

Projet de Master

Développement d'un outil pour la gestion du cadastre
des événements naturels du canton de Vaud

Semestre de printemps 2010

Etudiant :
Professeur responsable :
Encadrant interne :
Encadrants externes :

M. Régis Longchamp, SIE, EPFL
Pr. François Golay, LASIG, EPFL
Dr. Jens Ingensand, LASIG, EPFL
Dr. Gilles Gachet, OIT, Etat de Vaud
Dr. David Giorgis, OIT, Etat de Vaud
M. Christian Gerber, CDN, Etat de Vaud

I Avant propos

Ce document relate le processus de développement de cette structure informatique. Cependant, la majeure partie de ce projet de Master ne se trouve pas dans le présent document, mais sur internet, consultable jusqu'au 30 septembre 2010 à l'adresse suivante :

<http://lasigpc16.epfl.ch/site>

Les droits d'accès peuvent être demandés par e-mail à regis.longchamp@a3.epfl.ch.

II Résumé

Des événements naturels se produisent régulièrement sur le sol vaudois. Afin de se prémunir contre ces phénomènes, la Confédération impose aux Cantons l'élaboration de cartes de dangers sur tout son territoire ainsi que la mise en place de structures capables de répertorier et d'archiver ces événements.

Le présent document relate le développement d'un prototype de plateforme cartographique collaborative sur internet simulant l'existence d'un cadastre des événements. La gestion des dangers naturels dans le canton de Vaud est une problématique impliquant plusieurs services de l'administration cantonale. Ce projet s'inscrit donc dans une collaboration entre l'Office de l'information sur le territoire (OIT), la Commission cantonale des Dangers Naturels (CDN), le Service des Forêts, de la Faune et de la Nature (SFFN) ainsi que le Service des Eaux, Sols et Assainissement (SESA). La conception d'une telle plateforme a dû prendre en considération les particularités et les exigences imposées par ces différents corps de métier. Ainsi la notion d'interface collaborative ou participative prend tout son sens.

Un développement comme celui effectué dans ce projet ne se fait pas sans un cadre théorique définit. Ainsi, ce rapport comprend des descriptions et explications d'éléments théoriques, basés sur des recherches bibliographiques.

Pour terminer, le prototype développé a donné lieu à une phase d'évaluation. L'objectif de cette démarche est de fournir aux instances cantonales non pas uniquement l'interface développée, mais aussi des propositions d'amélioration. Ainsi, le développement de la plateforme définitive sera grandement facilité.

Mots-clés : Cartographie sur internet, SIG collaboratif, Standards OGC, Géoportail, Web 2.0, Géoinformation, Cadastre, Dangers naturels.

II Abstract

Environmental hazards occur regularly within the canton of Vaud. To protect the local population against such threats, the Swiss Confederation requires the creation of hazard maps covering the entire territory and the establishment of structures to record and archive these events. This study describes the development of a collaborative internet mapping system simulating the existence of an events cadastral system, in order to store geographic and textual descriptions of natural events. The management of these hazards in the canton of Vaud relies on several departments of the public administration. Therefore this project is a collaboration between the cantonal office for spatial information (OIT), the cantonal commission for natural hazards (CDN), the cantonal unit for forests, fauna and nature (SFFN) and finally the cantonal unit for water, soils and decontamination (SESA). The implementation of the events cadastral system has to consider the particularities and requirements imposed by these different units. To do so, a collaborative and participative system has been used.

Such development requires a theoretical framework. This report describes and explains some theoretical aspects, based on literature reviews.

Finally, the prototype was evaluated in order to provide the cantonal administration not only with an interface, but also with suggestions to improve it. Thereby, the development of the final platform will be substantially facilitated.

Key words: Webmapping, PPGIS, OGC standards, geoportail, Web 2.0, geoinformation, cadastre, Environmental hazards.

IV Table des matières

1	Introduction.....	8
1.1	Contexte.....	8
1.2	Objectif	9
1.3	Structure.....	10
2	Méthodologie.....	11
3	Etat des lieux.....	13
3.1	Acteurs	13
3.2	Recensement des données au niveau fédéral	16
3.3	Cartographie collaborative - Aspects théoriques	17
3.4	Cartographie collaborative - Aspects techniques	22
3.5	Aspects techniques et théoriques - Conclusion	27
4	Analyse des besoins	28
5	Développement de la plateforme prototype	29
5.1	Fonctionnement général	29
5.2	Profil d'utilisateur.....	30
5.3	Logiciels OpenSource	31
5.4	Normes et standards.....	33
5.5	Langages de programmation utilisés	36
5.6	Composantes techniques de la plateforme.....	38
5.7	Gestion des droits d'accès	41
5.8	Interface de consultation	42
5.9	Interface de transmission.....	44
5.10	Interface d'administration.....	47
5.11	Statut de validation des données.....	48
5.12	Structure de la base de données.....	49
6	Evaluation de la plateforme prototype.....	52
6.1	Inspection d'utilisabilité	52
6.2	Evaluation d'utilisabilité	56
7	Propositions d'amélioration et perspectives.....	65
7.1	Architecture de la base de données	66
7.2	Ergonomie	68
7.3	Vitesse de fonctionnement.....	71
7.4	Interaction avec le grand public	74
7.5	Autres propositions d'amélioration.....	75
8	Conclusion.....	77

9	Bibliographie.....	78
9.1	Articles et rapports	78
9.2	Sites Web.....	79
9.3	Ouvrages.....	81
9.4	Normes et standards.....	81
10	Annexes.....	82
10.1	Architecture de l'interface de visualisation	82
10.2	Architecture de l'interface de transmission	83
10.3	Architecture de l'interface d'administration	84
10.4	Modèle de données cantonal	85
10.5	Comparaison entre les applications OpenSource et gratuites	87
10.6	Description d'un événement par le Service des Routes	88
10.7	Formulaire StorMe.....	89
10.8	Fiche descriptive PDF	96

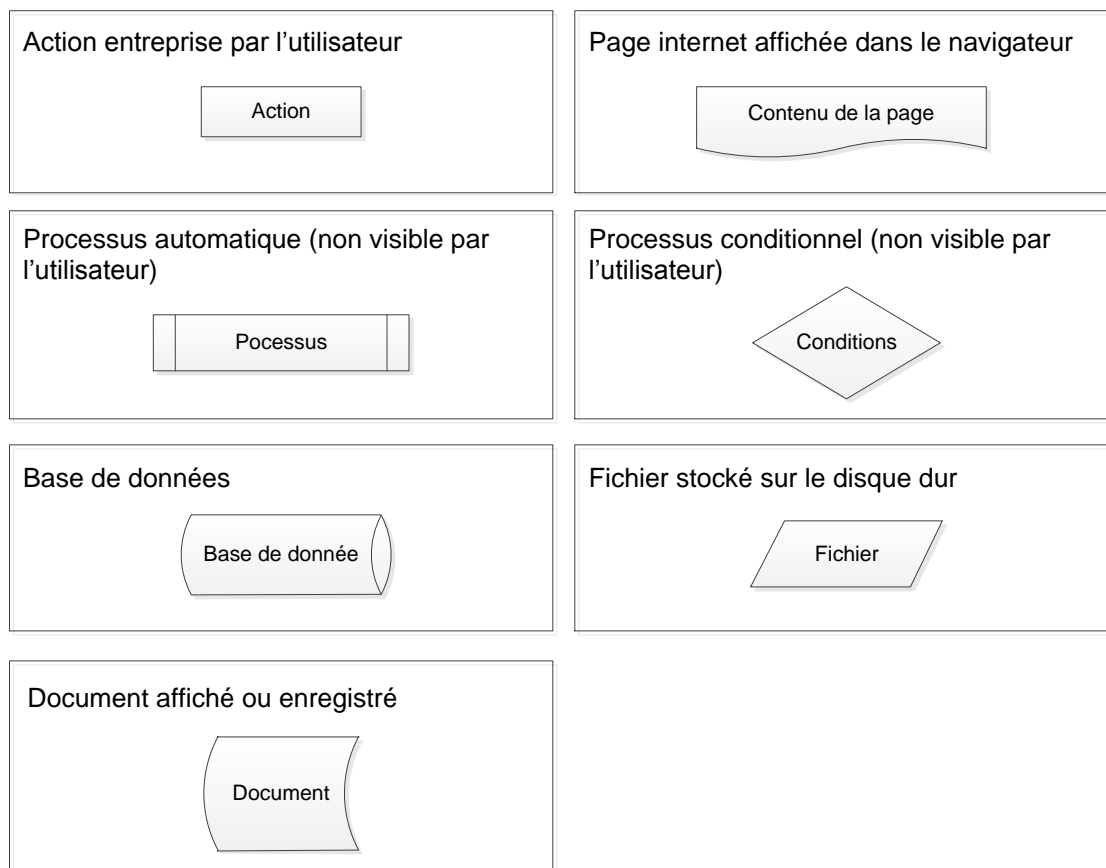
V Abréviations

API	Application Programming Interface
AVA	Avalanche
CPB	Chute de pierres et de blocs
EDA	Elément descriptif d'un aléa (exemple : zone inondée, ligne de rupture, zone d'accumulation, etc.)
EFF	Effondrement
EPFL	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
GIS	Geographic information system (SIG)
GPP	Glissement de terrain profond et permanent
GSS	Glissement de terrain superficiel et spontané
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
INO	Inondation
JPEG	Joint Photographic Experts Group
KML	Keyhole Markup Language
LASIG	Laboratoire des Systèmes d'Information Géographique
LTO	Laves torrentielles
OGC	Open Geospatial Consortium
OIT	Office de l'information sur le territoire
PDF	Portable Document Format
PHP	Hypertext Preprocessor
PNG	Portable Network Graphics
PPGIS	Public Participation Geographic Information System
RSS	Really Simple Syndication
SESA	Service des Eaux, Sols et Assainissement
SFFN	Service des Forêts, de la Faune et de la Nature
SGBD	Système de Gestion de Base de Données
SIG	Système d'Information Géographique
SQL	Structured query language
SR	Service des Routes
TIF	Tagged Image File Format
URL	Uniform Resource Locator
W3C	World Wide Web Consortium

WFS	Web Feature Service
WFS-T	Web Feature Service Transactional
WMS	Web Map Service
XML	Extensible Markup Language

VI Typologie des schémas

Ce rapport est agrémenté de schémas servant à expliquer les différents processus et flux d'information entre les composantes de l'interface. Afin de garantir une cohérence lors de la lecture de ce document, un effort particulier a été entrepris pour utiliser une typologie commune et identique.



1 Introduction

1.1 Contexte

Le territoire du canton de Vaud est occasionnellement soumis à des événements naturels tels que des crues, des laves torrentielles, des glissements de terrain, ainsi que des éboulements et des avalanches. De telles catastrophes peuvent infliger de lourds dégâts aux biens et même menacer des vies humaines dans un laps de temps très court. Les forces de la nature ne pourront jamais être maîtrisées totalement. Cependant, les conséquences de ces événements peuvent être très largement minimisées en prenant des mesures de protection adéquates.

La lutte contre les dangers naturels peut s'effectuer selon 3 approches principales. Comme le montre l'illustration suivante, une prévention efficace peut découler d'une bonne analyse des événements passés, basée sur des documents descriptifs (1) ainsi que sur l'analyse des traces laissées sur le terrain (2). Cette expérience acquise lors d'événements antérieurs peut servir de base à une anticipation réaliste des dangers grâce à des modèles physiques et mathématiques (3) ou plus simplement grâce à l'expérience des professionnels. En effet, les modèles sont, en principe, conçus et calibrés à partir de mesures et d'informations provenant de cas réels.

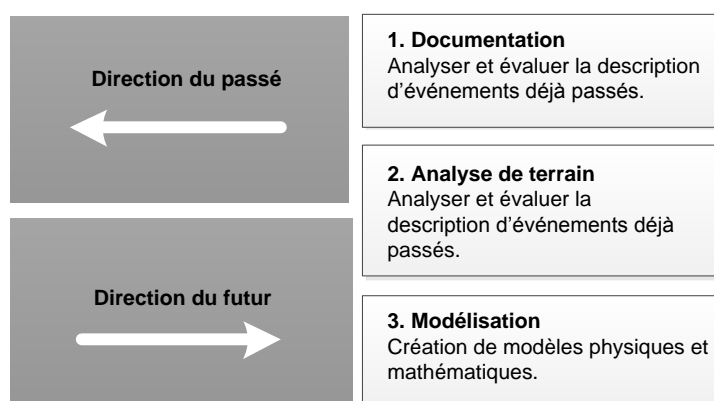


Image 1 : Actions préventives pour se prémunir contre des événements naturels (Heinimann 1998)

La construction d'ouvrages et autres mesures de protection ainsi que la création de cartes de danger nécessitent de lourds investissements de la part des collectivités publiques. Dans cette optique préventive, une connaissance approfondie de ces phénomènes est absolument indispensable. Cette connaissance ne peut s'acquérir qu'en analysant les événements passés. Une documentation fidèle et structurée des événements est donc la base d'une protection efficace contre les dangers naturels.

La création d'un cadastre est en adéquation avec cette problématique de gestion de la mémoire des catastrophes naturelles. Cette infrastructure doit garantir à long terme une documentation exhaustive et de bonne précision. De ce fait, la forme de ce cadastre doit s'adapter à l'information qu'il répertorie. Les événements naturels possèdent une forte dépendance au territoire sur lequel ils se sont produits, il paraît donc essentiel que cette spatialité soit intégrée dans la structure du cadastre (de manière similaire, le registre foncier ne peut fonctionner sans l'utilisation de plans).

Les premiers systèmes cartographiques présents sur internet ne consistaient qu'en de simples reproductions des cartes traditionnelles en papier. Puis, au fur et à mesure de l'évolution des technologies informatiques (apparition de nouvelles normes, de nouveaux langages de programmation, augmentation des bandes passantes, etc.), les applications cartographiques sont devenues de plus en plus interactives, permettant à l'utilisateur de réellement interagir avec elles.

Toutes ces améliorations technologiques modifient profondément les habitudes des usagés. Elles coïncident au passage d'un web traditionnel, où l'utilisateur participe de façon passive, à un Web dit 2.0 avec lequel l'accent est mis sur la participation active de l'utilisateur.

Durant les dernières décennies, des progrès conséquents ont été réalisés dans le domaine de la géo-information. Notamment grâce au développement de nouveaux outils permettant d'acquérir, d'enregistrer, d'analyser et de partager des données géographiques. Ce domaine devient une science à part entière appelée, communément « geographic information science » ou GIScience (Goodchild 1992).

Cette évolution a été très marquée dans le domaine de la cartographie sur internet, notamment grâce à l'apparition de systèmes comme Google Maps et Google Earth. Ces deux solutions ont été lancées entre 2004 et 2006 et ont considérablement bouleversé le monde de la géoinformtaion. Elles ont été suivies par l'apparition d'une multitude de nouvelles applications cartographiques, disponibles principalement gratuitement sur internet. Elles ont contribué à une démocratisation de la donnée géographique, modifiant considérablement les habitudes des utilisateurs, tant des particuliers que des entreprises. En politique, en économie ou dans la vie privée, 60 à 80 % des décisions prises s'appuient sur une référence spatiale¹.

Actuellement, la tendance est au géo-référencement de l'information. De plus en plus, les données sur internet intègrent une composante spatiale permettant de les situer sur le territoire. Cette nouvelle phase de développement, appelée communément « WikiGIS », est en relation avec l'émergence de sites tels que MySpace, FaceBook ou encore YouTube, dont le contenu est essentiellement alimentés par leurs propres utilisateurs. Dans le domaine géographique, le site WikiMapia illustre bien cette évolution. Il permet de géo-tagger pratiquement n'importe quelles informations présentes sur le WEB, et ainsi de les géo-référencer sur un support cartographique (Sui 2008).

Les données géographiques elles-même suivent cette tendance. En effet, de nouvelles interfaces permettent aux utilisateurs de fournir leurs propres données cartographiques. Ce phénomène, appelé « volunteered geographic information (VGI) » (Goodchild 2007), est illustré par le succès de sites comme OpenStreetMap. Ce processus « bottom-up » (par opposition au processus contraire « top-down ») sera abordé et expliqué plus en détail dans la suite du rapport.

1.2 Objectif

L'objectif de ce projet de Master est de s'imprégner de ces nouvelles techniques de développement d'interfaces cartographiques participatives. Le but étant d'inclure, non pas uniquement les experts, mais aussi le public dans une démarche collaborative ayant pour thématique la gestion des dangers naturels du canton de Vaud. Le présent rapport relate la création d'une plateforme Web ayant comme fonction de simuler l'existence d'un cadastre.

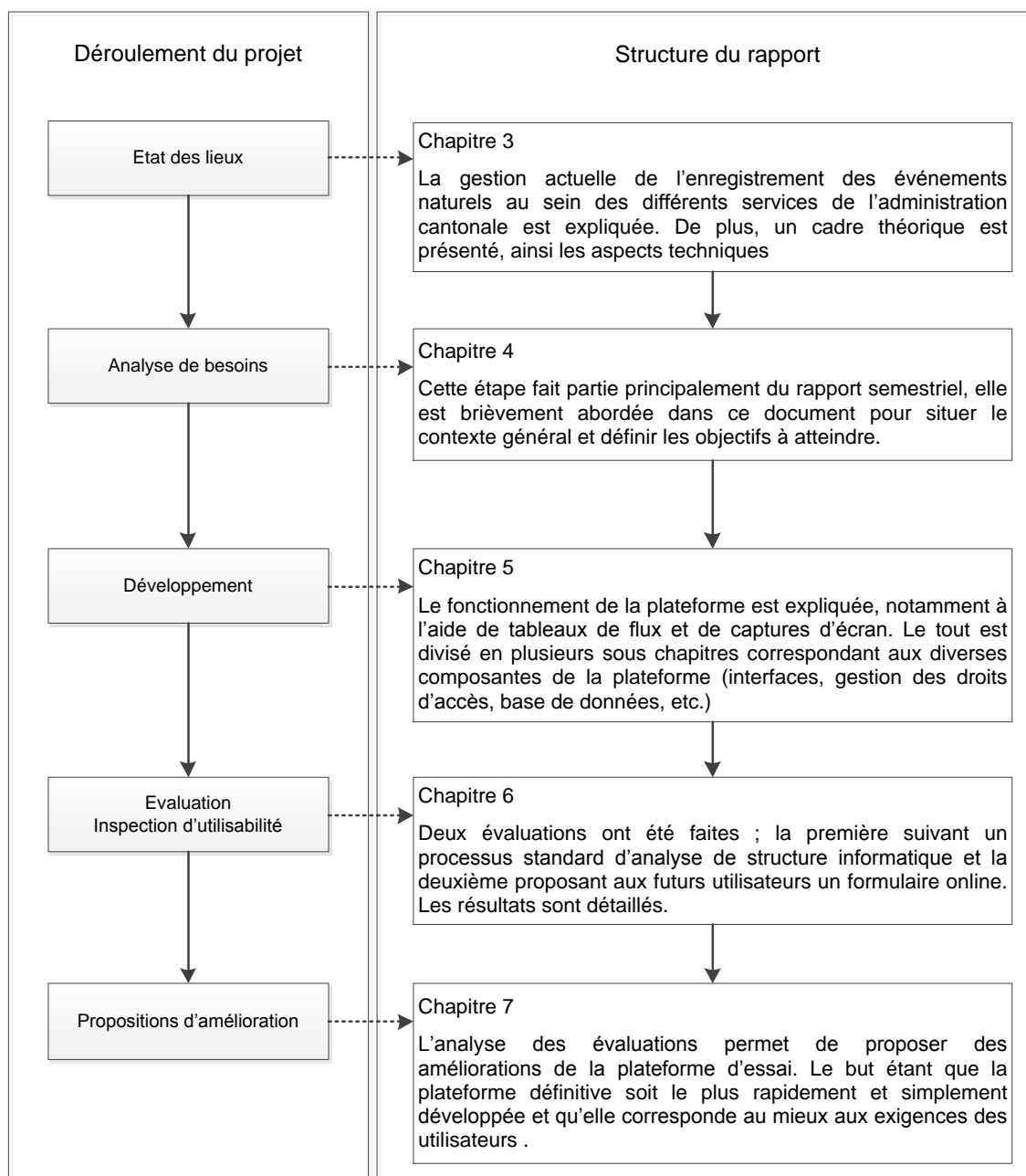
Ce travail s'inscrit dans la continuité d'un projet de semestre effectué durant l'automne 2009. Il se base essentiellement sur ses conclusions et constatations effectuées. Cependant, la décision a été prise de ne pas répéter toutes les démarches et résultats obtenus, mais de simplement se focaliser sur les points essentiels, afin de ne pas surcharger et décourager le lecteur. Les personnes intéressées sont toutefois invitées à consulter ce document (Longchamp 2009).

¹ Tiré du site de l'Office Fédéral de la topographie

1.3 Structure

Ce projet de Master est composé de plusieurs parties différentes, mais complémentaires. Le produit final n'est pas uniquement une plateforme prototype disponible sur internet, mais aussi une analyse de ces performances, de ces points négatifs et positifs. Le tout est complété par des propositions d'améliorations.

Afin d'éviter que le lecteur ne se perde dans les différentes parties de ce document, le tableau ci-dessous permet de mettre en parallèle les étapes du développement de ce projet avec la structure du présent rapport.



2 Méthodologie

La méthodologie appliquée dans le cadre du développement de cette plateforme est composée de plusieurs étapes complémentaires. Comme le montre le schéma ci-dessous, ces étapes font partie d'un processus itératif, initié par une première analyse des besoins et des exigences, puis se terminant par la mise à disposition d'une structure informatique définitive et durable.

Chaque itération permet de peaufiner un peu plus les différents éléments, afin d'arriver à terme, à une interface qui soit la plus ergonomique et fonctionnelle possible. Toutes ces différentes étapes sont dites « User-centered design ». Elles intègrent l'utilisateur dans chaque étape du processus de développement (Stone, Jarrett et al. 2005).

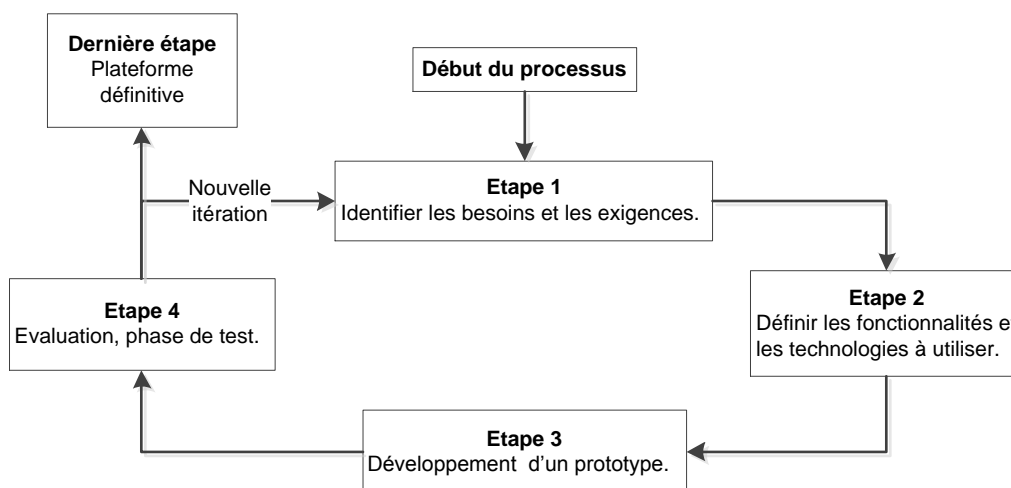


Image 2 : Méthodologie appliquée lors de ce projet, adapté de (Preece, Rodgers et al. 2002)

L'objectif de ce projet de Master a été d'accomplir la première itération de ce processus. Cela aboutit à l'élaboration d'une plateforme prototype ainsi qu'à des propositions d'amélioration provenant d'une phase d'évaluation. Ces deux éléments permettront d'aider les autorités cantonales dans la deuxième itération de processus, qui se concrétisera, peut-être, par la mise sur pied d'une plateforme définitive.

2.1.1 Etape 1 : Identifier les besoins et les exigences

Dans un premier temps, il est utile de comprendre les besoins et les exigences imposées. Ces deux éléments vont définir tout le développement futur de la structure. Cette étape préliminaire est absolument primordiale. C'est le seul moyen de garantir que le résultat final corresponde aux attentes, tant des utilisateurs, que des personnes responsables.

Pour ce faire, de nombreuses rencontres avec les personnes responsables dans les différents services de l'administration cantonale, ont été effectuées. Par ailleurs, il a aussi été possible d'interviewer les futurs fournisseurs de données (inspecteurs forestier, chef de secteur des eaux, etc.) Toutes ces personnes rencontrées ont permis de cerner les besoins et les exigences qui découlent d'une telle problématique avec plus ou moins d'exactitude.

De plus, les exigences principales venaient de la Commission cantonale des Dangers Naturels (CDN) qui a fourni, entre autre, son modèle de données permettant une description détaillée des événements naturels.

2.1.2 Etape 2 : Définir les fonctionnalités et les technologies à utiliser

La seconde étape de ce processus consiste à définir les éléments qui constitueront la future plateforme, tant du point de vue des technologies utilisées que des fonctionnalités proposées. Cette étape découle directement de la première. En effet, des outils particuliers sont nécessaires afin de pouvoir correspondre de façon adéquate aux besoins des utilisateurs.

Des choix concrets ont dû être effectués afin de définir les éléments suivants :

- Aspects organisationnels : Organisation et fonctionnement général de la plateforme. Définition de type d'utilisateur. Répartition des compétences. Gestion de données.
- Aspects fonctionnels : Définition de fonctionnalités proposées ainsi que des différentes interfaces. Gestion des droits d'accès.
- Aspects techniques : Définition des composantes du système (applications, programmes). Analyse des différentes alternatives techniques. Détermination des solutions informatiques utilisées.

2.1.3 Etape 3 : Développement d'un prototype

Cette étape constitue la partie principale de ce projet de Master, tant au niveau du résultat final (plateforme disponible sur Internet) qu'au niveau de la charge de travail. Différentes sous-étapes sont nécessaires :

- Modélisation de l'architecture du système, modèle conceptuel des données (MCD), organisation générale de la future plateforme.
- Définition, test, installation et configuration des éléments informatiques utiles au fonctionnement de la plateforme.
- Implémentation de la plateforme.
- Vérification du fonctionnement général de la plateforme.

Tous les développements ne peuvent être pas expliqués en détail dans le présent rapport, mais le fonctionnement des principaux processus sera abordé.

2.1.4 Etape 4 : Evaluation, phase de test

La dernière étape de ce processus itératif consiste à évaluer le prototype développé. Pour ce faire, deux types d'évaluation ont été effectués. Une première, nommée « inspection d'utilisabilité », est basée sur une analyse normalisée pour les structures informatiques. Elle consiste à une évaluation de 8 principes appelés « règles d'or » dont le but est de faire ressortir les manquements et les points négatifs d'une plateforme informatique (Shneiderman and Plaisant 2009).

La deuxième évaluation est un formulaire online proposé aux futurs utilisateurs comportant des questions relatives au prototype. Cette évaluation est composée de questions ouvertes, avec lesquelles les utilisateurs peuvent laisser leurs commentaires concernant la thématique abordée et de questions où les réponses sont des choix prédéfinis.

Toutes ces informations seront réunies, puis utilisées pour présenter des propositions d'amélioration afin d'enrichir la seconde itération de ce processus.

3 Etat des lieux

3.1 Acteurs

La gestion des dangers naturels dans le canton de Vaud est une problématique qui concerne plusieurs offices et services de l'administration. En effet, contrairement aux autorités fédérales, cette gestion n'est pas à la charge d'une seule entité mais est répartie en fonction du type d'aléas. Ainsi, pour garantir une bonne gestion des événements naturels, la nouvelle structure développée devra réussir à réunir toutes ces personnes, de formation et de compétences différentes, et les faire travailler ensemble.

Dans un premier temps, il est intéressant de connaître les services ou entités concernés par la gestion des dangers naturels, de quels aléas ils s'occupent et comment ces derniers sont actuellement gérés.

Chaque service dispose de son propre système d'archivage, parfois informatisé, parfois sous forme papier. Dans le cas où les informations sont stockées de manière informatique, il s'agit d'un fichier géré par un seul responsable, mais qui peut être distribué au sein de l'administration. Ce type de système a le désavantage de n'être modifiable que par une seule personne à la fois, afin d'éviter les redondances ou les omissions.

3.1.1 Service des forêts, de la faune et de la nature

Le SFFN² fait partie du département de la sécurité et de l'environnement. Ce service contribue à la protection du patrimoine naturel et de l'environnement. Ses tâches sont la gestion des forêts, des dangers naturels, de la faune, de la pêche ainsi que la conservation de la nature et du paysage.

Aléas concernés :	Fournisseurs de données :
<ul style="list-style-type: none"> • Avalanches • Eboulements • Chutes de pierres • Glissements de terrain 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspecteurs forestier • Gardes forestier

Seules les avalanches sont répertoriées sous format informatique. Le cadastre des avalanches a été modernisé suite aux importantes avalanches de l'hiver 1998-1999. Auparavant, les avalanches étaient recensées par les gardes forestiers sous forme de fiches descriptives, puis reportées sur des calques par l'Administration cantonale. La digitalisation de ces calques a été entreprise dès 1993, mais sans y inclure de données descriptives. Cette application informatique porte le nom d'Aval98. Depuis les événements de l'hiver 1998-1999, les cas d'avalanches sont retranscrits dans une nouvelle structure informatique, nommée Aval99, en y incluant cette fois, des informations spécifiques propres à chaque événement.

Concernant les autres événements, un recensement est effectué par les gardes forestiers. Ces documents sont soit archivés dans les bureaux des différents districts, soit communiqués au SFFN. Il n'est pas effectué un réel regroupement de ces informations.

² <http://www.vd.ch/fr/autorites/departements/dse/forets-faune-et-nature/>

3.1.2 Service des eaux, sols et assainissement

Le SESA³ fait partie du département de la sécurité et de l'environnement, Il s'occupe principalement de la protection et de la surveillance des eaux et des sols, de la gestion des crues et des inondations ainsi que de la gestion des déchets et l'extraction des matériaux minéraux.

Aléas concernés :	Fournisseurs de données :
<ul style="list-style-type: none"> • Inondations • Laves torrentielles • Erosions 	<ul style="list-style-type: none"> • Chefs de secteur • Adjoints au chef de secteur

Ce service a développé en 2002 un système nommé DANA_EAU dans le but d'établir un inventaire des événements naturels liés à l'eau. Il est composé d'un fichier Shape⁴ permettant de représenter par un point l'endroit où s'est produit un événement avec comme attribut le nom d'un fichier Excel y faisant référence. Dans le cas de phénomènes étendus, l'événement est représenté avec deux points (son origine et sa destination). Les fichiers Excel se composent d'un formulaire similaire à celui de la confédération (formulaire StorMe, voir annexe 10.7).

3.1.3 Service des routes

Le SR⁵ a pour mission la construction et l'entretien des routes appartenant au canton ainsi que l'exploitation du réseau routier et de ses abords. Ainsi, lorsqu'un événement naturel se produit à proximité d'une route et qu'il affecte cette dernière, il est systématiquement référencé (cf. annexe 10.6).

Aléas concernés :	Fournisseurs de données :
<ul style="list-style-type: none"> • Eboulements • Chutes de pierres • Glissements de terrain 	<ul style="list-style-type: none"> • Voyers des routes

Ces trois services susmentionnés ont pour tâche de gérer l'inscription de tous les dangers naturels. Par ailleurs, d'autres entités influencent la gestion cantonale des dangers naturels.

3.1.4 Commission cantonale des dangers naturels

Afin de correspondre aux exigences fixées par la Confédération en matière de carte de dangers, les autorités vaudoises ont décidé de créer une commission afin de traiter cette problématique. Elle a pour tâche de superviser la création de ces cartes (mandats accordés à des consortiums de bureaux privés), de collecter des informations concernant les événements passés ainsi que de créer et d'actualiser un cadastre des événements.

Cette commission a une durée de vie limitée, son travail doit se terminer au milieu de l'année 2012.

³ <http://www.vd.ch/fr/autorites/departements/dse/eaux-sols-et-assainissement/>

⁴ Format de fichier développé par ESRI pour le stockage d'éléments vectoriels. <http://www.esri.com>

⁵ <http://www.vd.ch/fr/autorites/departements/dinf/routes/>

3.1.5 Office fédéral de l'environnement

L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) est l'entité fédérale qui s'occupe de tous les problèmes liés à l'environnement. Son but premier est la conservation durable des ressources naturelles. La protection contre les dangers naturels rentre dans son champ d'action. Sur mandat du Conseil fédéral, l'OFEV élabore des lois concernant cette thématique.

La loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau ainsi que la loi fédérale sur les forêts, édictées en 1991, insistent sur les composantes préventives. Elles exigent des cantons la réalisation de cartes de dangers ainsi que d'un cadastre⁶. Le Conseil fédéral a fixé comme délai 2011 pour l'accomplissement de ces tâches. En cas de non respect, la Confédération pourrait limiter son soutien financier.

L'OFEV a mis à disposition des cantons un système d'archivage des événements naturels. Ce modèle de données StorMe sera expliqué ultérieurement.

3.1.6 Office de l'information sur le territoire

L'OIT est un office qui dépend directement du département des infrastructures. Il a pour tâche la mensuration officielle (conservation des réseaux de points fixes, assurer l'établissement de plans cadastraux ainsi que la mise à jours des données cadastrales). De plus, cet office doit aussi coordonner les projets concernant les systèmes d'information du territoire ainsi que la diffusion des géo-données cantonales.

3.1.7 Résumé

Comme expliqué précédemment, l'enregistrement des événements naturels de moyenne et grande ampleur est à la charge de plusieurs services cantonaux. L'état ne dispose pas encore de base de données commune à tous les services. Le système actuel peut être schématisé de la façon suivante :

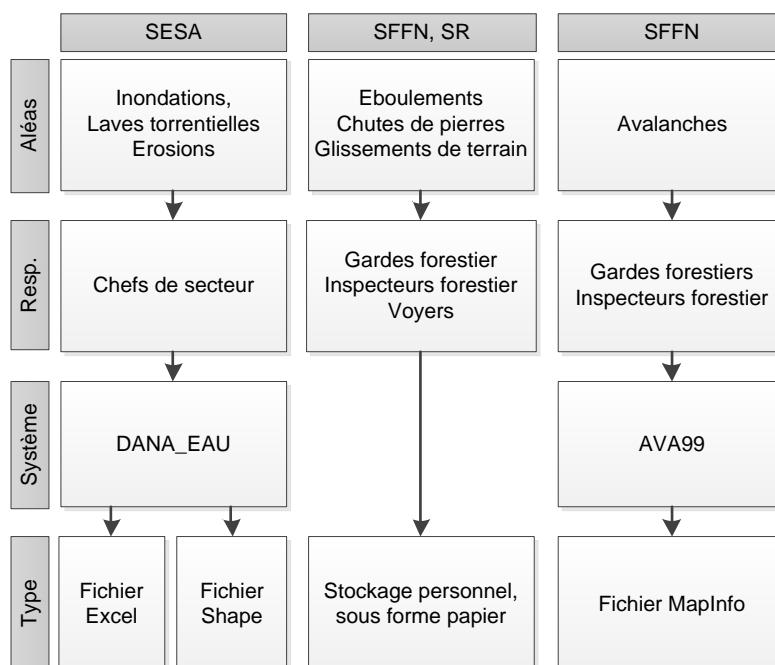


Image 3 : Etat des lieux de l'enregistrement des événements

⁶ Art. 36 al.c Loi fédérale sur les forêts, Art. 15 al. 1 Ordonnance sur les forêts, Art. 6 al. b Loi sur l'aménagement des cours d'eau

3.2 Recensement des données au niveau fédéral

La Confédération, en collaboration avec les cantons, a évalué la possibilité de créer une base de données centrale et nationale regroupant les événements naturels. Cette plateforme informatique, nommée StorMe⁷ a été créée en 1998 et est accessible aux personnes travaillant dans les administrations cantonales afin qu'elles puissent y intégrer tous les événements ayant lieu sur leur territoire. Les cantons sont libres d'intégrer et d'exploiter des données de façon indépendante. Cette base de données permet une description large des événements ainsi que des dégâts causés.

La création d'un tel système a pour but, non seulement de centraliser et de faciliter le transfert de données au niveau national, mais aussi de s'affranchir du recours à la mémoire collective et de créer une sorte de mémoire intergénérationnelle. Ce système doit donc pouvoir perdurer dans le temps et s'adapter aux évolutions technologiques.

3.2.1 Géo-référencement

Tous les événements qui sont rentrés dans la base de données se réfèrent à une position géographique unique par un point de coordonnées. Ainsi, par exemple, une avalanche sera référencée par rapport à un point arbitraire qui se situe sur sa trajectoire. Ce géo-référencement est complété par un numéro d'identifiant unique à l'événement composé de la date du processus, du type d'événement ainsi que d'une numérotation annuelle.

3.2.2 Evénements

Quatre événements naturels sont référencés dans cette infrastructure. Ils sont différenciés dans leur identifiant par une lettre basée sur l'allemand.

L	Avalanche
W	Eau
R	Glissement de terrain
S	Chute de pierres, éboulement

Cette infrastructure est constituée d'un formulaire papier que les responsables cantonaux remplissent afin de faciliter l'entrée des données dans le système informatique. Ce formulaire est composé d'une première partie commune à tous les types d'événements naturels. Elle renseigne sur les informations de base (lieu, date, heure, dommage, ouvrage de protection, documentation annexe et autres). Les parties suivantes correspondent aux différents types d'événements. Elles permettent une description très détaillée des phénomènes (cf. annexe 10.7).

⁷ <http://www.bafu.admin.ch/naturgefahren/01922/01926/01927/index.html?lang=fr>

3.3 Cartographie collaborative - Aspects théoriques

D'une manière générale, les logiciels SIG organisent et structurent un ensemble de données géographiques en les traduisant sous diverses formes de représentation, jouant le rôle d'interfaces de compréhension et d'analyse. Dans le cas de réflexion sur des problématiques territoriales par exemple, ces représentations peuvent grandement faciliter la collaboration « humain-humain » entre différents acteurs.

Tout l'enjeu de ce projet sera d'établir une collaboration efficace et durable entre les divers fournisseurs de données autour d'une application cartographique. Il peut s'agir premièrement de personne travaillant au sein d'un même service de l'Etat (collègues de travail), de plusieurs services (collaborateurs de l'administration cantonale) ainsi qu'éventuellement d'autres types de fournisseurs de données (personnes à l'extérieur de l'administration). Le but étant de faire collaborer ensemble toutes ces personnes, de formations et d'aptitudes différentes.

Grâce à la démocratisation de l'usage d'internet dès le début des années 1990, les développeurs de logiciel SIG ont rapidement compris le potentiel que représentait cette nouvelle technologie. La cartographie participative (PPGIS en anglais) est née de ce mélange entre système d'information géographique et nouvelle façon de communiquer. Elle permet, grâce à la contribution de plusieurs utilisateurs, de récupérer et de stocker des contenus ayant une problématique territoriale. Ce type de démarche devient de plus en plus utilisée dans des processus décisionnels impliquant une composante géographique. En effet, les PPGIS représentent une base de travail très utile pour organiser le « décider ensemble ». Le processus participatif permet ainsi de faciliter l'élaboration d'un consensus général.

Le diagramme générique proposé par Luc Vodoz (figure ci-dessous) schématise la structure de base d'un processus participatif multi-acteurs. L'interaction du public et du groupe des décideurs, soumise aux règles du jeu établies initialement d'après les objectifs à atteindre, est au cœur d'un cycle de concertation dont les modalités évoluent en fonction des résultats de la discussion.

Les objectifs à atteindre lors de la mise en place d'un PPGIS sont spécifiques à la thématique abordée. Ils peuvent aller du simple apport d'information au citoyen, de l'appel à propositions d'idées dans le cadre d'un projet d'aménagement, en passant par l'organisation d'une votation citoyenne.

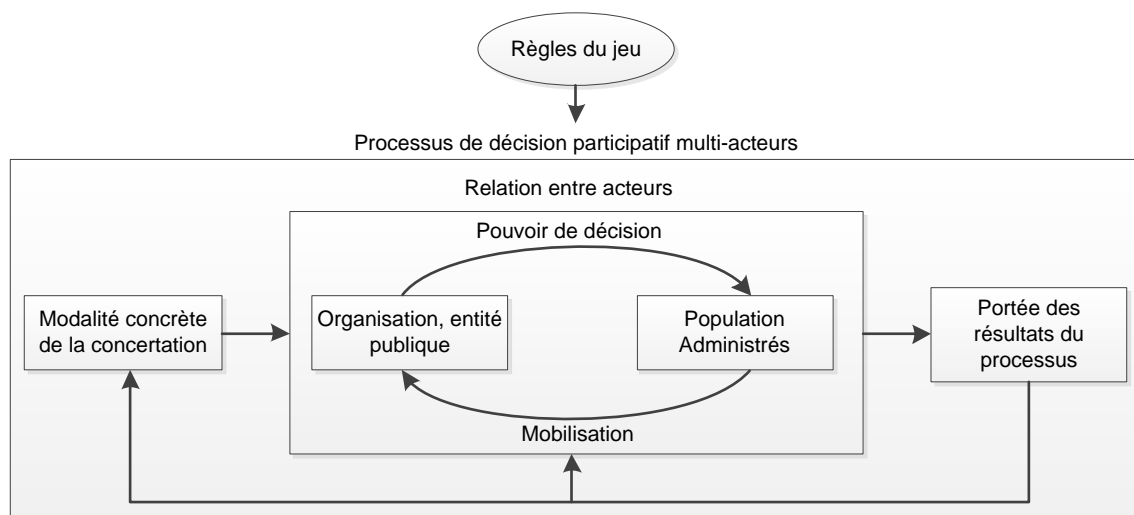


Image 4 : Architecture générale d'un PPGIS, adapté de (Vodoz 2006)

L'objectif premier des PPGIS, dans ce cadre, est de fournir un outil de support à la participation plus efficace et plus riche que les dispositifs participatifs traditionnels (consultations publiques « *same time same place* », etc...)(MacEachren 1999). Le but est d'abord de permettre une bonne appropriation des

données discutées par l'ensemble des acteurs (décideurs et publics non-experts). Les technologies PPGIS offrent des possibilités multiples et souples pouvant encourager et faciliter les interactions entre les acteurs impliqués. La qualité d'un PPGIS tient de sa capacité à mettre en adéquation les objectifs déclarés du processus participatif avec le(s) type(s) de public concerné(s) et les mode(s) de participation intégré(s).

3.3.1 *Application au cadastre des événements*

Il se pose maintenant la question de la mise en relation de cette théorie avec la thématique abordée dans ce rapport ; la gestion du cadastre des événements. Les futurs utilisateurs seront très hétérogènes. Certaines personnes ont fait des études universitaires poussées alors que d'autres ont suivi une formation plus pratique (CFC, apprentissage, etc.). De plus, l'âge doit probablement jouer un rôle important dans la capacité d'adaptation à de nouveaux moyens informatiques (la génération « internet » des 20-30 ans aura vraisemblablement plus de facilité que les personnes plus proches de la retraite). Avec un public aussi varié, le caractère collaboratif de la plateforme devient évident, il n'en est cependant pas de la sorte pour les aspects des processus décisionnels.

Dans le cas présent, le cadastre des événements n'a pas besoin de cette particularité au premier abord. En effet, la contribution du public (des fournisseurs de données) ne consiste pas à une prise de position pour ou contre une thématique, mais plutôt à fournir des éléments (description d'événements) au système. Par la suite, se sont ces mêmes éléments qui vont contribuer à alimenter un processus décisionnel. Ce dernier pouvant être la création ou la modification des cartes de dangers, la définition des zones d'affectation du sol ainsi que d'autres prises de décisions ayant un impact sur le territoire vaudois et ces habitants. Ainsi, la relation entre participation publique et prise de décision est, dans ce cas, prise au sens large. En d'autres termes, grâce à leur collaboration, les utilisateurs fournissent des données qui vont ultérieurement être utilisées au travers de diverses procédures décisionnelles qui auront un impact direct sur le mode de vie.

3.3.2 *Notion de public*

Dans tous processus collaboratif, l'intégration d'une multitude d'acteurs possédant des connaissances et amplitudes différentes est une composante essentielle de la réussite de la structure. Cette pluralité d'utilisateurs nécessite que la plateforme soit développée de façon à correspondre au mieux à son public. La définition du ou des types de publics concernés est donc une étape préliminaire et incontournable.

Le tableau de la page suivante présente un panel de cinq concepts théoriques qui définissent des types de public. Chacune des conceptions présentées possède ses propres caractéristiques d'approche qui correspondent à des types de problématiques particuliers.

D'après le modèle d'Aggens, la sélection des individus et des publics impliqués et l'importance de leur rôle s'effectue selon le capital de chacun en énergie, intérêt, temps et ressources (Aggens 1983 cité de Shufford et Schlossberg 2005).

Mitchell définit la certitude de l'implication des individus selon le croisement de trois champs: le pouvoir, l'urgence et la légitimité. Plus les caractéristiques d'un individu croisent ces champs, plus son implication est garantie (Mitchell 1997 cité de Shufford et Schlossberg 2005).

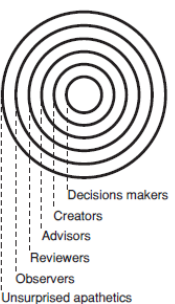
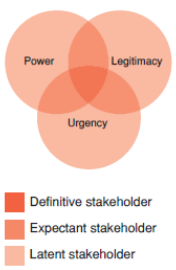
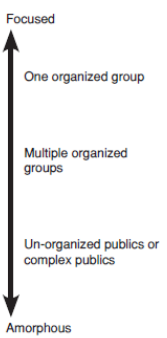
Author	Aggens (1983)	Mitchell's (1997)	Thomas (1995)	Willeke (1974)	Creighton (1983)
Dimension	Energy and interest, time and resources	Power, legitimacy, and urgency	Organizational complexity	Relevant publics	Affected publics
Typologies of the public				Selection of the public process: 1. Self-selection 2. Staff selection 3. Third party selection	Criterias of selection: . Proximity . Economic . Use . Social . Values

Image 5 : Typologie des publics (Shufford et Schlossberg 2005).

Les publics pertinents sont définis, dans le modèle de Thomas, comme ceux qui possèdent des informations ou des connaissances utiles aux problématiques traitées dans le processus de décision, ou ceux qui ont les capacités d'influencer l'application des décisions prises. Ensuite, ces publics sont répartis en trois catégories selon qu'ils forment un groupe organisé, plusieurs groupes organisés ou un groupe inorganisé ou complexe. Cette catégorisation permet de définir les types de publics en fonction de leur complexité organisationnelle. La limite potentielle de cette approche réside dans le fait que certains publics potentiellement affectés par une décision peuvent ne pas être considérés s'ils ne possèdent pas les conditions d'utilité requises (Thomas 1995 cité de Shufford et Schlossberg 2005).

Willeke établit un protocole de sélection du public dit « pertinent » destiné à être utilisé par les décideurs. Trois niveaux de sélections interviennent. D'abord, les individus qui se manifestent par eux-même auprès des décideurs (lettres aux décideurs, etc...) sont dès lors considérés. La deuxième phase consiste en l'identification des personnes par les organisateurs, même via les diverses techniques de recensement habituelles (géographiques, historiques, démographiques...). Enfin la dernière tranche de sélection consiste à demander aux représentants de groupes d'intérêts connus d'identifier des personnes qu'ils considèrent devoir faire partie du processus (Willeke 1974 cité de Shufford et Schlossberg 2005).

Enfin, dans une perspective d'identification des publics potentiellement « affectés » par les problématiques discutées, Creighton propose une liste de critères discriminants. Les individus peuvent être considérés s'ils sont liés au problème par une certaine proximité spatiale, si leurs intérêts économiques propres sont mis en cause, si l'usage qu'ils ont d'un endroit est menacé, si leur définition de leur identité sociale ou culturelle est en jeu, ou si leurs valeurs morales peuvent être atteintes (Creighton 1983 cité de Shufford et Schlossberg 2005).

3.3.3 Notion de participation

Non seulement le public doit être défini, mais aussi ses capacités à la participation. Ainsi, les utilisateurs peuvent obtenir différents degrés de participation en fonction de critères prédéfinis. En effet, certaines personnes ne pourront que visualiser les données, d'autres fournir des remarques ou voter à titre consultatif, alors certaines seront entièrement incluses dans le processus décisionnel.

La participation constitue la modalité d'échange entre les individus les plus centraux dans le processus et les différents publics impliqués. Les types de participation supportés par un PPGIS doivent être adaptés aux objectifs à atteindre et aux caractéristiques des publics impliqués. Par exemple, il peut être inutile d'élaborer un outil interactif très riche, nécessitant un long temps d'adaptation, dans le cas où le public impliqué est, par nature, peu investi car peu affecté par une problématique. De même il peut être contre-productif de proposer un outil de participation trop

complexe ou « expert » si le public considéré ne possède pas les compétences nécessaires à son utilisation.

Le tableau ci-dessous présente quatre types de participation du public, composé d'une échelle allant d'un degré nul à un degré élevé de participation. Chaque conception est orientée selon un type spécifique de problématique.

Author	Arnstein (1969)	Wiedemann and Femers (1993)	Conner (1988)	Dorcey et al. (1994)
Orientation	Power Orientation	Administrative Orientation	Conflict Resolution	Planning Process
Spectrum of public participation degree				
	0	0	0	0

Image 6 : Degré de participation du public (d'après Schlossberg & Shufford)

L'échelle d'Arnstein décrit le spectre de participation en terme de degré de pouvoir du citoyen, d'un échelon passif de manipulation à un échelon de contrôle total du citoyen. Arnstein définit donc la participation comme une certaine redistribution du pouvoir au citoyen (Arnstein 1969 cité de Shufford et Schlossberg 2005).

Wiedemann et Femers établissent une échelle de participation allant du simple droit de savoir, sans participation, à la participation du public dans la décision finale. Cette conception possède une orientation plus administrative, en phase avec les types de participation qu'on trouve dans les mandats de grandes organisations gouvernementales (Wiedemann et Femers 1993 cité de Shufford et Schlossberg 2005).

L'échelle de Conner définit plus particulièrement le spectre de participation dans le cas d'une situation de prévention ou de résolution d'un conflit. Ces degrés de participation sont des techniques d'implication du public dans une visée consensuelle, dans le cas d'un projet de politique publique controversé par exemple. Les publics les plus impliqués y sont considérés comme des *leaders* (Conner 1988 cité de Shufford et Schlossberg 2005).

L'échelle de Dorcey caractérise quant à elle les types de participation du public dans le cas d'un processus de planification qui vont de l'information à l'implication continue dans le processus de décision. Cette échelle est particulièrement éclairante dans le cas de processus participatifs qui touchent à des questions d'aménagement territoriales. Elle définit précisément les différents échelons possibles de la contribution du public dans l'identification des problèmes et la recherche des solutions, d'une prise en compte des opinions à une participation active dans la décision en passant par un rôle de conseil et de recommandations (Dorcey 1994 cité de Shufford et Schlossberg 2005).

Le degré d'accès à l'information est souvent l'élément déterminant, favorisant ou non le degré de participation des usagers (Tulloch & Shapiro 2003). Par exemple, un accès à trop d'informations dans

un but d'éducation d'un public peut conduire à noyer celui-ci dans une complexité telle qu'il ne peut extraire une compréhension satisfaisante. A l'inverse, un accès trop faible à l'information dans le cas d'un mode de participation à un niveau de décision important peut défavoriser la qualité de l'analyse des membres d'un public et ainsi dévaloriser son point de vue.

3.3.4 Communication et technologie d'un PPGIS

Les possibilités qu'offre internet permettent aux concepts de PPGIS d'offrir une variété d'outils supportant différents types de participation du public. L'échelle illustrée sur l'image 7 offre une synthèse combinant degré de participation et niveau de communication suivant les e-techniques utilisées. Elle met notamment en évidence la barrière entre la simple information (pas de participation, mais accès à l'information), de type unidirectionnel, et la discussion (premier échelon de la participation réelle), de type bidirectionnel.

La communication entre les différents acteurs d'un processus participatif est absolument essentielle. Les PPGIS organisent cette communication entre les acteurs en facilitant la transmission des informations dans les deux directions:

- Relation top-down : du décideur (expert) vers le citoyen
- Relation bottom-up : du citoyen vers le décideur

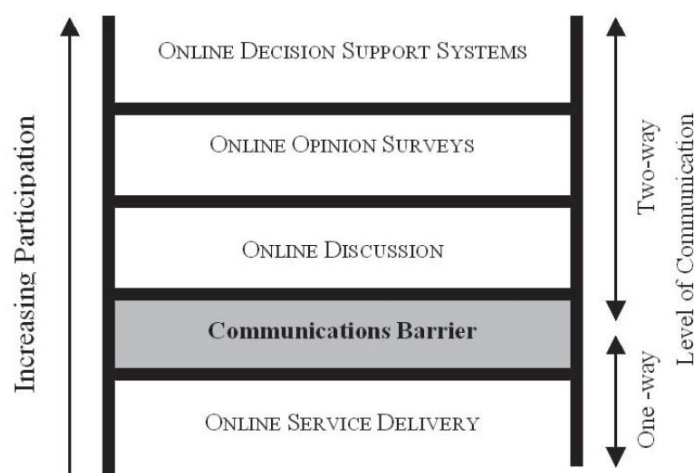


Image 7 : Echelle de la e-participation, d'après (Smyth 2001), tiré de (Carver 2001).

3.3.5 Relation top-down

Le décideur est à l'origine du système, il en fixe les règles du jeu et fournit les composantes initiales. Cela comprend notamment toutes les données à caractères spatiales. Pour ce faire, il faut s'appuyer sur des bases de données géographiques qui sont pour la plupart étatiques. Dans des problèmes internationaux, les données de deux pays doivent être compatibles entre elles, un processus de standardisation doit être effectué. Le décideur n'a pas forcément la capacité d'implanter un tel système, pour ce faire il doit être secondé dans cette tâche par un expert qui essaye de refléter au mieux les volontés du décideur quant à la nature du système envisagé.

3.3.6 Relation bottom-up

Il s'agit du principal objectif d'un processus participatif, donner la parole au citoyen. Pour ce faire, celui-ci doit pouvoir accéder à l'information, interagir avec elle, puis soumettre du contenu en retour. Pour que le fonctionnement d'un tel système soit durable, il faut que le citoyen se sente écouté et que

l'information qu'il soumet soit étudiée par les décideurs. Cette phase de communication est extrêmement importante pour le succès d'un PPGIS. Si le citoyen sent que ses remarques sont prises en compte, il continue à donner son avis. Dans le cas contraire, il n'a aucune motivation à continuer, et le système peut s'avérer à terme contre-productif car marginalement utilisé.

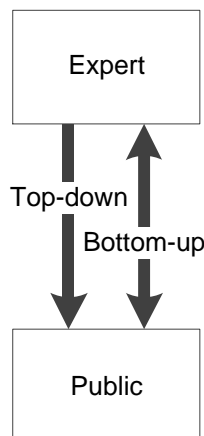


Image 8 : Illustration des relations top-down, bottom-up

3.4 Cartographie collaborative - Aspects techniques

3.4.1 Web 2.0

Une nouvelle façon de créer et de publier de l'information est en train de prendre forme sur internet. Alors que le web traditionnel peut être considéré comme un média, à travers lequel les informations des professionnelles sont relayées au plus grand nombre, ce nouveau paradigme de communication, nommé usuellement Web 2.0, permet de développer une réelle communication réciproque entre tous les utilisateurs. D'un point de vue technique, il est caractérisé par trois concepts clés (Longueville 2010).

1. Contenu généré pour les utilisateurs : Il est possible pour toute personne ayant accès à internet d'ajouter des informations sur des sites existants ou même de créer son propre site sans avoir recours à un expert. Il n'y a plus de séparation entre les consommateurs et les producteurs d'information.
2. Interopérabilité : les technologies utilisées pour le développement de ces sites ont maintenant atteint un certain niveau de maturité. Des standards se sont imposés, grâce notamment au W3C⁸ dans le domaine d'internet et plus précisément à l'OGC⁹ concernant la géoinformation. L'utilisation grandissante de solutions informatiques libres pour le développement de page web dynamique (par exemple l'AJAX) permet d'effectuer des opérations directement sur la page web, sans avoir besoin de la rafraîchir après chaque opération. Cette notion d'interopérabilité s'illustre aussi au niveau des systèmes eux-mêmes. Ainsi, de nombreuses applications permettent de s'intégrer dans d'autre, créant ainsi des *mashup* (application qui combine du contenu ou du service provenant de plusieurs applications). Ce dernier repose sur une API, autrement dit une interface de programmation ouverte en ligne mise à disposition par l'éditeur d'un site Web. On peut considérer le *mashup* comme une forme d'intelligence collective qui participe au succès du web 2.0. Une des API les plus utilisées est celle de Google Maps. N'importe qui peut intégrer une interface

⁸ <http://www.w3.org/> (consulté le 1.06.2010)

⁹ <http://www.opengeospatial.org/> (consulté le 22.05.2010)

Google Maps sur sa page Web ou son blog, de plus l'API fournit des utilitaires pour la manipulation des cartes et permet l'ajout de divers contenus à la carte (photo, vidéos, liens,...).

3. Dimension sociale : Le succès de site web tels que FaceBook, MySpace ou encore LinkedIn démontre l'intérêt massif dans le « web social » (Holahan 2007). Il offre la possibilité aux utilisateurs d'établir des relations entre eux, de partager plus facilement des informations

L'utilisateur devient donc à la fois producteur, éditeur et diffuseur d'information. Il passe du stade de participation passive au stade de participation active. Il peut se regrouper en communauté, partager ses idées, ses commentaires. Le Web 2.0 devient un immense réseau social, dans le quel chaque internaute prend le rôle de contributeur actif. Les informations présentes sur le net deviennent de plus en plus nombreuses

Cette convergence entre le simple internaute et le producteur d'information est une particularité très intéressante dans le cadre de ce cadastre des événements. Chaque nouvelle inscription permet d'enrichir la base de données, et ainsi améliore l'attrait de l'interface. L'augmentation du nombre de fournisseurs de données potentiels élargi le champ d'action et garanti une meilleure couverture du territoire cantonal.

Le Web 2.0 permet donc d'augmenter l'aspect quantitatif de l'information. Il se pose cependant la question de l'aspect qualitatif. En effet, trop d'informations peut tuer l'information. En relation avec cette abondance, lorsque l'information n'émane pas de sources fiables, il n'y a pratiquement aucune possibilité de vérifier sa véracité. Ainsi le contenu du site Wikipedia est régulièrement entaché d'informations mensongères, inscrites par des utilisateurs peu scrupuleux (Vandendorpe 2008). Ce problème se pose aussi pour la définition des fournisseurs de données du cadastre des événements. Cette problématique sera abordée ultérieurement dans ce rapport.

Le schéma suivant compare l'architecture de ces « version de Web ».

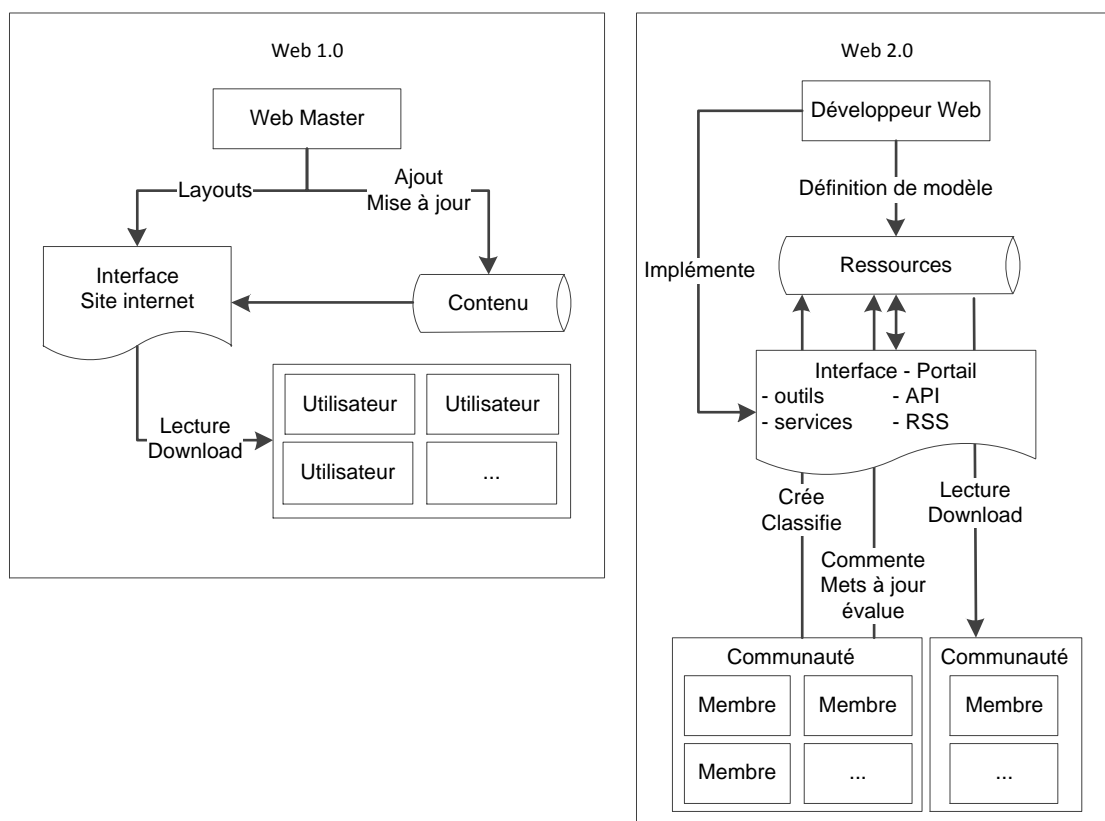


Image 9 : Comparaison entre les architectures du Web 1.0 et Web 2.0 selon (Longueville 2010)

3.4.2 Géoportail

Afin de proposer une définition correcte du néologisme « géoportail », il y a lieu de définir les deux termes suivants :

- Portail : un portail internet est intimement lié avec la notion de ressource. Il s'agit d'un site internet qui permet à l'utilisateur d'accéder à une collection d'informations, de ressources, de données de service, de tutoriaux, de news, et peut aussi proposer une collection de liens vers d'autres pages web. (Maguire and Longley 2005).
- Ressource géospatiale : comprend à la fois les données géospatiales et les services qui permettent de les diffuser. Il s'agit d'un set d'informations possédant une composante géographique, structuré de façon à pouvoir être cherché, trouvé et visualisé online.

De ce fait, un géoportail est un type spécial de portail permettant la diffusion principalement, mais pas uniquement, de ressources spatiales. Il permet non seulement de visualiser une ou plusieurs infrastructures de données spatiales, mais aussi d'interagir, d'échanger et d'ajouter de nouveaux éléments. Un géoportail est en quelque sorte une mise en relation entre les principes du Web 2.0 (cf. chapitre 3.4.1) et une infrastructure de données spatiales (Longueville 2010). Cependant, cette définition ne fait l'unanimité. En effet, un géoportail est souvent mis en relation avec une structure développée par une autorité officielle, dont les données proviennent de services étatiques.

La qualité des données géospatiales augmentent régulièrement avec les progrès techniques effectués dans les méthodes d'acquisition. L'observation par satellite ainsi que la prise d'ortho-photo par avion permettent de disposer d'images de résolution inférieure au mètre, des mesures infra-rouge fournissent une multitude de renseignements sur différents phénomènes, alors que les modèles numériques de terrain s'affinent constamment.

En complément à toutes ces évolutions technologiques, une nouvelle source d'information géographique est entrain d'émerger sur le web. Cette relation « top-down » se voit complétée par des données émanant directement des utilisateurs. Ce phénomène « bottom-up » est illustré principalement par le succès des sites comme Wikimapia¹⁰, Flickr¹¹ et OpenStreetMap¹².

3.4.3 Evolutions futures

Ces trois exemples de sites (abordé plus en détail au chapitre 3.4.4), comme une multitude d'autres sites présents sur internet, illustrent ce nouveau phénomène de création de données géographiques volontaire. Cette nouvelle source d'informations géographiques, basée sur des communautés d'internautes, représente une richesse inestimable. Dans la littérature, plusieurs termes accompagnent cette notion, comme « Volunteered geographic information », « user-generated content » ou encore « community mapping ». (Goodchild 2009)

Ce phénomène provoque un changement fondamental dans la façon de créer des cartes. En effet, il n'y a plus besoin d'être un expert dans le domaine de la géoinformation pour pouvoir créer une carte. Ce processus est à la disposition de tous les internautes disposant d'une connexion à internet. Ainsi apparaît le terme de « neogeographers » qui qualifie ce type de producteurs de données cartographiques.

D'après (Goodchild 2009), l'évolution de la géoinformation prendra les formes suivantes :

- Le simple citoyen, en tant que consommateur et producteur de données géographiques, va jouer un rôle de plus en plus important dans les années futures. Les 6 milliards de fournisseurs potentiels de données sur terre représentent un réservoir immense d'informations. Ce phénomène s'illustre déjà lors des récentes catastrophes naturelles

¹⁰ <http://wikimapia.org> (consulté le 15.06.2010)

¹¹ <http://www.flickr.com> (consulté le 15.06.2010)

¹² www.openstreetmap.org (consulté le 15.06.2010)

(séismes en Haïti¹³ et au Chili, incendie en Californie) où les informations provenant de sources communautaires peuvent être plus rapides et détaillées que les informations officielles.

- Par ailleurs, suite à l'apparition de Google Earth et Google Map, la tendance est à la simplification de l'interface utilisateur. L'emploi de tels supports informatiques va encore se démocratiser, non pas uniquement pour décrire l'apparence actuelle de la planète, mais aussi pour visualiser son apparence passée et future. Ainsi des outils de simulation vont se répandre afin de constater l'effet des prises de décisions sur le territoire.
- Les données géographiques vont être diffusées en temps réel. Il pourra être possible de connaître l'état du monde à un moment précis, en direct. Par exemple, il est facile d'imaginer que l'état du trafic routier puisse être déterminé de façon précise simplement en traquant la position des téléphones mobiles. Le développement de nouveaux types de senseurs dans ces appareils va permettre d'ajouter une multitude de compléments à la position géographique. Ainsi, l'être humain pourra être considéré comme une collection de senseurs intelligents, distribués sur toute la planète et capables de transmettre des informations locales.

Ces évolutions posent quelques problèmes techniques. En effet, la visualisation des données géographiques en incluant la composante temporelle devra être faite à l'aide de représentation 4D (les trois dimensions spatiales XYZ et le temps). Actuellement, les systèmes sont capables de présenter des caractéristiques du territoire à un moment donné, il faudra trouver des solutions techniques pour représenter ces flux de données variables dans le temps. De plus, avec l'augmentation du nombre d'informations, il se pose le problème du stockage de ces dernières. Les nouvelles informations peuvent souvent supplanter les anciennes afin de gagner en capacité de stockage. Cette technique aura des conséquences sur l'archivage des données, et peut-être qu'en 2030, il sera plus simple de connaître l'état de la terre de 1960 que de 2010. Par ailleurs, la cartographie participative ne garantit pas le même niveau de qualité et de précision que lorsque des experts s'en occupent. Des filtres et des systèmes de vérification d'adéquation avec la réalité devront être développés (Goodchild 2009).

3.4.4 Exemples

Wikimapia correspond à une fusion de fonctionnalités de Google Maps et Wikipedia. Il invite les utilisateurs à « cartographier et décrire la planète terre » en incluant, sur un support cartographique, des données, des descriptions ainsi qu'en y intégrant des liens. Toutes ces opérations s'effectuent à l'aide de wiki géolocalisés. Il est en outre possible d'effectuer des recherches directement sur ses annotations.

A ce jour, plus de 12 millions d'inscriptions ont été insérées, toutes provenant de la contribution de personnes volontaires.

L'aspect intéressant de cette structure informatique est la façon dont elle gère la véracité des informations transmises. En effet, le fait qu'une interface soit en libre accès implique que certaines données sont imprécises, fausses voire même mensongères. Afin de résoudre ce problème, les administrateurs de Wikimapia ont mis sur pied un processus de vérification directement par les utilisateurs. Le système fonctionne grâce à la création de comptes optionnels, mais néanmoins nécessaires pour l'intégration de données ainsi que différents niveaux d'utilisateurs.

- Niveau 1 : Ce statut est donné à tout nouvel utilisateur. Il permet l'ajout et la modification d'informations, l'utilisation de la messagerie personnelle mais ne permet pas de poster des informations sur le forum.
- Niveau 2 : Au bout d'un certain laps de temps, l'utilisateur obtient directement ce statut. En plus des fonctionnalités déjà présentes, il dispose de la possibilité de changer la géométrie

¹³ <http://haiti.ushahidi.com> (consulté le 21.06.2010)

d'autres personnes (polygones), de supprimer des informations et de contribuer au forum. La grande majorité des utilisateurs de Wikimapia se trouve dans cette catégorie.

- Niveau 3 : Ce dernier statut permet aux personnes qui l'obtiennent de disposer de fonctions de sécurité, comme la possibilité de bannir des vandales, de supprimer une grande quantité d'informations, de protéger certaines données contre la suppression.

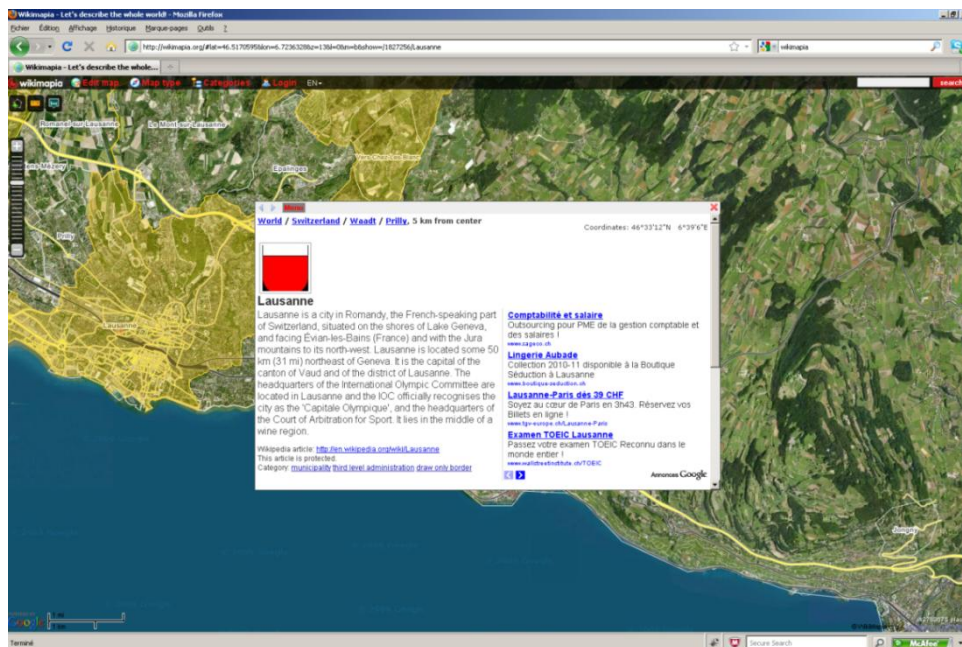


Image 10 : Capture d'écran du site Wikimapia

Un autre exemple illustrant le succès grandissant de la géolocalisation des informations sur internet est le site de partage de photos et de vidéo Flickr. En 2010, ce site partiellement gratuit héberge plus de 4 milliards de photos toutes géo-référencées, ajoutées par des utilisateurs et agrémentées d'annotations et de commentaires. Ce site permet de les stocker de façon privée, ou publique.

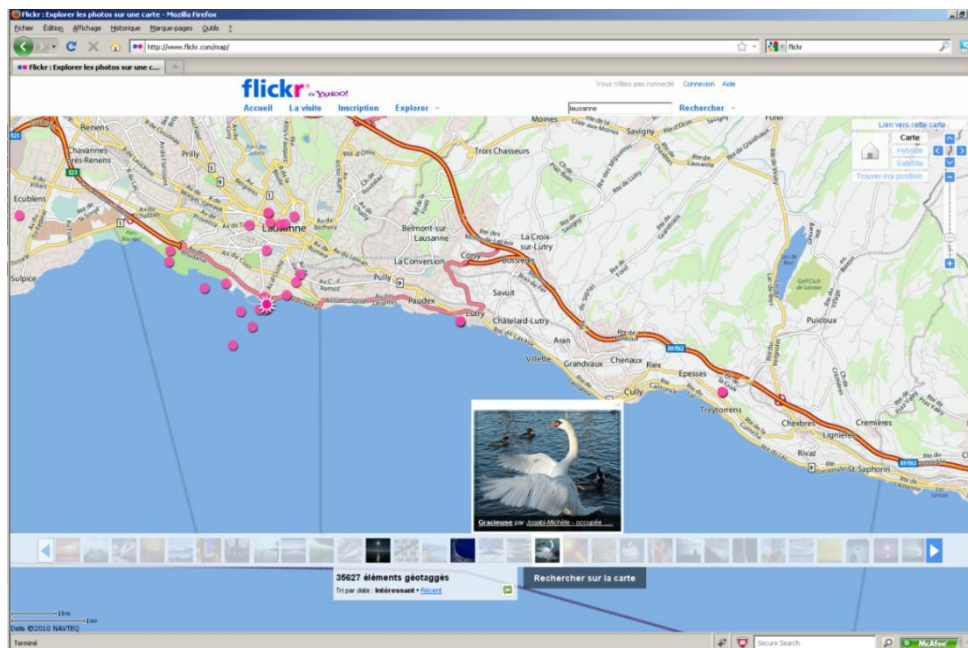


Image 11 : Capture d'écran du site Flickr

Un dernier exemple pour montrer le réel engouement des internautes pour la création volontaire de données géographiques est le site OpenStreetMap. C'est un projet international créé pour développer une carte géographique digitale mondiale, grâce à la contribution volontaire d'utilisateurs et en y intégrant des données publiques.

Grâce à l'interface cartographique, les utilisateurs peuvent éditer des routes (notamment à l'aide de tracé GPS), ajouter des informations ainsi qu'exporter des données.

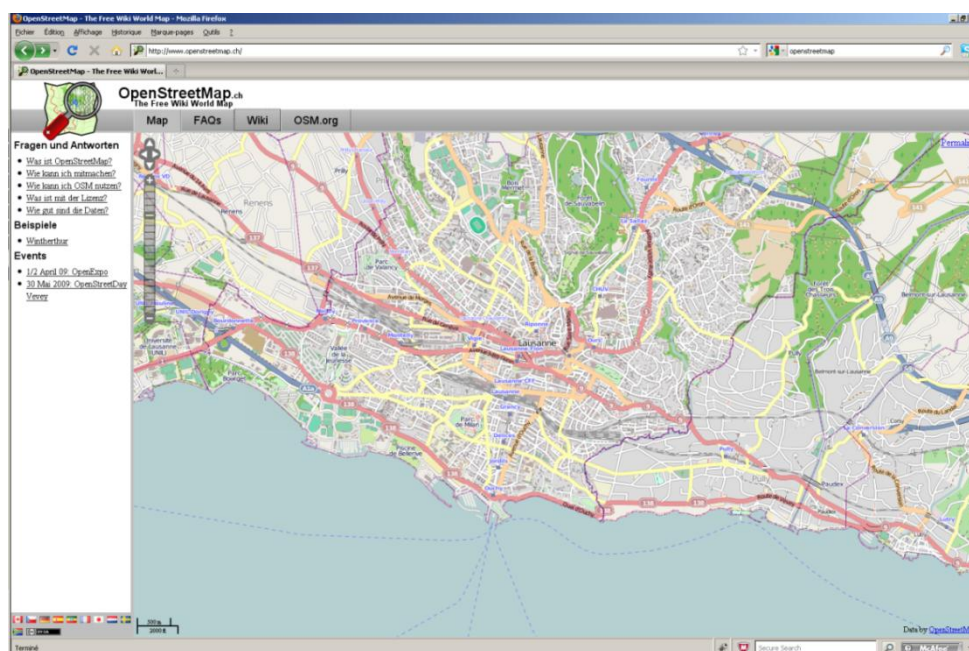


Image 12 : Capture d'écran du site OpenStreetMap

3.5 Aspects techniques et théoriques - Conclusion

Ce chapitre a permis de définir quelques notions théoriques qui seront reprises dans les différentes étapes de la création de la plateforme prototype. Du fait que la gestion d'un cadastre des événements via une interface cartographique participative soit un projet relativement innovant, il est important d'asseoir les démarches effectuées sur une bonne base théorique. Par ailleurs, comme toutes structures ayant la prétention de durer dans le temps, il faut qu'elle soit en adéquation avec les technologies présentes et futures. Au travers de cette partie théorique, il a été démontré que la combinaison entre les notions de PPGIS, bottom-up, web 2.0 ainsi que de géoportail garantissent une certaine pérennité dans le temps, ainsi que l'interopérabilité des données en cas de changement de technologie.

4 Analyse des besoins

Tout projet de cette envergure nécessite que les besoins des futurs utilisateurs soient totalement intégrés dans le processus d'implémentation. L'analyse des besoins était le but principal du travail de semestre effectué durant l'automne 2009. De nombreuses personnes travaillant pour le compte du SFFN et du SESA ont été interviewées. Une liste non-exhaustive des besoins a pu être faite, en voici les principaux éléments.

4.1.1 *Besoin d'accessibilité de la plateforme*

Les collaborateurs des services de l'administration cantonale concernés devront tous travailler ensemble sur la même plateforme, et en étant répartis sur tout le territoire vaudois. La plateforme développée doit donc pouvoir être accessible en tout temps et tous lieux. Par ailleurs, l'hétérogénéité des utilisateurs nécessite l'emploi d'explications claires et précises afin que les collaborateurs puissent s'y habituer facilement.

4.1.2 *Besoin de définition de type de personnel*

Différents profils d'utilisateur devront être définis (visiteur, fournisseur de données, administrateur). Cette définition se fera en fonction des particularités des services de l'administration.

4.1.3 *Besoin de gestion des données textuelles*

La plateforme développée doit être capable de gérer l'inscription et l'enregistrement de données textuelles. Ces dernières doivent être stockées dans une base de données et doivent être visualisables à tout moment. De plus, une distinction entre les données prioritaires et optionnelles devra être faite afin de garantir la rapidité de l'inscription.

4.1.4 *Besoin de gestion de descriptions géographiques*

Une description de la géométrie d'un événement sur une carte doit être possible. De la même façon qu'un schéma peut être dessiné sur une carte papier, l'utilisateur doit avoir la possibilité de retranscrire, sur son lieu d'occurrence, un événement au travers d'une application cartographique interactive. Cette dernière doit donc disposer des outils adéquats ainsi que d'autres fonctionnalités (outils de zoom, outils de déplacement, filtre permettant le choix de plusieurs fonds de carte, échelle, etc.).

4.1.5 *Besoin de gestion de données photos*

En complément aux deux types de données susmentionnés, il doit être possible d'enregistrer des données photographiques.

4.1.6 *Besoin de validation des données*

Les inscriptions d'événements devront être validées par les responsables des services en question. En cas d'erreur ou de complément à intégrer, ces inscriptions doivent être modifiables.

4.1.7 *Besoin de visualisation des événements enregistrés*

La visualisation des données tant, textuelles que géographiques ou photographiques devra être possible. De plus, un système proposant un archivage papier personnel doit être facilement accessible. La possibilité de travailler avec un logiciel SIG de bureau doit aussi être prise en compte.

5 Développement de la plateforme prototype

5.1 Fonctionnement général

Le développement de l'interface repose sur une structure relativement simple composée de trois entités différentes, correspondant aux profils des utilisateurs (cf. chapitre 5.2). Comme le montre l'image 13, une étape d'identification est effectuée grâce à un login (nom d'utilisateur, mot de passe).

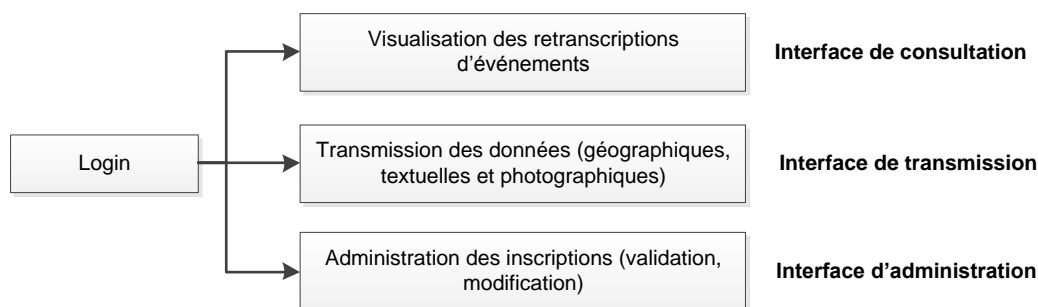


Image 13 : Schéma général de la plateforme

Une fois les informations d'identification vérifiées et validées, l'utilisateur peut visiter, en fonction de ses droits d'accès, les 3 interfaces.

Le fonctionnement de la plateforme est détaillé ci-dessous (image 14). Il est composé d'utilisateurs qui transmettent des données (les fournisseurs) dans une plateforme commune à l'administration cantonale, d'utilisateurs qui valident ces mêmes données (les administrateurs) puis un dernier type d'utilisateur qui visualisent les données validées (les visiteurs).

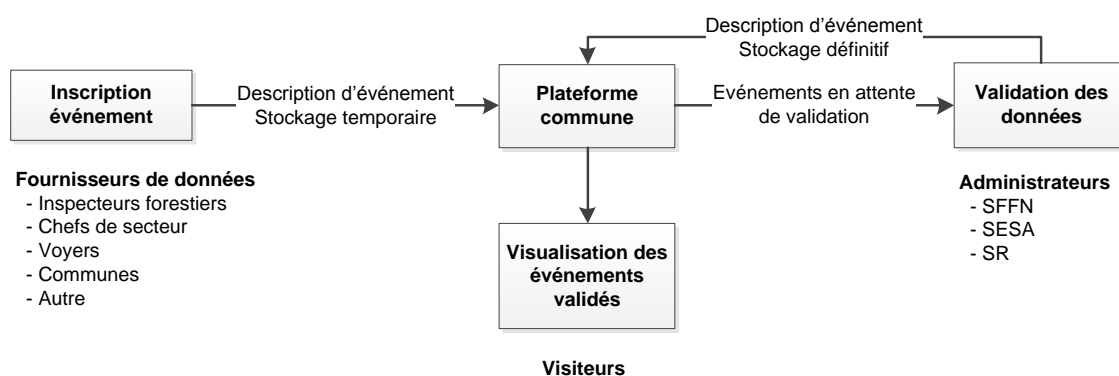


Image 14 : Schéma du fonctionnement de la plateforme

Les deux schémas présents sur cette page résument de façon simplifiée mais complète le fonctionnement de la plateforme développée dans le cadre de ce projet de Master. Les parties suivantes de ce chapitre ont pour objectifs d'expliquer plus en détail les différents éléments de ces schémas.

5.2 Profil d'utilisateur

La création d'une plateforme commune au sein de l'administration cantonale nécessite la définition de conditions cadres organisationnelles (cf. chapitre 4.1.2). Les tâches et les responsabilités doivent être instaurées et réparties entre les différents services. Il faut déterminer qui relève les informations, quels services les réceptionnent et les vérifient. Ceci dans le but d'éviter les doublons ou des omissions. Cette nouvelle structure doit être correctement intégrée à l'intérieur des services. Cela implique notamment que les personnes responsables disposent d'une formation adéquate sur ce nouveau système ainsi qu'un cahier des charges précis et exhaustif.

Techniquement, ces exigences organisationnelles se traduisent par la création de différents profils d'utilisateurs, possédant des droits spécifiques. Dans le cadre de ce projet, trois types d'utilisateurs ont été défini.

Tableau 1 : Droits d'accès

Profil	Nom	Fonction	Droits d'accès
Profil 1	Visiteur	Visualisation des événements validés	1
Profil 2	Fournisseur	Visualisation et transmission d'événements	2
Profil 3	Administrateur	Validation, transmission et visualisation	3

Comme le montre le tableau 1, le profil 1 correspond à un simple visiteur, qui n'a que le droit de visualiser les données enregistrées et validées. Dans le cadre de cette plateforme d'essai, cette interface de consultation est protégée par un mot de passe au même titre que les autres interfaces (transmission et administration). Cependant, il serait tout à fait envisageable de laisser cet accès libre. Ainsi toute personne se connectant sur la plateforme pourrait consulter librement des données. Préalablement au développement de la plateforme finale, les autorités cantonales devront décider quelle accessibilité elles souhaitent fournir à la consultation des données. Un changement en cours de développement nécessiterait de nombreuses adaptations, et une perte de temps non négligeable.

La définition des personnes possédant le profil 2 devra aussi être sujet à décision. En effet si la participation des chefs de secteur pour le SESA et des inspecteurs forestiers pour le SFFN comme fournisseur de données semble être essentielle, d'autres personnes pourraient transmettre des données, telles que des voyers, des gardes forestiers, des employés communaux voire même des particuliers. Si la décision est prise d'élargir le nombre de fournisseurs, la structure de contrôle et de validation devra être adaptée et dimensionnée de façon adéquate.

Les administrateurs des services (profil 3) ont pour tâche de garantir la qualité des données. Ils ont par ailleurs, la possibilité de consulter et d'introduire eux-mêmes des descriptions d'événements. Les administrateurs possèdent donc aussi les droits des fournisseurs et des visiteurs. Dans le même ordre d'idées, les fournisseurs ont aussi la possibilité de visualiser les données (donc les droits des visiteurs).

Ces profils sont stockés dans la base de données et ne sont connus du système que lorsqu'un utilisateur fournit son nom et mot de passe en entrant sur le site. A chaque profil correspond une interface (cf. chapitre 5.1) et des droits d'accès (cf. chapitre 5.7).

Tableau 2 : Résumé des droits attribués en fonction du profil des utilisateurs

	Accès à la plateforme	Application cartographique	Fiches descriptives	Transmission événements	Validation événements	Gestion personnel
Visiteur	oui	oui	oui	non	non	non
Fournisseur	oui	oui	oui	oui	non	non
Administrateur	oui	oui	oui	oui	oui	oui

5.3 Logiciels OpenSource

Tous les logiciels utilisés lors du développement de cette plateforme prototype sont dit « OpenSource ». Cela signifie que leur licence est ouverte (libre accès au code source) et qu'ils sont téléchargeables (en règle générale) gratuitement sur internet. Le choix du type de logiciel a été une question essentielle pour la réalisation de la plateforme. Voici les éléments qui ont motivé ce choix.

5.3.1 *Indépendance de la structure*

Les solutions OpenSource ne reposent pas sur des formats propriétaires. Ainsi la plateforme n'est pas dépendante des aléas de la conjoncture économique, des performances et des volontés des entreprises propriétaires de la licence. Elles permettent de s'affranchir de toutes relations contractuelles avec leurs développeurs.

5.3.2 *Investissement financier moindre*

Pour la grande majorité d'entre eux, les logiciels OpenSource sont gratuits, à la disposition des internautes et en libre téléchargement sur internet. Dans le cadre de ce projet de Master, par souci d'économie, le choix de l'utilisation de logiciel OpenSource paraît être le plus judicieux. De plus ce choix ne changera en rien le fonctionnement du système. L'utilisateur dialoguera avec le système via son propre navigateur Web ou logiciel SIG, seule la structure du système est concernée par ce choix.

En choisissant de tels logiciels, l'Etat évite aussi de devoir renouveler des licences annuelles et ainsi économise l'argent du contribuable.

5.3.3 *Pérennité*

La pérennité de la structure mise en place est quelque chose d'essentielle. Les technologies sur internet évoluent rapidement grâce à l'augmentation des bandes passantes, à l'amélioration des programmes et à l'accroissement des capacités de stockage. Ainsi, il est important que l'administrateur de la plateforme soit capable de constamment faire évoluer la structure afin qu'elle puisse intégrer de nouveaux composants et toujours être à jour. Cela requiert une maintenance constante afin de garantir des performances optimales.

Le monde des logiciels OpenSource évolue très vite. Ceci est un avantage et un inconvénient. En effet, la migration vers une nouvelle version n'est pas toujours chose aisée à accomplir et requiert parfois beaucoup de temps. Cependant cela permet de maintenir le système à niveau et d'assurer l'interopérabilité des données à long terme.

De plus, les logiciels OpenSource utilisent principalement des standards internationaux (par exemple W3C ou l'OGC, cf. chapitres 5.5.1 et 5.4.1), au contraire des logiciels sous licence qui utilisent souvent des formats propriétaires.

5.3.4 *Qualité des logiciels*

Dans le cadre du projet de semestre, différentes variantes ont été abordées concernant le choix des solutions informatiques (Longchamp 2009). Un grand nombre d'études et de tests ont été analysés. En règle générale, ils s'accordent à dire que pour la thématique abordée dans ce travail, les logiciels OpenSource permettent d'obtenir des résultats identiques, voire même meilleurs que les logiciels propriétaires. De plus ils autorisent une meilleure souplesse de mise en place.

5.3.5 Exigences cantonales

Les logiciels OpenSource sont intégrés dans la stratégie de développement de L'Etat de Vaud. En effet, ce dernier dépense annuellement 35 millions de francs pour développer ses propres solutions OpenSource spécifiques aux administrations publiques.

Voici quelques extraits tirés du plan stratégique 2007-2012 des systèmes d'information de l'Etat de Vaud¹⁴ :

1. « Rationalisation technologique par une convergence vers des technologies standard et ouvertes (normes eCH¹⁵, logiciels libres, ...) pour lesquelles l'ACV¹⁶ doit maintenir des compétences internes et autant que possible partagées avec les autres partenaires (cantons, communes, Confédération) ».
2. « A chaque fois que cela est possible, la DSI¹⁷ privilégie le choix de logiciels ouverts, interopérables, et si possible sous licence de type "logiciel libre". (...) »

Par ailleurs, le chef du Département des infrastructures, Monsieur François Marthaler a reçu le 23 septembre dernier à Winterthour, le prix dans la catégorie "avocat des logiciels libres". Ce dernier était décerné par l'association ch/open¹⁸ qui milite pour une plus grande utilisation des solutions OpenSource en Suisse¹⁹.

¹⁴ <http://www.vd.ch/index.php?id=4805> (consulté le 15.06.2010)

¹⁵ Association qui a pour objectif de promouvoir et de développer des normes pour la cyberadministration (e-gouvernement).

¹⁶ Acronyme d'Administration Cantonale Vaudoise

¹⁷ Acronyme de Direction des Systèmes d'Informations

¹⁸ <http://www.ch-open.ch> (consulté le 15.06.2010)

¹⁹ Informations tirées du blog de M. Marthaler : <http://blogs.verts-vd.ch/marthaler/category/logiciels-libres/> (consulté le 15.06.2010)

5.4 Normes et standards

Avant de rentrer en détail dans les différentes composantes techniques de la plateforme, il est important de donner quelques définitions de formats, normes ou standards qui seront utilisés par la suite.

5.4.1 Standards OGC

Le développement de logiciels OpenSource durant ces dernières années s'est fait en étroite relation avec l'émergence de nouvelles normes et standards internationaux. En ce qui concerne les solutions géospatiales, l'Open Geospatial Consortium²⁰ (OGC) a été fondé au milieu des années 1990. Ce consortium international a pour objectif de développer et de promouvoir des standards ouverts dans le domaine de l'information géographique afin de garantir les échanges de contenus et leurs interopérabilités.

Dans un souci de pérennité de la future interface du cadastre des événements, il serait judicieux que les normes OGC soient respectées. De plus, la majorité des logiciels SIG, propriétaire ou OpenSource, utilise ces standards. Cela garanti ainsi la compatibilité des données et des logiciels. Pour aider la compréhension des composantes du système, les deux principales normes de l'OGC utilisées vont être expliquées. Il s'agit du WMS et du WFS.

5.4.2 WMS

WMS est l'acronyme de Web Map Service. C'est un standard de l'OGC qui permet via une URL de générer et d'envoyer des images géo-référencées à partir de serveurs de données. L'application cartographique envoie une requête WMS (voir exemple ci-dessous) au serveur cartographique qui va retourner une image aux formats JPEG, PNG ou encore GIF (OGC 2006).

Pour obtenir une image en retour, les éléments suivants doivent être inclus dans l'URL :

Exemple d'URL WMS (tiré de la plateforme prototype) :

(1)http://lasigpc16.epfl.ch:8080/geoserver/wms?(2)LAYERS=tig:cn25&(3)FORMAT=image/png&(4)SERVICE=WMS&(5)VERSION=1.1.1&(6)REQUEST=GetMap&(7)STYLES=(8)&SRS=EPSG:21781&(9)BBOX=528200.86883643,163762.48473828,529079.79797461,164641.41387646 (10)&WIDTH=300(11)&HEIGHT=300

Avec :

- (1) L'adresse du serveur cartographique
- (2) Le nom de la couche que l'on souhaite afficher
- (3) Le format de l'image que l'on souhaite recevoir
- (4) Le nom du service OGC (WMS en l'occurrence)
- (5) La version du protocole WMS
- (6) Type d'opérations que l'on souhaite effectuer
- (7) Style à appliquer
- (8) Numéro de la projection
- (9) Etendue de la zone géographique
- (10) Largeur de l'image
- (11) Hauteur de l'image

Cette URL peut être copié-collé dans un navigateur WEB (en enlevant les chiffres entre parenthèses). Elle affichera une image de la carte nationale près de Cossonay.

²⁰ <http://www.opengeospatial.org/> (consulté le 15.06.2010)

Dans une URL WMS, trois types d'opérations peuvent être effectués (cf. point 6) :

- GetMap : Consiste à demander en retour au serveur cartographie une image (action utilisée dans la requête précédente).
- GetCapabilities : Permet d'obtenir les méta-données des couches stockées sur le serveur cartographique et des informations concernant les paramètres tolérés.
- GetFeatureInfo : Permet d'obtenir des informations relatives à un objet en particulier.

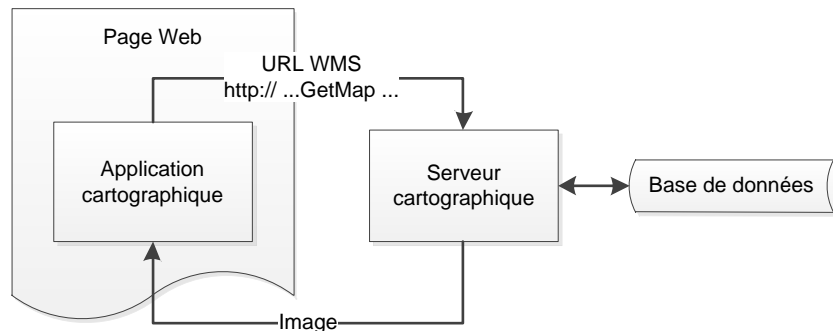


Image 15 : fonctionnement du protocole WMS

5.4.3 WFS

Le Web Feature Service (WFS) est un autre standard OGC permettant d'obtenir des objets géographiques se trouvant sur un serveur. Ces objets peuvent être des points, des lignes ou des polygones (OGC 2005).

Exemple d'URL WFS (tiré de la plateforme prototype) :

(1)http://lasigpc16.epfl.ch/cgi-bin/proxy.cgi?url=http://lasigpc16.epfl.ch:8080/geoserver/wfs(2)&typename=tig:visu_geo_peter_polygone(3)&SERVICE=WFS(4)&VERSION=1.0.0(5)&REQUEST=GetFeature(6)&SRS=EPSG:21781(7)&BBOX=527777.44188699,162480.9366913,531117.37261207,165410.70048526

Avec :

- (1) L'adresse du serveur cartographique
- (2) Le nom de la couche que l'on souhaite afficher
- (3) Le nom du service OGC (WFS en l'occurrence)
- (4) La version du protocole WFS
- (5) Type d'opérations que l'on souhaite effectuer
- (6) Numéro de la projection
- (7) Etendue de la zone géographique

Cette requête va demander au serveur de produire un fichier GML contenant les données vectorielles pour la zone et les couches spécifiées. Ce fichier peut être lu dans un navigateur Web ou être traité dans une application cartographique afin d'afficher les données qu'il contient.

De manière similaire au protocole WMS, plusieurs opérations peuvent être effectuées à l'aide d'une adresse URL (point 5) :

- GetFeature : Consiste à demander en retour au serveur cartographique un objet (action utilisée dans la requête précédente).
- GetCapabilities : Permet d'obtenir les méta-données des couches stockées sur le serveur cartographique et des informations sur les paramètres tolérés.
- GetFeatureType : Permet d'obtenir des informations relatives à la structure de la donnée.

- Transaction : Savoir si le serveur supporte des transactions.
- LockFeature : Permet de bloquer l'accès à un objet (pendant une transaction).

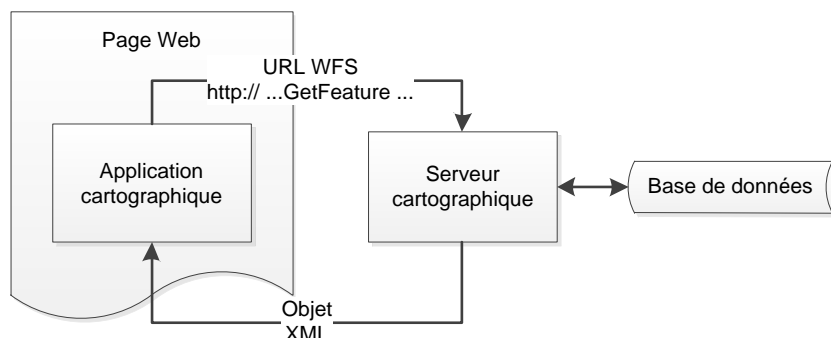


Image 16 : Fonctionnement du protocole WFS

Dans le cadre de l'application cartographique du cadastre des événements, les objets géographiques devront pouvoir être insérés, modifiés et supprimés. Il est donc essentiel de disposer d'un protocole, qui non seulement permet d'afficher ces objets, mais aussi d'interagir avec eux. Pour se faire, une norme complémentaire au WFS, le WFS-t (t pour transactionnel) permet d'effectuer ce genre d'opérations. Ce protocole permet donc de modifier directement un objet depuis l'application cartographique. Le transfert de fichier XML (GML) (cf. image 17) s'effectue donc dans les deux sens.

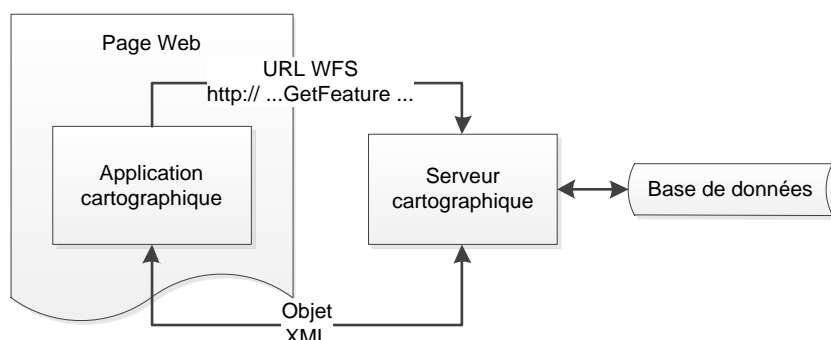


Image 17 : Fonctionnement du protocole WFS-t

5.4.4 XML et GML

Le XML (Extensible Markup Language) est un langage informatique de balisage développé par le W3C. Il sert à stocker et à transférer des données de type textes structurés dans des champs arborescents.

Le GML (Geography Markup Language) est l'adaptation de XML pour la gestion de la géométrie. Il permet de manipuler et transférer des données géographiques. Ce langage est supporté par l'OGC.

5.5 Langages de programmation utilisés

Le développement d'une telle structure nécessite l'emploi de différents langages de programmation. Ce chapitre en fournit une brève description.

5.5.1 Le HTML

L'Hypertext Markup Language (HTML) est un langage permettant la représentation du contenu des pages internet. Il s'agit d'un langage de balisage qui autorise l'ajout, le formatage ainsi que la structuration de contenu divers (images, formulaires de saisie, vidéos, etc.). Par ailleurs, il permet d'intégrer d'autres langages de programmation. Cette particularité va être abondamment utilisée dans le cadre de ce projet, notamment pour la création des applications cartographiques.

Ce langage conçu à la fin des années 80 a été constamment amélioré, notamment grâce aux efforts de promotion du World Wide Web Consortium²¹ (W3C), un organisme de standardisation à but non lucratif.

5.5.2 Le PHP

Ce langage permet la création de pages internet dynamiques en travaillant avec des informations présentes du côté serveur et en les envoyant au navigateur. Il permet à l'utilisateur de pouvoir interagir avec une base de données, pour récupérer, modifier ou fournir des informations. Dans le cas présent, ce langage permet de pouvoir afficher les descriptions des événements déjà enregistrés ainsi qu'en intégrer de nouveaux.

Le principe de fonctionnement du PHP est expliqué à l'aide de l'image 18 qui se réfère aux quelques points mentionnés ci-dessous (cf. PHP 5 avancé).

1. Envoi d'une requête depuis le navigateur internet de l'utilisateur jusqu'au serveur http.
2. Si la page correspond à un script PHP (extension .php), le serveur la communique au module (ou interprète²²) PHP.
3. Traitement du script, avec possible connexion à des fichiers, base de données ou serveur d'e-mail. Génération du code HTML.
4. Envoi du code HTML au serveur Web.
5. Transmission de ce dernier au navigateur du client.

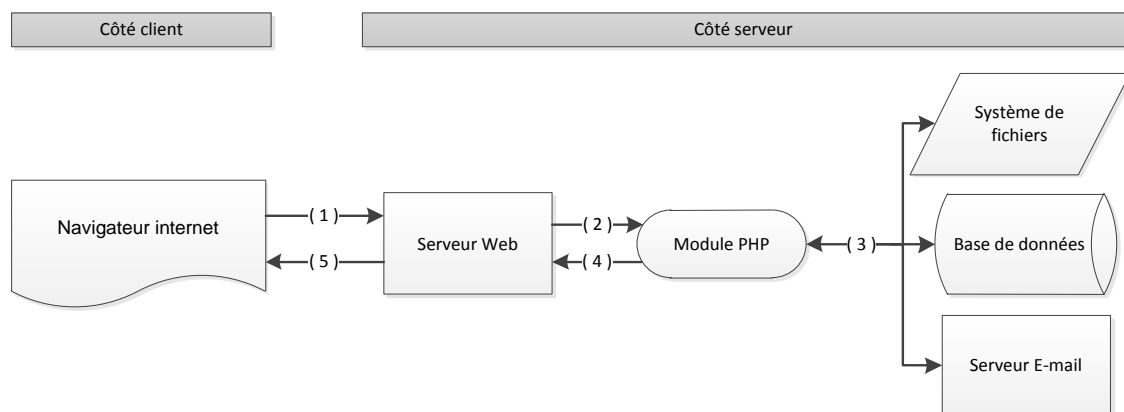


Image 18: Fonctionnement du PHP

²¹ <http://www.w3.org/> (consulté le 16.06.2010)

²² Outil informatique ayant pour tâche d'analyser, de traduire et d'exécuter un programme écrit dans un langage informatique. Wikipedia (consulté le 16.06.2010)

5.5.3 Le SQL

Ce langage est utilisé pour interagir avec une base de données. En effet, il peut être utilisé directement dans le système de gestion de la base de données ou intégré dans un code PHP. Cette dernière méthode permet de pouvoir manipuler les données à distance, en y intégrant les droits d'accès à la base de données.

C'est la combinaison PHP-SQL qui permet une interaction directe entre l'utilisateur du site internet et la base de données. Ainsi, le script analysé par le module PHP au point 3 de la figure précédente doit contenir du code SQL. Des fonctions PHP vont permettre d'établir un lien avec la base de données, puis de transmettre ces instructions SQL.

5.5.4 Le Javascript

Ce langage de programmation rend les pages web plus interactives. En effet, il permet de créer des événements et d'agir sur la page affichée dans le navigateur (click, liste déroulante progressive, etc.). Plusieurs composantes de la plateforme utilisent ce langage, notamment toutes les applications cartographiques. Elles utilisent une bibliothèque de fonction javascript appelée OpenLayers. Cette dernière sera détaillée par la suite.

Contrairement au PHP, les événements s'effectuent du côté client, et non pas du côté serveur. Cela autorise une plus grande ergonomie pour l'utilisateur, et évite de recharger la page après chaque modification.

5.5.5 Le CSS

Le Cascading Style Sheet a pour objectif de gérer le style de présentation d'une page web. Il s'agit d'un fichier auquel toutes les pages web de la plateforme font appel pour la gestion de la mise en page. Ainsi, un changement de la couleur d'un tableau peut être effectué de façon commune à toutes les pages.

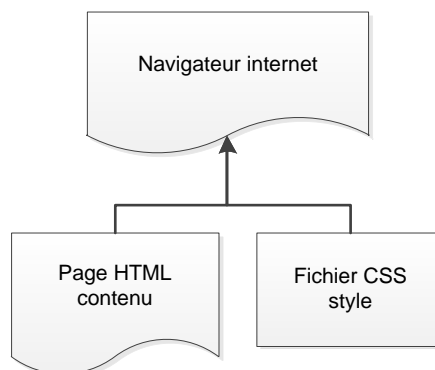


Image 19 : Fonctionnement du CSS

5.6 Composantes techniques de la plateforme

Afin de pouvoir réaliser cette plateforme d'essai, un certain nombre d'éléments ont dû être utilisés. En effet, le stockage de données (géographiques ou textuelles), la création de pages internet ainsi que la visualisation des données nécessitent la mise en place et l'adaptation de plusieurs composants informatiques.

5.6.1 Serveur WEB

La fonction principale d'un serveur WEB est la diffusion d'informations en ligne. Il permet d'interpréter des requêtes arrivant sur le port de communication HTTP et de retourner des réponses dans ce même protocole. Afin de pouvoir visionner ces pages, l'utilisateur doit disposer d'un navigateur internet (Internet Explorer, Firefox, etc). Le serveur WEB permet de créer un lien entre les informations contenues sur le serveur et les navigateurs internet via le protocole HTTP.

De plus, le serveur WEB permet aussi d'effectuer des requêtes sur des bases de données grâce à des langages spécifiques (PHP²³, ASP²⁴, etc).

Il existe plusieurs serveurs disponibles sur le marché. Les principaux sont APACHE²⁵ et Microsoft Internet Information Service (IIS)²⁶. Ces deux produits représentent la grande majorité du marché avec respectivement près de la moitié et du tiers de part de marché (chiffres de NetCraft²⁷ 2009).

Du point de vue technique, Apache offre une meilleure efficacité et sécurité que son concurrent mais est plus difficile à configurer. Cependant le réel avantage d'Apache est sa gratuité (logiciel OpenSource) alors que IIS est développé par Microsoft, donc payant (source : memoireonline²⁸).

5.6.2 Serveur cartographique

Un serveur cartographique est une composante informatique permettant de réceptionner des requêtes d'une application cartographique, de les traiter puis de renvoyer en retour une image ou un objet géoréférencé afin qu'il ou elle puisse être visualisé dans l'application cartographique (comme par exemple le WMS ou WFS, cf. chapitres 5.4.2 et 5.4.3).

Plusieurs serveurs cartographiques sont disponibles sur le marché. Par exemple, GeoServer²⁹ est un moteur cartographique OpenSource écrit en JAVA qui implémente des fonctionnalités développées dans le cadre des standards de l'OGC (WMS, WFS-t, etc). Il permet une mise en place rapide et simple d'un serveur cartographique proposant de nombreux formats de sortie (PNG, SVG, KML, JPEG,...).

Mapserver³⁰ est un autre logiciel gratuit qui permet, comme pour le programme précédent, de créer dynamiquement du contenu géoréférencé à partir de données présentes sous plusieurs formes (base de données à composante géographique, serveur distant, fichier géométrique sur son disque dur). La clé de voûte de ce programme est le mapfile, qui est composé d'un fichier texte structuré en plusieurs paragraphes. Il permet d'introduire toutes les spécificités relatives aux différentes couches d'informations, aux échelles, légendes et autres. Ce programme est devenu une référence en matière de cartographie sur internet, disposant d'une grande communauté d'utilisateurs, et donc de ressources explicatives étoffées (Source : Beginning MapServer).

²³ Hypertext Preprocessor

²⁴ Active Server Pages (standard mis en place par Microsoft permettant de développer des applications Web interactives).

²⁵ <http://httpd.apache.org/> (consulté le 25.05.2010)

²⁶ <http://www.iis.net/> (consulté le 25.05.2010)

²⁷ http://news.netcraft.com/archives/2009/04/06/april_2009_web_server_survey.html (consulté le 30.05.2010)

²⁸ http://www.memoireonline.com/07/08/1287/m_mise-en-place-d-une-plate-forme-de-cartographie-dynamique8.html

²⁹ <http://geoserver.org/display/GEOS/Welcome> (consulté le 04.04.2010)

³⁰ <http://mapserver.org/> (consulté le 03.04.2010)

Ces deux applications ne sont pas les seules sur le marché (cf. annexe 10.5), mais représentent les meilleures alternatives dans l'optique de développer une plateforme basée sur des logiciels OpenSource. Mapserver et GeoServer offrent pratiquement les mêmes performances. L'avantage principal de GeoServer est qu'il permet de gérer la norme WFS-t permettant ainsi d'interagir directement avec la base de données. L'aspect participatif étant la pierre angulaire de ce projet, il est donc nécessaire de disposer d'outils permettant d'introduire online des nouvelles données géoréférencées. De ce fait, le choix du serveur cartographique se porte sur GeoServer.

5.6.3 Client d'application cartographique

Le serveur d'application cartographique permet d'aller chercher dans la base de données les informations et de les transférer. Il faut maintenant afficher cette information géographique pour que l'utilisateur puisse la visualiser et la manipuler. Cela s'effectuera via une application cartographique introduite dans une page internet. OpenLayers est une application OpenSource qui a pour fonctionnalité l'affichage de ces données. Elle est constituée d'une bibliothèque de fonctions JavaScript qui permet l'insertion dans une page HTML d'une application cartographique interactive.

Il existe d'autres clients cartographiques (cf. annexe 10.5), OpenSource pour la plupart, mais OpenLayer est le seul à gérer efficacement les protocoles WFS et GML, composante principale de la future plateforme.

5.6.4 Base de données

Dernier élément essentiel à notre système, la base de données est, comme son nom l'indique, l'endroit dans lequel sont stockées toutes les données. Cette dernière sera manipulée grâce à un système de gestion de base de données (SGBD) qui permet d'organiser, de modifier et de consulter les données. Ces manipulations sont faites dans un langage propre au SGBD, le SQL (cf. chapitre 5.5.3).

Dans le cas d'une plateforme cartographique, l'exigence principale est de disposer d'une base de données qui puisse gérer la géométrie. Il faut donc qu'elle ait une composante spatiale. Le serveur cartographique doit donc pouvoir se connecter à cette base, et retirer les informations géométriques qu'il souhaite pour pouvoir les afficher dans le client cartographique.

Plusieurs SGBD, à composantes géographiques, sont disponibles, les principaux sont MySQL, PostgreSQL ainsi que Oracle Spatial. Les deux premiers étant OpenSource et le dernier commercial. MySQL est considéré comme étant moins robuste que PostgreSQL. Ce dernier devrait être choisi pour la mise en place de la plateforme³¹.

PostGIS est l'extension spatiale de PostgreSQL. Elle ajoute des fonctionnalités autorisant l'enregistrement et la manipulation d'objets spatiaux, la spécification des systèmes de projections ainsi que la gestion des types de géométrie³². Elle permet d'utiliser une multitude de nouvelles fonctions pour traiter cette géométrie. La manipulation des données se fait soit par ligne de commande, soit via des interfaces graphiques (PhpPgAdmin³³ ou pgAdmin III³⁴).

³¹ Rapport d'étude LINAGORA pour le compte du Centre National d'Etudes Spatiales
http://cct.cnes.fr/cct05/public/2007/documents/Etude_comp_bases_donnees_spatialisees/rapport_etude_spatiale_final.pdf

³² http://www.geotests.net/cours/sigma/webmapping/2009seance2_postgisv2.pdf

³³ <http://phpPgAdmin.sourceforge.net/>

³⁴ <http://www.pgadmin.org/>

5.6.5 Résumé des éléments utilisés

La représentation ci-dessous résume de façon schématisée les différents composants de la plateforme ainsi que leurs flux et interconnexions.

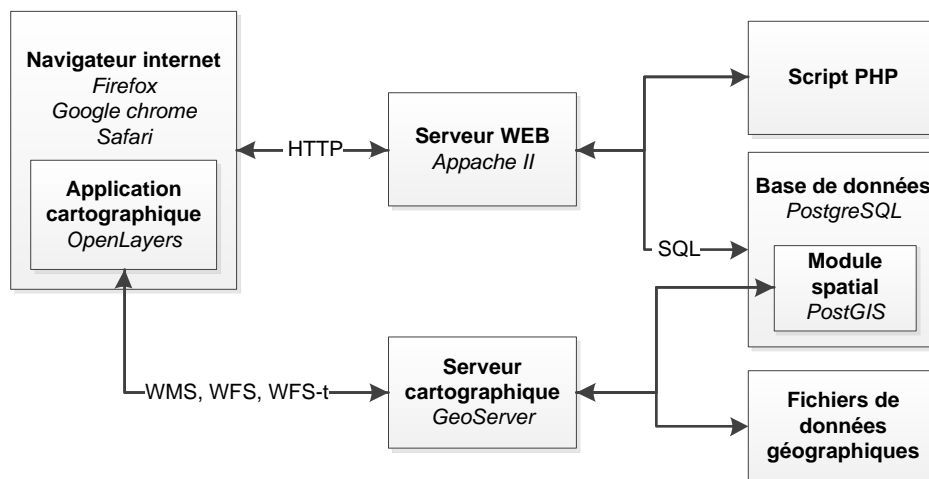


Image 20 : Composants informatiques

5.7 Gestion des droits d'accès

Dans le cadre de cette structure prototype, le nom d'utilisateur ainsi que le mot de passe sont vérifiés par simple analyse de similitude avec les informations personnelles enregistrées dans la base de données (table utilisateur). Cela est effectué grâce à des requêtes PHP/SQL qui permettent de saisir les entrées fournies par l'utilisateur désirant accéder à la plateforme ainsi que d'accorder ou non le droit d'entrer. En cas d'exacte correspondance entre ces dernières, le système génère automatiquement des variables de sessions, permettant l'identification de l'utilisateur tout au long de sa visite. A contrario, si l'identification a échoué, un message d'erreur sera affiché.

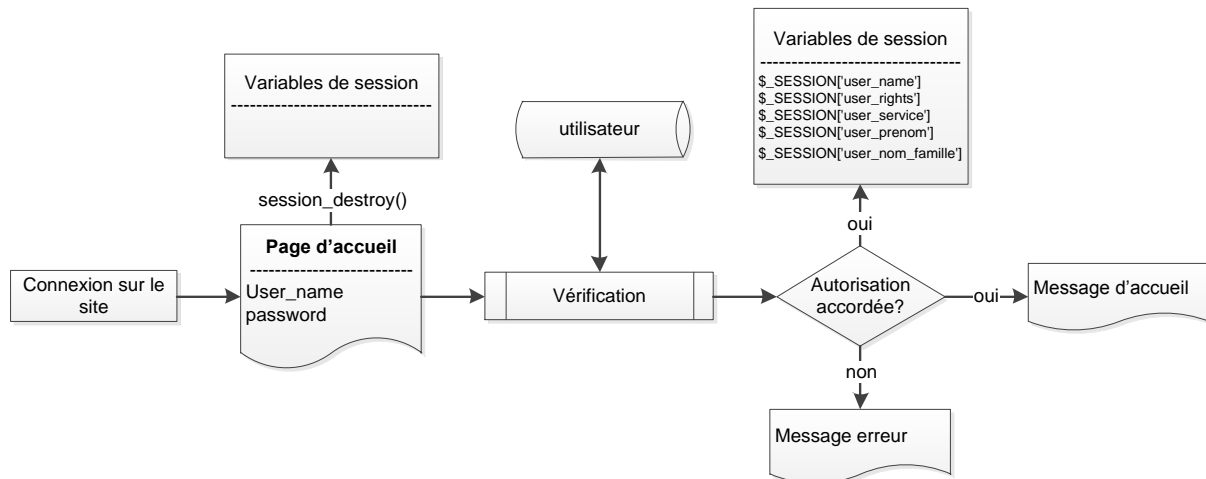


Image 21 : Schéma de la gestion des droits d'accès

Les variables de session sont des variables dites « superglobales » qui sont générées par PHP. Elles sont stockées sur le serveur lorsqu'un utilisateur est présent sur les pages internet de la plateforme, puis disparaissent lors de son départ. Cela permet ainsi de transmettre des informations relatives à l'utilisateur d'une page à une autre. L'accès à certaine page en fonction des droits d'utilisateurs est basé sur ce principe.

Si l'autorisation est accordée, la variable de session `user_rights` est créée en fonction du profil de l'utilisateur stocké dans la base de données.

De cette façon, chaque page de la plateforme analyse préalablement les droits de l'utilisateur avant d'afficher son contenu. Cette dernière peut être accédée uniquement en ayant effectué un login sur la page principale. Le but étant ici d'éviter l'accès non-autorisé aux pages par un copier-coller de l'adresse URL.

5.8 Interface de consultation

Cette interface repose principalement sur l'utilisation d'une carte interactive permettant la représentation des différents éléments (périmètre, zone d'accumulation, érosion des rives, etc) qui symbolise géographiquement un type d'événement naturel (EDA).

L'image 22 symbolise le fonctionnement général de cette interface.

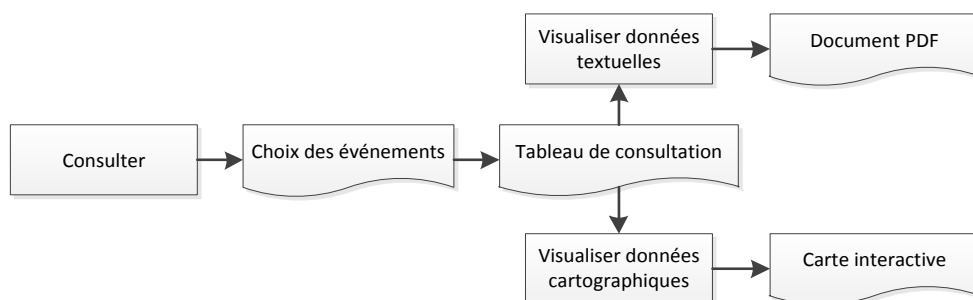


Image 22 : Schéma de l'interface de consultation

Dans un premier temps, l'utilisateur a la possibilité d'affiner sa recherche. Un certain nombre de requêtes sont à sa disposition, comme par exemple la sélection du type de danger, l'année ou le lieu de l'événement. A noter que toutes ces requêtes sont complémentaires et peuvent donc être combinées entre elles. Si l'utilisateur ne souhaite pas effectuer de filtrage, le système va automatiquement lui proposer tous les événements introduits et validés dans la base de données.

Ces requêtes déjà « toutes faites » sont sommaires et à la portée de tout un chacun. En effet, des requêtes plus spécifiques, notamment pour les professionnels concernés (gardes forestiers, voyers, etc.), pourront être effectuées directement sur la base de données (via un logiciel SIG) ou grâce à une structure annexe, similaire à cette plateforme d'essai, et disposant des droits d'accès à la base de données.

Les représentations suivantes expliquent les premières étapes de cette interface.

Etape 1 : Choix des événements

Consultation des événements

Selection de l'aléa :

Selection de la commune :

Selection de l'année :

Image 23 : Interface de consultation - Choix des événements

Etape 2 : Tableau de consultation

Consultation des événements

Type	Date	Lieu	Carte	Données
Effondrement	01.03.2010	L'Abbaye	<input type="checkbox"/>	Visualiser
Inondation	04.02.2010	Bex	<input type="checkbox"/>	Visualiser
Chute de pierres et de blocs	01.01.2010	Vallorbe	<input type="checkbox"/>	Visualiser
Lave torrentielle	01.01.2010	Bottens	<input type="checkbox"/>	Visualiser
Glissement de terrain profond permanent	01.01.2010	Ormont-Dessous	<input type="checkbox"/>	Visualiser
Avalanche	03.03.1999	Corbeyrier	<input type="checkbox"/>	Visualiser

Données géographiques

[Tout sélectionner](#) [Rien sélectionner](#)

Image 24 : Interface de consultation - Tableau de consultation

L'utilisateur a maintenant la possibilité de créer automatiquement un document PDF avec l'ensemble des données enregistrées (géographiques, textuelles et photographiques) ou de visualiser les données géographiques interactives. Le document PDF permet à l'utilisateur désirant garder une copie personnelle de l'inscription, de le télécharger et/ou de l'imprimer pour un archivage personnel

(cf. chapitre 4.1.7). A noter que contrairement aux documents PDF, plusieurs événements peuvent être visualisés sur l'application cartographique en même temps. Le choix du ou des événement(s) à visualiser s'effectue en sélectionnant les cases correspondantes dans la colonne « carte » puis en validant le choix en cliquant sur le bouton « Visualiser ».

L'événement est référencé sur la carte à l'endroit où il s'est déroulé. Sa représentation est soit ponctuelle s'il s'agit d'un événement ayant une répartition géographique réduite (dans le cas de chutes de pierres par exemple), soit prenant la forme de l'étendue de l'événement pour les catastrophes de plus grande surface (avalanches, inondations, etc.). Plus d'informations concernant la relation entre les types de géométries utilisées (point, ligne ou polygone) et l'événement retranscrit sont disponibles au chapitre correspondant (cf. chapitre 6.2.6).

Etape 3.a : Carte interactive

Visualisation des données géographiques

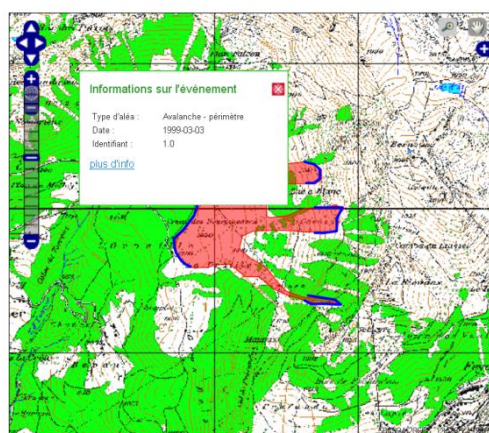


Image 25 : Interface de consultation - Carte interactive

Etape 3.b : Document PDF

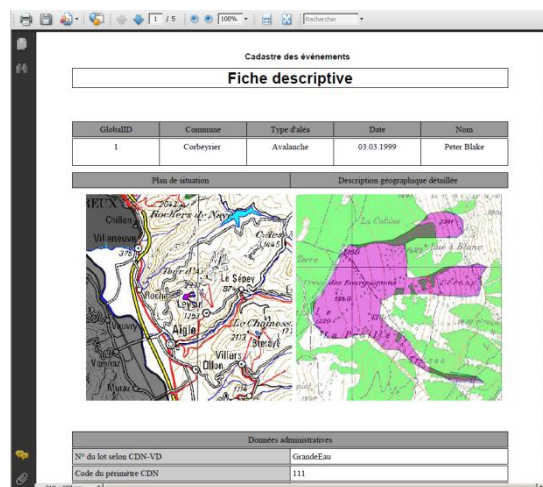


Image 26 : Interface de consultation - Document PDF

Dans l'interface cartographique, l'utilisateur peut choisir le fond de carte sur lequel il souhaite afficher les informations désirées. En effet, les technologies cartographiques présentes sur internet permettent de disposer d'une multitude de cartes numériques. L'utilisateur aura donc l'opportunité de passer d'une carte nationale à une orthophoto, en cochant simplement une case dans un menu.

Grâce à un simple clic sur un événement référencé, l'utilisateur peut voir apparaître une fenêtre en surimpression lui indiquant les informations de base y faisant référence. Dans cette fenêtre, il est invité à cliquer sur un lien afin d'obtenir plus de renseignements. Ce lien accède au document PDF décrivant de façon précise l'événement.

Le fichier PDF est généré uniquement quand l'utilisateur le demande. Cette opération nécessite la création d'images via des requêtes WMS envoyées au serveur cartographique, puis la récolte des informations textuelles et photographiques dans la base de données.

Ce document PDF offre la possibilité de pouvoir réunir toutes les informations concernant un événement (géographiques, administratives, météorologiques, descriptives ainsi que photographiques) sur un seul support, enregistrable sur l'ordinateur de l'utilisateur et imprimable.

5.9 Interface de transmission

Comme déjà expliqué précédemment, cet espace est réservé aux professionnels en charge de fournir des données (profil 2 et 3, cf. chapitre 5.2).

Dans des conditions idéales, cet espace devrait permettre de remplir toutes les informations relatives au type d'événement naturel en fonction du modèle de données fraîchement établi par la CDN (cf. annexe 10.4). Cependant, lors de la pré-étude à ce projet, plusieurs personnes en charge de l'établissement des données ont été interrogées concernant cette problématique. Il en est ressorti l'inscription de la totalité des données paraît illusoire, tant le modèle est détaillé. Ainsi, afin de garantir l'utilisation de la plateforme, la saisie de données doit être effectuée de façon rapide. Ceci peut être fait en définissant des données prioritaires et des données optionnelles. L'enregistrement de données optionnelles étant facultatif (cf. chapitre 4.1.3).

Le système de transmission est schématisé à l'aide de l'image 27.

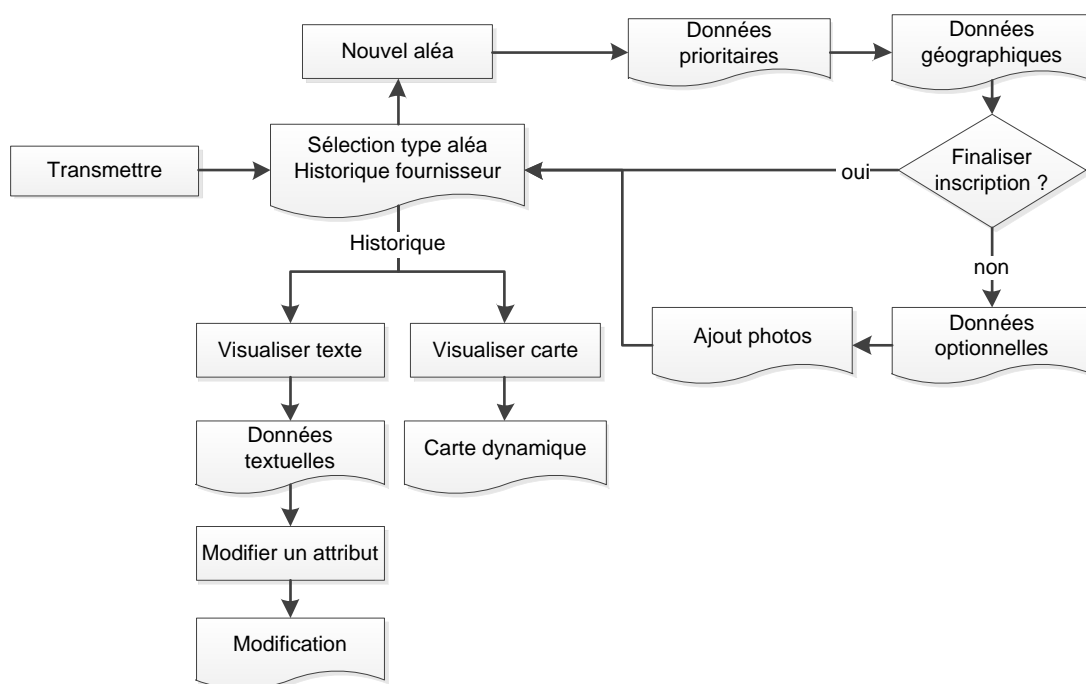


Image 27 : Schéma de l'interface de transmission

Etape 1 : Choix des activités

Inscription ou modification d'un événement

Ajout d'un nouvel événement :

Avalanche

Historique personnel :

GlobalID	Nom de la personne	Type	Date	Validé	Visualiser
2	rodger	LTO	2010-01-01	oui	Texte Carte

Image 28 : Interface de transmission – Choix des activités

Les fournisseurs de données (employés cantonaux) et les administrateurs des services peuvent sélectionner le type d'aléa souhaité dans le menu déroulant.

Les fournisseurs de données ont aussi accès à toutes les données qu'ils ont déjà soumises (tableau « Historique personnel ») et ont la possibilité de les visualiser et/ou de les modifier.

L'utilisateur choisit le type d'aléa qu'il souhaite introduire dans la base de données. Puis il entre les données obligatoires pour chaque type d'événement. Conformément aux recommandations faites par les personnes interviewées, cette page est remplie très rapidement. Cela permet de garantir l'enregistrement d'un minimum d'informations essentielles pour répertorier l'événement.

Ainsi, la personne doit fournir la date de l'événement, la commune concernée et les conditions météorologiques. Une fois ces informations communiquées, le système offre la possibilité d'introduire des données géographiques.

Etape 2.a : Données obligatoires

Inscription d'une avalanche

1 Inscription des données prioritaires :

Selection de la date (jj/mm/aaaa) : 22 5 1985

Selection de la commune : Pully

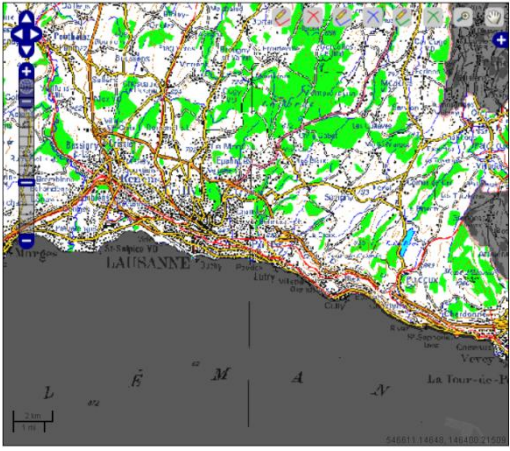
Selection de la météo déclenchant l'événement : Orage

2 Enregistrement des données prioritaires : OK

Image 29 : Interface de transmission - Données obligatoires

Etape 3.a : Données géographiques

3 Inscription des données géographiques :



4 Finaliser l'inscription ou ajout des données complémentaires : Finaliser Données optionnelles

Image 30 : Interface de transmission - Données géographiques

L'application cartographique permet de localiser l'événement sur la carte en dessinant ses contours, et les zones d'intérêts. Ces opérations sont effectuées grâce à des outils développés spécifiquement pour chaque représentation. Ces dernières ont été définies lors du développement du prototype mais devront, peut-être être modifiées ou adaptées suite à la phase de test.

Une fois le dessin terminé, l'utilisateur est invité soit à finaliser l'inscription, soit à y inclure des données optionnelles. S'il désire compléter partiellement ou totalement la description de l'événement, une page composée de tous les champs du modèle cantonal de données à l'exception des données prioritaires est affichée. Cette page respecte strictement le modèle cantonal, notamment en proposant des listes de valeurs pour certains attributs.

L'utilisateur peut terminer l'inscription en y incluant des photos qu'il a prises sur le terrain. Une fois enregistrées, toutes ces informations sont placées dans la base de données.

La page principale offre aussi à la personne en charge de transmettre des données de visualiser, de modifier, voire même compléter les données textuelles.

Etape 2.b : Visualisation des données textuelles

Validation d'un événement

Données administratives		
Commune	Bottens	
Type d'aléa	LTO	
Date de l'événement	01.01.2010	
Date de l'événement	Rodger Federer	
N° du lot selon CDN-VD :	Gros-de-Vaud	
Code du périmètre CDN :	141	
Code CDN-VD :	5514-LTO-20100101-1	
Date de création du document	2010-04-25	
Nom du bureau ayant déterminé l'objet :	Augsburger forages	Modifier
Nom du projet	ECF	Modifier
Dénomination locale de l'événement (Avalanche du ... avalanche de ...)	-	Modifier
Lieu-dit, quartier, cours d'eau, nom local, falaise, couloir, etc.	La Mote	Modifier
Type de relevé : terrain, photo, archives, ...	photo	Modifier
Personne ayant effectué le relevé	Ecoffet Jean-Daniel	Modifier
Type de documents disponibles sur l'événement	photos	Modifier
Remarque ou commentaire	Pas de commentaire	Modifier

Données de base		
Description de l'événement	Lave torrentielle déclenchée suite à une obstruction partielle du Talent	Modifier
Détail sur le type de danger (débordement, glissement profond, etc.)	-	Modifier

Image 31 : Interface de transmission - Visualisation données textuelles

Etape 3.b : Modification d'un attribut

Validation d'un événement

Nature des matériaux :

Image 32 : Interface de transmission - Modification d'un attribut

De façon similaire à l'application cartographique de l'interface de consultation (cf. chapitre 5.8) l'utilisateur peut consulter les données géographiques.

5.10 Interface d'administration

Les personnes en charge de la vérification des données ont accès à cette page. Tous les événements en attente de validation sont répertoriés sous la forme d'un tableau contenant le type d'événement, la commune, le nom de la personne qui a référencé l'événement et la date. Les administrateurs des services peuvent, s'ils le souhaitent, modifier les données inscrites afin de pouvoir les valider. Les données textuelles peuvent être modifiables (de façon similaire à l'interface de transmission). La validation s'effectue simplement en cliquant sur le vu, et dès cette opération effectuée, l'événement sera visible dans l'interface de visualisation.

Administration de la plateforme

Evénements en attente de validation :

Type	Date de l'événement	Lieu	Nom	Visualiser	Valider
AVA	1985-05-22	Pully	Federer	Texte Carte	✓

Gestion du personnel :

Nom	Statut	Mot de passe	Prénom	Nom de famille	
didier	visiteur	123	Didier	Cuche	✗
rodger	employé	123	Rodger	Federer	✗
fournisseur_epfl_1	employé	1231	fournisseur_1	epfl	✗
fournisseur_epfl_2	employé	1232	fournisseur_2	epfl	✗
fournisseur_epfl_3	employé	1233	fournisseur_3	epfl	✗
administrateur_epfl_2	administrateur	****	administrateur_2	epfl	✗
administrateur_epfl_1	administrateur	****	administrateur_1	epfl	✗
administrateur_epfl_3	administrateur	****	administrateur_3	epfl	✗
peter	administrateur	123	Peter	Blake	✗
<input type="text"/>	<input type="text" value="consultant"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input data-bbox="1093 1249 1117 1283" type="button" value="+"/>

Visualisation/modification des aléas déjà validés :

Selection de l'aléa :
 Selection de la commune :
 Selection de l'année :

Image 33 : Interface d'administration : Page principale

D'autre part, l'administrateur peut ajouter des collaborateurs pour son propre service (profil 1 et 2) ainsi que d'autres administrateurs (profil 3) (cf. chapitre 5.2). Cependant, cette opération n'est pas totalement automatique. En effet, l'inscription de nouvelles couches personnelles pour la visualisation de la géométrie ne peut se faire sans redémarrer le serveur cartographique. De ce fait, pour chaque ajout d'un nouvel utilisateur, le workspace de GeoServer doit être modifié. Cette opération, bien qu'étant non-automatique, est rapidement effectuée et garantit pour les utilisateurs une visualisation personnalisée des éléments géographiques.

Pour terminer, cette page offre la possibilité de visualiser les données déjà validées (grâce aux mêmes requêtes présentes à l'interface de consultation). Les événements ainsi affichés peuvent être modifiés et complétés.

La figure 34 résume brièvement l'architecture de cette dernière interface.

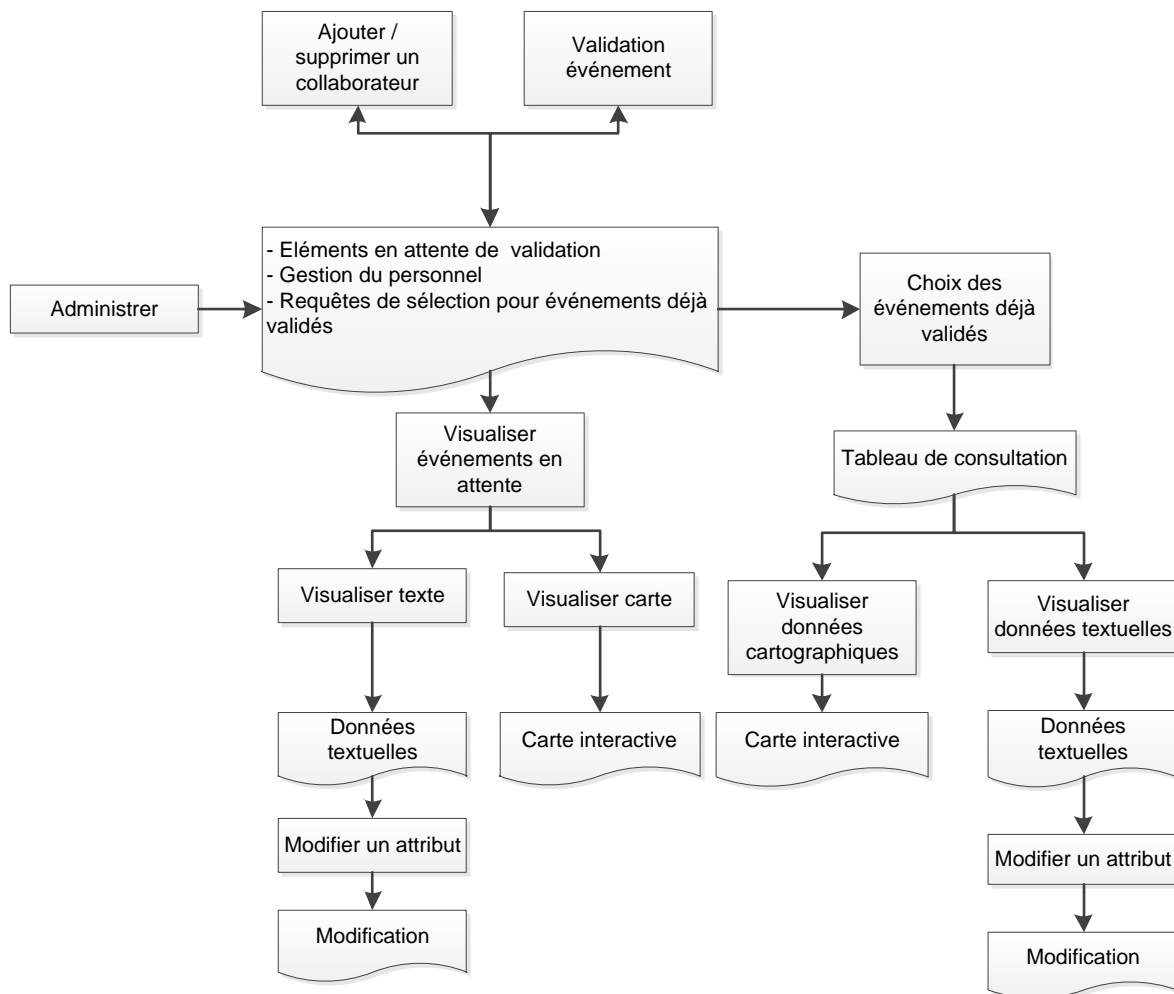


Image 34 : Interface d'administration - Schéma général

5.11 Statut de validation des données

Comme expliqué précédemment, l'inscription d'un événement dans le système par un collaborateur d'un service n'est visible qu'une fois son contenu validé par l'administrateur du service. Pour ce faire, différents statuts de validation ont été implémentés. Ainsi, toutes modifications ou ajout d'un événement par un fournisseur de données induit que cet événement prend le statut « non-validé ». Dès que ce même événement est validé par l'administrateur, il prend automatiquement la valeur « validé ». De manière similaire, si l'administrateur inscrit des données lui-même, ces dernières vont automatiquement obtenir le statut « validé ».

Ce système garanti le fait que toutes les données visibles dans l'interface de visualisation aient été visualisées et validées par un responsable du service concerné. Cela est un gage de qualité et permet à l'administration centrale des services d'être au courant de tous les événements ayant été référencés.

5.12 Structure de la base de données

La structure de la base de données est composée de plusieurs tables servant soit à caractériser l'inscription d'un événement, soit au bon fonctionnement de la plateforme. Une seule base de données PostgreSQL a été utilisée mélangeant ainsi données textuelles et géographiques. Les principales tables et leur utilité vont maintenant être brièvement expliquées.

5.12.1 Tables de fonctionnement

- **user** : Fournit toutes les informations relatives aux utilisateurs (droits d'accès, mot de passe, service, etc.).
- **data_user** : Met en relation les utilisateurs et le GlobalID (identifiant) des événements.
- **lvXX** : Tables des différentes listes de valeurs (tiré du modèle cantonal de données).
- **photo** : Met en relation le nom de fichier des photos et le GlobalID des événements.

5.12.2 Tables textuelle des aléas

- **Donnee_de_base** : Table possédant tous les attributs de description commun à tous les aléas (tiré du modèle de cantonal données).
- **INO, LTO, AVA, ...** : Tables possédant tous les attributs spécifiques à un aléa.

5.12.3 Tables géographiques des aléas

L'enregistrement de la géométrie nécessite l'usage de deux types de tables ;

- **AVA_geom_LigneRupture_temp, ...** : Tables temporaires permettant l'enregistrement simple des données géographiques. Ces tables sont vidées au début de chaque procédure d'enregistrement.
- **AVA_geom_LigneRupture, ...** : Tables permettant l'enregistrement de la géométrie ainsi que du GlobalID d'une description d'un événement. Ces données géométriques peuvent être de trois types : surfacique (polygone), linéaire (ligne) et ponctuel (point).

L'image 35 représente le processus de l'enregistrement des données géométriques.

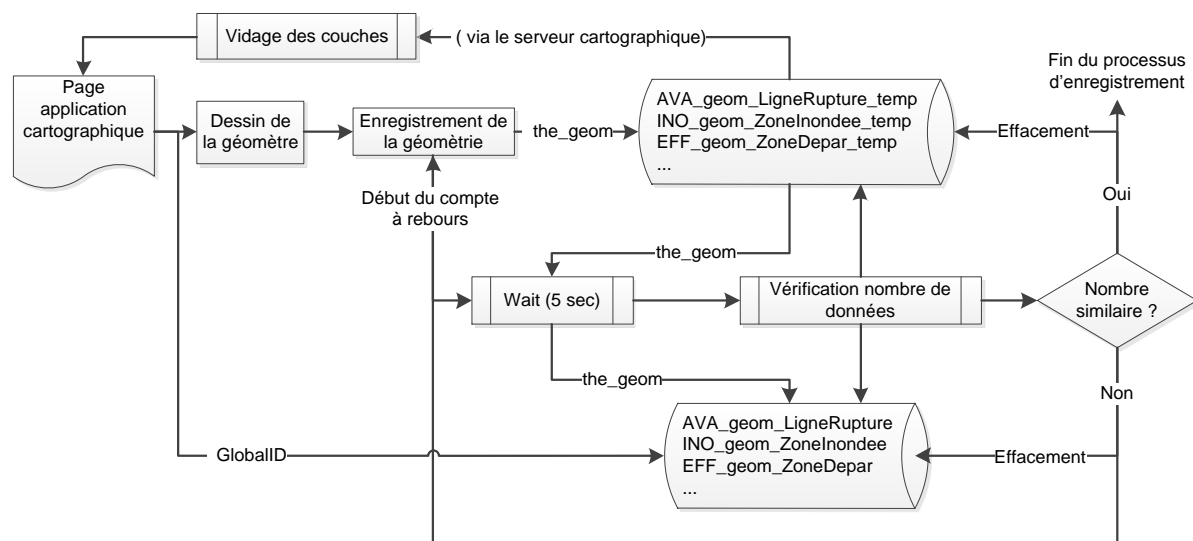


Image 35 : Processus d'enregistrement des données géométriques

Ce procédé a un désavantage notoire ; il prend beaucoup de temps. En effet, le transfert de toutes les formes dessinées doit être accompli dans la base temporaire avant d'entamer la copie de cette géométrie dans la base définitive. Si cela n'est pas le cas, des éléments pourraient ne pas être enregistrés. Or cette vitesse de transfert est difficile à estimer et doit dépendre de la rapidité de la connexion de l'utilisateur.

Lors de ce processus, les opérations de transfert des tables temporaires aux tables définitives sont retardées de 5 secondes. Cela dans le but de laisser le temps au serveur cartographique d'insérer toutes les géométries dans les tables temporaires. De plus, une fois la transaction effectuée, une vérification du nombre de données entre les deux tables est effectuée. De ce fait, si le nombre de données dans les deux tables n'est pas similaire ou égal à 0, le système affiche un message d'erreur et l'enregistrement est suspendu.

Ce processus de vérification a été rajouté au cours de l'évaluation de la plateforme, suite à la constatation que certains événements ne s'étaient pas enregistrés. De plus il prend en compte le fait que des éléments descriptifs d'un aléa puissent ne pas être insérés de façon volontaire (inondation sans érosion des rives par exemple).

5.12.4 Tables personnelles

- **utilisateur_point, utilisateur_ligne, ...** : Tables personnelles permettant la visualisation des événements. Chaque demande de visualisation de la géométrie d'un événement va automatiquement remplir la table personnelle. Ceci dans le but de pouvoir permettre à plusieurs utilisateurs de visualiser des données différentes.

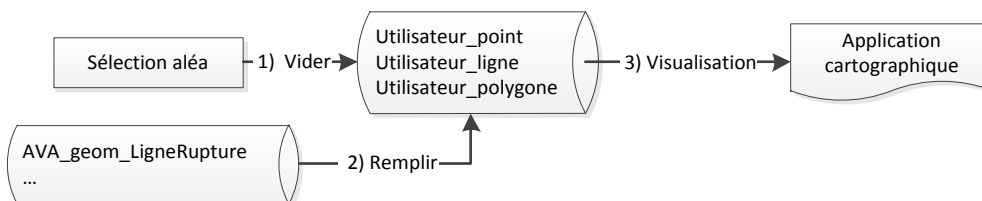


Image 36 : Fonctionnement des tables personnelles

Notons que dans le cadre de cette plateforme, plus d'une centaine de tables ont été créées, ce nombre étant directement en relation avec le nombre d'utilisateurs.

5.12.5 Procédure d'enregistrement

Pour conclure cette partie, voici une représentation qui schématise les différentes étapes d'enregistrement d'un événement dans la base de données.

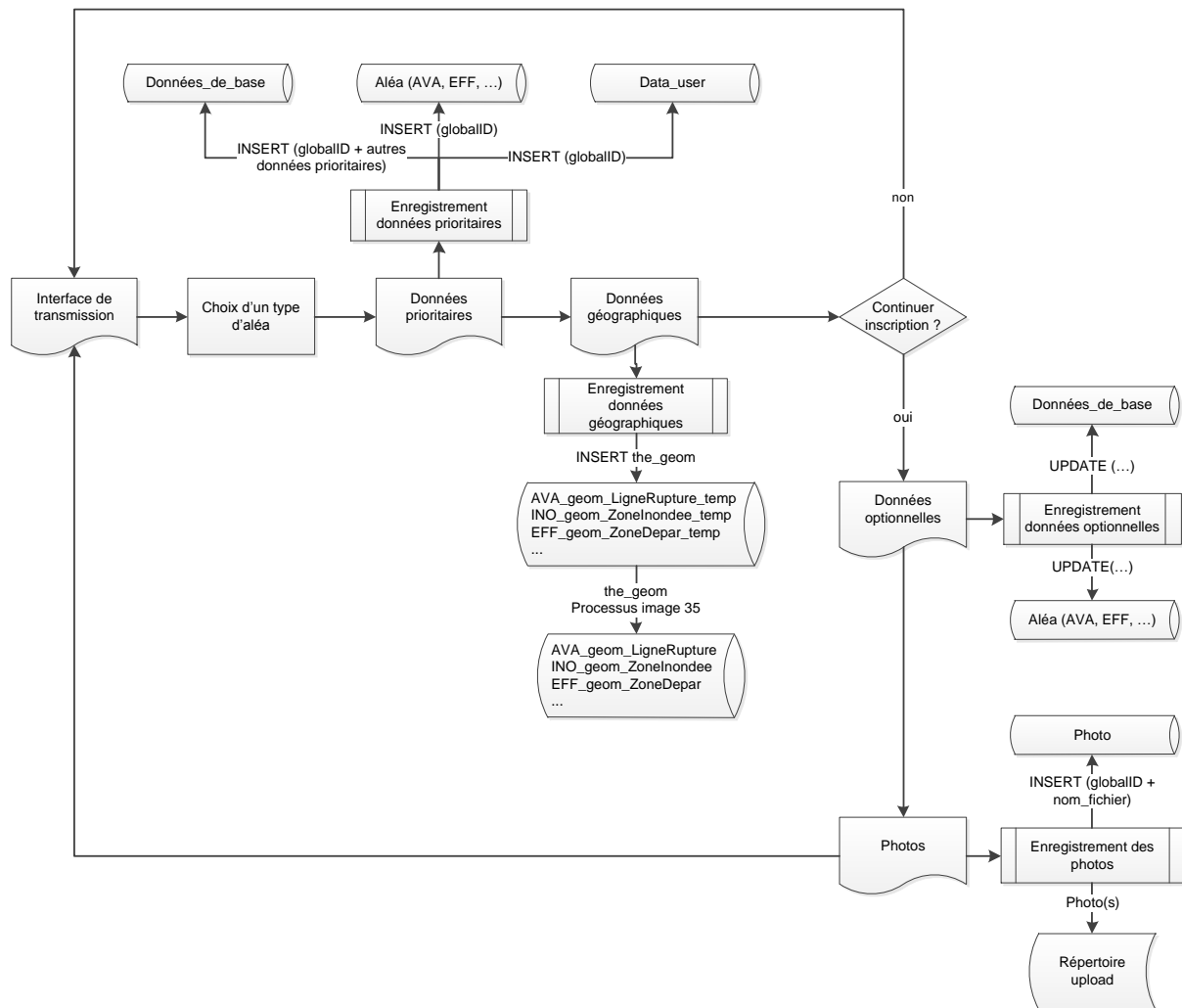


Image 37 : Processus d'enregistrement

6 Evaluation de la plateforme prototype

Suite à la réalisation du prototype, une phase de test a été entamée. Cette étape est essentielle pour le développement d'une plateforme fonctionnelle qui puisse correspondre aux exigences des futurs utilisateurs. Elle rentre dans la méthodologie « User-centered design » appliquée dès le début de ce projet (cf. chapitre 2).

Pour ce faire, deux types d'analyses ont été effectuées. La première consiste en un examen basé sur une méthode d'évaluation de structures informatiques. Elle permet de placer un cadre de lecture afin de focaliser l'analyse sur des éléments précis, et de juger, le plus objectivement possible, les performances. A noter que cette démarche devrait normalement incomber à une personne n'ayant pas participé au développement de la plateforme. Dans le cadre de ce projet, cette particularité n'a pas été respectée. Il en découle donc que les résultats de l'analyse peuvent être entachés d'une part de subjectivité.

La deuxième est une évaluation individuelle proposée aux collaborateurs des services sous la forme d'un formulaire online. Ce dernier est composé de plusieurs parties correspondant à des tâches à effectuer (visualisation de données, inscription puis gestion des inscriptions des événements). Toutes ces tâches sont illustrées par de petites vidéos explicatives.

6.1 Inspection d'utilisabilité

Une inspection d'utilisabilité est un nom générique permettant de désigner différentes méthodes servant à analyser des interfaces. Une norme ISO a été publiée à cet effet qui permet de qualifier l'efficacité et l'efficience du système ainsi que la satisfaction des utilisateurs (ISO 1999).

La méthode utilisée pour cette inspection est tirée de l'ouvrage « Design the User Interface ». Elle est composée de 8 règles dites « d'or » qui peuvent être appliquées à tout système interactif. Le but étant de mettre en évidence les erreurs potentielles (pas forcément réelles) pouvant apparaître lors de l'utilisation de la plateforme. L'auteur spécifie que ces règles découlent d'expériences pratiques et qu'elles doivent être régulièrement remises à niveau au fur et à mesure des années et de l'objet analysé (Shneiderman, B. and Plaisant, C. 2009).

6.1.1 *Strive for consistency*

Toutes les séquences d'actions similaires doivent apparaître à l'utilisateur de façon identique. La terminologie utilisée, les menus, les fenêtres d'aide, la présentation ainsi que les polices d'écriture doivent être homogènes dans toute l'interface. Les messages de confirmation doivent être compréhensibles et limités dans leur nombre.

Le style est géré par un fichier CSS. Il est, de ce fait, commun pour toutes les pages internet. Ceci garanti l'homogénéité de toutes les polices d'écriture ainsi que de la mise en page.

Cependant, certains boutons ne possèdent pas de style alors que d'autres oui. De plus, des actions s'effectuent en cliquant soit sur des liens, soit sur des boutons.

Par ailleurs, il s'avère que dans les listes déroulantes de sélection des aléas, les éléments ne sont pas classés de manière identique d'une page à une autre. Ce manque d'uniformité peut poser des problèmes aux personnes habituées à la plateforme, effectuant des opérations de manière quasi automatique.

fournisseur_epfl_9	fournisseur	1239	fournisseur_9	epfl	✗
peter	administrateur	123	Peter	Blake	✗
rodger	fournisseur	123	Rodger	Federer	✗
<input type="text"/>	consultant	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="+"/>

Visualisation/modification des aléas déjà validés :

Selection de l'aléa :

Selection de la commune :

Selection de l'année :

Bouton sans style

Bouton avec style

Image 38 : Interface administrateur, manquement de constance dans les styles appliqués

Mise à part ces petits défauts de présentations, la constance est bien présente dans cette plateforme. Elle a un aspect ordonné et garanti, pour l'utilisateur, une certaine homogénéité tout au long de sa visite.

6.1.2 Cater to universal usability

Etre conscient des besoins des utilisateurs, et adapter l'interface en fonction de leur hétérogénéité. Les différences de connaissances, d'âges et d'habilité entre les personnes qui utilisent l'interface doivent être une composante essentielle du développement de la plateforme. L'ajout d'explications pour les novices ainsi que de raccourcis pour les experts peuvent réellement enrichir l'interface et augmenter son interactivité.

La connaissance des besoins et des capacités des utilisateurs sont des éléments importants pour la réalisation de cette plateforme. Cette problématique a déjà été abordée lors du projet de semestre effectué durant l'automne 2009, et a donné lieu à plusieurs entrevues avec les collaborateurs des services en question.

Cependant, seule une enquête à plus grande échelle auprès des différentes personnes susceptibles d'utiliser cette plateforme peut renseigner avec précision sur leur capacité à utiliser ces outils informatiques. En effet, lors des entrevues effectuées, les personnes contactées étaient conseillées par l'administration centrale des services en fonction de leur capacité et motivation en la matière. De ce fait, il ne s'agit pas d'une représentation fidèle de la majorité des employés des services. Les capacités informatiques des futurs employés restent donc une notion à définir plus précisément avant le développement de la plateforme définitive.

A l'heure actuelle, il n'y a pas de réelle obligation de répertorier les événements naturels. Les personnes concernées (inspecteurs forestier, chefs de secteur et autres) répertorient les événements selon leurs habitudes. Certaines personnes remplissent des formulaires de description, d'autres rédigent des notes et les rangent dans un classeur ou dans leur ordinateur personnel. Alors que les événements de plus grande envergure font l'objet d'analyses plus détaillées, principalement des expertises effectuées par des bureaux privés. Un grand nombre d'événements ne sont tout simplement pas retranscrits. Dans cette multitude d'habitudes et de manières de fonctionner, la définition des besoins des utilisateurs reste donc peu claire. Le manque d'uniformité de procédure et d'obligation contractuelle devra être comblé, probablement en complétant le cahier des charges des collaborateurs des services.

Un effort particulier a été entrepris pour inclure des informations relatives à l'utilisation des outils et fonctions proposés. Sur chaque page, une colonne située dans la partie droite de la page propose

une description explicative. Cependant, certaines fonctions considérées comme basiques lors du développement de plateforme n'ont pas été expliquées. Par exemple, dans l'interface de consultation (capture d'écran ci-dessous), les outils de zoom et d'interrogation de la forme sont retranscrits et expliqués dans la colonne de droite. Il aurait peut-être été judicieux de placer aussi une description des outils plus généraux, présents sur toutes les interfaces cartographiques, tels que le bouton pour changer de fond de carte ou pour déplacer la carte latéralement et horizontalement. L'utilisateur averti connaît ces fonctionnalités, mais cela n'est peut-être pas le cas pour les personnes n'ayant pas ou peu l'habitude d'utiliser de telles applications.

Il faut toutefois trouver un juste milieu dans le niveau de description. En effet, trop de détails peut réellement surcharger l'interface et rendre les explications pertinentes moins visibles. La solution serait de créer, sur chaque page, une autre page d'aide correspondante. Ainsi, l'utilisateur qui a besoin d'aide, a la possibilité de cliquer sur un lien lui permettant d'afficher un popup contenant un explicatif des fonctionnalités de la page en question.

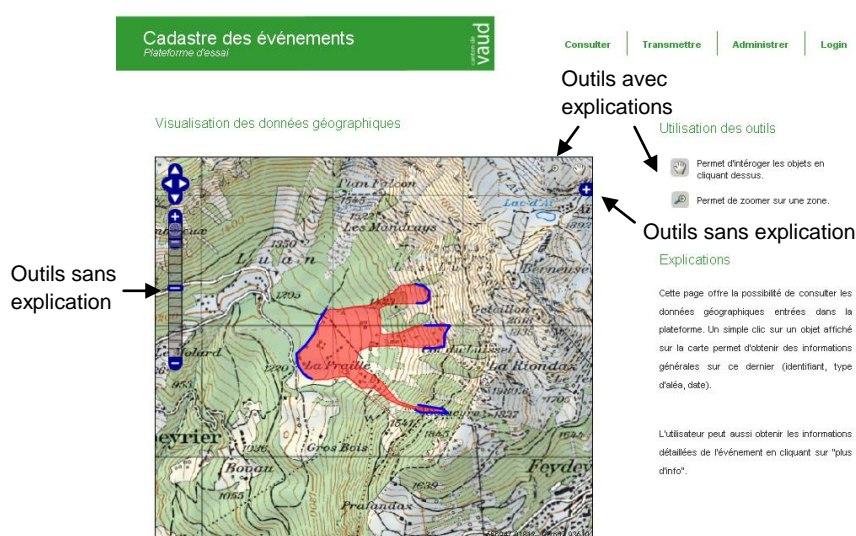


Image 39 : Capture d'écran de l'interface de consultation

6.1.3 Offer informative feedback

Toutes les actions de l'utilisateur devraient être accompagnées par la transmission d'un feedback informatif. Pour les actions courtes et répétitives, le feedback doit rester modeste, alors que pour des actions importantes, il doit être plus substantiel. La visualisation de l'objet en question peut fournir une validation ergonomique des opérations effectuées.

La principale action des utilisateurs sur cette plateforme est l'inscription des événements. Cette procédure de transmission peut être représentée à l'aide du schéma suivant.

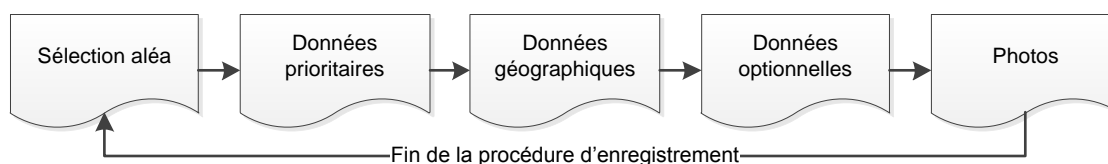


Image 40 : Procédure d'enregistrement

Lors de cette procédure, il n'y a pas de réel feedback. Même à la fin du processus, l'utilisateur doit aller manuellement visualiser l'événement pour être sûr qu'il soit correctement enregistré dans la base de données. Alors même que les différentes étapes sont expliquées dans la colonne de droite à l'aide de chiffres et de descriptions, cette procédure en cascade n'est pas pratique pour l'utilisateur. Par exemple, le fournisseur de données désirant insérer des photos doit obligatoirement passer par la page des données optionnelles avant de pouvoir arriver sur la page permettant de les uploader.

6.1.4 *Design dialogs to yield closure.*

Les séquences d'actions doivent être organisées en groupe avec un début, une partie intermédiaire et une fin. En guise de conclusion, un feedback général à la fin d'un groupe permet de donner à l'utilisateur un sentiment de satisfaction et d'accomplissement.

La procédure d'enregistrement (cf. image 40) permet de clairement définir la séquence d'action permettant l'enregistrement d'un événement. Les autres séquences que sont la visualisation et la gestion des événements font parties d'interfaces différentes. Elles sont donc comprises dans des groupes clairement délimités.

L'ajout de l'arborescence des pages visualisées précédemment dans une interface donne la possibilité de mieux discerner ces séquences d'actions.

6.1.5 *Prevent errors*

Autant faire que possible, le système doit être conçu de façon à limiter au maximum l'apparition d'erreurs de manipulation. Si néanmoins l'utilisateur en effectue, le système doit pouvoir les détecter automatiquement et offrir des instructions claires et rapides afin de ne plus les répéter. Par exemple, l'entrée d'un code postal erroné dans un formulaire ne doit pas nécessiter la réinscription de l'entier du formulaire.

La détection d'erreurs de manipulation est un élément difficile à effectuer. Les différentes étapes de sélection lors de l'inscription d'un événement (sélection du type d'aléa, sélection des données dans des listes de valeurs, protection de certains champs numériques contre l'inscription de lettres et autres) permettent de minimiser les erreurs pouvant être commises.

Cependant, il paraît techniquement impossible de savoir si l'utilisateur entre correctement la description d'un événement. Il faudrait pour ce faire définir des critères d'exactitude qui puissent faire correspondre la réalité avec la description effectuée, chose difficilement réalisable.

Par ailleurs, un système de comparaison entre le nombre d'éléments descriptif d'aléa inscrit sur l'application cartographique et le nombre inscrit dans la base de données a été implémenté (cf. image 35 chapitre 5.12.3). Ce système permet de prévenir toutes erreurs dues aux différences de vitesse de transfert.

6.1.6 *Permit easy reversal of action*

Les actions doivent être, dans la mesure du possible, réversibles. En effet, une action dont l'utilisateur sait qu'elle peut être annulée enlève le sentiment d'anxiété de l'erreur et permet l'essai de nouvelles opérations non familières.

Pour ce point, il est bon de dissocier l'inscription des données géographiques et textuelles. En effet, ces dernières peuvent être modifiées et/ou supprimées à souhait. Elles sont donc totalement réversibles. Au contraire, les données géographiques ne sont plus modifiables après l'enregistrement, mais uniquement pendant la procédure d'inscription.

La plateforme définitive devra donc intégrer cette spécificité, ce d'autant plus qu'il existe des fonctionnalités dans la librairie OpenLayers qui rendent possible de telles modifications. Des fonctions d'annulation d'événements (undo) et inversement devront être intégrées dans les applications cartographiques. Dans le même genre d'idée, les formes géographiques devront être modifiables même après l'enregistrement et la validation de l'événement.

6.1.7 *Support internal locus of control*

Les utilisateurs habitués apprécient de pouvoir manipuler l'interface comme ils le souhaitent, et qu'elle puisse répondre de façon adéquate. Ils n'apprécient pas les surprises et les changements de fonctionnement. Ils sont rapidement ennuyés de rentrer des données fastidieuses et répétitives. Il faut donner un sentiment de contrôle aux utilisateurs.

La différenciation entre les 3 interfaces permet de séparer correctement les éléments. De plus, la distinction entre les données prioritaires et optionnelles permet aux utilisateurs pressés d'effectuer leurs tâches correctement et rapidement.

Par ailleurs, la majorité des listes de valeurs sont générées directement depuis la base de données, cela garanti une homogénéité entre les différentes interfaces.

6.1.8 *Reduce short term memory load*

L'être humain a une capacité limitée à enregistrer des informations à court terme. Le développement de la plateforme doit donc tenir compte de cette particularité et ainsi éviter que l'utilisateur doive se souvenir d'informations d'une fenêtre à une autre.

A priori, l'utilisateur n'a pas besoin de faire usage de sa mémoire d'une page à l'autre. Les informations entrées lors d'une première étape sont directement reprises dans les étapes suivantes. Par exemple, le lieu où c'est déroulé l'événement permet de directement placer la carte de l'application cartographique sur le centroïde de la commune concernée, le zoom s'adaptant à la taille de cette dernière. L'utilisateur n'a donc pas besoin de se rappeler de l'endroit

6.2 **Evaluation d'utilisabilité**

Cette seconde analyse consiste à confronter les utilisateurs avec la plateforme, puis à étudier leurs évaluations. Deux méthodes pour ce genre de tests peuvent être appliquées. La première consiste en une analyse en laboratoire, avec des opérations prédéfinies et sous la surveillance d'opérateurs. La deuxième se différencie de la première par le fait qu'elle n'est pas effectuée dans un laboratoire, mais à l'endroit où le testeur le désire. Aucune personne ne supervise l'évaluation.

Une étude démontre que ces deux types d'analyse permettent d'obtenir des résultats de qualité similaires (Tullis 2002). Pour de raisons pratiques, il a été choisi d'effectuer la deuxième méthode, l'évaluation à distance.

Suite aux divers entretiens effectués pour présenter ce travail au sein des services de l'administration cantonale, plusieurs collaborateurs ont été contactés pour donner leur avis. Ces derniers ont été conseillés par les responsables des services en question. Malheureusement, toutes les personnes contactées n'ont pas pris la peine de remplir cette évaluation. Les constations sont donc moins pertinentes qu'initialement prévu.

L'évaluation est composée de la façon suivante :

- Partie 1 : Question relatives aux connaissances générales des testeurs en matière d'informatique et de SIG.
- Partie 2 : Tâches à effectuer dans l'interface de consultation, puis questions
- Partie 3 : Tâches à effectuer dans l'interface de transmission, puis questions.
- Partie 4 : Tâches à effectuer dans l'interface d'administration, puis questions.
- Partie 5 : Questions relatives à l'interface en général.

Les questions sont composées soit de choix prédéfinis, où l'utilisateur doit cocher la case correspondante, soit de questions ouvertes avec lesquels le testeur peut écrire ses impressions. Une échelle de notation allant de 0 à 5 permet d'évaluer les différentes parties de la plateforme. 0 étant la plus mauvaise et 5 la meilleure.

Cette deuxième évaluation est complémentaire à l'inspection d'utilisabilité. Elle permet d'ajouter de nouveaux éléments, ainsi que de confirmer ou d'infirmer les éléments déjà développés. De plus, elle mesure la satisfaction des utilisateurs, alors que l'inspection se limitait qu'à une analyse technique de la plateforme.

6.2.1 Analyse de connaissance en informatique des futurs utilisateurs

L'image 41 donne des informations concernant les connaissances en informatiques des personnes testées.

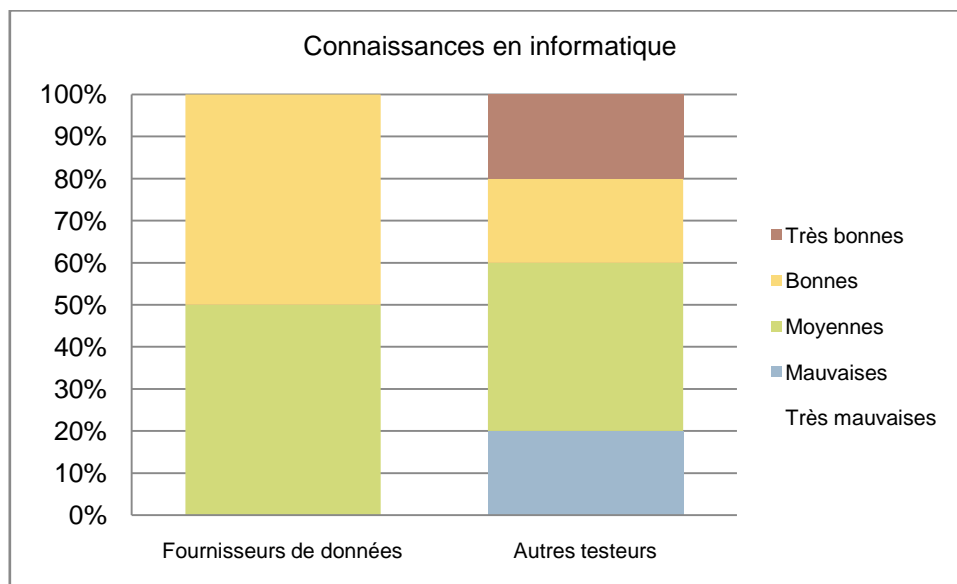


Image 41 : Connaissance en informatique en fonction du type d'utilisateur

Les aptitudes des utilisateurs à travailler avec des outils informatiques sont des informations essentielles. Elles permettent de connaître l'utilisateur, ainsi que sa facilité à utiliser la plateforme (un utilisateur expérimenté demandera plus de raccourcis, plus de fonctionnalités, alors qu'un utilisateur novice aura besoin de plus d'explications). De plus, ces informations peuvent renseigner sur un éventuel biais dans les niveaux de satisfaction.

Les connaissances personnelles dans une matière sont une notion très subjective et difficilement mesurable. Une solution serait de faire passer préalablement un examen à tous les utilisateurs, de façon à tester leur aisance avec plusieurs logiciels informatiques. Le tout serait noté et nous renseignerait précisément sur leurs connaissances en informatique.

Dans le cas présent, il n'est évidemment pas possible d'effectuer de tels tests. Il a donc été décidé de baser cette évaluation sur des critères personnels. Les utilisateurs doivent fournir leur fréquence d'utilisation de certains logiciels sur internet. Ils ont le choix entre : jamais, quelquefois et souvent. De plus, ils doivent aussi fournir une indication sur leurs connaissances générales en informatique (très mauvaise, mauvaise, moyenne, bonne, très bonne). Ces informations étant de caractère personnel, elles sont entachées d'une part de subjectivité. Cependant, l'importance ici n'est pas de définir précisément une note individuelle pour chaque utilisateur, mais plutôt de connaître les aptitudes générales d'un groupe.

Tableau 3 : Connaissances en informatique

	Très mauvaises	Mauvaises	Moyennes	Bonnes	Très bonnes
Fournisseur de données	0	0	3	3	0
Non fournisseur de données	0	1	2	1	1

6.2.2 Analyse de l'interface de consultation

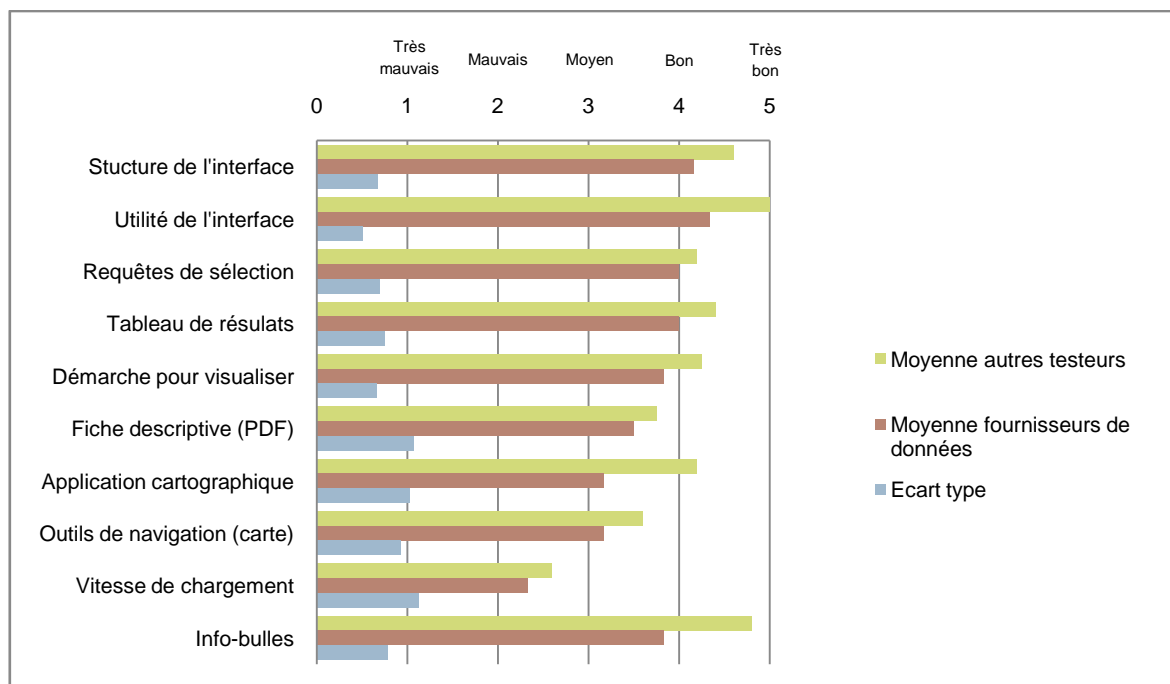


Image 42 : Résultats de l'évaluation de l'interface de consultation

A première vue, la structure de cette interface ainsi que son utilité semblent correspondre aux attentes des utilisateurs. En effet, leur moyenne se situe entre 4 et 5 pour les deux types d'utilisateurs et les écarts-types sont relativement faibles.

Les mêmes constatations peuvent être faites, mais de façon plus nuancée concernant les requêtes de sélection, le tableau de résultats ainsi que pour les démarches de visualisation. Ils sont tous les trois classés comme bon et possèdent un écart-type faible. Notons qu'un testeur spécifie qu'il serait plus judicieux de noter « extraire » plutôt que « visualiser » pour l'affichage du document PDF dans le tableau. De plus les actions qui concernent tous les événements devraient être faites de la façon suivante : Afficher en dessous du tableau « tout sélectionner » / « ne rien sélectionner », puis plus bas, une liste d'actions à faire sur la sélection.

Concernant la fiche descriptive au format PDF, elle est considérée par les deux types d'utilisateurs comme étant moyenne à bonne. Plusieurs facteurs peuvent expliquer ce relatif mauvais score. Premièrement, ce document PDF est créé à chaque demande, son affichage prend beaucoup de temps par rapport à l'affichage d'une simple page en HTML. De plus, ce fichier s'ouvre dans une fenêtre secondaire. Selon la version du navigateur, il est possible que cette fonctionnalité ne soit pas possible et, dès lors, le document ne peut pas être visible. En outre, il n'est pas possible de le télécharger directement sur son disque dur.

Malheureusement, aucun utilisateur ayant mal noté cette fiche descriptive ne s'est prononcé sur le pourquoi de son mécontentement. Ainsi, il est impossible de savoir s'il s'agit principalement de raisons techniques ou à cause de son contenu. A savoir que ce dernier est composé des attributs du modèle de données cantonales agrémenté de photos et de deux cartes géographiques. Le tout étant ordonné de façon à créer des groupes cohérents (cf. annexe 10.8).

L'application cartographique est notée de façon satisfaisante à bonne. Il est possible de constater une grande différence entre les fournisseurs de données et les autres testeurs. Cette différence est aussi perceptible dans l'écart-type qui est supérieur à 1. Elle peut être expliquée par le fait qu'une telle interface cartographique, possédant des outils de dessin, n'est pas encore très répandue sur internet. Les testeurs autres que les fournisseurs de données, sont soit des personnes travaillant soit à l'OIT, soit à l'EPFL (collaborateurs ou étudiants). De ce fait, elles sont peut-être plus habituées à utiliser des outils SIG ou de cartographie online.

Les mêmes constatations peuvent être tirées des outils de navigation. Notons que pour ces derniers, plusieurs testeurs se sont plaints du manque de contraste entre les outils et le fond de la carte. Plusieurs personnes ont tendance à cliquer sur les icônes présentes dans la colonne explicative de droite. Ce détail devra être corrigé dans la plateforme définitive. De plus, le fait que la main sert à la fois à déplacer la carte (par défaut) et à sélectionner des infos peut être déroutant. Suggestion, ajouter un pointeur "I" comme dans le géoportail cantonal Geoplanet³⁵.

La plus mauvaise évaluation est à l'actif de la vitesse de chargement des cartes dans l'application. Notons que cette évaluation peut être quelque peu biaisée par l'introduction, en cours d'évaluation, d'un nouveau serveur WMS de l'ETHZ. Les moyennes sont très similaires entre les deux types d'utilisateurs et l'écart type est grand. Cela dénote une grande disparité dans les résultats, indépendamment du type d'utilisateur. Cette hétérogénéité peut être due soit aux différences de vitesse de connexion internet des utilisateurs, soit à leur impatience. La notion de vitesse étant une notion hautement subjective, dépendant de la personne, de son emploi du temps et de sa motivation dans les tâches imposées.

Les info-bulles semblent correspondre aux attentes des utilisateurs.

³⁵ <http://www.geoplanet.vd.ch/> (consulté le 10.05.2010)

6.2.3 Analyse de l'interface de transmission

Le graphique ci-dessous permet de visualiser les résultats de l'interface de transmission.

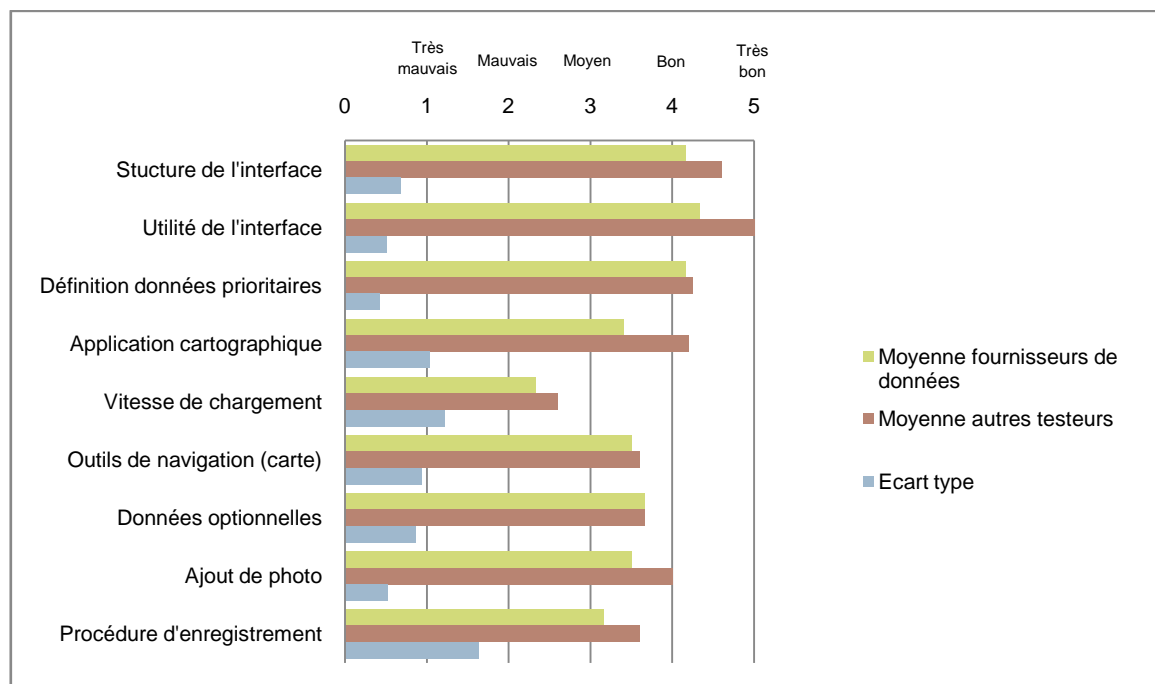


Image 43 : Résultats de l'évaluation de l'interface de transmission

Comme pour l'interface précédente, la structure et l'utilité de l'interface de transmission semblent être en total accord avec les attentes des utilisateurs. Notons toutefois que les personnes qui seront en charge de transmettre des données trouvent son utilité moins pertinente que les autres utilisateurs, alors même que cette interface a été développée pour eux.

La définition de données prioritaires est considérée comme bonne. La majorité des utilisateurs considère qu'il n'est pas utile d'en rajouter. Cependant, un testeur précise qu'il faudrait inclure les noms des cours d'eau pour les laves torrentielles et les inondations.

L'utilisation de l'application cartographique, des outils de dessin et de navigation est classée de satisfaisant à bon. Les fournisseurs de données semblent avoir bien compris le fonctionnement de ces outils et en sont contents. Une analyse plus détaillée des outils servant à représenter les aléas va être faite ultérieurement dans ce chapitre. Il est regrettable que les testeurs insatisfaits par le fonctionnement de cette application cartographique n'aient pas inclus un petit commentaire expliquant leur insatisfaction et proposition d'amélioration.

L'ajout de données optionnelles semble correspondre aux attentes. Il semble difficile de pouvoir augmenter la satisfaction des utilisateurs dans ce domaine sans avoir à toucher au modèle de données lui-même.

L'ajout de photo, procédure somme toute relativement sommaire et usuelle (présent sur de nombreux sites internet), apparaît comme satisfaisant à bon avec un faible écart-type. Là encore, peu d'améliorations sont envisageables.

Finalement, la procédure d'enregistrement est aussi classée plus que satisfaisante. Cependant, comme abordé dans la suite de rapport, il y a ici beaucoup de possibilités d'améliorations. Notamment grâce à l'utilisation de différentes tables temporaires d'enregistrement dans la base de données (cf. chapitre 7.1.2) ainsi qu'un remaniement de la structure de la procédure (cf. chapitre 6.1.3).

6.2.4 Analyse de l'interface d'administration

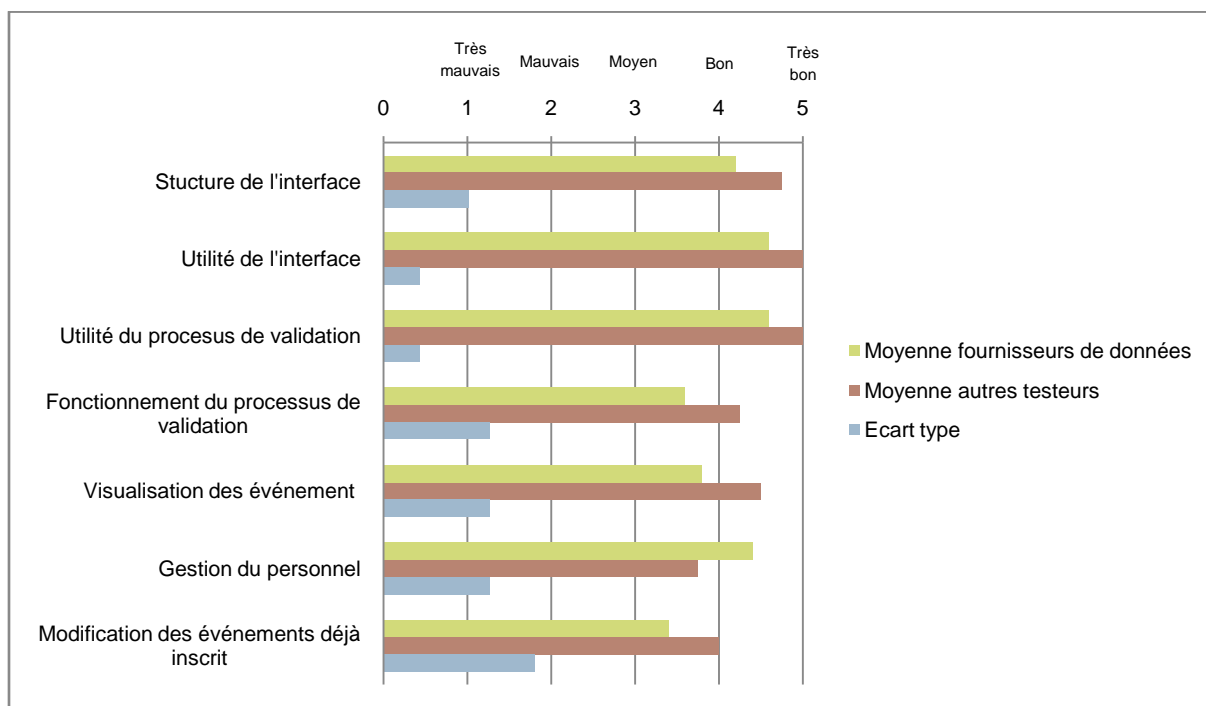


Image 44 : Résultats de l'évaluation de l'interface d'administration

L'utilité de cette plateforme est, comme pour les deux cas précédents, en adéquation avec les souhaits des utilisateurs. Cela démontre que la répartition des compétences entre les différents profils d'utilisateurs ainsi que l'attribution des trois interfaces ont été fait de manière judicieuse.

La structure de cette interface d'administration, quant à elle, peut être sujette à quelques modifications. Un utilisateur suggère de ne pas mélanger la gestion du personnel et la gestion des événements. En effet, la liste du personnel, à terme, risque de contenir le nom de plusieurs dizaines de personnes et son affichage sur cette page peut surcharger cette dernière. De plus, ce tableau du personnel sépare le tableau de la validation des événements et les requêtes pour accéder aux événements déjà validés.

Le processus de validation semble faire quasiment l'unanimité. La note élevée attribuée ainsi que le faible écart type permet d'affirmer que ce processus en deux étapes (inscription puis validation) est utile pour la gestion des inscriptions. Son fonctionnement peut être encore amélioré. En effet, certains testeurs ont affirmé que les icônes pour la validation des événements laissent penser que l'événement était déjà validé (image d'un vu en vert). Il faudrait peut-être simplement mettre un lien textuel « valider cet événement ».

La visualisation d'un événement est noté plus que satisfaisant. Il est possible que la lenteur de l'interface cartographique a rabaisé quelque peu la note générale.

La gestion du personnel semble aussi correspondre aux attentes. Il est intéressant de constater que, pour une fois, les collaborateurs du SESA ou SFFN notent cette gestion plus favorablement que les autres testeurs, alors que dans la grande majorité des autres éléments analysés, les employés cantonaux sont plus sévères (cela provient peut-être du fait que, dans l'administration cantonale, le sentiment de hiérarchie est peut-être plus développé que dans le monde étudiant ou des collaborateurs de l'EPFL).

Pour terminer l'analyse de cette interface, de nombreuses améliorations peuvent être apportées sur la modification des événements déjà inscrits. (cf. chapitre 6.1.6)

6.2.5 Evaluation générale de l'ensemble de la plateforme

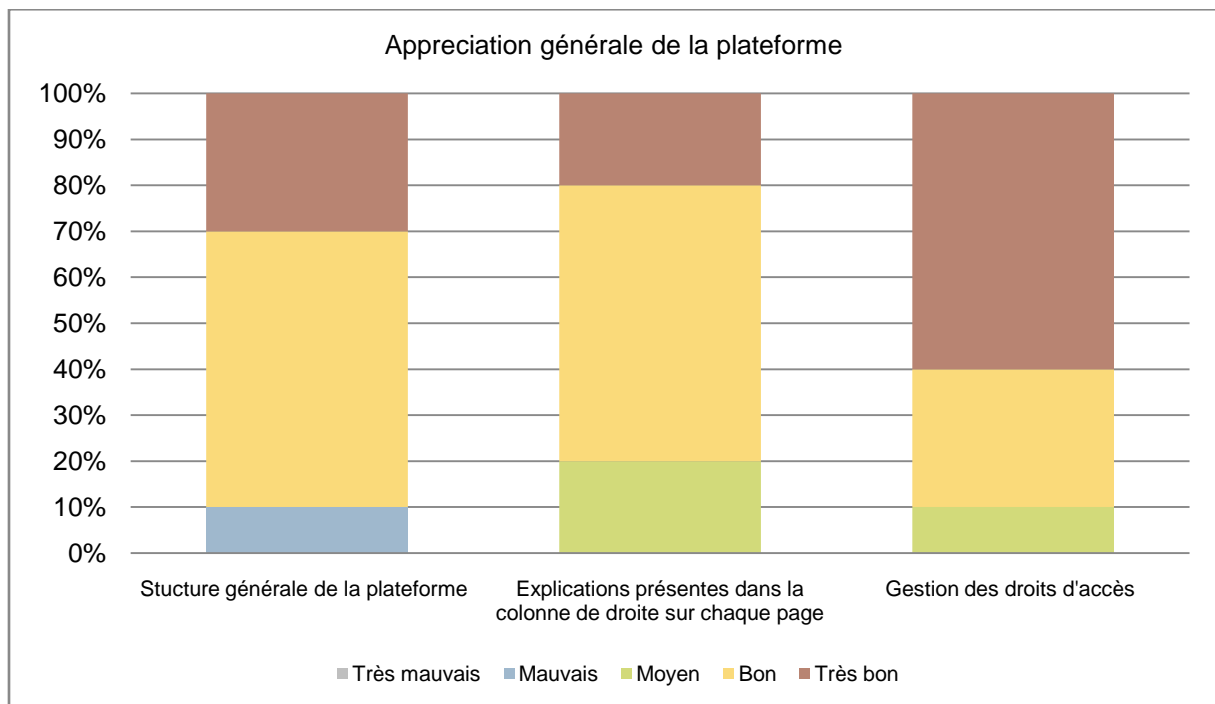


Image 45 : Evaluation générale de la plateforme

Ainsi, le travail effectué lors du développement de cette plateforme prototype semble correspondre aux attentes des futurs utilisateurs. Notons toutefois que ce développement s'inscrit dans le processus itératif (cf. méthodologie appliquée lors de ce projet, chapitre 2). Lors de la première itération, il est normal que le système ne rencontre pas un succès immédiat.

6.2.6 Analyse des outils employés pour retranscrire les événements dans l'application cartographique

Le graphique suivant regroupe les avis des collaborateurs du SFFN et du SESA concernant le type de représentation à utiliser pour introduire les éléments descriptifs d'un aléa (EDA).

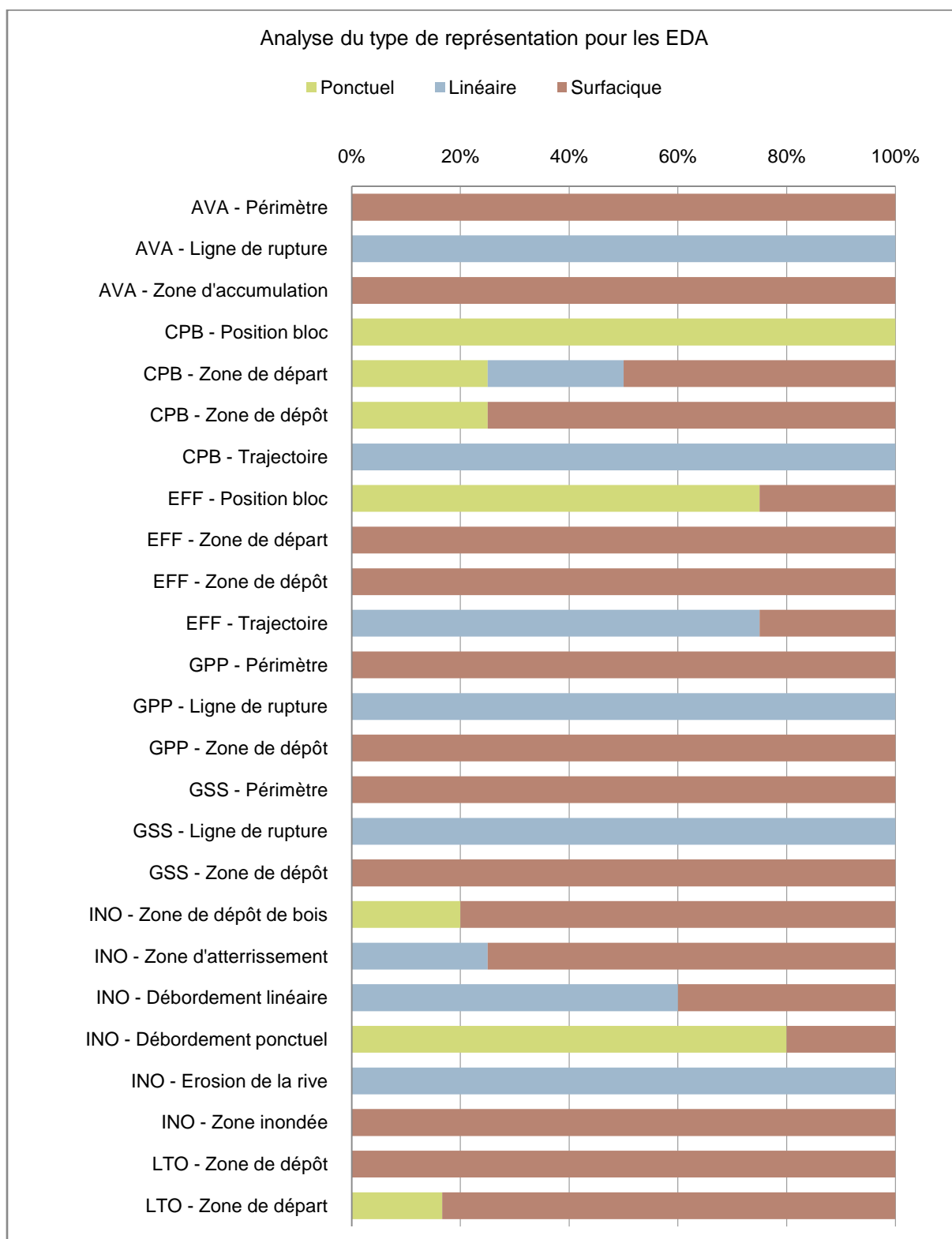


Image 46 : Graphique du type de représentation pour les EDA

Le graphique de la page précédente permettra aux autorités cantonales d'avoir, lors du développement de la structure définitive, déjà une première vue d'ensemble des outils à fournir.

A titre de comparaison, voici un tableau présentant les outils utilisés dans le prototype et ceux conseillés par les collaborateurs des services de l'administration.

Tableau 4 : Outils descriptif d'aléa - comparaison collaborateur vs prototype

EDA	Avis collaborateurs	Prototype
AVA - Périmètre	Surfacique	Surfacique
AVA - Ligne de rupture	Linéaire	Linéaire
AVA - Zone d'accumulation	Surfacique	Linéaire
CPB - Position bloc	Ponctuel	Ponctuel
CPB - Zone de départ	Surfacique	Surfacique
CPB - Zone de dépôt	Surfacique	Surfacique
CPB - Trajectoire	Linéaire	Linéaire
EFF - Position bloc	Ponctuel	Ponctuel
EFF - Zone de départ	Surfacique	Surfacique
EFF - Zone de dépôt	Surfacique	Surfacique
EFF - Trajectoire	Linéaire	Linéaire
GPP - Périmètre	Surfacique	Surfacique
GPP - Ligne de rupture	Linéaire	Linéaire
GPP - Zone de dépôt	Surfacique	Surfacique
GSS - Périmètre	Surfacique	Surfacique
GSS - Ligne de rupture	Linéaire	Linéaire
GSS - Zone de dépôt	Surfacique	Surfacique
INO - Zone de dépôt de bois	Surfacique	Surfacique
INO - Zone d'atterrissage	Surfacique	Surfacique
INO - Débordement linéaire	Linéaire	Linéaire
INO - Débordement ponctuel	Ponctuel	Ponctuel
INO - Erosion de la rive	Linéaire	Linéaire
INO - Zone inondée	Surfacique	Surfacique
LTO - Zone de dépôt	Surfacique	Surfacique
LTO - Zone de départ	Surfacique	Surfacique

Ce résultat quasi identique permet de dire que le travail effectué préalablement au développement de la plateforme a porté ses fruits. En effet, à la vue de ces résultats, il ne semble pas utile de modifier les types de description (points, lignes, polygones) utilisés pour le développement de la plateforme définitive (à l'exception de la description de la zone d'accumulation pour les avalanches).

Cependant, un certain nombre de remarques ont été faites concernant cette thématique :

- La dénomination entre Affaïssement/Effondrement n'est pas claire. Ces termes étant réservés à des phénomènes du type doline, et non pas à une chute de pierres de grande ampleur (Eboulement/Ecroulement).
- Concernant les laves torrentielles, l'ajout de la trajectoire, de l'érosion des berges ainsi que la position de matériaux transportés (gros blocs, arbres, embâcles, dépôts remobilisables) peuvent être utiles.

7 Propositions d'amélioration et perspectives

Cette plateforme prototype possède certes quelques défauts, elle est néanmoins fonctionnelle et permet de remplir pleinement les objectifs fixés au début de ce projet. Les événements peuvent être inscrits de manière textuelle, géographique ainsi que photographique. Une telle structure est, au jour d'aujourd'hui, quelque chose d'unique en Suisse (Longchamp 2009). Si l'Etat de Vaud décide d'opter pour ce format de cadastre (sur internet avec application cartographie collaborative), il sera réellement à la pointe de la technologie, en avance avec ce que font ses voisins.

Pour aider les futures démarches de développement, ce chapitre présente quelques problèmes potentiels qui ont été décrits dans le chapitre 6, des propositions d'amélioration ainsi que des perspectives de développement.

Tableau 5 : Problèmes potentiels et/ou perspectives d'amélioration

	Problèmes chapitres	Propositions chapitres
Architecture de la base de données <ul style="list-style-type: none"> - Tables personnelles - Tables temporaires 	6.2.3 / 5.10 6.2.3	7.1.1 7.1.2
Ergonomie <ul style="list-style-type: none"> - Amélioration de l'ergonomie générale de la plateforme - Arborescences de la navigation - Réorganisation de la procédure d'enregistrement des données 	6.2.2 6.1.4 6.1.3	7.2.1 7.2.2 7.2.3
Vitesse de fonctionnement <ul style="list-style-type: none"> - Applications cartographiques - Fiches descriptives PDF - Enregistrement des données géométriques 	6.2.2 6.2.2 5.12.3	7.3.1 7.3.2 7.3.3
Elargissement de la notion de public <ul style="list-style-type: none"> - Par le biais d'un nouveau statut de données - Par le biais d'une application mobile 	5.2 5.2	7.4.1 7.4.2
Autre <ul style="list-style-type: none"> - Ajout de commentaires lors de l'inscription géographique - Gestion des droits d'accès - Développer la généricité de la plateforme 	6.2.3 5.1 -	7.5.1 7.5.2 7.5.3

7.1 Architecture de la base de données

Le développement, puis la mise en ligne de cette plateforme d'essais ont fait ressortir certains manquements dans la structure de la base de données.

7.1.1 Tables personnelles

La création de tables personnelles géographiques pour chaque élément descriptif des aléas devrait être faite. En effet, lors du développement de cette plateforme d'essai, seulement trois types de tables personnelles ont été créées (polygone, ligne et point) par utilisateur. Cela a pour effet que lors de la visualisation géographique des événements, tous les polygones ont la même couleur (rouge), ainsi que toutes les lignes (bleu) et les points (bleu). La distinction au sein de ces types de géométrie ne peut être faite que par l'utilisation des info-bulles.

La création de tables du type *geom_username_alea_EDA* pourra résoudre ce problème. En effet, chaque élément descriptif d'un aléa (EDA) possèdera une couleur identique dans chaque phase (inscription et enregistrement).

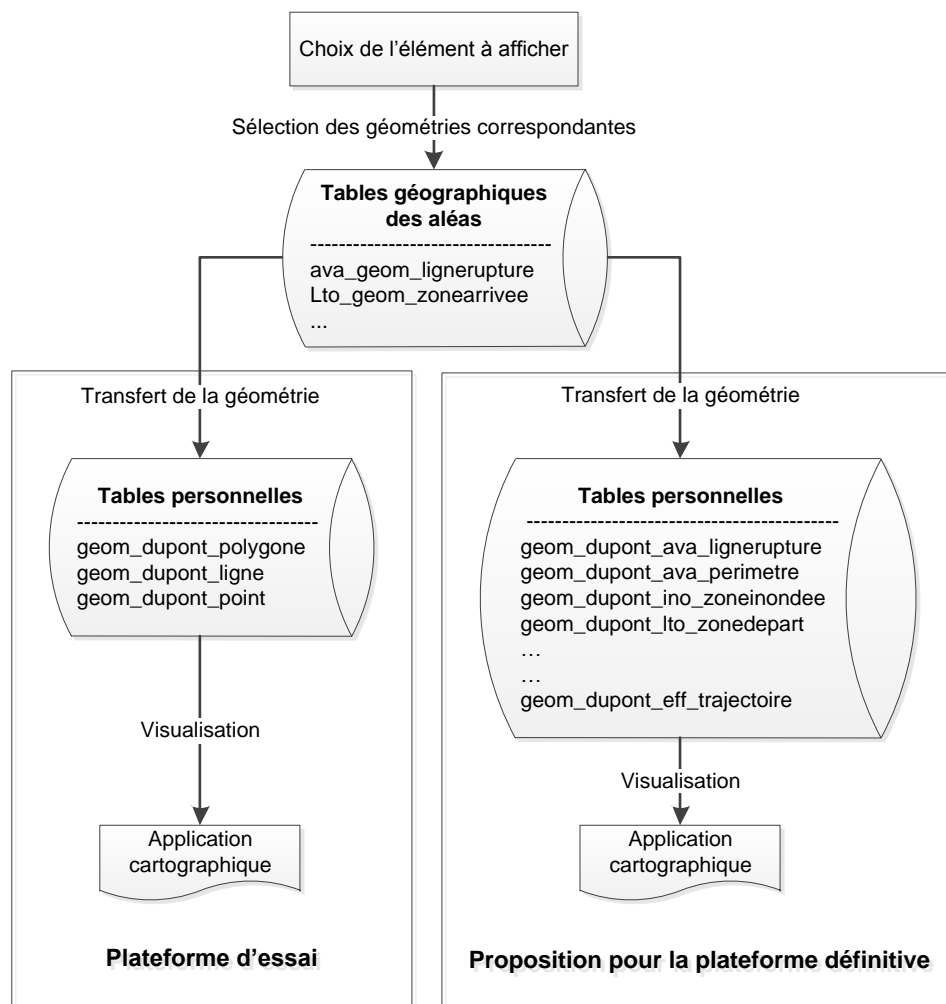


Image 47 : Proposition de modification des tables personnelles

Cette proposition nécessitera la création de beaucoup plus de tables dans la base de données. En effet, seules trois tables sont créées dans le prototype alors que la proposition faite nécessitera la

présence d'une trentaine de tables par utilisateur. Cependant cet ajout de tables supplémentaires peut être totalement automatisé grâce à des requêtes PHP-SQL.

Chaque table devra être introduite dans le serveur cartographique. Avec GeoServer, cela s'effectue normalement manuellement grâce à l'interface web. Il y a la possibilité d'automatiser ces démarches en développant un script PHP qui crée un répertoire dans un dossier de GeoServer en y insérant deux fichiers XML. Ces derniers permettent de relier le serveur cartographique et la base de données. Une fois l'ajout d'un utilisateur effectué, le serveur cartographique devra être redémarré. Cela peut s'effectuer grâce à une routine installée sur l'ordinateur et qui, tous les jours à 23h59, par exemple, éteint et démarre cette application.

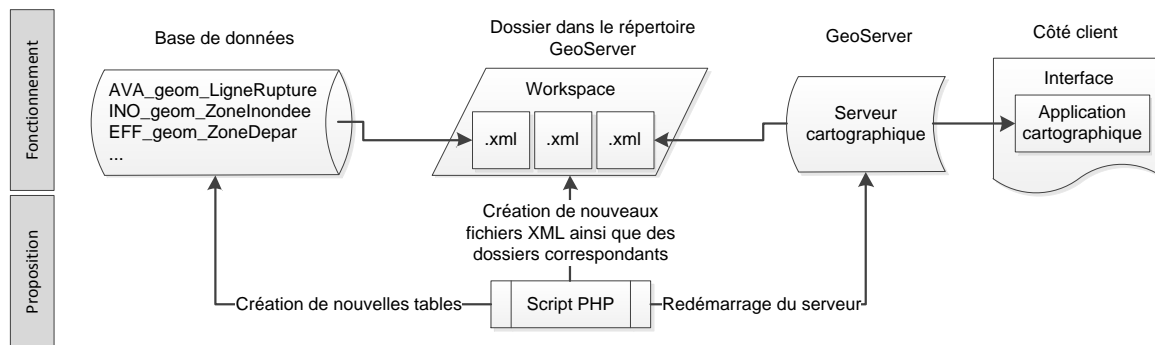


Image 48 : Fonctionnement de la diffusion des données provenant de la base de données

7.1.2 Tables temporaires

L'utilisation de tables temporaires pour l'enregistrement des données géographiques n'est pas une solution satisfaisante. En effet, ce procédé nécessite un long temps d'attente pour les utilisateurs disposant d'une connexion rapide et n'est peut-être pas totalement fiable pour les connexions lentes. Comme expliqué à l'image 35, ce processus nécessite la mise en pause pendant quelques secondes du fonctionnement du script afin de laisser au serveur cartographique le temps de traiter les informations. Ce laps de temps définit arbitrairement (suite à plusieurs essais), peut ne pas être adapté à la configuration matérielle de certains utilisateurs.

De plus, ces tables temporaires sont communes à tout le monde. De ce fait, si deux utilisateurs enregistrent exactement en même temps des géométries différentes, ces dernières risquent d'être mélangées et le résultat final totalement biaisé. Cela ne va probablement pas se produire lors de la phase de test, mais la plateforme définitive devra être capable de gérer cette particularité.

La solution pour palier à ce problème serait premièrement, d'utiliser les tables personnelles non pas seulement dans la phase de visualisation, mais aussi pour celle de l'enregistrement. Puis, deuxièmement, de continuer le processus d'enregistrement des données pendant que le serveur cartographique traite les informations. Ainsi l'enregistrement des événements serait beaucoup plus fluide pour l'utilisateur.

Le schéma ci-dessous montre cette proposition d'amélioration.

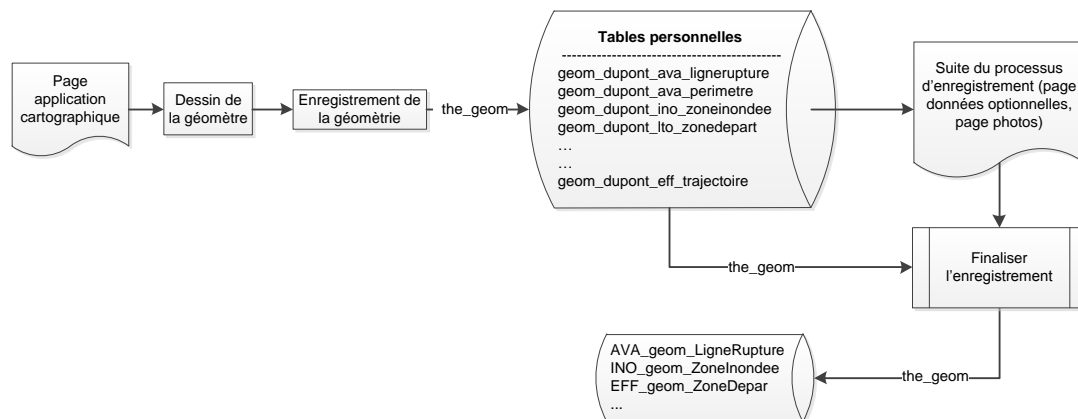


Image 49 : Proposition de modification du processus d'enregistrement

7.2 Ergonomie

7.2.1 Amélioration de l'ergonomie générale de la plateforme

En raison des contraintes temporelles imposées pour réaliser ce projet, il a été décidé de ne pas passer beaucoup de temps sur de petits détails de présentation mais de principalement axer le développement sur la partie fonctionnelle de la plateforme. En effet, il peut être agréable pour l'utilisateur de disposer de petits ornements permettant une meilleure utilisation de fonctionnalités présentes sur la plateforme.

Il existe sur internet des bibliothèques JavaScript³⁶ permettant d'agrémenter les pages web avec de petits effets tels que des déroulements progressifs de menus, des messages d'attente pendant le chargement de pages, des sélections de dates par le biais de calendrier interactif et autres. Il existe des fonctions similaires développées pour les applications cartographiques³⁷.



Image 50 : Interface cartographique d'OpenLayers complétée par GeoExt

La capture d'écran ci-dessus montre une interface cartographique, possédant des fonctions pour dessiner des polygones et des points dans sa barre de titre. De plus, elle dispose de fonctions permettant d'effacer des actions effectuées (undo). Cette interface pourrait rapidement être intégrée à la plateforme actuelle.

³⁶ Bibliothèque JavaScript JQuery : <http://jquery.com/>

³⁷ Bibliothèque JavaScript GeoExt : <http://www.geoext.org/>

7.2.2 Arborescence de la navigation

Les deux analyses du chapitre 6 ont fait ressortir un certain manquement dans l'arborescence de la plateforme. Par exemple, il est nulle part indiqué sur quelle page le visiteur se trouve et qu'elles étaient les pages ultérieures. Ce manque d'informations peut perturber l'utilisateur n'ayant pas l'habitude de surfer sur le site et obliger les autres à toujours utiliser le bouton « reculer d'une page » du navigateur internet pour se déplacer.

Comme le montre l'image 51, il est relativement simple d'inclure sur chaque page un lien vers la ou les page(s) précédente(s) (sous l'entête verte présente sur chaque page).

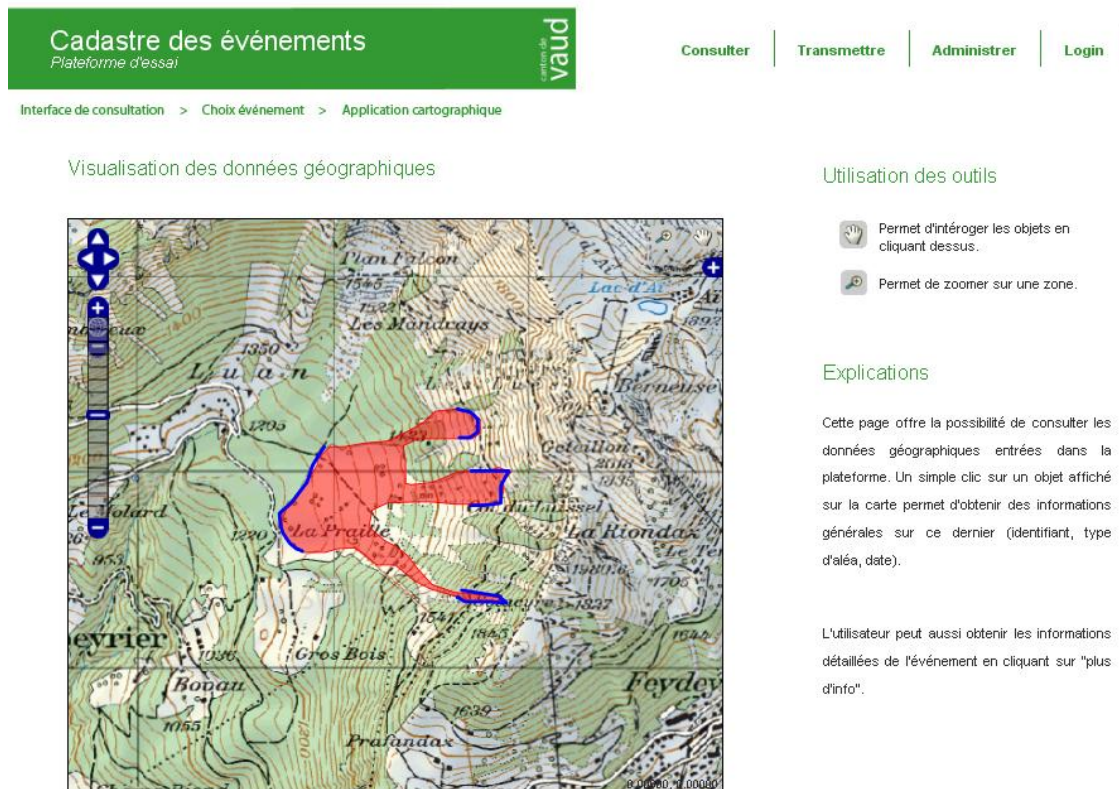


Image 51 : Affichage de l'arborescence des pages

7.2.3 Réorganisation de la procédure d'enregistrement des données

L'inspection d'utilisabilité a fait ressortir le fait qu'il n'y a pas assez de feedbacks proposés à l'utilisateur pendant la procédure d'enregistrement (cf. chapitre 6.1.3). La solution pour résoudre ce problème serait d'utiliser une seule page générale, qui pourrait servir de base à l'insertion des différents types de données. Depuis cette page récapitulative, les utilisateurs pourraient visualiser les différentes étapes de l'inscription et y accéder.

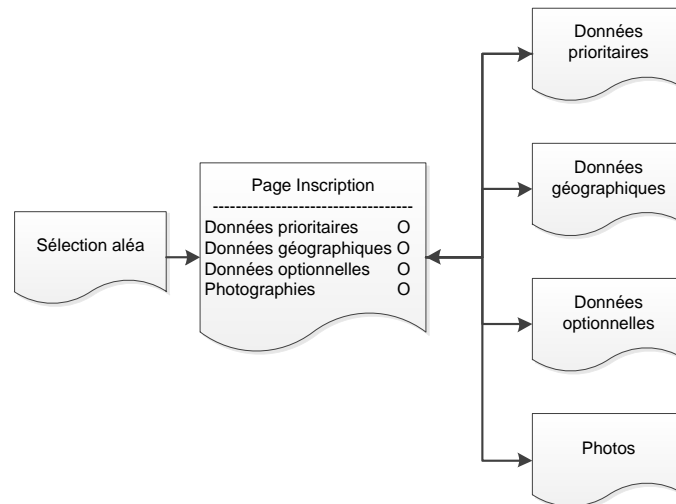


Image 52 : Proposition d'amélioration de la procédure d'enregistrement

Dès qu'une étape est effectuée, un petit vu apparaît sur la ligne correspondante. Cela informe l'utilisateur que cette étape a été correctement enregistrée. Il voit aussi toutes les autres étapes qui lui restent à effectuer. Il a le choix de les faire dans l'ordre qu'il souhaite.

Cadastre des événements
Plateforme d'essai
canton de
vaud

Inscription d'une avalanche - Procédure d'enregistrement

	Enregistré	Ajouter / modifier
Données prioritaires	✓	↻
Données géographique	✓	↻
Données optionnelles	✗	↻
Ajout de photo	✗	↻

Terminer l'inscription :
Finaliser

Image 53 : Proposition de page principale pour l'enregistrement des événements

Par ailleurs, l'utilisateur a la possibilité de modifier directement les données qu'il vient d'inscrire. L'inscription se termine en cliquant sur le bouton « Finaliser » qui n'est fonctionnel que lorsque les données prioritaires et géographiques ont été introduites.

7.3 Vitesse de fonctionnement

La rapidité d'exécution des pages est ressortie, dans les évaluations online, comme étant un des points à améliorer.

7.3.1 Applications cartographiques

Le problème de la vitesse de chargement des données géographiques réside dans l'utilisation du serveur cartographique. En effet, pour chaque nouvelle opération sur la carte (zoom, dé-zoom, déplacement, etc.) OpenLayers envoie plusieurs requêtes au serveur cartographique qui va les analyser, puis créer et envoyer en retour les images correspondantes.

Cette phase de création de l'image peut être relativement lente, en fonction de la puissance de l'ordinateur à disposition, de la qualité de la connexion et du nombre de requêtes envoyées en même temps. Afin d'optimiser cette vitesse d'utilisation, plusieurs serveurs WMS ont été utilisés (la carte principale provient d'un serveur basé à l'ETHZ non sécurisé, les autres proviennent de deux serveurs à l'EPFL). Hormis cette répartition de serveurs, les réglages par défaut d'OpenLayers ont été changés. En effet, l'application cartographique se positionnant directement sur la zone géographique désirée, il n'est pas utile de générer les cartes aux alentours de la zone visible. Cette option a donc été modifiée. De plus, afin de limiter le nombre de requêtes, la taille des tuiles envoyées a été augmentée, limitant ainsi le nombre de cartes à générer.

Toutes ces opérations ont permis d'augmenter significativement la vitesse de chargement des cartes, cependant le résultat final n'est toujours pas entièrement satisfaisant. La solution réside dans la mise en cache des images créées par le serveur cartographique. Il existe des solutions qui permettent de stocker les images créées lors de la première requête puis de simplement les restituer lors des suivantes. GeoServer intègre dans sa dernière version une telle fonctionnalité. GeoWebCache fonctionne comme un proxy entre le client et le serveur cartographique, il nécessite simplement de modifier l'adresse du WMS dans le script de l'application cartographique. La rapidité d'affichage en est donc grandement améliorée. Cette solution a été testée dans le cadre de ce projet. Elle n'a finalement pas été appliquée car elle ne donnait pas entière satisfaction. En effet, la mise en cache des images a créé, en fonction du zoom, un décalage d'une dizaine de mètres. Ce petit artefact provient a priori d'un arrondissement de coordonnées. Une solution pour corriger ce problème peut être trouvée, mais à cause des contraintes temporelles découlant de ce projet, il a été décidé de ne pas utiliser cette mise en cache.

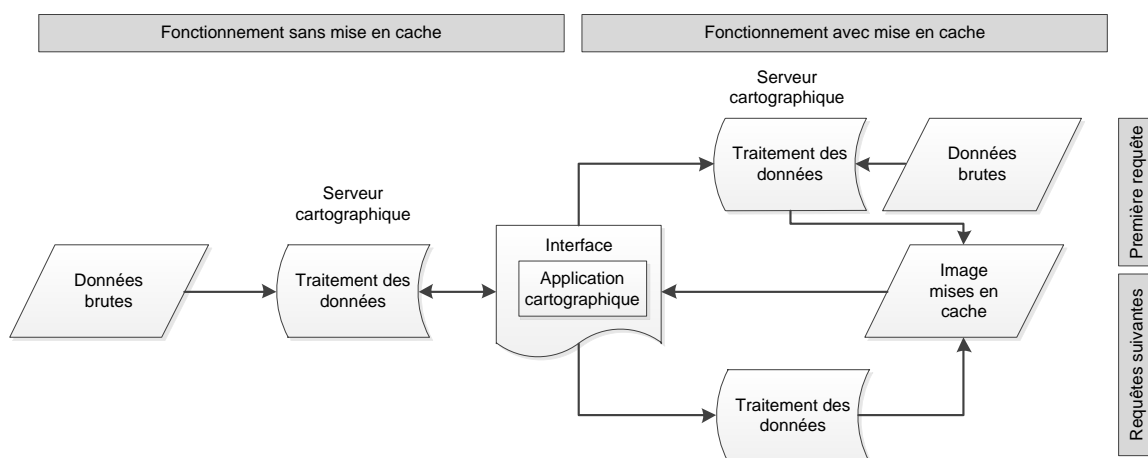


Image 54 : Principe de fonctionnement de la mise en cache des images géoréférencées

Notons que l'OGC a récemment publié un protocole nommé WMTS pour la gestion des images mises en cache (début avril 2010). Ce nouveau standard peut donc être utilisé pour augmenter les performances de la plateforme. Il paraît fort utile que la plateforme définitive dispose d'une telle structure.

Deux autres solutions peuvent être envisagées. L'utilisation d'un ordinateur plus puissant que celui utilisé peut augmenter significativement la rapidité du serveur cartographique. En effet, lorsque des requêtes sont envoyées au serveur cartographique, le processeur est sollicité dans son entièreté (CPU³⁸ à 99%).

De plus, les composantes du système étant séparables, il serait possible de les répartir sur différentes machines. Les programmes et les standards utilisés permettent une telle répartition. Cela a déjà été fait par l'utilisation de différents serveurs WMS mais pourrait être généralisé pour les autres composantes de la plateforme.

Enfin, une fois installée sur les serveurs de l'administration cantonale, la plateforme pourrait bénéficier des ressources et des serveurs de Géoplanet.

7.3.2 Création des fichiers PDF

La création des fiches descriptives des événements au format PDF (cf. annexe 10.8) se schématise de la façon suivante :

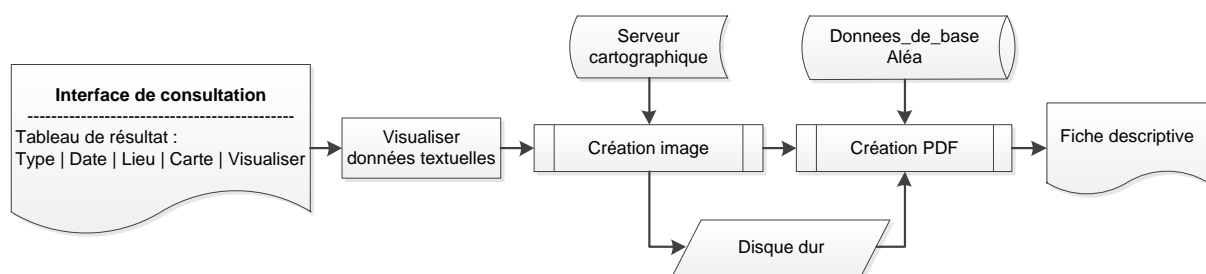


Image 55 : Schéma de la création des fiches descriptives

L'utilisateur ayant choisi l'événement qu'il souhaite visualiser va enclencher un processus composé de deux scripts PHP successifs. Le premier a pour fonction de créer les deux représentations géographiques sous forme d'images. Le code envoie une requête au serveur cartographique via le protocole WMS, puis une fois les images générées, les enregistre dans un fichier de l'ordinateur. Le second code va utiliser ces images, puis ajouter toutes les informations textuelles présentes dans la base de données. Dès le regroupement de toutes ces informations terminées, un fichier pdf va être généré.

Ce procédé présente deux inconvénients notoires :

1. Cette procédure à deux étapes incluant requête WMS et SQL est lente.
2. Il n'y a pas la possibilité de faire un simple clique-droite, puis « enregistrer la cible du lien sous ... » si l'utilisateur souhaite télécharger directement le PDF sur son propre ordinateur. En effet, le lien sur l'interface de consultation renvoie vers le premier script PHP, puis commute automatiquement vers le second code PHP qui va finalement afficher la page PDF. Le lien n'étant pas direct, il n'a pas la possibilité d'enregistrer le fichier.

La solution pour résoudre ces deux problèmes peut être trouvée de façon commune. En effet, il est envisageable de créer le fichier PDF lors l'enregistrement des données et de le stocker sur le disque

³⁸ Central Processing Unit ou processeur

dur de l'ordinateur. Une fois l'enregistrement des données géographiques terminées, les images de ces représentations peuvent être directement générées. Puis lorsque l'utilisateur clique sur l'icône « pdf » ou sur le bouton « Finaliser », le système enregistre automatiquement le fichier sur le disque dur.

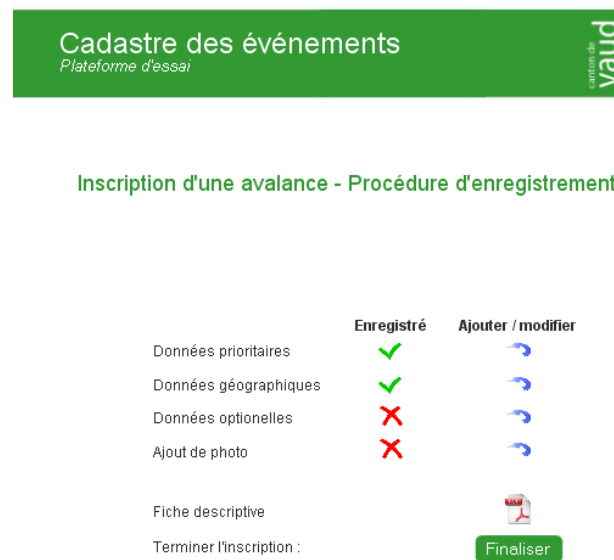


Image 56 : Interface de transmission avec création de la fiche descriptive

Cette proposition d'amélioration a aussi l'avantage de proposer un feedback pour l'utilisateur à la fin de la procédure d'enregistrement. La fiche descriptive résumant toutes les données inscrites (cf. chapitre 6.1.3).

7.3.3 Enregistrement des données géographiques

Le chapitre 5.12.3 explique la procédure d'enregistrement des données géométriques (tables temporaires, puis transfert dans des tables définitives après un moment d'attente). De part le fait qu'il faut laisser le temps au serveur cartographique de traiter les informations géométriques avant de les copier dans les tables définitives, cette procédures prend du temps.

L'utilisation de ce procédé de doubles tables est indispensable pour garantir l'inscription des données. En effet, si l'on ne travaille qu'avec une seule table, l'utilisateur doit inscrire des événements directement sur la table où d'autres sont déjà stockés définitivement. Cela signifie que si un événement se produit plusieurs fois au même endroit (dans le cas de couloir à avalanche par exemple), il peut y avoir une succession de géométrie au même endroit, rendant l'insertion des données plus compliquées pour l'utilisateur.

Pour palier à ce problème, trois autres solutions sont envisageables :

1. Disposer d'une interface cartographique permettant d'afficher une couche vectorielle, de dessiner dessus, puis d'enregistrer ce dessin directement dans une autre couche. A l'heure actuelle, OpenLayers ne dispose pas de cette possibilité. En effet, les couches qui sont entrain d'être éditées doivent obligatoirement être visibles.
2. Pouvoir paramétrer le serveur cartographique afin qu'il ne puisse sélectionner qu'une seule partie d'une couche. Les sélections (scriptes SQL) devraient être transmises par l'interface cartographique via les requêtes envoyées au serveur, qui pourra directement attaquer la base

de données et afficher que les informations souhaitées. GeoServer ne dispose pas de cette fonctionnalité.

3. S'affranchir du serveur cartographique pour enregistrer les données et passer directement de l'application cartographique à la base de données. Cela peut être effectué en utilisant des serveurs développés à cet effet tel que featureServer³⁹. Ce dernier logiciel OpenSource semble être relativement utile mais compliqué à installer et à paramétrer.

L'utilisation de chacune de ces méthodes a des avantages et des inconvénients. Cette particularité de transfert de géométrie devra être étudiée précisément par les autorités cantonales avant le développement de la plateforme fonctionnelle, notamment pour le choix des composantes informatiques. Notons qu'ici, seul l'usage des logiciels OpenSource a été abordé, d'autres solutions plus efficaces peuvent être proposées par des logiciels sous licence.

7.4 Interaction avec le grand public

L'inscription d'un événement ne semble pas être destinée au grand public. En effet, de telles démarches nécessitent une bonne connaissance pratique et théorique dans le domaine. Les informations à compléter découlent directement du modèle cantonal de données et sont donc très précises et exhaustives. Une collaboration du grand public au même titre que les fournisseurs de données définis pour cette plateforme d'essai (collaborateurs du SESA ou SFFN) n'est donc pas recommandée, principalement pour garantir une bonne qualité des données.

Les collaborateurs des services (voyers, gardes forestier et autres) parcourent régulièrement le territoire dans le cadre de leurs activités quotidiennes. Ils peuvent donc répertorier les événements qu'ils découvrent, mais il paraît illusoire qu'ils les trouvent tous. Pour palier à ce manque, les promeneurs, randonneurs et autres personnes qui se déplacent sur le territoire vaudois peuvent fournir des informations capitales lorsqu'ils tombent sur des traces laissées par un événement.

Pour intégrer ce nouveau type d'utilisateurs, deux solutions sont proposées.

7.4.1 Intégration du grand public par le biais d'un nouveau statut de données

Il est imaginable que l'accès à l'interface de transmission de données soit libre de droits. Ainsi les particuliers qui souhaitent entrer des données pourraient le faire, au même titre que les collaborateurs des services.

Une distinction entre les événements inscrits par les professionnels et les autres utilisateurs devrait être faite, notamment pour garantir la différence d'exactitude des données. Ces deux types de données pourraient être distingués en incluant un attribut supplémentaire à leur description. Les données enregistrées après un login auraient un statut « professionnel » alors que les autres disposeraient d'un statut « grand public ».

Cette distinction peut permettre d'une part de garantir un maximum d'inscriptions et d'autre part de conserver la qualité de l'information. Lors d'une visualisation sur une interface cartographique, une différence entre ces deux types de données peut être faite à l'aide de différents jeux de couleur. Par ailleurs, si des requêtes statistiques sont appliquées sur ces données, seules celles qui ont le statut de « professionnel » peuvent être utilisées.

Cependant, il paraît peut probable que cette manière de fonctionner puisse intéresser un large public. En effet, une fois rentré chez lui après une longue journée de marche, un promeneur ayant découvert des traces d'un événement n'aura vraisemblablement pas envie de se connecter sur la plateforme, de rechercher la position géographique de ce dernier et de retranscrire sa description. Ce d'autant plus

³⁹ <http://featureserver.org/>

qu'il faut qu'il soit au courant de l'existence de cette structure informatique. Ce système peut au mieux être appliqué, par exemple, avec des employés de service communaux.

7.4.2 Intégration du grand public par le biais d'une application mobile

Le meilleur moyen de pouvoir toucher un plus large public est de leur proposer une contrepartie à leur collaboration. Les personnes qui peuvent fournir des données seront beaucoup plus enclines à le faire si elles disposent d'un outil qui leur soit utile et fonctionnel. Par exemple, l'utilisation de smartphone ayant la capacité de se connecter sur internet via le réseau GSM est en forte augmentation. Le cadastre des événements pourrait profiter de la démocratisation de ce type d'appareil pour développer ou compléter une application déjà existante. En effet, il existe déjà sur le marché une multitude d'applications permettant de planifier ou de se repérer sur des tracés de randonnées ou de balades, de se situer sur des pistes de ski et de s'informer du risque d'avalanche.

A titre d'exemple, imaginons qu'une de ces applications soit complétée par des données provenant du cadastre des événements. Cela pourrait fournir aux utilisateurs des informations utiles pour leurs escapades dans la nature. De plus, lorsque ces derniers découvrent les traces d'un événement, ils pourraient simplement le signaler en cliquant sur une fonction définie, qui enverrait automatiquement un message au responsable de la zone en question. Ce message comprendrait la position de l'utilisateur, obtenue grâce au positionnement par satellite.

Le développement de ce type d'application pourrait faire partie d'une deuxième étape, une fois le projet initial achevé. Il pourrait réellement compléter le nombre de fournisseurs et optimiser la couverture du territoire. De plus, cet outil serait un bon moyen de sensibiliser la population à la problématique des dangers naturels et faire connaître le cadastre des événements auprès d'un public concerné.

En disposant d'une interface cartographique collaborative ainsi que d'une application pour téléphone portable, l'Etat de Vaud serait précurseur dans ce domaine. De plus, par souci de rentabilité, cette application pourrait être payante (quelques francs) et ainsi l'Etat devrait rentrer rapidement dans ses frais.

7.5 Autres propositions d'amélioration

7.5.1 Ajout de commentaires lors de l'inscription géographique d'un élément

La représentation d'un événement sur une carte ne permet peut-être pas de retranscrire un événement dans toute sa finesse. De plus, certains professionnels ont souvent l'habitude de compléter son croquis fait à la main par des commentaires descriptifs. L'ajout de commentaire directement sur la carte comme si l'on définissait une zone de texte dans PowerPoint paraît difficilement imaginable. Par contre, il serait facile d'ajouter un champ textuel « descriptif » en dessous de l'application cartographique dans lequel les fournisseurs de données introduiraient leurs commentaires. Ce champ serait enregistré en même temps que les données géographiques.

7.5.2 Gestion des droits d'accès

Actuellement, le système de sécurité de la plateforme d'essais est relativement basique. En effet, les visiteurs se connectent sur le site en fournissant leur nom d'utilisateur et mot de passe. Un code PHP complété avec du SQL va simplement, en fonction du nom d'utilisateur, prendre le mot de passe inscrit dans la base de données et le comparer avec celui fourni par l'utilisateur. Si la correspondance est établie, l'accès est autorisé.

Le mot de passe introduit est remplacé par des astérisques comme protection contre les yeux baladeurs, et les valeurs ne sont pas mises en cache par le navigateur. Par contre, le mot de passe n'est pas codé. De ce fait, il est vulnérable en cas de piratage du serveur. De plus, le système ne gère pas de protection contre les attaques par force brute (méthode utilisée en cryptanalyse pour trouver un mot de passe en testant, automatiquement, toutes les combinaisons possibles). Une solution pour contrer ce genre d'attaque serait de limiter le nombre de mauvaises entrées de mots de passe. Par exemple, l'utilisateur entrant trois fois de suite une mauvaise combinaison bloquerait son compte. Ce système fonctionne bien en cas d'attaque de petite envergure mais risque de bloquer le serveur en cas de grandes attaques (tous les comptes seraient bloqués). La solution pourrait être de bloquer les comptes temporairement, ou d'associer le blocage à l'adresse IP du hacker.

L'Etat de Vaud dispose probablement d'un service de sécurité beaucoup plus développé que ceux évoqués ci-dessus. La nouvelle plateforme devra donc s'y intégrer, en espérant que cela ne réduise pas ses capacités de développement.

7.5.3 *Développer la généricité de la plateforme*

Préalablement au développement de la plateforme, il avait été décidé de fournir un effort particulier afin de toujours référencer et expliquer les étapes effectuées. Ceci dans le but de favoriser l'utilisation de cette plateforme pour d'autres utilisations.

En effet, ce type de structure développée, avec des fonctionnalités de visualisation et de transmission de géométrie, peut très bien être adapté à d'autres thématiques que les dangers naturels. Si les lignes de codes sont organisées de façon ergonomique et facilement réutilisable, cette même structure pourrait être utilisée, par exemple, comme SIG communal. En effet, l'habitant de la commune pourrait avoir accès à l'interface 1 alors que les employés communaux pourraient enrichir la base de données grâce à l'interface 2 et 3. Il suffirait simplement de modifier les données de base (probablement déjà présentes dans un SIG de bureau à l'Administration communale) ainsi que de modifier l'emplacement des outils, leurs fonctions restant les mêmes. Ainsi, relativement peu d'investissements seraient nécessaires pour le développement d'une nouvelle application. En tout cas beaucoup moins que pour le développement de la plateforme originale.

8 Conclusion

Les logiciels SIG de bureau se sont rapidement développés et imposés comme des outils essentiels pour toutes les personnes travaillant en relation avec une problématique territoriale. Dans l'élan initié par l'apparition du concept « Web 2.0 », de nombreuses interfaces se sont et vont continuer de se développer directement sur internet. Cette tendance ne concerne pas uniquement le monde de la géoinformation, mais l'informatique en général. L'usage de telles structures se démocratise, devenant accessible au plus grand nombre. L'internaute passe ainsi du stade de simple consommateur au stade de fournisseur, éditeur et diffuseur d'informations.

C'est dans cette optique qu'a été envisagée cette plateforme prototype. En effet, les contraintes et exigences imposées par la gestion d'un cadastre des événements dans le canton de Vaud se prêtent relativement bien au développement d'une structure de ce type. A l'avenir, les différents corps de métier au sein de l'administration cantonale devront tous travailler ensemble. Un outil favorisant la collaboration sera donc essentiel pour réunir toutes ces personnes de formations, d'habitudes et de connaissances différentes.

Par ailleurs, la composante géographique est une réelle plus value. Rien ne serait plus simple que d'adapter les systèmes actuels (formulaires, description textuelle, etc.) sous forme informatique. Un formulaire online basé sur le modèle cantonal de données pourrait faire l'affaire et serait aisément développé en quelques jours de travail. Cette façon de faire, quelque peu rétrograde, donnerait probablement des résultats satisfaisants, mais passerait à côté de tout le potentiel de développement proposé par les nouvelles technologies sur internet. Cette plateforme serait peu attractive et perdrait vraisemblablement tout son attrait assez rapidement. A contrario, l'utilisation de représentations géographiques permet de réellement augmenter l'attrait de la plateforme en général. Dans un monde où l'information est de plus en plus géoréférencée (géoportail, wiki, tag, etc.) et où les principes de la e-gouvernance se répandent, il paraît essentiel que l'administration vaudoise se dote d'une structure en adéquation avec son temps.

Afin d'éviter tout dysfonctionnement et de garantir la durabilité de cette plateforme dans le temps, des améliorations devront y être apportées. Certaines sont déjà proposées dans la dernière partie de ce document, d'autres vont probablement apparaître lors du développement et de l'exploitation de la plateforme définitive. Cependant, ce prototype est fonctionnel et a permis de cerner les enjeux et les exigences d'un tel système ainsi que de mettre en évidence les besoins techniques et organisationnels. L'approche « User-centered design », illustrée notamment par la norme ISO 13407, devra probablement continuer à être appliquée dans le développement de la plateforme définitive. Cette méthodologie de travail permet de garantir que le résultat final soit en total adéquation avec les besoins de la majorité des futurs utilisateurs. Avec un public aussi hétérogène que celui concerné par la problématique du recensement des événements naturels, il est absolument essentiel de se baser sûr une méthodologie claire et précise.

A titre personnel, ayant suivi une formation plus dans le domaine de l'environnement que dans l'informatique, ce projet de Master a été une réelle opportunité pour moi de découvrir et d'approfondir des connaissances dans ce deuxième domaine. Ces dernières pourront, je l'espère, me servir dans ma future vie professionnelle. De plus ce projet m'a permis de découvrir le fonctionnement et les relations entre les différents services de l'Administration cantonale, ainsi que de réaliser un travail en collaboration avec des personnes et des organismes externes à l'école polytechnique. Les projets effectués pendant mon cursus à l'EPFL étaient souvent très académiques et peu ancrés dans la réalité du monde extérieur.

9 Bibliographie

9.1 Articles et rapports

Antunes, P et Santos, R et Videira, N. (2004) Participatory decision making for sustainable development - the use of mediated modelling techniques. *Land Use Policy*. 23 (1). 44-52.

Bugs, G. et Granell, C. et Fonts, O. et Huerta, J. et Painho, M. (2010). *Cities*. 27. 172-181.

Carver, S. (2001) The Future of Participatory Approaches Using Geographic Information: developing a research agenda for the 21st Century. *URISA Journal*, 15, 61-71.

Drew, C. (2003). Transparency – Considerations for PPGIS Research and Development. *URISA Journal*. 15. 73-78.

Goodchild, M. F. (1992). *International Journal of Geographical Information Science* 6. 31.

Goodchild, M. F. (2007). Citizens as voluntary sensor: The word of volunteered geography. *GeoJournal* 69(4). 211-221.

Goodchild, M. F. (2009). Geographic information systems and sciences: today and tomorrow. In *6th International Conference on Mining Science and Technology*.

Heinimann, K. i. (1998). Basic methods of hazard assessment.

Holahan, C. (2007). Scaling the social web. *Business week, best of the web*.

Joerin, F. and A. Nembrini (2005). Post-Experiment Evaluation of the Use of Geographic Information in a Public Participatory Process. *URISA Journal*, 17(1), 15-26.

Longueville, B. D. (2010). Community-based geoportals : the next generation ? Concepts and methods for the geospatial Web 2.0. *Computer, Environment and Urban System*. 34. 299-308.

MacEachren, Alan M. (1999). Cartography and GIS: Facilitating collaboration I.

Maguire, D. J. and P. A. Longley (2005). The emergence of geoportals and their role in spatial data infrastructures. *Computers, Environment and Urban Systems*. 29. 3-14.

Pornon, H. (2007). Bilan et perspectives de 20 années de Géomatique. *Géomatique Expert*. 57. 36-46

Shuford, E. et Schlossberg, M (2005). Delineating “Public” and “Participation” in PPGIS. *URISA Journal* 16(2). 15-26.

Sieber, R. Public Participation Geographic Information Systems : A literature Review and Framework. *Annals of the Association of American Geographers*. 96(3), 491-507.

Smyth, E. (2001). Would the Internet widen public participation?. *Unpublished MRes Thesis*

Sui, D. Z. (2008). The wikification of GIS and its consequences : Or Angelina Jolie's new tattoo and the future of GIS. *Computer, Environment and Urban System*. 32. 1-5.

Tullis, T. et Fleischmann, S. et McNutty, M. et Cianchette, C. et Bergel, M. An Empirical Comparison of Lab and Remote Usability Testing of Web Sites. In *Proceedings of the Usability Professionals Association Conference (UPA 2002)*.

Vodoz, L. (2006). Conception de processus de concertation ad hoc: les implications d'une approche territoriale.

Vandendorpe, C. (2008). Le phénomène Wikipédia : une utopie en marche. *Le Débat*. 148. 17-30.

Yang, C. et Raskin, R. et Goodchild, M. et Gahegan, M. Geospatial Cyberinfrastructure : Past, present and future. *Computer, Environment and Urban System*. 34. 264-277.

Zhao, J. et Coleman, D. (2006). GeoDF: Towards a SDI-based PPGIS application for E-Governance. In *GSDI-9 Conference Proceedings*..

9.2 Sites Web

9.2.1 Informatique en général

Le site du zéro.	http://www.siteduzero.com/
W3schools.	http://www.w3schools.com/
Solflibre	http://softlibre.gloobe.org/doku.php/openlayers/start
L'éditeur JavaScript	http://www.editeurjavascript.com
Nabble	http://www.nabble.com/
Comment ça marche	http://www.commentcamarche.net/
The World Wide Web Consortium (W3C)	http://www.w3.org/
The Open Geospatial Consortium (OGC)	http://www.opengeospatial.org/
OpenSource VD	http://www.vd.ch/index.php?id=4805
Netcraft	http://news.netcraft.com/archives/2009/04/06/april_2009_web_server_survey.html
PHP.net	http://php.net/index.php
PHPfrance	http://www.phpfrance.com/
PHPSources	http://www.phpsources.org/
OSGeo	http://www.osgeo.org/home

9.2.2 Composantes de la plateforme

Apache server (site officiel)	http://httpd.apache.org/
Apache server (installation Windows)	http://www.framasoft.net/article4214.html
GeoServer	http://geoserver.org/display/GEOS/Welcome
GeoExt	http://geoext.org/
GeoExt (blog)	http://geoext.blogspot.com/
ESRI	http://www.esri.com
Microsoft IIS	http://www.iis.net/
Jquery	http://jquery.com/
GeoExt	http://www.geoext.org/
GeoExt	http://geoext.blogspot.com/
PostgreSQL (officiel)	http://www.postgresql.org/
PostgreSQL (France)	http://www.postgresql.fr/

PostGIS (officiel)	http://postgis.refractory.net/
PostGIS (France)	http://www.postgis.fr/
PostGIS (blog)	http://www.davidgis.fr/documentation/win32/html/index.html
PgAdmin III	http://www.pgadmin.org/
OpenLayers	http://openlayers.org/

9.2.3 Géoinformation

Georezo	http://georezo.net/
GéoTribu	http://geotribu.net/
Your Mapps	http://www.youmapps.org/
OpenLayers	http://openlayers.org/
Introduction au webmapping	http://webmapping.ifrance.com/divers/sommaire.htm
Maptools	http://www.maptools.org/
FreeGIS	http://www.freegis.org/
Forum SIG	http://www.forumsig.org/
OpenStreetMap	www.openstreetmap.org/

9.2.4 Etatiques

SwissTopo	http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/fr/home.html
SFFN	http://www.vd.ch/fr/autorites/departements/dse/forets-faune-et-nature/
SESA	http://www.vd.ch/fr/autorites/departements/dse/eaux-sols-et-assainissement/
SR	http://www.vd.ch/fr/autorites/departements/dinf/routes/
StorMe	http://www.bafu.admin.ch/naturgefahren/01922/01926/01927/index.html?lang=fr
Blog M. Marthaler	http://blogs.verts-vaud.ch/marthaler/category/logiciels-libres/
OIT	http://www.vd.ch/fr/autorites/departements/infrastructures/office-de-linformation-sur-le-territoire/
CDN	http://www.vd.ch/fr/themes/territoire/dangers-naturels/acteurs-et-competences/projet-cantonal-de-cartographie-des-dangers-naturels/

9.2.5 Divers

Wikipédia	http://wikimapia.org/
Flickr	http://www.flickr.com
Centre d'études spatiales	http://cct.cnes.fr
Wikimapia	http://wikimapia.org
Blog - Travail collaboratif	http://travailcollaboratif.typepad.com/
Blog - GeoWeb	http://geoweb.over-blog.com/

9.3 Ouvrages

Preece, J., Y. Rodgers, et al. (2002). *Interaction Design - Beyond Human-Computer Interaction*, John Wiley & Sons.

Shneiderman, B. and Plaisant, C. (2009). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction (5th Edition)*, Addison Wesley.

Stone, D., C. Jarrett, et al. (2005). *User Interface Design and Evaluation*. Elsevier.

Daspet, E. De Geyer, C (2008). *PHP 5 avancé (4^{ème} édition)*, Eyrolles.

Kropla, B. (2005). *Beginning MapServer – Open Source GIS Development*, Apress.

9.4 Normes et standards

ISO (1999). Human-centred design process for interactive system. ISO 13407.

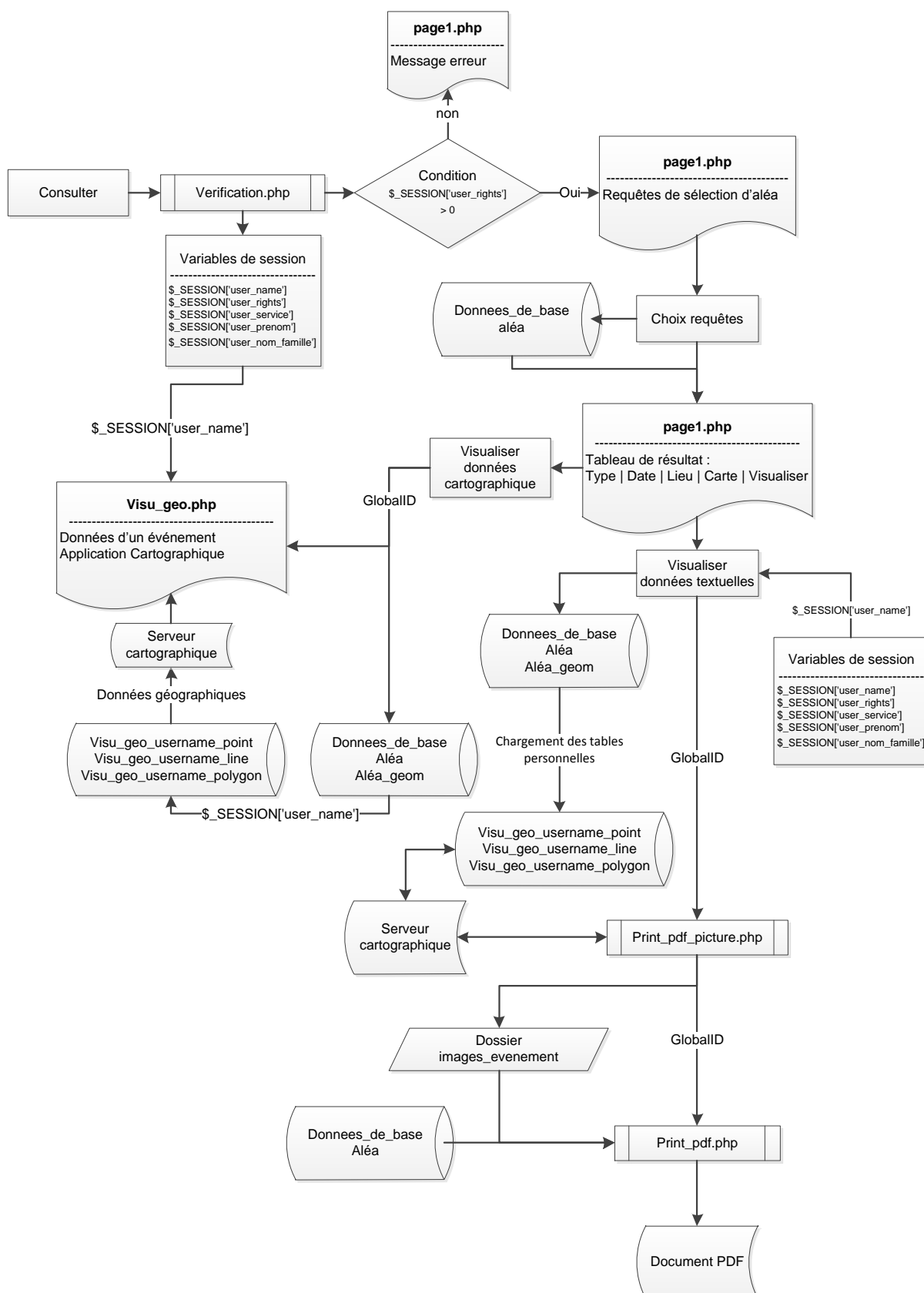
OGC (2005). Web Feature Service Implementation Specification. OGC 04-094.

OGC (2006). Geographic information – Web map server interface. OGC 06-042.

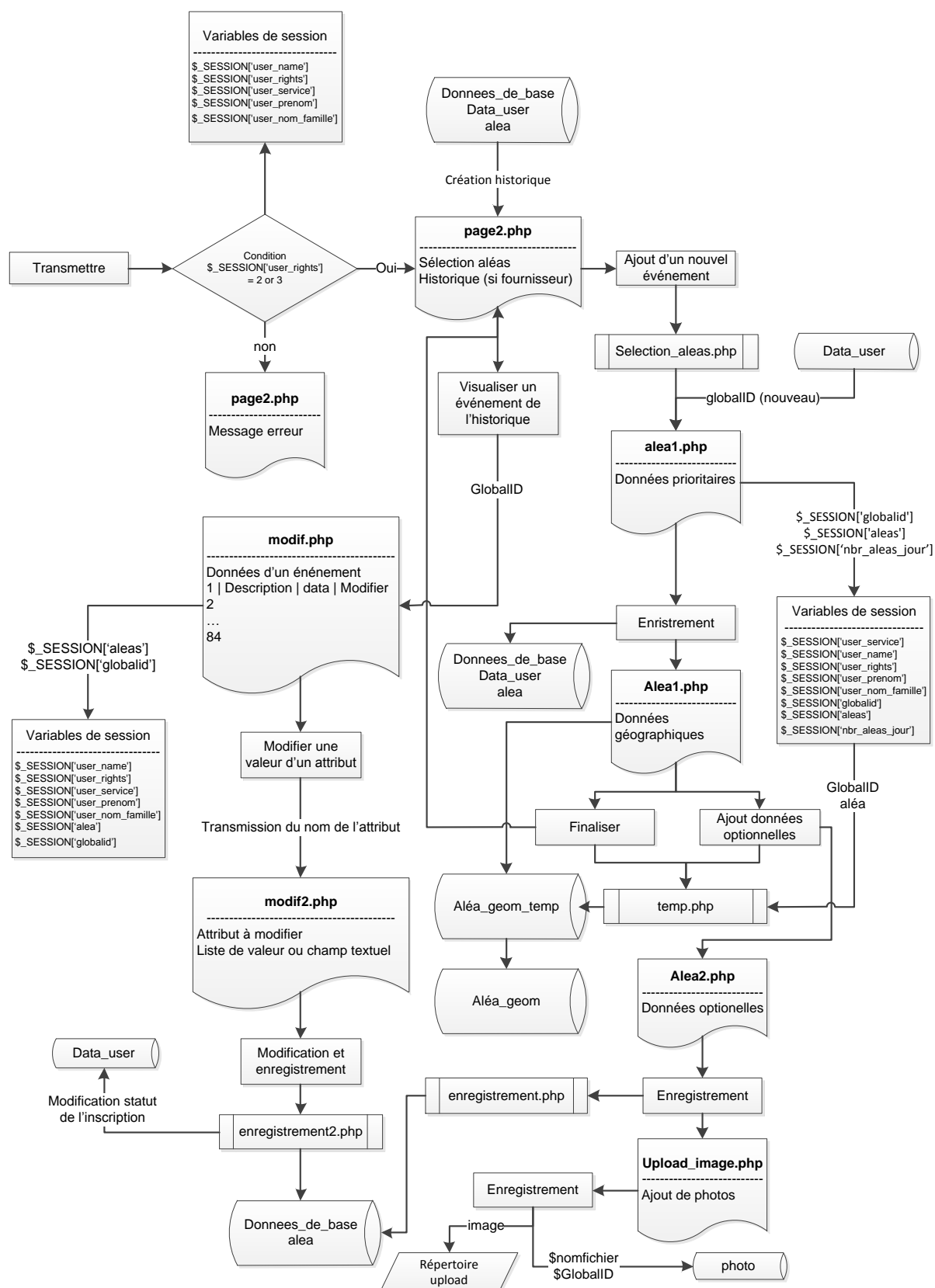
OGC (2010). Web Map Tile Service Implementation Standard. OGC 07-057r7.

10 Annexes

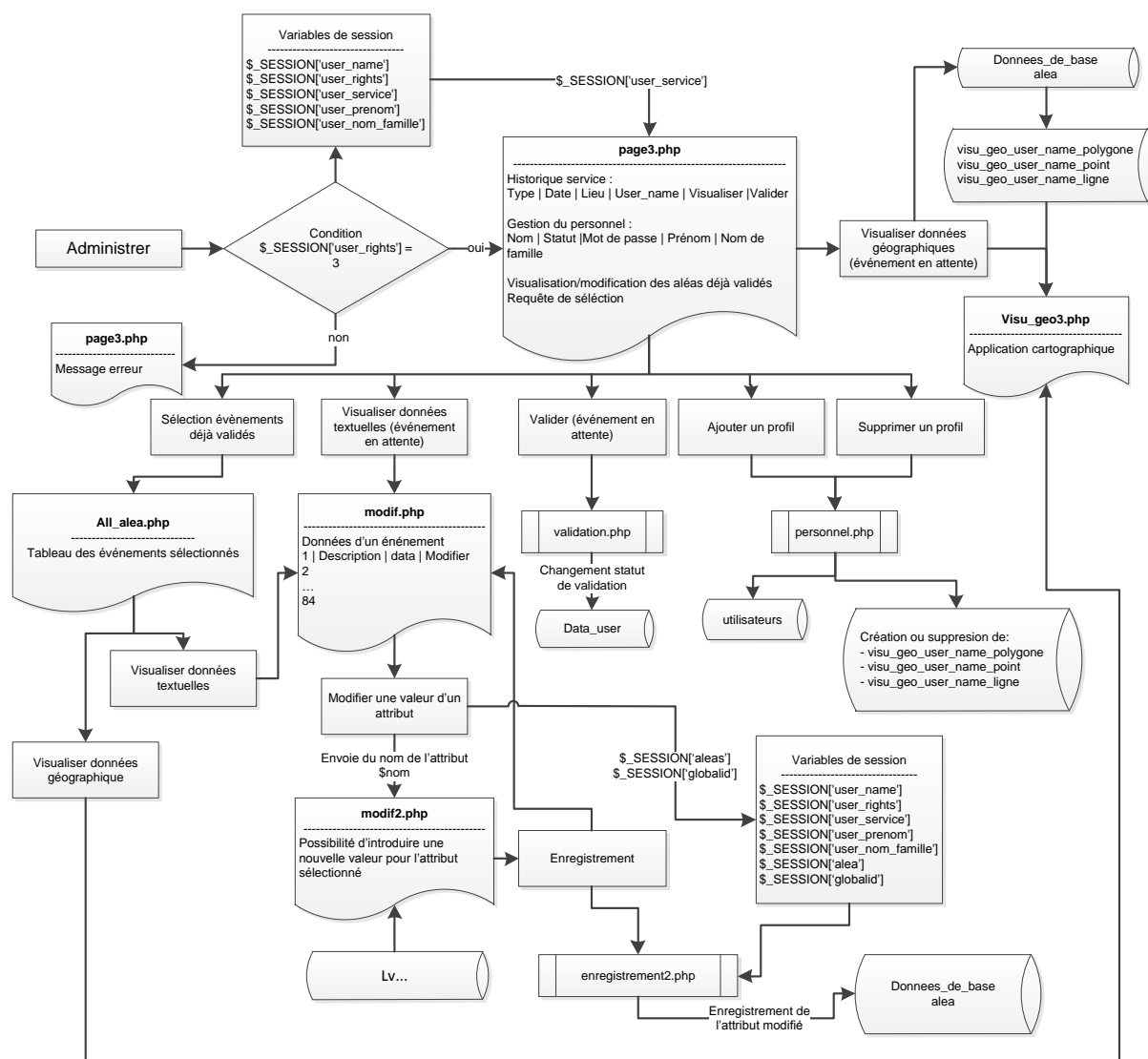
10.1 Architecture de l'interface de visualisation



10.2 Architecture de l'interface de transmission



10.3 Architecture de l'interface d'administration



10.4 Modèle de données cantonal

Classe d'entités simple					Géométrie Points		
CDN_CE_CEV					Contient des M	Non	
					Contient des Z	Non	
Nom du champ	Type de données	Val. Nulles	Valeur par défaut	Domaine	Précision	Ech.	Long.
OBJECTID	Identifiant						
SHAPE	Géométrie	Oui					
cev_Guid	String	Oui					32
cev_CodeEve	String	Oui					20
cev_LvAleaCode	String	Oui		LV01_ALEAS_CODE			3
cev_LvAleaCode2	String	Oui		LV01_ALEAS_CODE			3
cev_AleaDetail	String	Oui			0		
cev_Nom	String	Oui					50
cev_Desc	String	Oui					50
cev_NomLocal	String	Oui					50
cev_LvCommune	Entier long	Oui		LV03_COMMUNES	0		
cev_LvLot	Entier long	Oui		LV00_LOTS			250
cev_LvPerimeDn	Entier long	Oui		LV10_PERIM_DN			5
cev_DateCreation	Date	Oui					50
cev_DateDebut	Date	Oui					250
cev_DateFin	Date	Oui					250
cev_DateReleve	Date	Oui					50
cev_LvDateEstime	Entier long	Oui		LV19_OUI_NON	0		
cev_DureeEven	String	Oui			0	0	8
cev_ReleveType	String	Oui			0	0	8
cev_RelevePar	String	Oui			0	0	8
cev_DocDesc	MEMO	Oui					50
cev_DommageDesc	MEMO	Oui					50
cev_OuvrExis	MEMO	Oui					50
cev_OuvrDesc	MEMO	Oui					50
cev_LvMeteoType	String	Oui		LV20_METEO_TYPE			255
cev_MeteoMm	Entier long	Oui					250
cev_MeteoTemp	Entier long	Oui					50
cev_MeteoDesc	MEMO	Oui					250
cev_LvProjetNom	String	Oui		LV17_PROJETS			20
cev_LvBureau	String	Oui		LV16_BUREAUX	0		
cev_Remarques	MEMO	Oui			0		
cev_StoremeNo	Entier long	Oui			0		
cev_VdNo	String	Oui			0		
hyd_LvDeclCause	Entier long	Oui		LV21_CAUSE_HYD	0		
hyd_LvDeclMaxo	String	Oui		LV15_CODE_MAXO	0		
hyd_LvTraEroLat	Entier long	Oui		LV19_OUI_NON	0		
hyd_LvTraEroFond	Entier long	Oui		LV19_OUI_NON	0		
hyd_LvTraEroDr	String	Oui		LV19_OUI_NON	0		
hyd_LvTraEroGa	String	Oui		LV19_OUI_NON			50
hyd_LvTraAtterrissement	Entier long	Oui		LV18_EVALUATION			1
hyd_LvTraBois	Entier long	Oui		LV18_EVALUATION			250
hyd_ZinoHautMoy	Entier long	Oui			0		
hyd_ZinoSurf	Entier long	Oui			0		
hyd_ZinoVolEau	Entier long	Oui			0		
hyd_ZinoVolBois	Entier long	Oui			0		
hyd_ZinoQMax	Entier long	Oui			0		
hyd_LvZinoMaxo	String	Oui		LV15_CODE_MAXO			1
hyd_ZinoDesc	MEMO	Oui			0		
lto_LvType	Entier long	Oui		LV22_TYPE_LTO	0		
lto_DepVolRoc	Entier long	Oui			0		
lto_DepVolBois	Entier long	Oui					1
lto_DepHaut	Entier long	Oui			0		

lto_DepHautMax	Entier long	Oui			0		
lto_LvDepMaxo	String	Oui		LV15_CODE_MAXO			1
lto_DepDesc	MEMO	Oui					250
cpb_LvType	Entier long	Oui		LV23_TYPE_CPB	0		
cpb_LvDeclCause	Entier long	Oui		LV24_CAUSE_CPB	0		
cpb_LvSource	Entier long	Oui		LV25_SOURCE_CPB	0		
cpb_SouNbBlocs	Entier long	Oui					1
cpb_SouVol	Entier long	Oui			0		
cpb_LvSouMaxo	String	Oui		LV15_CODE_MAXO	0		
cpb_TraLongEboulis	Entier long	Oui			0		
cpb_TraLongForet	Entier long	Oui			0		
cpb_TraLongPre	Entier long	Oui			0		
cpb_LvTraMaxo	String	Oui		LV15_CODE_MAXO	0		
cpb_DepVol	Entier long	Oui			0		
cpb_DepVolMax	Entier long	Oui			0		
cpb_LvDepMaxo	String	Oui		LV15_CODE_MAXO	0		
cpb_DepDesc	MEMO	Oui			0	0	
eff_LvType	Entier long	Oui		LV26_TYPE_EFF			1
eff_LvDeclCause	Entier long	Oui		LV27_CAUSE_EFF			250
eff_LvRocType	Entier court	Oui		LV28_ROCHE	0		
eff_LvMasseType	Entier court	Oui		LV39_MASSE_TYPE	0		
eff_AffHautTot	Entier long	Oui					250
eff_AffHaut	Entier long	Oui			0		
eff_AffDiam	Entier long	Oui			0		
eff_AffSurf	Entier long	Oui			0		
eff_AffDegre	String	Oui			0		
eff_LvAffMaxo	String	Oui		LV15_CODE_MAXO	0		
eff_AffDesc	MEMO	Oui			0		
gte_LvType	Entier long	Oui		LV29_TYPE_GTE	0		
gte_LvDeclCause	Entier long	Oui		LV30_CAUSE_GTE			1
gte_LvPlanType	Entier long	Oui		LVXX_PLAN_TYPE	0		
gte_LvMasseType	Entier long	Oui		LV32_MASSE_GTE	0		
gss_SouHaut	Entier long	Oui					1
gss_SouLarg	Entier long	Oui			0		
gss_SouSurf	Entier long	Oui					250
gss_LvSouMaxo	String	Oui		LV15_CODE_MAXO	0		
gss_DepHaut	Entier long	Oui			0		
gss_DepVol	Entier long	Oui					3
gss_LvDepMaxo	String	Oui		LV15_CODE_MAXO	0		
gss_LvDepLit	Entier long	Oui		LV33_DEPOT_GSS			1
gss_DepDesc	MEMO	Oui			0		
gss_LvEvolu	Entier long	Oui		LV19_OUI_NON	0		
ava_LvType	Entier long	Oui		LV34_TYPE_AVA	0		
ava_LvDeclMode	Entier long	Oui		LV35_CAUSE_AVA	0		
ava_VentForce	Entier long	Oui			0		
ava_VentDir	Entier long	Oui			0		
ava_Neige24	Entier long	Oui			0		
ava_Neige72	Entier long	Oui			0		
ava_LvNeigeType	Entier long	Oui		LV37_NEIGE	0		
ava_Pente	String	Oui			0		
ava_LvExposition	String	Oui		LV38_EXPOSITION			1
ava_SouForet	Entier long	Oui			0	0	
ava_LvSouSurf	Entier long	Oui		LV19_OUI_NON			250
ava_LvSouMaxo	String	Oui		LV15_CODE_MAXO	0		
ava_SouHaut	Entier long	Oui			0		
ava_SouLarg	Entier long	Oui			0		
ava_LvDepForet	Entier long	Oui		LV19_OUI_NON	0		
ava_LvDepMaxo	String	Oui		LV15_CODE_MAXO			2
ava_DepHaut	Entier long	Oui			0		
ava_DepLarg	Entier long	Oui					10
ava_DepVol	Entier long	Oui			0		
ava_LvDepNeige	Entier long	Oui		LV37_NEIGE	0		



10.6 Description d'un événement par le Service des Routes

119-10-011

DEPARTEMENT DES TRAVAUX PUBLICS - SERVICE CANTONAL DES ROUTES	
gâts dus aux forces de la nature (Budget No 62.209.717.09)	No 79314711
<p>annonce faite le 7 octobre 1979</p> <p>par M. Roger III à 4^h Verrey</p> <p>à 711 f. havy-dorcel</p> <p>commune(s) : havy-dorcel (N°52)</p> <p>ordonnées : 569100 / 117450</p> <p>lieu de dégâts : CN N° 1305 Point 1105</p>	<p>PLAN</p> <p>Croquis :</p> <p>COUPE</p> <p>711 f</p> <p>BORLOZ Pierre</p> <p>Voyer 3^e ardt</p> <p>AIGLE</p> <p>8 OCT. 1979</p>
<p>glissement du talus aval</p> <p>éboulement</p> <p>glissement du talus amont (roche pourrie)</p> <p>dégâts au mur aval</p> <p>dégâts au mur amont ?</p> <p>érosion (par débordement ?)</p> <p>chaussée déformée</p> <p>canalisations disloquées</p> <p>voir autres commentaires au verso</p> <p>Roche dans rivière</p>	<p>132</p>

10.7 Formulaire StorMe

Dangers naturels Cadastre des événements		Données de base		Feuille 1/4	
<input type="checkbox"/> Cases (Code-MAXO): M = valeur mesurée, constatation A = supposition, estimation X = pas claire, doit encore être relevé O = ne peut être déterminé					
Processus principale		<input type="radio"/> Avalanche <input type="radio"/> Chute ou éboulement <input type="radio"/> Glissement <input type="radio"/> Crue/Inondation / lave torrentielle			
Information de base					
Nom		Numéro / code		Autres communes concernées?	
Commune: _____		<input type="text"/>		Nom _____	
Lacs et cours d'eau: _____ GEWISS-		<input type="text"/>		Numéro / code _____	
Arrond. forestier: _____		<input type="text"/>		_____	
Région: _____		<input type="text"/>		_____	
Nom local du site: _____					
<input type="radio"/> Événement isolé Date: <input type="text"/> . <input type="text"/> . <input type="text"/> Heure: <input type="text"/> . <input type="text"/> Durée: <input type="text"/> j <input type="text"/> h <input type="text"/> min					
<input type="radio"/> Événement répété <input type="radio"/> journalier <input type="radio"/> hebdomadaire <input type="radio"/> mensuel de (date): <input type="text"/> . <input type="text"/> . <input type="text"/> à (date): <input type="text"/> . <input type="text"/> . <input type="text"/>					
Point supérieur de la zone d'arrachement / de détachement: X / Y = <input type="text"/> / <input type="text"/> Z = <input type="text"/> altitude Coordonnées du front le plus avant du dépôt: X / Y = <input type="text"/> / <input type="text"/> Z = <input type="text"/> altitude Relèvement (date): <input type="text"/> . <input type="text"/> . <input type="text"/> X / Y = <input type="text"/> / <input type="text"/> Relevé par (nom, adresse, tél.): _____					
Domages					
Population / animaux		Personnes	# mort(e)s	# blessé(e)s	# évacué(e)s
		Animaux	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Biens immeubles		Immeubles d'habitation	# détruit	# endommagé	Montant du dommage [Fr.]
		Industrie, arts et métiers, hôtel	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		Ruraux	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		Bâtiments publics et infrastructure	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		Ouvrages de protection	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		Autre (Description dans la note)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Voies de communication / infrastructure		Routes nationales	enseveli [m]	Interruption [h]	Montant du dommage [Fr.]
		Routes principales	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		Autres routes	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		Voies ferrées	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		Installations de transport, pylônes	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		Conduites	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		Autre (Description dans la note)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Fôret / agriculture		Fôret	Surface [a]	Volume du bois endommagé [m³]	Montant du dom. [Fr.]
		Surface agricole utile	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		Autre (Description dans la note)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
StorMe 2.0 Numéro interne: <input type="text"/> Numéro du cadastre des événements: <input type="text"/>					

Dangers naturels
Cadastre des événements

Données de base

Feuille 2/4

Dommmages (suite)

Note (description du dommage):

- (1) Travaux d'évacuation et leur coût, volume des matériaux déplacés
- (2) Montant du dommage subdivisé en privé / public
- (3) Voies de déviation
- (4) Autre
- (5) Avertissement publié
- (6) Mesures d'urgence ordonnées

Aménagement du territoire

Conflit avec les zones d'affectation et de dangers valides? ☐

Zones concernées? (zone à bâtir, camping, site d'extraction, zone de danger, etc.): _____

Ouvrages de protection

Présent dans la zone d'arrachement / de détachement? ☐

N° du cadastre des ouvrages de prot.: _____

Présent dans la zone de transit? ☐

N° du cadastre des ouvrages de prot.: _____

Présent dans la zone de dépôt? ☐

N° du cadastre des ouvrages de prot.: _____

Note (description de l'efficacité des mesures de protection):

- (1) Genre / type d'ouvrage de protection
- (2) Etat des ouvrages de protection, évaluation de leur efficacité
- (3) Dangers résiduels / nouveaux dangers
- (4) Coût des réparations / des ouvrages complémentaires
- (5) Autre

Documentation

Nom, adresse service de documentation / désignation, numéro de l'étude, photos, etc.

☐ Note, étude, expertise, calculs _____

☐ Jounaux, bibliographie, sources historiques _____

☐ Documentation photographique _____

☐ Orthophotos, vues aériennes _____

☐ Vidéo, film _____

☐ Données météorologiques _____

Relevé cartographique

Le site du phénomène a-t-il été cartographié? ☐

Méthode

Zone d'arrachement / de détachement:

Zone de dépôt:

☐ sur place

☐ sur place

☐ Vues aériennes, photos

☐ Vues aériennes, photos

☐ Observ. à distance (de la pente opposée)

☐ Observ. à distance (de la pente opposée)

☐ Relevés rétrospectifs / autres relevés

☐ Relevés rétrospectifs / autres relevés

StorMe 2.0

Numéro interne: _____

Numéro du cadastre des événements: _____

Dangers naturels Cadastre des événements	Chute ou éboulement	Feuille 3/4
<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: 0.8em;"> <input type="checkbox"/> Cases (Code-MAXO): M = valeur mesurée, constatation A = supposition, estimation X = pas claire, doit encore être relevé O = ne peut être déterminé </div>		
Type de phénomène <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <input type="radio"/> Chute de pierres (pierres < 0.5 m) <input type="radio"/> Chute de blocs (blocs de 0.5 à 2 m) <input type="radio"/> Eboulement (gros blocs > 2 m) <input type="radio"/> Ecoulement <input type="radio"/> Eboulement de glace </div>		
Causes météorologiques <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div style="width: 30%;"> Orage <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Durée [h] <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Hauteur des précipitations [mm] </div> <div style="width: 30%;"> Pluie persistante <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Durée [h] <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Hauteur des précipitations [mm] </div> <div style="width: 30%;"> <input type="checkbox"/> Fonte de la neige </div> <div style="width: 30%;"> <input type="checkbox"/> Ne peut être déterminé </div> </div>		
Déclenchement Déclenchement: <input type="checkbox"/> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div style="width: 45%;"> naturel: <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input type="radio"/> Cause générale <input type="radio"/> Glissement / érosion <input type="radio"/> Tremblement de terre </div> </div> <div style="width: 45%;"> <input type="radio"/> artificiel (description dans la Marche à suivre) <input type="radio"/> Autre (description dans la Marche à suivre) </div> </div>		
Zone d'arrachement <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div style="width: 45%;"> Détachement de: <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input type="checkbox"/> Paroi rocheuse <input type="checkbox"/> Terrain meuble <input type="checkbox"/> Glacier </div> </div> <div style="width: 45%;"> Nombre de blocs: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Volume des matériaux éboulés: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [m³] </div> </div>		
Zone de transit <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div style="width: 30%;"> Sous-sol: <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input type="checkbox"/> Eboulis <input type="checkbox"/> Forêt <input type="checkbox"/> Pâturage, prairie </div> </div> <div style="width: 30%;"> Longueur: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [m] </div> <div style="width: 30%;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [m] </div> <div style="width: 30%;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [m] </div> </div>		
Zone de dépôt <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div style="width: 45%;"> Vol. total des matériaux éboulés: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [m³] </div> <div style="width: 45%;"> # pierres, blocs, gros blocs: <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2-10 <input type="checkbox"/> 11-50 <input type="checkbox"/> > 50 </div> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div style="width: 45%;"> Volume du bloc le plus gros: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [m³] </div> <div style="width: 45%;"></div> </div>		
Note (Description de l'événement): <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; min-height: 150px; margin-top: 5px;"> <p>(1) Zone d'arrachement: description générale, qualité de la roche</p> <p>(2) Description de l'état de la forêt</p> <p>(3) Dégâts à la nature dans la zone de transit</p> <p>(4) Indications concernant le rebond (dommage aux arbres)</p> <p>(5) Situation préalable, données météorologiques complémentaires (limite du 0°C, précipitations, fonte de la neige)</p> <p>(6) Comparaison avec des événements antérieurs, évaluation des conséquences du dommage</p> <p>(7) Autre</p> </div>		
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> StorMe 2.0 Número interne: <input style="width: 100px;" type="text"/> Número du cadastre des événements: <input style="width: 100px;" type="text"/> </div>		

Dangers naturels Cadastre des événements	Inondation / crue / lave torrentielle	Feuille 3/4
---	--	--------------------

☐ Cases (Code-MAXO): M = valeur mesurée, constatation A = supposition, estimation X = pas claire, doit encore être relevé O = ne peut être déterminé

Type de phénomène ☐ Inondation / crue ☐ Lave torrentielle (dans le lit)

➔ Données transmises au Service hydrologique et géologique national, banque de données „Solids-II”? ☐

Autres phénomènes (d'importance secondaire):

☐ Inondation ☐ Lave torrentielle (dans le lit) ☐ Erosion (rives, talus de berge) ☐ Autre (Description dans la note)
☐ Débordements avec dépôts ☐ Glissement ☐ Chute de pierres ou éboulement

Causes météorologiques

Orage **Pluie persistante** ☐ Fonte de la neige ☐ Ne peut être déterminé
☐ Durée [h] ☐ Durée [h]
☐ Hauteur des précipitations [mm] ☐ Hauteur des précipitations [mm]

Déclenchement Déclenchement: ☐

☐ Obstruction due à du bois flottant ☐ Débordement / rupture à cause de la section du lit trop petite
☐ Obstruction due à des alluvions ☐ Rupture de la digue
☐ Obstruction près de pont / voûtages ☐ Canalisations surchargées
☐ Autre rétrécissement ☐ Autre (Description dans la note)

Evaluation des processus dans le lit

	forte moyenne faible		forte moyenne faible
Erosion latérale (rives, talus de berge)	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Dépôt de laves torrentielles dans le lit	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Erosion de fond	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Dépôt de bois flottés dans le lit	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Atterrissement	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		

Zone inondable / zone de dépôt

Vol. des matériaux solides déposés: ☐ [m³] Epaisseur moyenne du dépôt de matériaux solides: ☐ [m]
 Volume de la lave torrentielle: ☐ [m³] Niveau moyen de l'inondation: ☐ [m]
 Vol. du bois flotté qui s'est déposé: ☐ [m³] Epaisseur maximale du front de la lave torrentielle: ☐ [m]
 Débit de pointe Q_{max} : ☐ [m³/s] (indiquer le lieu de mesure sur la feuille 4/4)

Note (Description de l'événement):

(1) Lieu de mesure Q_{max}
 (2) Dynamique générale du phénomène, méthodes de calcul et d'estimation
 (3) Etat / évaluation des dépotoirs existants
 (4) Situation préalable (humide, moyen, sec, gel) / données météorologiques complémentaires (limite 0°C, grêle, etc.)
 (5) Traces de crue (où, atteignant quelle hauteur)
 (6) Comparaison avec des événements antérieurs, évaluation des conséquences du dommage
 (7) Autre

StorMe 2.0	Numéro interne: <input style="width: 80%;" type="text"/>	Numéro du cadastre des événements: <input style="width: 80%;" type="text"/>
-------------------	--	---

Dangers naturels Cadastre des événements	<i>Relevé cartographique</i>	Feuille 4/4
<p>Événement: Commune: Processus principale: Digitalisation effectuée? <input type="checkbox"/></p> <p>Relevé cart.: Echelle 1 : Date: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Nom, adresse, tél.:</p>		
StorMe 2.0 Numéro interne: <input style="width: 80px;" type="text"/> Numéro du cadastre des événements: <input style="width: 80px;" type="text"/>		

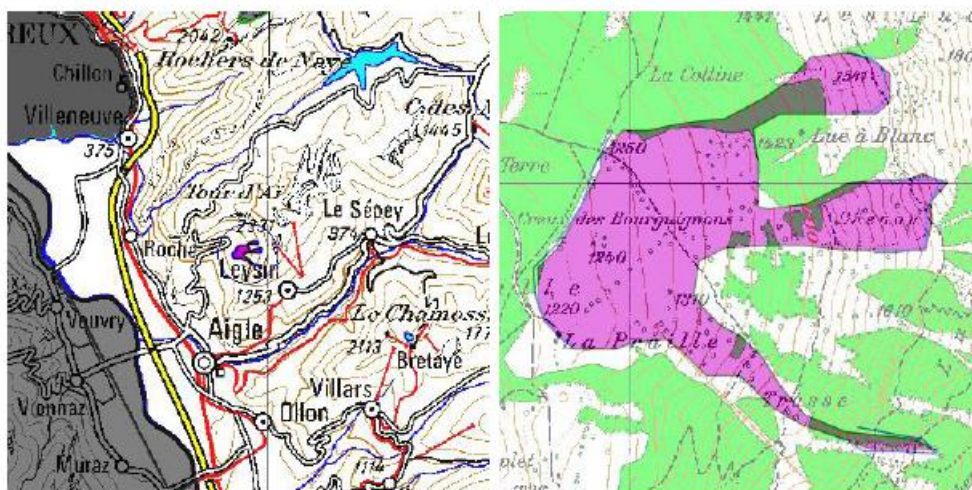
10.8 Fiche descriptive PDF

Cadastre des événements

Fiche descriptive

GlobalID	Commune	Type d'aléa	Date	Nom
1	Corbeyrier	Avalanche	03.03.1999	Peter Blake

Plan de situation	Description géographique détaillée
-------------------	------------------------------------



Données administratives	
N° du lot selon CDN-VD	GrandeEau
Code du périmètre CDN	111
Code CDN-VD	5404-AVA-19990303-1
Date de création du document	2010-04-25
Nom du bureau ayant déterminé l'objet	Nivalp
Nom du projet	Académique
Dénomination locale de l'événement (Avalanche du ..., avalanche de ...,)	Pas de dénomination
Lieux-dit, quartier, cours d'eau, nom local, falaise, couloir, etc.	La Mire
Type de relevé : terrain, photo, archives,...	Photos
Personne ayant effectué le relevé	Jean Troillet
Type de documents disponibles sur l'événement	Cadastre des événements

Cadastre des événements

Fiche descriptive

Remarque ou commentaire	Pas de commentaire
-------------------------	--------------------

Données de base	
Description de l'événement	Aucune description
Détail sur le type de danger (débordement, glissement profond, etc.)	Avalanche déclanchée pas de fortes chutes de neige
Type de phénomène	Avalanche de plaque
Cause du déclenchement	Ski, snowboard
Qualité de l'information sur la cause du déclenchement	Valeur supposée, estimée
Type d'événement naturel, processus secondaire	
Précision de la situation géographique de l'évènement	Localisation estimée
La date de l'événement est-elle estimée ?	oui
Durée de l'événement en heure	00:05
Description des dommages	Arbres deracinés, clôtures arrachées.
Ouvrages de protection existants	Aucun
Description des ouvrages	-
Description de la zone source	pentcs escarpées
Nature des matériaux	Neige sèche (poudreuse)

Cadastre des événements

Fiche descriptive

Données météorologiques	
Type de météo précédant l'événement	Neige
Précipitations [mm]	36
Température atmosphérique [°C]	-3.5
Description de l'événement météorologique, situation de la station de mesure, durée des mesures	Fortes chutes de neige

Données spécifiques	
Largeur de la surface de rupture (source) [m]	50
Surface de la zone source [m2]	500
Hauteur de la surface de rupture (source) [m]	1
Nature des matériaux	Sur le sol
Secteur avalanche surveillé durant l'hiver, fréquence	chaque jour
La zone source se situe en forêt	non
Hauteurs de chutes de neige les dernières 24 heures [cm]	50
Hauteurs de chutes de neige les dernières 72 heures [cm]	60
Pente [°]	20
Force du vent [m/s]	12
Direction du vent	Nord (bise)
Exposition de la pente	Nord-Est
Qualité de l'information sur la source	Valeur supposée, estimée
Description de la zone de transit	Paturages
Largeur de la surface de dépôt [m]	30
Surface des dépôts [m2]	40
Volume des matériaux solides déposés/déplacés [m3]	60
Natures des matériaux	Neige mixte
Dépôt en forêt	oui

Cadastre des événements

Fiche descriptive

Photos

