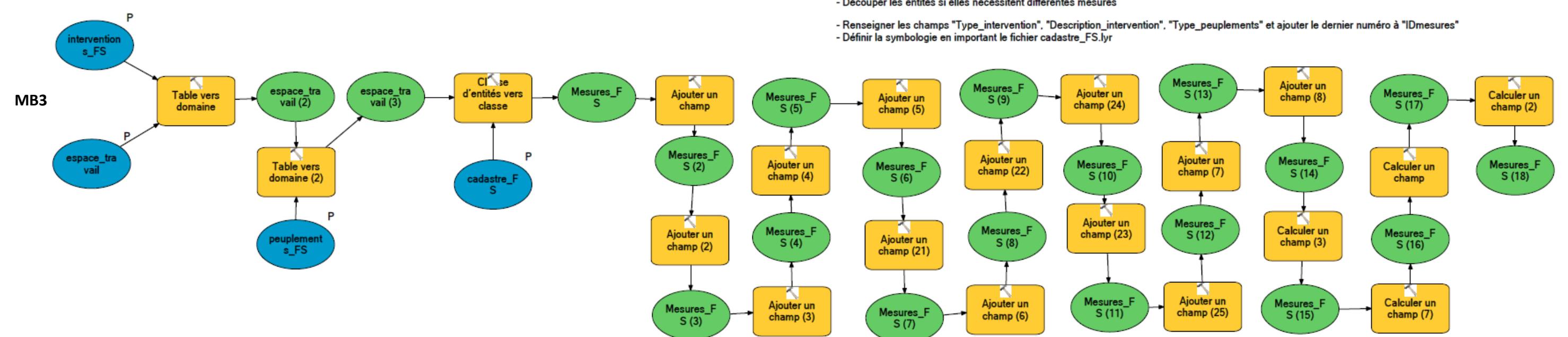
## Opérations "manuelles" pour terminer la couches :

- Une vérification peut être réalisée en mettant la symbologie d'après les communes. Si mauvaise correspondance entre les deux couches, correction manuelle.
- Il se peut qu'il faille également ajouter des parcelles forestières manquantes en se basant sur le RF ou un guichet cartographique.
- Le cadastre peut être détourné uniquement pour les environs des autoroutes pour gagner du temps d'affichage et de traitement



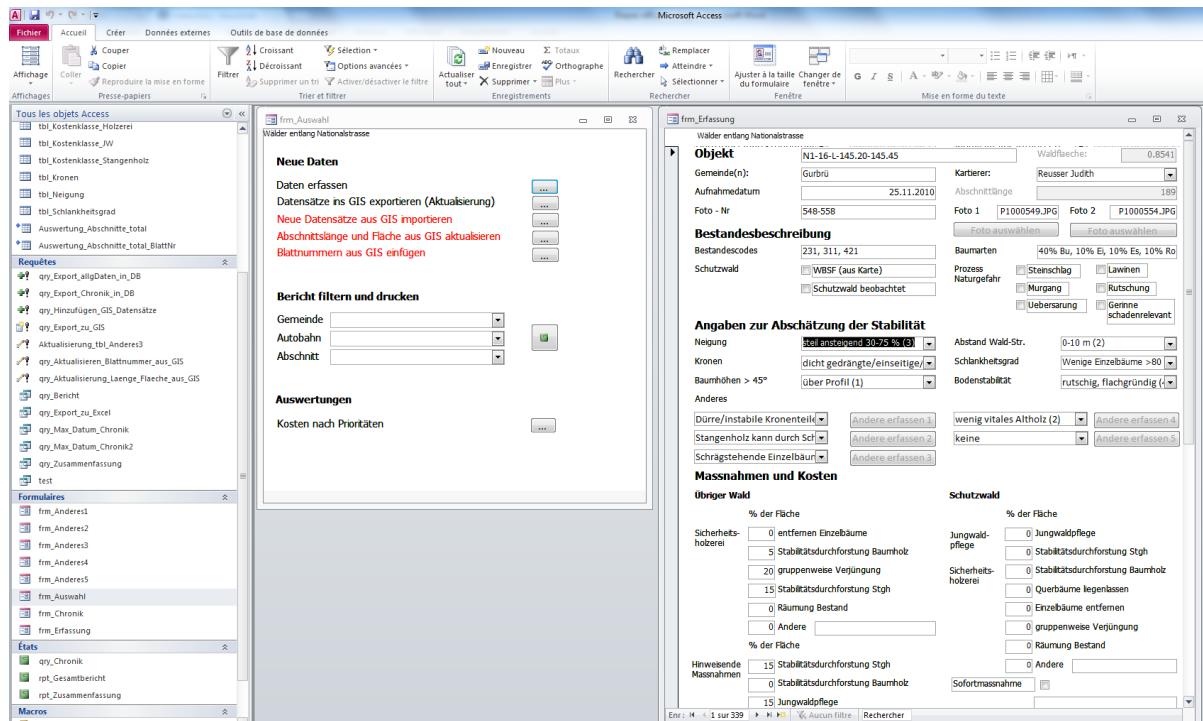
## Opérations "manuelles" pour terminer la couche :

- Supprimer tous les champs (via ArcCatalog ou depuis la table attributaire) qui ne sont pas dans le modèle logique
- Découper les entités si elles nécessitent différentes mesures
- Renseigner les champs "Type\_intervention", "Description\_intervention", "Type\_peuplements" et ajouter le dernier numéro à "IDmesures"
- Définir la symbologie en important le fichier *cadastre\_FS.lyr*

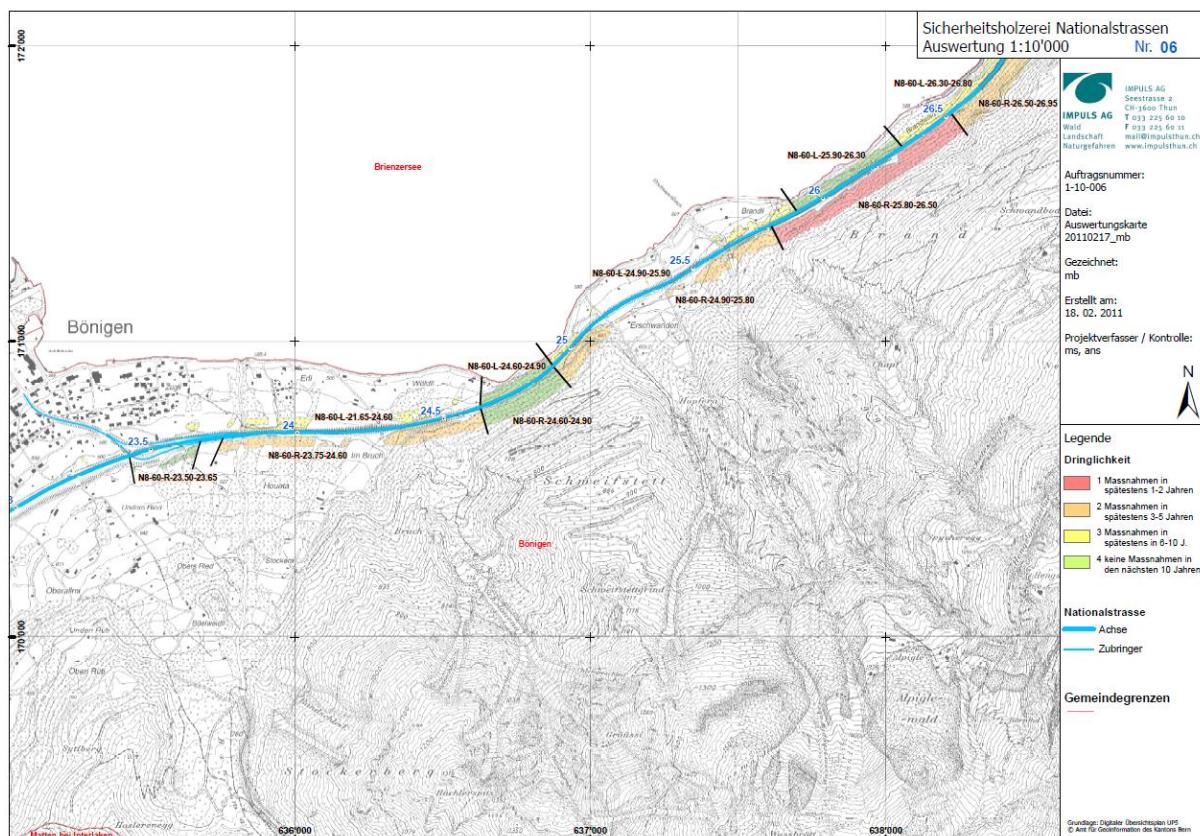


## ANNEXE 4 Extraits de la base de données du projet « Prioritäten Sicherheitsholzerei » du bureau Impuls AG

Source : SCHNEITER, A., REUSSER, J., STAEDELI, M. (2011) Prioritäten Sicherheitsholzerei. Nationalstrassen der ASTRA Filiale Thun, Gebietseinheit I (BE), Technischer Bericht, IMPULS AG, 27 p.



Exemple de formulaire dans la base de données ouverte avec Access



Exemple de carte produite dans le cadre du projet de Impuls SA