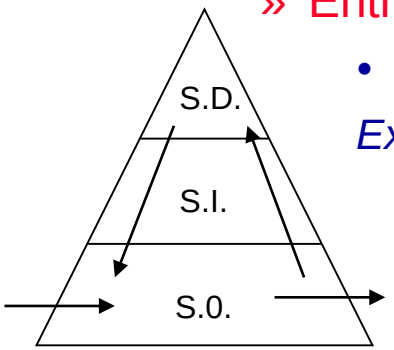
- **Informations pratiques sur le cours**
  - **Organisation générale**
    - » Cours théoriques et/ou pratiques tous les mercredis de 9h à 12h
    - » Travail pratique « conception d'un SIG » réalisé en « semi-autonomie »
  - **Support didactique**
    - » Slides de cours à télécharger ici: http://geomatics.ulg.ac.be/download/sig/
    - » Attention aux mises à jour potentielles (cours en évolution)
  - **Outils**
    - » La partie pratique du cours requiert plusieurs outils « open source » téléchargeables ici: http://www.gitan.ulg.ac.be/cms/index.php?page=open-source
    - » Avoir accès à un ordinateur (windows/mac/linux) à la maison est conseillé
  - **Evaluation**
    - » Examen pratique sur ordinateur (25%) + TP « conception d'un SIG » (15%)
    - » Examen théorique oral (60%)
    - » *La réussite est conditionnée par la réussite des deux parties (théorie et pratique). En cas d'échec, une dispense partielle (théorie ou pratique) est possible.*

- **1. Modélisation des organisations**
  - L'organisation (entreprise, administration, service) est un système complexe, actif et organisé.
  - Elle peut être divisée 3 sous-systèmes: le système opérant, le système d'information et le système de décision.
  - Elle entretient toute une série de flux :
    - » En son sein, essentiellement sous forme d'information entre les sous-systèmes :
      - Information de représentation, depuis le système opérant, vers le système de décision.
      - Information de décision : depuis le système de décision vers le système opérant.
    - » Entre elle et le monde extérieur, de toute nature :
      - Entre chacun de ses sous-systèmes et le monde extérieur.

Exemples - au niveau du système opérant :

Matières premières vers le système opérant, produits ou services depuis le système opérant, etc.



- **1.1. Système opérant (S.O.)**
  - » Le système opérant concerne l'activité de production (de biens ou de services) de l'organisation.
  - » Il rassemble les processus actifs de l'organisation qui transforment les flux primaires de toutes sortes :
    - Flux de matières.
    - Flux financiers.
    - Flux de personnel.
    - Flux d'information.
  - » *N.B. Les flux primaires et l'activité de production d'une organisation du secteur 3aire sont souvent (pas toujours) constitués d'information.*
    - ➢ *Il est parfois difficile de séparer le système opérant, du système d'information dans de telles organisations.*
    - *Ils sont parfois confondus en un système mixte S.I./O.*

– 1.2. Système de pilotage ou système de décision (S.D.)

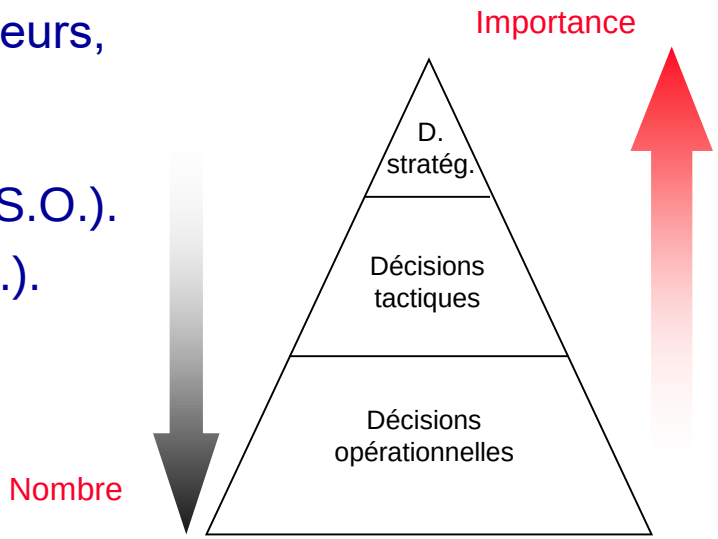
» Le système de pilotage regroupe les activités décisionnelles de l'organisation.

» Les activités décisionnelles sont celles qui permettent :

- La régulation.
- Le pilotage.
- L'évolution des systèmes opérant et d'information.
- L'adaptation de l'organisation à son environnement.

» Les activités décisionnelles sont diversifiées et assurées par un grand nombre d'acteurs, à tous les niveaux de l'organisation :

- Décisions opérationnelles (les plus nombreuses; au niveau du S.O.).
- Décisions tactiques (S.O. et S.D.).
- Décisions stratégiques (les plus importantes; S.D.).



– 1.3. Système d'information (S.I.)

» Système de mémorisation dont le rôle principal est d'informer le système de pilotage.

» Il assure la relation entre le système opérant et le système de décision.

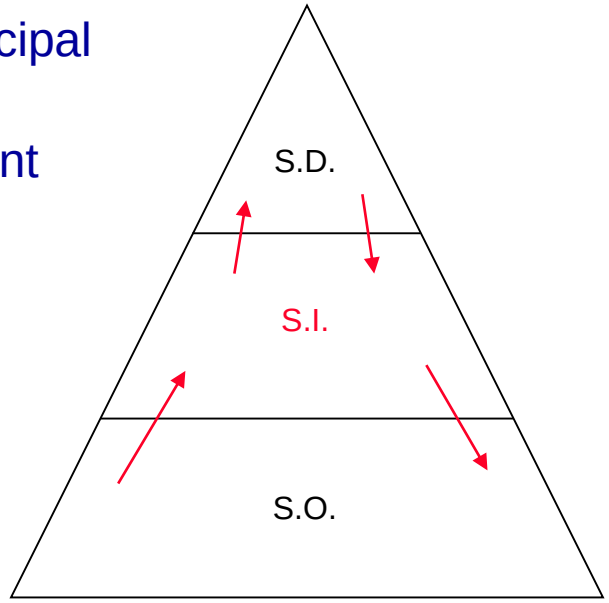
» Il mémorise l'information de / sur :

- Toute l'activité du système opérant.
- Tous les flux primaires.
- Toutes les décisions prises.

» Le système d'information n'est qu'une « représentation » de la réalité.

- *Ex. le S.I. ne mémorise pas les chèques mais les montants.*

» Le S.I. est souvent vu comme le « miroir du S.O. ».



- **2. Fonctions du S.I. dans l'organisation**
  - » Le S.I. est **conçu** par le système de décision de l'organisation en fonction des objectifs à atteindre.
  - » Le S.I. produit une représentation de l'activité du système opérant, en mémorisant tous les faits qui se produisent, ou se sont produits dans le passé, et leurs échanges avec l'environnement.
  - – **Les 6 fonctions du S.I.**
    - » Production / génération de l'information.
    - » Acquisition et mémorisation des données.
    - » Communication et diffusion de l'information.
    - » Mise à jour et maintenance des données et de l'information.
    - » Gestion des données et de l'information.
    - » Intégration des données et de l'information,

- **3. Les composantes d'un S.I.**
  - **3.1. Contexte général**
    - » De la façon la plus générale, les composantes du S.I. d'une organisation sont :
      - Les données ou informations.
      - Les traitements ou procédures.
      - Les équipements ou composantes matérielles.
      - Les ressources humaines.
    - » Dans la mesure où l'on s'intéresse en priorité à la conception et / ou à l'informatisation d'un S.I., les données et les traitements de données constituent les composantes essentielles et toujours indispensables.

- **3.2. Les données et les traitements**
  - » Les données constituent l'aspect statique d'un S.I. :
    - Elles déterminent son état à un moment déterminé.
  - » Les traitements constituent l'aspect dynamique du S.I. :
    - **Toutes les fonctions et activités du S.I**. sont considérées comme des **traitements de données**.
    - Toutes ces fonctions sont modélisables et susceptibles d'être informatisées / automatisées dans le cadre d'un projet de développement d'un S.I. informatisé.

– 3.3. Composantes matérielles

» Pour être efficace, le S.I. doit coordonner 3 composants ou modules « matériels » :

- Le module de recueil de données : procédures plus ou moins automatisées de saisie des données (de l'interview, au lecteur optique).
- Le module de transfert, stockage et manipulation de données : le « cœur » matériel du S.I., constitué par le Système de Gestion de Base de Données (SGBD) et les éventuels outils de traitements complémentaires, sélectionnés pour travailler en harmonie avec les autres composantes de l'organisation.
- Le module de communication : assurant l'échange entre les différents éléments du S.I., entre les différents systèmes internes de l'organisation, et entre l'organisation et le monde extérieur.
  - *N.B. Ce module a pris une importance particulière avec les échanges inter-réseaux.*

- **4. Cycle de vie du S.I**
  - **4.1. Étapes**
    - » Tout S.I. a son cycle de vie propre, depuis sa gestation, le moment où l'organisation envisage la possibilité d'implanter ou d'informatiser un S.I., jusqu'à sa mort (abandon car obsolète, inefficace, trop coûteux, etc.).
    - » On distingue traditionnellement 5 étapes dans le cycle de vie d'un S.I. :
      - Départ : définition des buts, objectifs, contraintes.
      - Gestation : conception, étude technique.
      - Réalisation et implantation.
      - Exploitation, vieillissement, maintenance (rajeunissement).
      - Mort : abandon, succession.

Temps

- *N.B. 1. Il n'est pas rare que les étapes de gestation et de réalisation occupent plusieurs mois voire plusieurs années avant d'être achevées.*
- *N.B. 2. Plusieurs implantations (rajeunissement, changement de composantes matérielles, etc.) peuvent apparaître durant le cycle de vie.*

– 4.2. Cycle de développement

» Le S.I. reste en développement tout au long de son cycle de vie. Néanmoins, les étapes de développement les plus diversifiées sont celles qui prennent place **avant l'implantation** (après, il s'agit de **maintenance**).

» On peut ainsi définir un cycle de développement, parallèle au cycle de vie et qui comporte les étapes suivantes :

Cycle de développement	***Cycle de vie***
• Schéma directeur et analyse de besoins	Point de départ
• Étude conceptuelle, avec prototype éventuel • Étude logique	Gestation
• Traduction au niveau physique et mise en place	Réalisation
• Maintenance et évolution	Maintenance

– **4.3. Acteurs du développement du S.I.**

» Le développement d'un S.I. n'est pas seulement l'affaire de quelques spécialistes (les « concepteurs »). Il implique une participation **active** de plusieurs catégories d'acteurs appartenant à l'organisation.

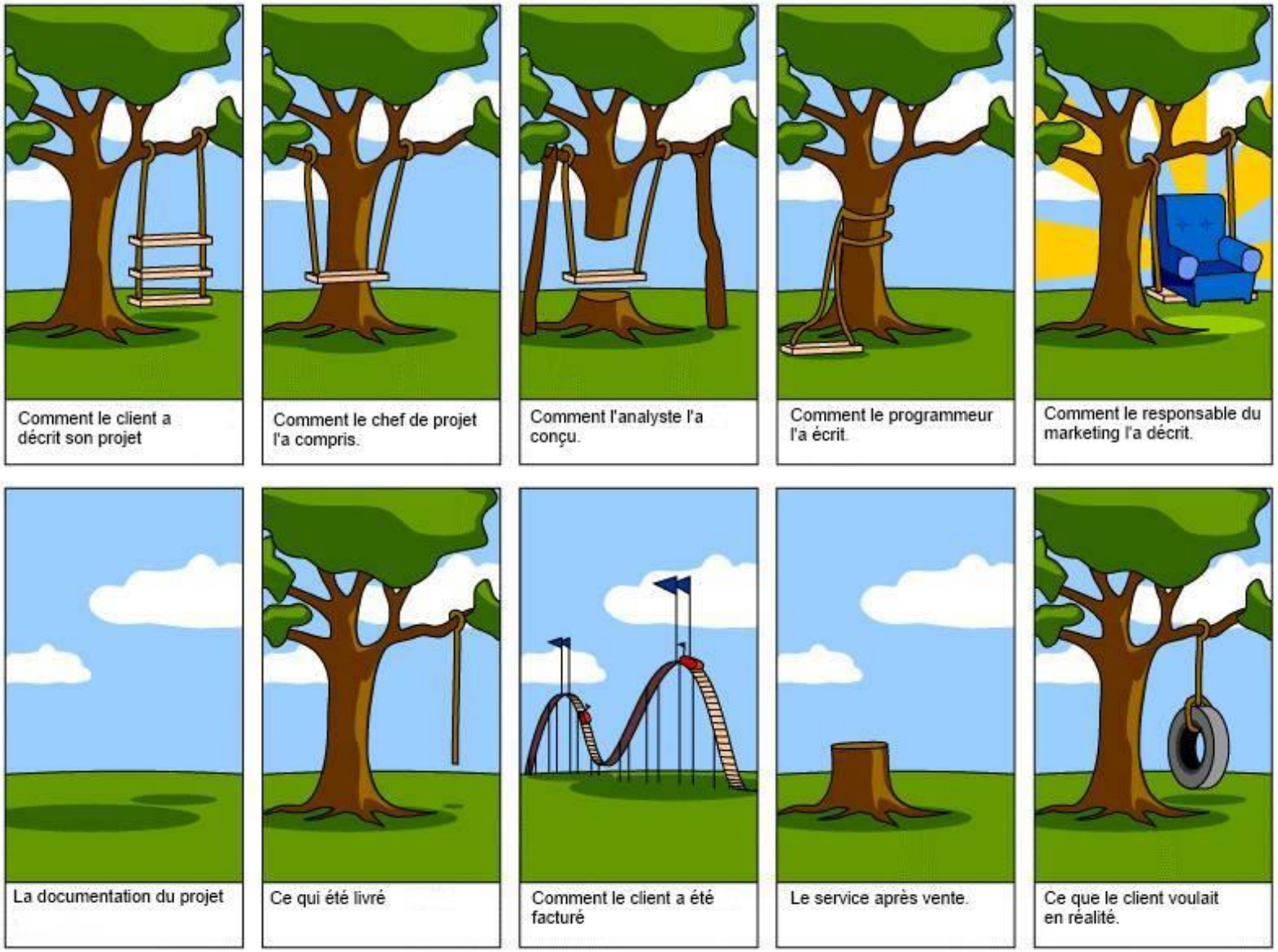
- La direction.
- Les informaticiens analystes.
- Les informaticiens programmeurs.
- Les utilisateurs du S.I.
- Les fournisseurs du matériel / logiciel.

» Chaque acteur intervient à une ou plusieurs étapes du cycle de développement (variable selon la méthode de conception choisie, l'envergure du projet, les contraintes de l'organisation, etc.).

» L'organisation ne peut pas confier (sous-traiter) la responsabilité totale du développement et de la réalisation de son S.I. Elle est partie prenante à tous les niveaux.

« Un S.I. ne s'achète pas. Il se conçoit ! »

Introduction



- **5. Le SIG en tant que système d'information**
  - **5.1. Le « G » de SIG**
    - » Le SIG est un système d'information qualifié de « géographique » dans la mesure où les données / informations qu'il mémorise, gère et communique sont de nature géographique.
    - » Une donnée / information est considérée comme géographique si elle est localisée dans l'espace (et dans le temps) vis-à-vis d'un référentiel :
      - Soit directement : par l'intermédiaire de coordonnées géographiques par exemple.
      - Soit indirectement : par l'intermédiaire d'une adresse postale par exemple, à la condition que l'adresse puisse elle-même faire référence à un système de coordonnées.
    - » Une donnée potentiellement « localisable » dans l'espace n'est pas une donnée géographique au sens requis par le SIG.
      - *Exemple : un tableau de chiffres de population par commune ne constitue pas une information géographique tant que les communes ne sont pas décrites par leurs **géométries** explicitement localisées dans un système spatial de référence.*

– 5.2. Le SIG est un SI

» Conformément à la modélisation des organisations, le SIG constitue un système d'information particulier au sein d'une organisation.

» Comme tout SI, le SIG a deux composantes essentielles :

- Les données / informations.
- Les traitements.

» Les traitements attendus du SIG sont ceux attachés à n'importe quel SI, soit :

- L'acquisition et la mémorisation de données (géographiques).
- La génération / production de l'information (géographique).
- La communication / diffusion de l'information (géographique).
- La maintenance / mise à jour de données / informations (géographiques).
- La gestion des données / informations (géographiques).
- L'intégration des données / informations (géographiques).

» Le caractère géographique des données / informations fait pourtant que toutes ces tâches requièrent des compétences distinctes ou supplémentaires par rapport aux tâches analogues des SI classiques.

– **5.3. Spécificités des données géographiques :**

» Positionnées / localisées par leur emprise spatiale : données spatiales en 2D ou 3D par rapport à un référentiel :

- Géométrie de position :
  - **Discrètes** : ponctuelles, linéaires, zonales; simples, composées ou complexes.
  - **Continues** : champs, surfaces (volumes).
- Topologie :
  - Nœuds, arêtes (arcs), orientation, superposition…

» Qualifiées par leurs attributs : données descriptives alphanumériques.

- Qualitatives : binaires, nominales (n-aires), ordinales.
- Quantitatives : comptages, mesures…
- Éventuellement multimédia : images, sons, etc. ou documentaire : rapports, plans, etc.

» Structurées selon une approche vectorielle ou maillée (image ou raster).

– 5.4. Spécificités des traitements géographiques

» Le SIG doit remplir les tâches attendues de tout SI. Or la nature géographique des données impose une **spécialisation** de chaque tâche:

- Acquisition / mémorisation : interfaces spécialisées (scanner, GPS…) et pré-traitements des données (projections, construction de la topologie…), structuration et indexation spatiale …
- Génération / production : généralisation, interpolation, analyse spatiale…
- Communication : cartographie (généralisation, symbolisation…).
- Diffusion : impression (couleur), *Web mapping* …
- Mise à jour : identification des changements, généalogie des données géométriques (topologie temporelle, etc.).
- Gestion : spatialisation de tables, importation / exportation, changement de formats, archivage, privilèges d'accès ou d'édition, etc.
- Intégration : données vectorielles et maillées, multiples données externes, données spatio-temporelles, changement de référentiel (ellipsoïdes, projections…), etc.

» Le **SIG** doit être accompagné d'une multitude de **fonctionnalités** (processeurs opérationnels) pour remplir ses tâches élémentaires !

» La modélisation des données est inséparable de celle des traitements .

– 5.5. SIG, SOG et SDG

» Si une information géographique est véhiculée au sein d'une organisation, on peut s'attendre à ce que cette information soit traitée par le système opérant et qu'elle soit utilisée par le système de décision.

» Par analogie avec le S.I.-G., on peut imaginer au sein de la même organisation :

- Un S.O.G. : un système « opérant géographique »,soit un système constitué de processeurs opératoires dédiés au traitement des données géographiques.
  - Les traitements peuvent utiliser ou non les spécificités géographiques des données (*cf. analyse spatiale*).
- Un S.D.G. : un système de « décision géographique », soit une partie du système de pilotage d'une organisation utilisant l'information géographique pour la prise de décision.
  - Il peut s'agir de décisions spatiales ou non spatiales mais toujours prises sur des données spatiales (*ex. choix d'une nouvelle implantation*).

» En pratique, le terme S.I.G englobe fréquemment le S.O.G et le S.D.G

- **6 Architecture du SIG**
  - **6.1. Généralités**
    - » Un SIG implique un ou plusieurs serveurs (« backend ») auxquels se connectent plusieurs utilisateurs ou clients (« frontend »)
  - **6.2. Serveur**
    - » Le serveur héberge la base de données spatiale elle-même gérée par un système de gestion de base de données (SGBD)
      - Exemples de SGBD: *PostgreSQL + PostGIS, Oracle, MySQL, …*
    - » La base de données assure la gestion et le stockage des données mais aussi une partie des traitements (langage *SQL*)
    - » La base de données communique avec le client à travers un ou plusieurs langages de programmation exécutés par le serveur:
      - *Python, Java, C++, php, …*
    - » Ces langages permettent eux aussi le traitement des données et peuvent exploiter des librairies spécifiques dédiées à l'information spatiales (ex: *GDAL*)

– 6.3. Client

» L'utilisateur interagit avec le SIG à travers tout type d'appareil (ordinateur de bureau, tablette, smartphone, …)

» L'interface avec le serveur peut être entièrement gérée par un navigateur web (Chrome, Firefox, …)

- Langages HTML, CSS et Javascript
- Avantages:
  - Pas d'installation nécessaire chez le client (excepté navigateur)
  - Fonctionnalités de l'interface limitées aux besoins du client ➔ « *user-friendly* »
  - Idéal comme interface « grand public »
- Inconvénient
  - L'implémentation requiert du temps et des compétences spécifiques

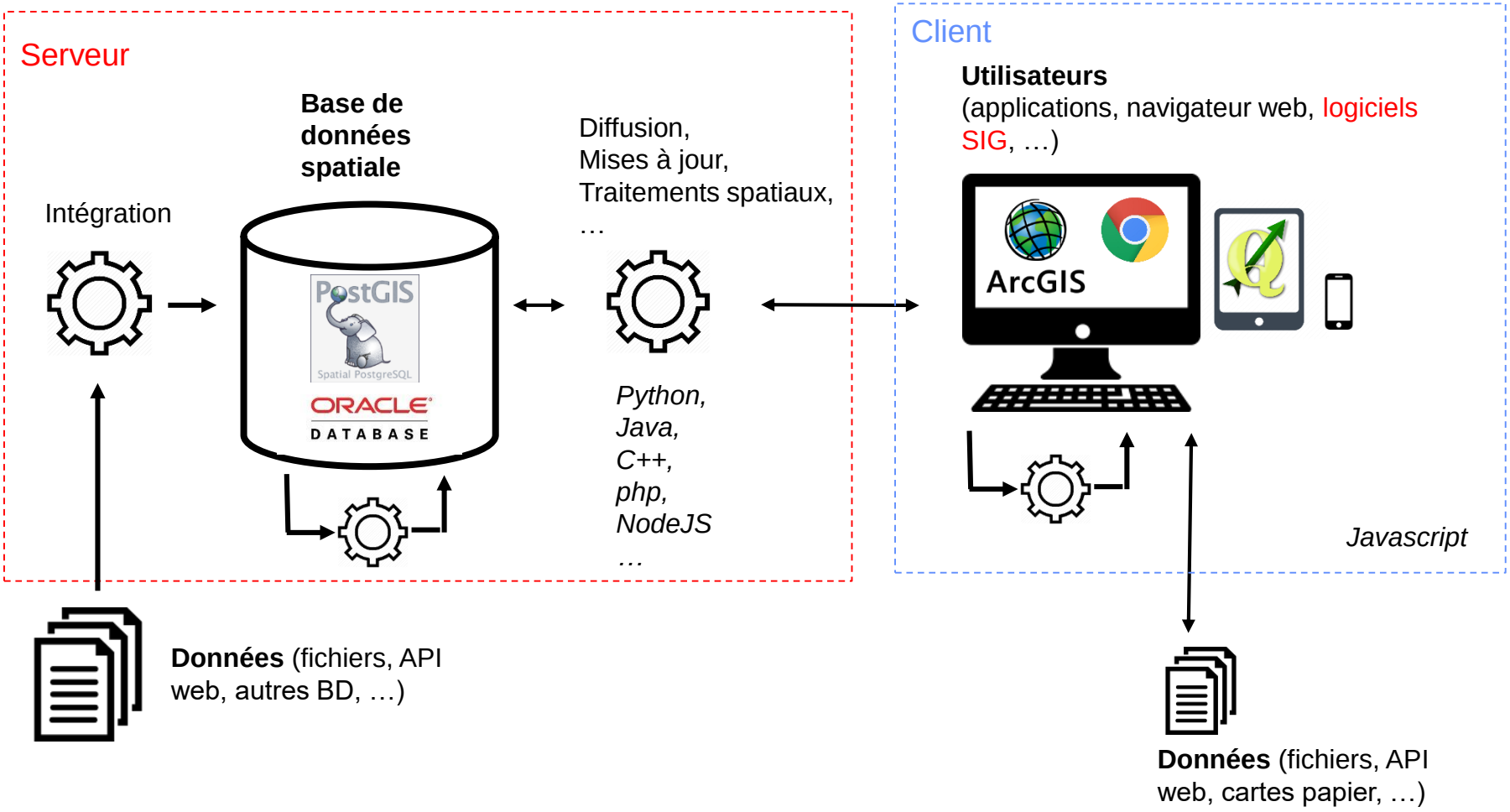
» L'interface peut être confiée à un ou plusieurs logiciels tiers, généralement des SIG-logiciels:

- Exemple: QGIS, ArcGIS, …

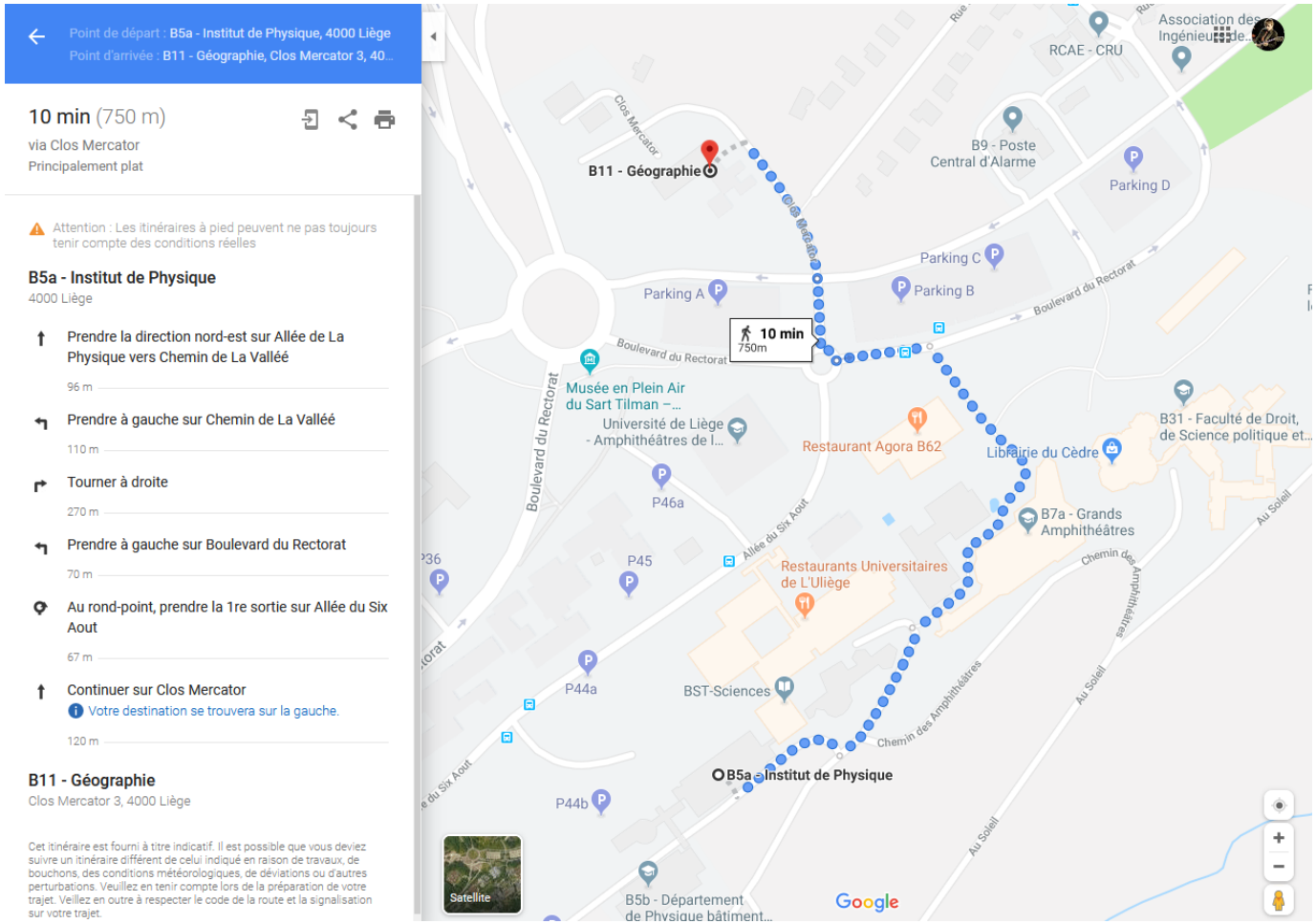
⚠ Ne pas confondre SIG et SIG-logiciel

» Des traitements peuvent être réalisés par le client (navigateur ou logiciel)

Introduction



- 7. Quelques exemples de SIG
  - 7.1. Google Maps

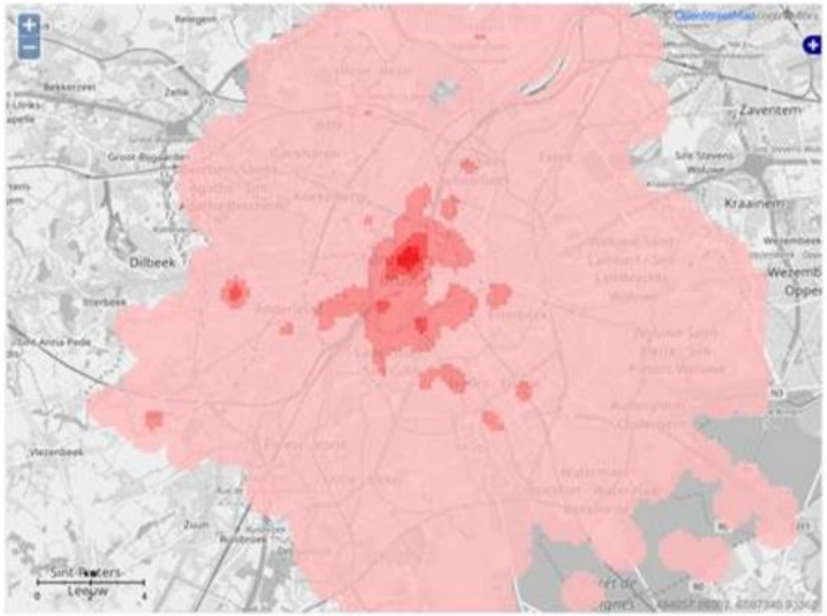


– 7.2. Analyse de risque pour le SIAMU

» SIAMU = Service d'Incendie et d'Aide Médicale Urgente de la Région de Bruxelles-Capitale

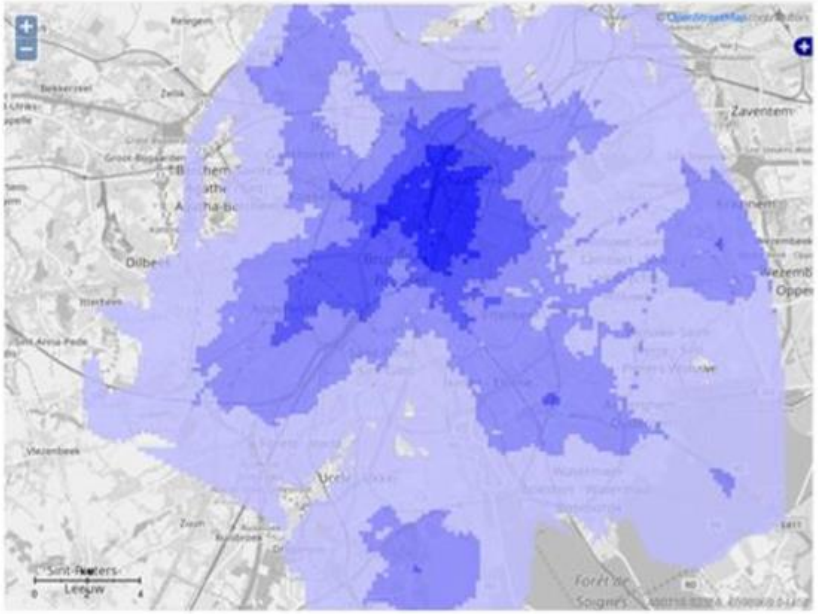
» Analyse de l'impact de la localisation des ressources (casernes, …) sur la couverture de risque

Facteur « risque »



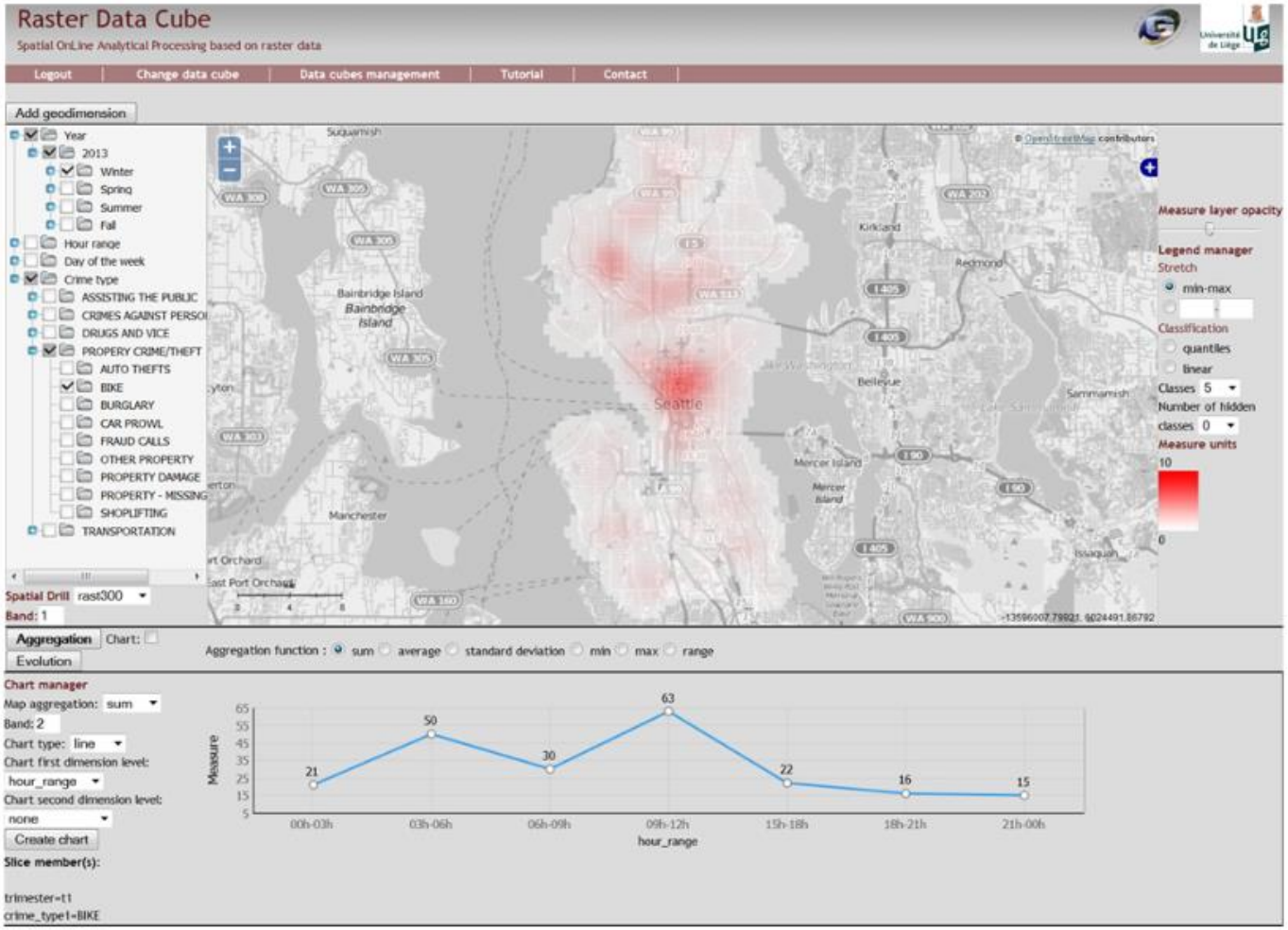
+

Facteur « accessibilité »



– 7.3 Analyse des hotspots de criminalité

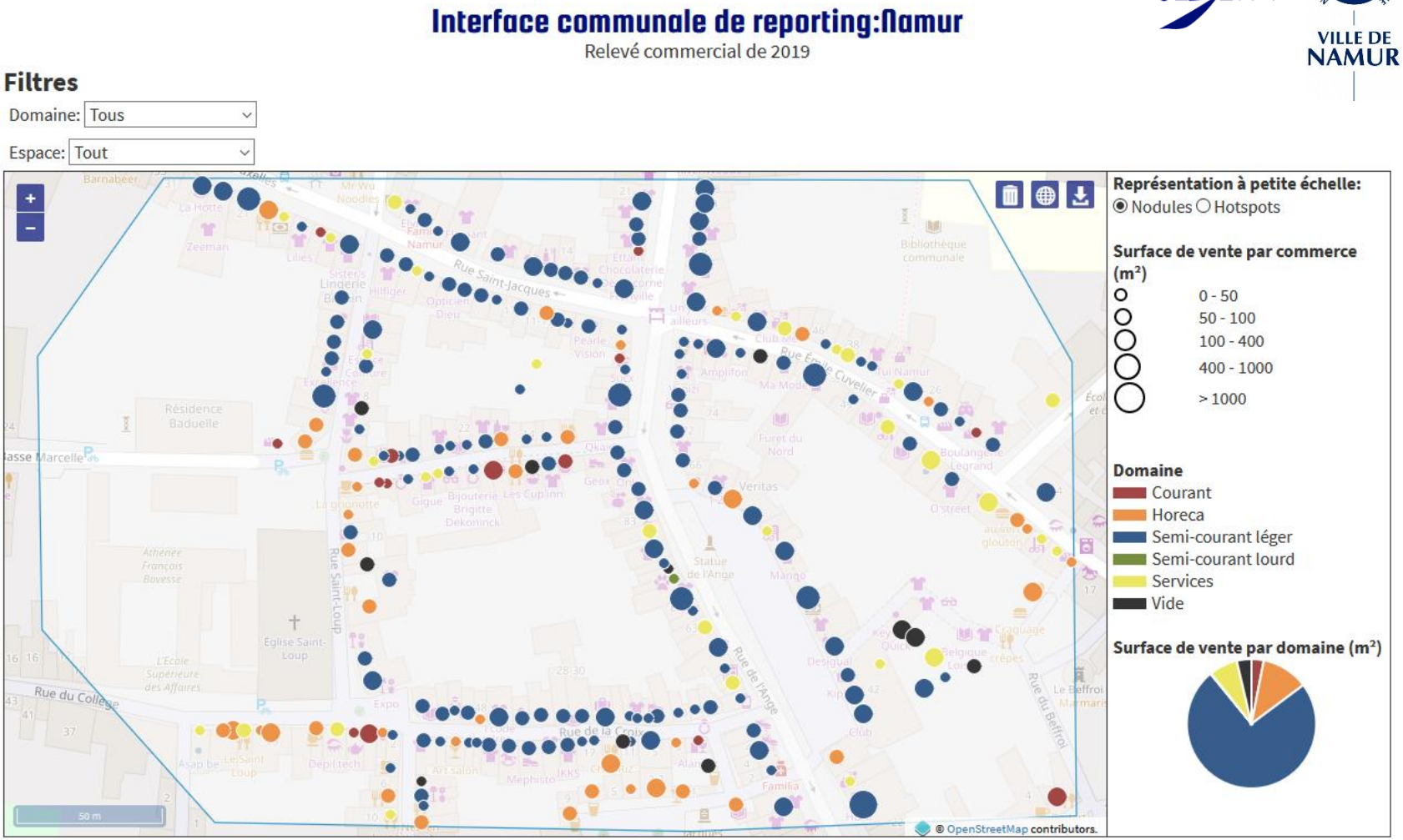
» thèse JP Kasprzyk



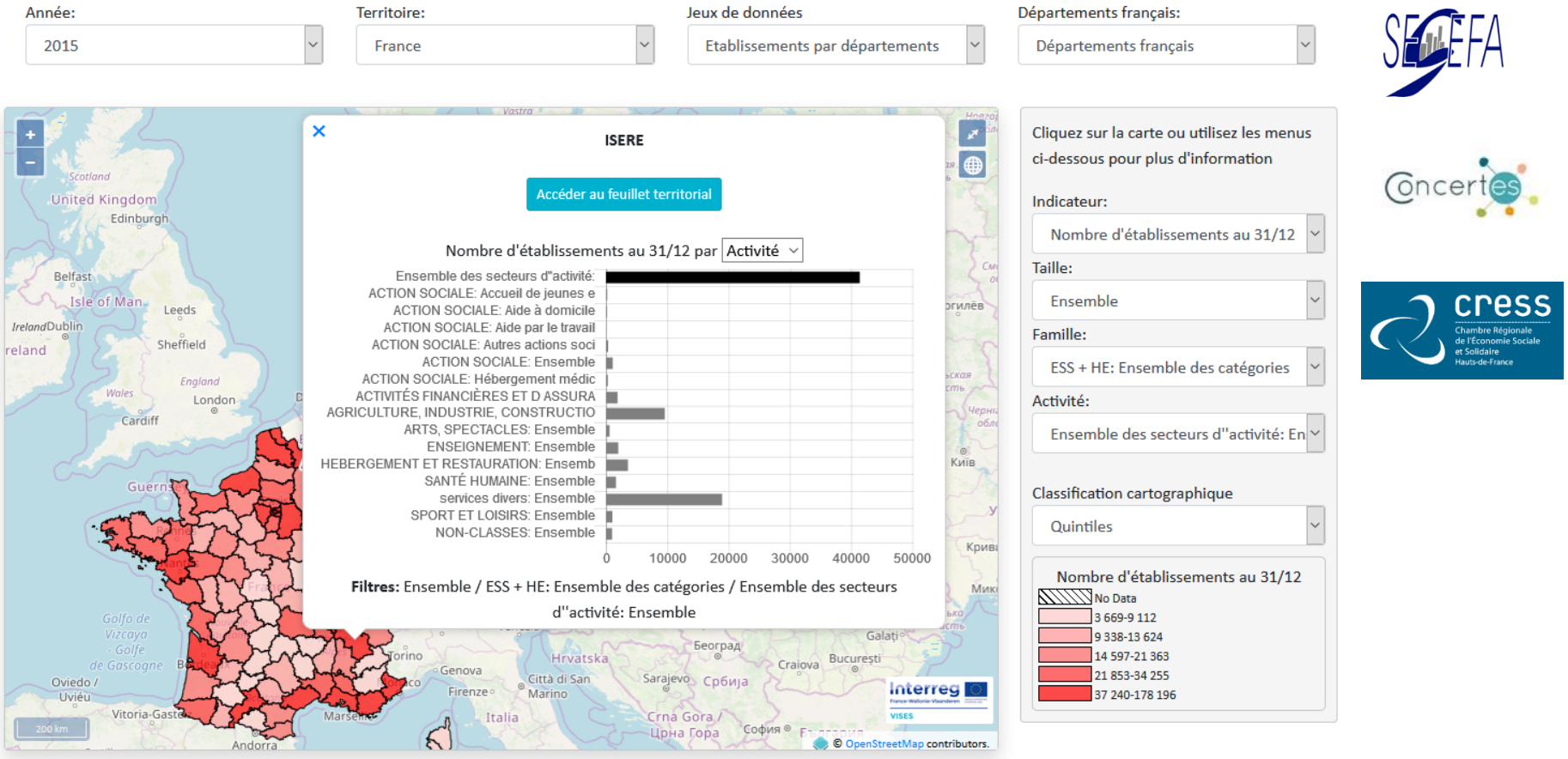
LIÈGE université Geomatics

Police Fédérale
Federale Politie

– 7.4. Relevé commercial du SEGEFA

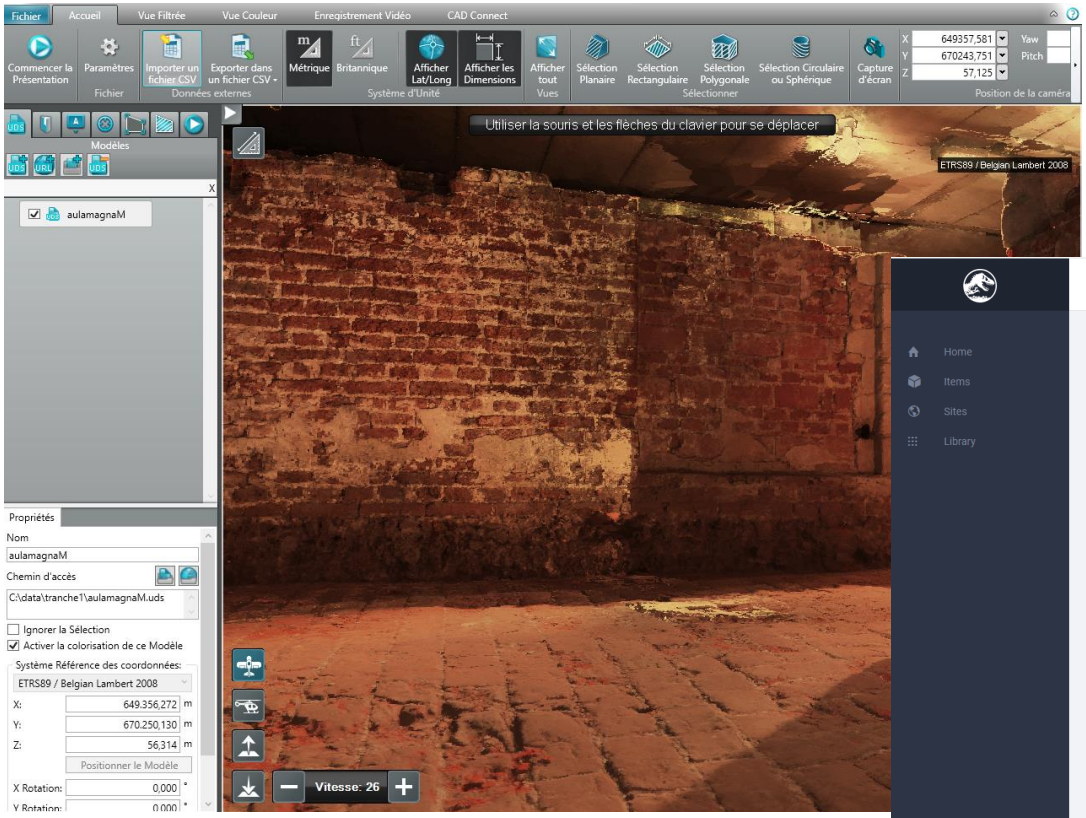


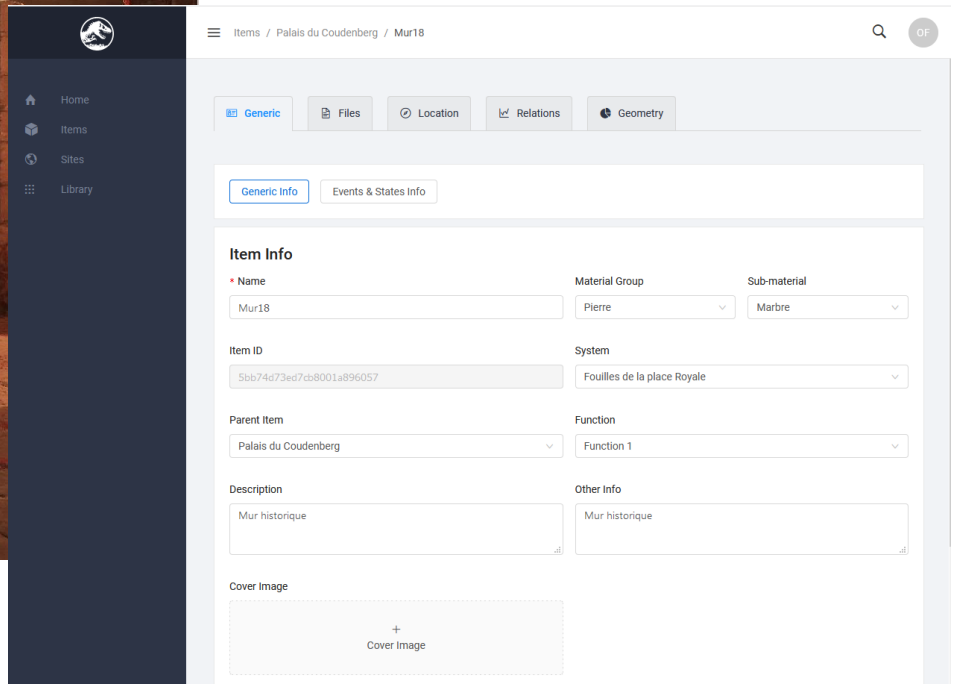
– 7.5. Outil d'intelligence territoriale sur le thème de l'économie sociale et solidaire



– 7.6. Système d'information archéologique pour le musée Coudenberg

» Interface web pour la gestion des données attributaires
+ Logiciel tiers (Geoverse) pour la gestion des nuages de points 3D





LIÈGE université Geomatics
COUDENBERG