

Projet ANR RICOCHET
Évaluation multirisques de territoires côtiers
en contexte de changement global (2017 - 2021)

SYNTHÈSE 1 : IDENTIFICATION DES ELEMENTS EXPOSES AUX ALÉAS NATURELS



Un besoin d'outils de cartographie adaptés aux
territoires littoraux

?

“ Comment identifier la vulnérabilité des éléments exposés à différents aléas naturels (inondations, érosions, submersion, mouvement de terrain et leurs concomitances) ? ”

?

?

“ Quels outils cartographiques précis et utiles à la planification territoriale ? ”

?

“ Doit-on se limiter à une seule échelle spatiale pour la gestion des risques ? ”

Ces réflexions ont été énoncées par différents acteurs des territoires littoraux normands dans le cadre des comités locaux (juin 2017) du projet RICOCHET. Elles évoquent l'inquiétude des élus et gestionnaires des communes face aux aléas climatiques côtiers et continentaux. Le travail de recherche effectué au sein du projet propose une nouvelle méthode d'identification et de caractérisation des Eléments Exposés (EE) aux aléas naturels, afin de proposer un outil cartographique adapté aux spécificités des territoires littoraux.

RICOCHET : un projet pluridisciplinaire adoptant une approche multirisque sur trois territoires normands

Contexte et objectifs du projet

Le projet RICOCHET est financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) et coordonné par le laboratoire LETG - Caen GEOPHEN. L'originalité de ce projet est d'aborder les problèmes liés à l'aménagement des territoires côtiers à risques, soumis à des aléas naturels multiples et potentiellement concomitants (Figure 1).

Dans un contexte d'accélération de l'érosion, de glissements de terrain, de recul du trait de côte, de submersions, d'inondations fluviales ou maritimes, la relocalisation des personnes et des biens devient de plus en plus nécessaire.

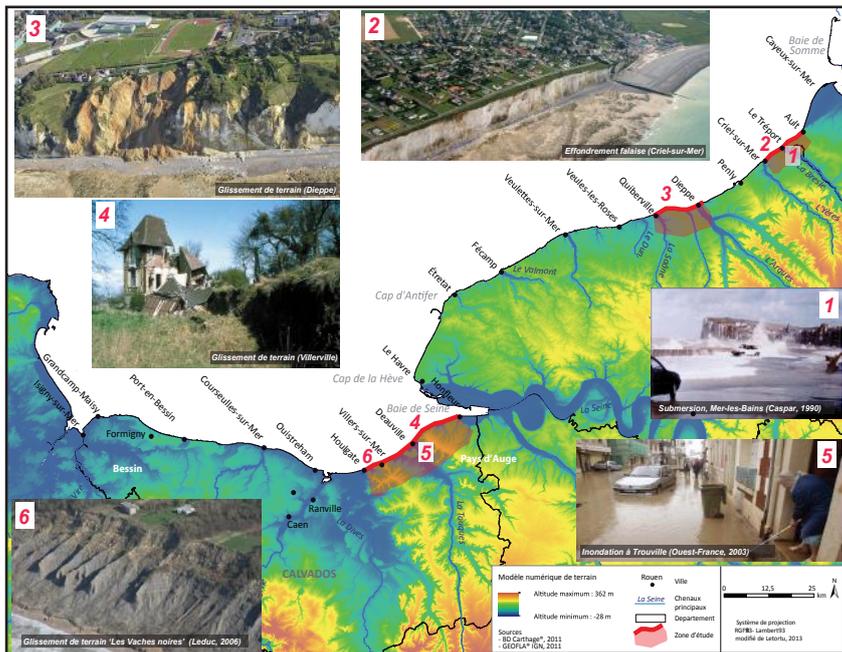


Figure 1 : Localisation des 3 sites d'étude du projet RICOCHET et exemples d'aléas. Ces sites s'étendent de Houlgate à Honfleur (site n°1), de Quiberville à Puys (site n°2), et de Criel-sur-Mer à Ault (site n°3)

Objectifs du projet RICOCHET :

- 1) Comprendre la dynamique actuelle du continuum Terre/Mer.
- 2) Déterminer les impacts multisectoriels des changements globaux, de l'augmentation des tempêtes et de l'élévation du niveau de la mer sur les territoires côtiers.
- 3) Accompagner l'appropriation de la thématique des changements côtiers par les élus locaux afin de mettre en place des stratégies durables d'adaptation.

Tâches principales

- Tâche 1 : Coordination et gestion du projet.
- Tâche 2 : Formuler et partager les préoccupations des décideurs, des gestionnaires et des scientifiques.
- Tâche 3 : Identifier et analyser les enjeux exposés.
- Tâche 4 : Identifier l'historique des événements générateurs de dommages et les facteurs déclenchant.
- Tâche 5 : Cartographie des aléas (érosion, submersion et inondation).
- Tâche 6 : Analyse multi-aléas / multi-risques et impact des scénarios de changement climatique et occupation du sol.
- Tâche 7 : Vers des territoires résilients grâce à des outils de gestion co-construits et adaptés.

Coordinateur du projet : LETG-Caen (*Littoral, environnement, télédétection, géomatique*).

Partenaires du projet : BRGM-Orléans (*Bureau de recherches géologiques et minières*), LETG-Brest, LGO-Brest (*Laboratoire géosciences océan*), M2C-Rouen (*Morphodynamique continentale et côtière*), ANBDD (*Agence normande de la biodiversité et du développement durable*), Entreprise Azur Drones.

Partenaires associés : SGAR-Normandie (*Secrétariat général pour les affaires régionales*), DREAL-Normandie, DDTM 14, DDTM 76, GIP-ROL, CEREMA, Conservatoire du littoral, Sous-préfectures Dieppe & Lisieux, Communauté de communes Cœur Côte Fleurie, Communauté d'agglomération de la Région Dieppoise.

1

Une cartographie des Éléments Exposés

Que sont les “Éléments Exposés” ?

Ils correspondent à des entités potentiellement exposées aux aléas naturels (inondations, submersions,...) et à leurs concomitances. Il peut s'agir de zones bâties (bâti-ments,...), de réseaux (transport, énergie...), ou encore de zones arables (agricoles, naturelles,...) (Figures 2 et 3).

Dans le cadre d'une analyse de risques, ils doivent être identifiés et cartographiés afin de pouvoir connaître leur degré d'exposition aux aléas naturels, qu'ils s'agissent de submersions, de glissements de terrain ou encore d'inondations. Ces données sont ensuite utilisées pour le calcul et l'évaluation des conséquences potentielles des aléas naturels sur les éléments exposés (EE), lors de la préparation des *Plans de Prévention des Risques* (PPR).

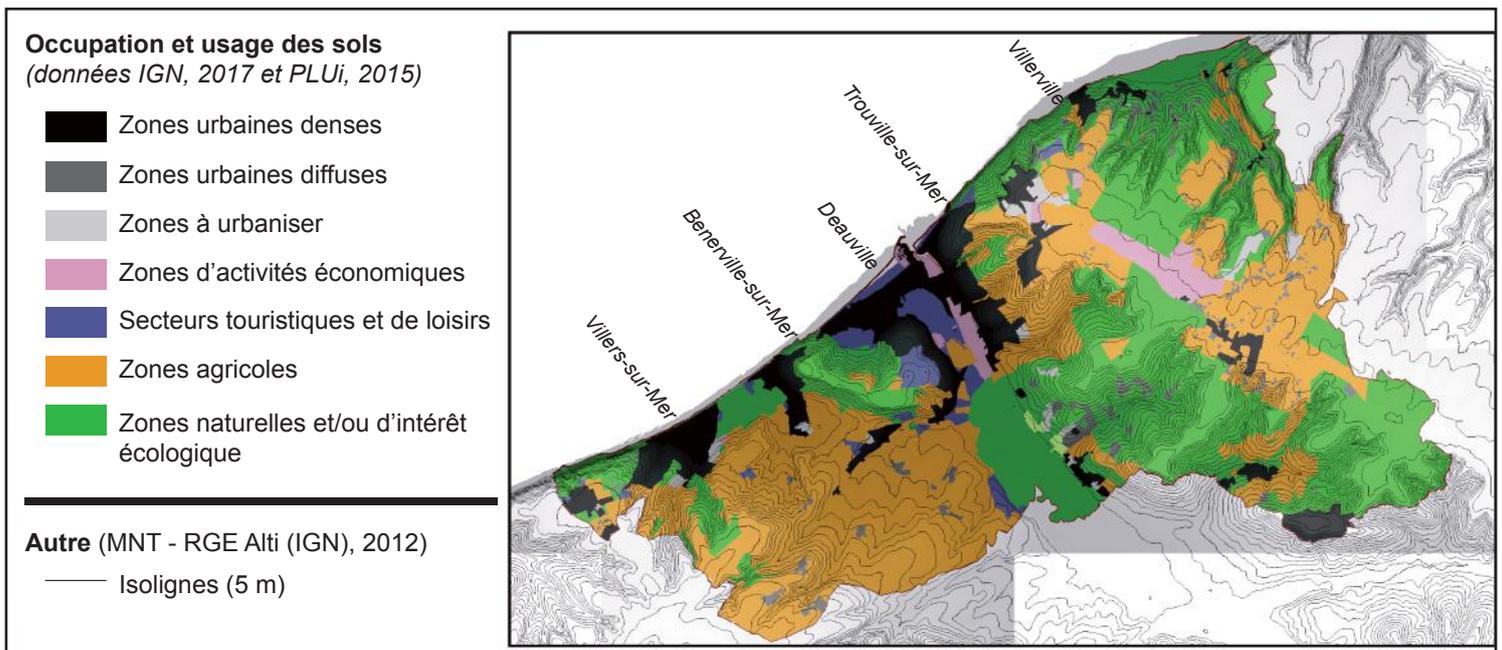


Figure 2 : Occupation et usage des sols sur le site d'étude n°1 (Auberville - Pennedepie) (Graff, 2020)

Méthode présentant une triple originalité

- **Multi-échelle** : Traditionnellement, la description et la caractérisation des EE ne sont réalisées qu'à une seule échelle spatiale. Les critères les définissant ne changent pas, quelle que soit l'échelle d'étude. L'identification et la résolution des EE sont ici adaptées aux trois échelles spatiales différentes répondant chacune à un ou plusieurs objectifs.

- **Utilisation de données "open-source"** : Les données géographiques utilisées pour cartographier et décrire les EE souffrent parfois de problèmes de compatibilité. Les informations les caractérisant sont donc ici améliorées par l'utilisation de multiples données géographiques multi-sources en libre accès, modifiables et adaptables aux différentes échelles spatiales.

- **Méthode transposable** : Afin de s'assurer de la fiabilité de cette méthode, son degré de précision cartographique est calculé par échantillonnage à la fin de chaque application sur un site d'étude. Cette méthode présente un degré de précision suffisamment élevé pour être applicable sur les différents territoires d'études du projet RICOCHET. Elle est donc transposable et peut être réutilisée pour plusieurs contextes d'étude.

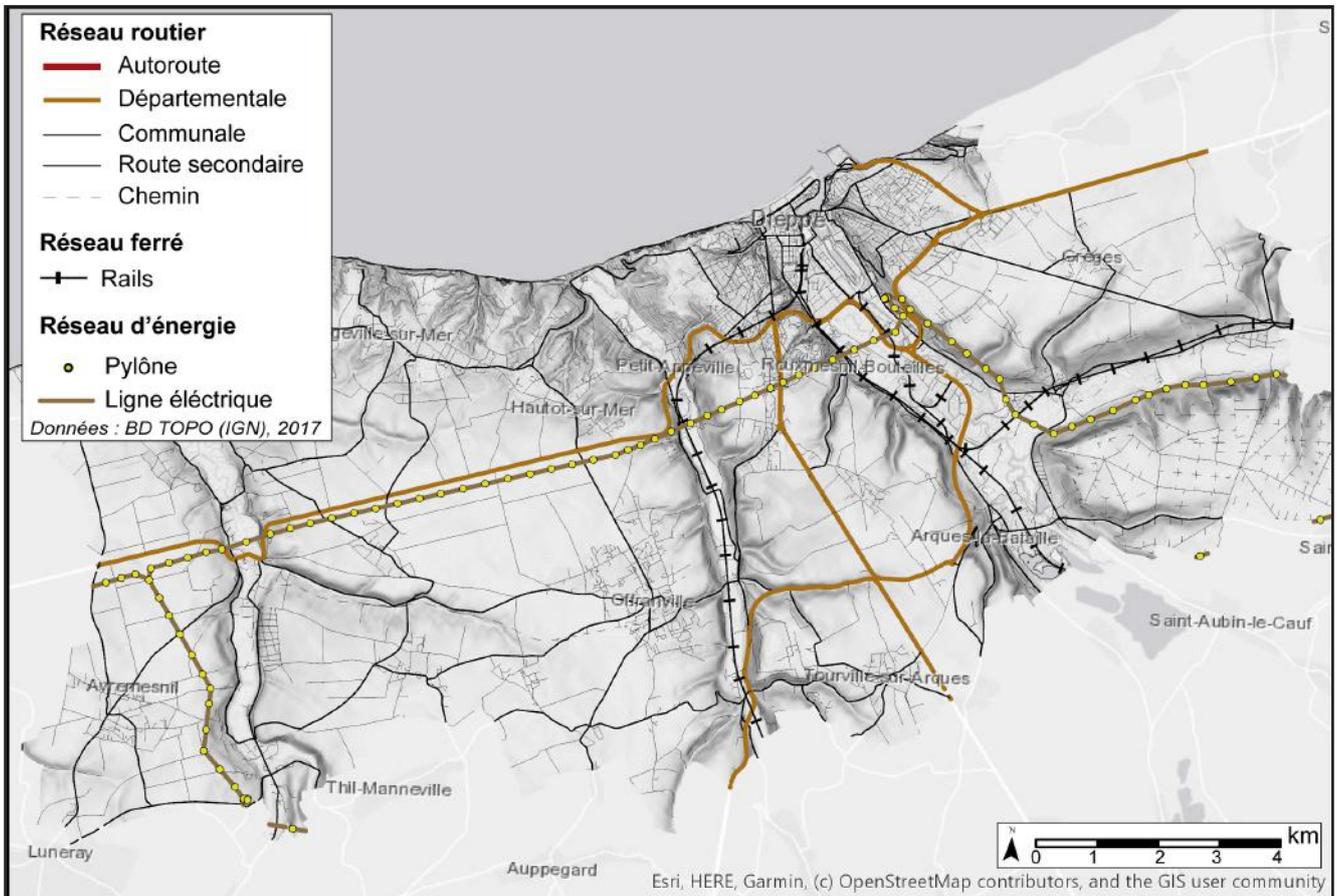


Figure 3 : Réseaux d'énergie et de transport sur le site d'étude n°2 (Guiberville - Dieppe) (Graff, 2020)

Cette méthode a été expérimentée sur les 3 territoires d'étude du projet RICOCHET, dans le cadre de la tâche 3 "Identifier et analyser les enjeux exposés", et de la thèse de doctorat de Kevin Graff (Graff, 2020), réalisée à l'Université de Caen Normandie. L'article publié dans la revue *Applied Geography* (Graff et al., 2019) illustre la méthode d'identification des Eléments Exposés.



(A) Conséquences des crues turbides survenues le 1er juin 2003 à l'exutoire du bassin de Callenville et ayant rejoint le port de Trouville-Deauville (Graff, 2020)



(B) Exemple d'une submersion marine dans la rue du port à Dieppe (tempête Eleanor en janvier 2018) (Graff, 2020)

2

Les bénéfices d'une cartographie à plusieurs échelles spatiales

Plus d'informations sur les Éléments Exposés

Les critères utilisés, ainsi que la résolution spatiale des EE, ont été déterminés à partir d'une synthèse bibliographique et de méthodes orientées "indice" (système de classement) appliquées dans différents contextes d'analyses des risques. Pour cette méthode, la résolution spatiale et la caractérisation des EE ont été réalisées pour **trois échelles spatiales différentes**.

1) Échelle moyenne (1: 100 000 à 1: 25 000) :

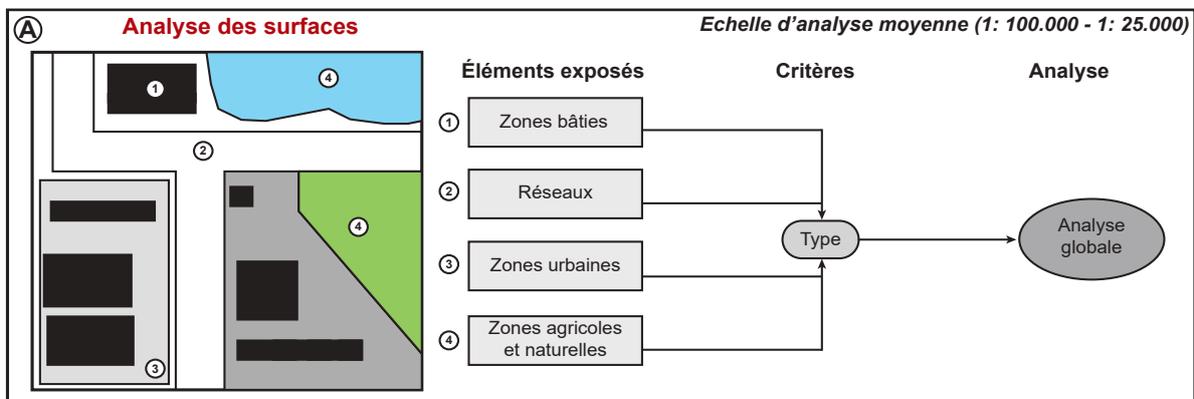


Figure 4 : Éléments exposés et critères d'analyse considérés à l'échelle moyenne (Graff et al., 2019)
Mode de représentation avec degré de généralisation moyen afin d'obtenir une information globale de la fonction des éléments exposés.

Analyse dite "globale", sur la base d'une analyse des surfaces, une information générale de la fonction du territoire est distinguée en zones bâties, en réseaux, en zones urbaines, en zones agricoles et en zones naturelles. **Seul le critère d'analyse "type" est retenu** pour chacun des éléments exposés (Figure 4).

2) Échelle large (1: 25 000 à 1: 10 000) :

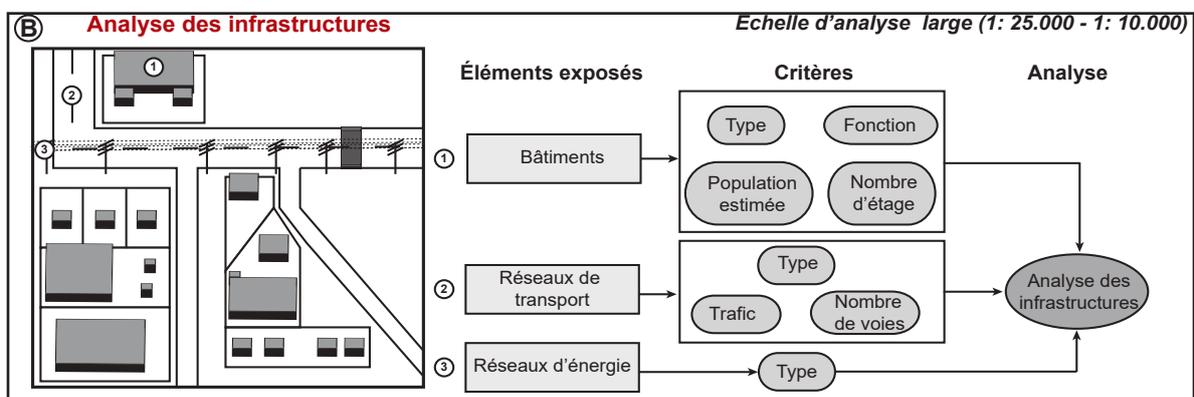


Figure 5 : Éléments exposés et critères d'analyse considérés à l'échelle large (Graff et al., 2019)
Mode de représentation des éléments exposés focalisés sur les infrastructures d'un territoire avec un degré de précision fort afin d'obtenir une information précise sur la structure, la fonction et les éléments physiques (corporels) des éléments exposés.

Analyse dite **”infrastructurale”**, une information plus précise sur les infrastructures (bâtiments, réseaux de transport et réseaux d’énergie) est retenue en identifiant les aspects physiques (corporels), structurels et fonctionnels. Selon les éléments exposés considérés, **un à quatre critères d’analyse sont retenus**. Par exemple, pour les bâtiments, les quatre critères sont **”le type, la fonction, la population estimée et le nombre d’étages”**, alors que pour les réseaux d’énergie, seul le critère **”type”** est retenu.

3) Échelle locale (1: 10 000 à 1: 2 000) :

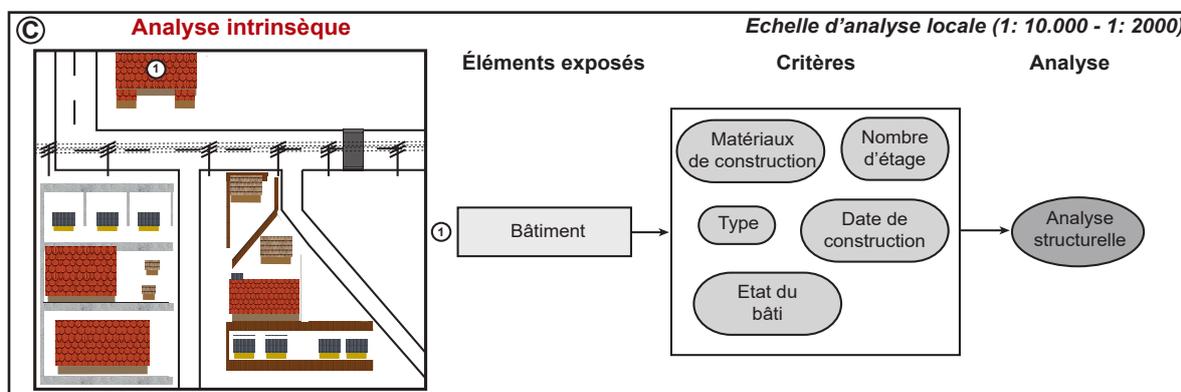


Figure 6 : Éléments exposés et critères d’analyse considérés à l’échelle locale (Graff et al., 2019)
Mode de représentation des éléments exposés focalisés sur la structure des bâtiments afin d’obtenir une information très précise des éléments structurants des bâtiments.

Analyse dite **”intrinsèque”**, porte sur les seuls bâtiments mais avec des informations très précises sur ces éléments structurants. **Cinq critères d’analyses sont retenus** par élément exposé (bâtiment) : matériaux de construction, nombre d’étages, type, date de construction et état du bâti (Figure 6).

Utilisation de bases de données **”open source”** disponibles

Pour pouvoir spatialiser et caractériser les éléments exposés (EE) par des critères d’analyses, des **Bases de Données Géographiques (ou GDBs)** sont nécessaires. L’acquisition des données relatives aux EE est la première étape d’une analyse de risque.

Pour une méthode multirisque comprenant de nombreux critères, il est nécessaire d’utiliser des données déjà existantes, provenant de multiples GDBs.

Afin de s’assurer de la transposabilité de la méthode, il convient :

- d’identifier les bases de données géographiques en **”open source”** ;
- d’en faire un contrôle de qualité ;
- de proposer un travail méthodologique simple de compatibilité et d’assimilation des diverses bases de données.

En effet, en utilisant plusieurs types de GDBs, les données peuvent être incompatibles entre elles, ou peuvent se contredire selon l’échelle spatiale et temporelle. Elles ne sont donc pas directement assimilables aux trois échelles d’étude.

Au sein de cette nouvelle méthode, **deux modèles d’intégration des données ont été développés** afin d’homogénéiser ces données géographiques, les rendant analysables sur les échelles moyenne (Figure 7) et large.

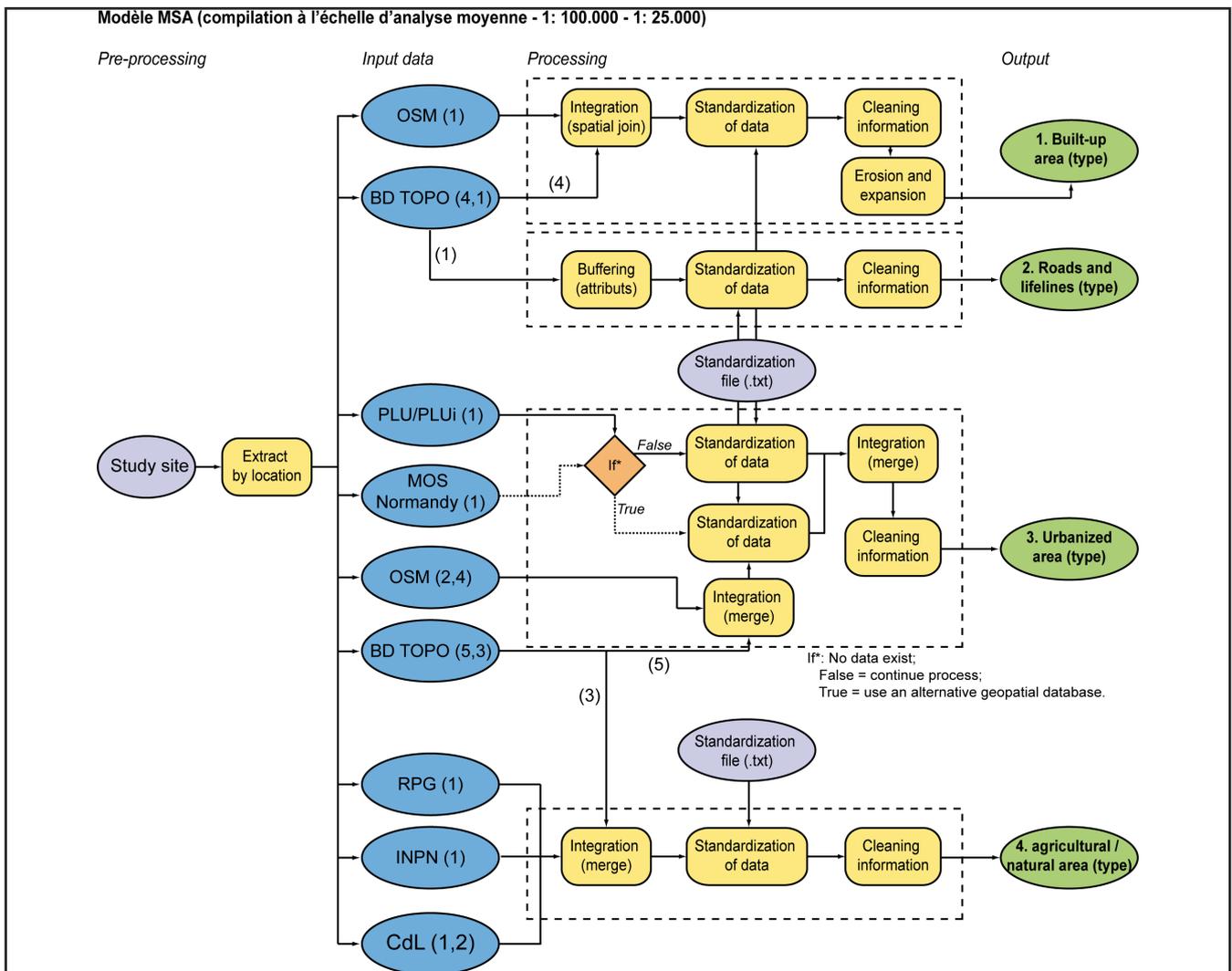


Figure 7 : Modèle d'intégration et d'harmonisation "MSA" réalisé par visual scripting sous modèle builder dans un environnement SIG (Système d'Information Géographique) (Graff *et al.*, 2019)

Bases de Données Géographiques employées

1) Bases de données produites par des organismes spécialisés (publiques, semi-publiques ou privés) :

- **Nationales** : IGN (Institut national de l'information géographique et forestière), INSEE (Institut national de la statistique et du développement économique), CdL (Conservatoire du littoral), RPG (Référentiel parcellaire graphique), INPN (Inventaire national du patrimoine naturel), Notaire/INSEE ;
- **Régionales** : MOS Normandy, CETE (Centre d'études technique de l'équipement, actuellement le CEREMA) ;
- **Locales** : Plan Local d'Urbanisme communal et intercommunal (PLU/PLUi) : Accessible sur la plateforme GPU (GéoPortail de l'urbanisme) (<https://www.geoportail-urbanisme.gouv.fr/>).

2) Bases de données VGI (*Volunteered Geographic Information*). Bases de données participatives basées sur le volontariat et le libre échange d'informations :

- Open Street Map (OSM)

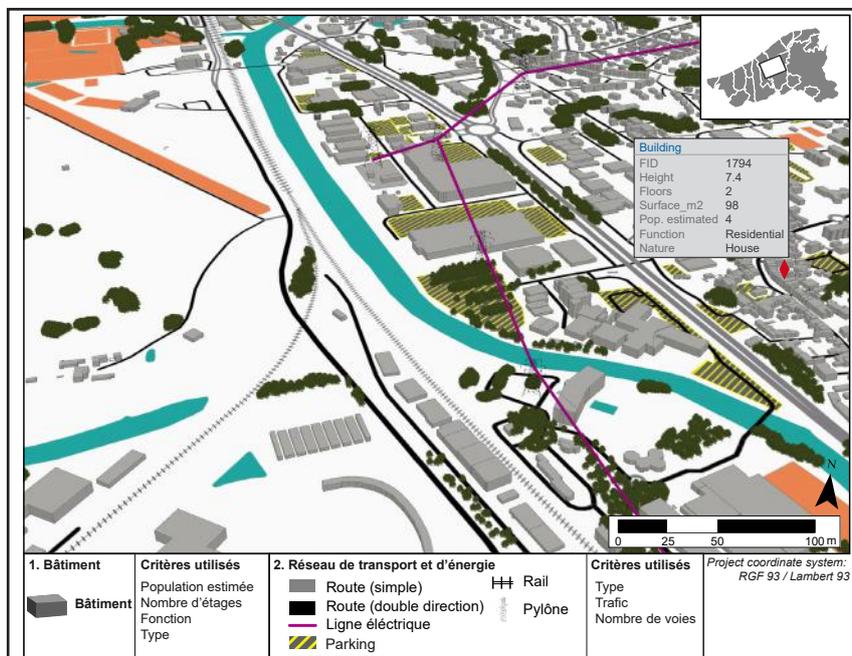


Figure 9 : Représentation 3D des résultats du modèle LSA à l'échelle large (zone d'activité située au sud de Deauville du site n°1) (Graff *et al.*, 2019)

A titre d'exemple, pour l'analyse à **l'échelle large**, plus de 31 000 bâtiments ont été identifiés au site n°1. L'intégration de multiples bases de données a permis d'apporter de nouveaux degrés d'informations, telles que la typologie des bâtiments (résidences individuelles, mixtes, ...), le nombre d'étages ou encore la population estimée (Figure 9).

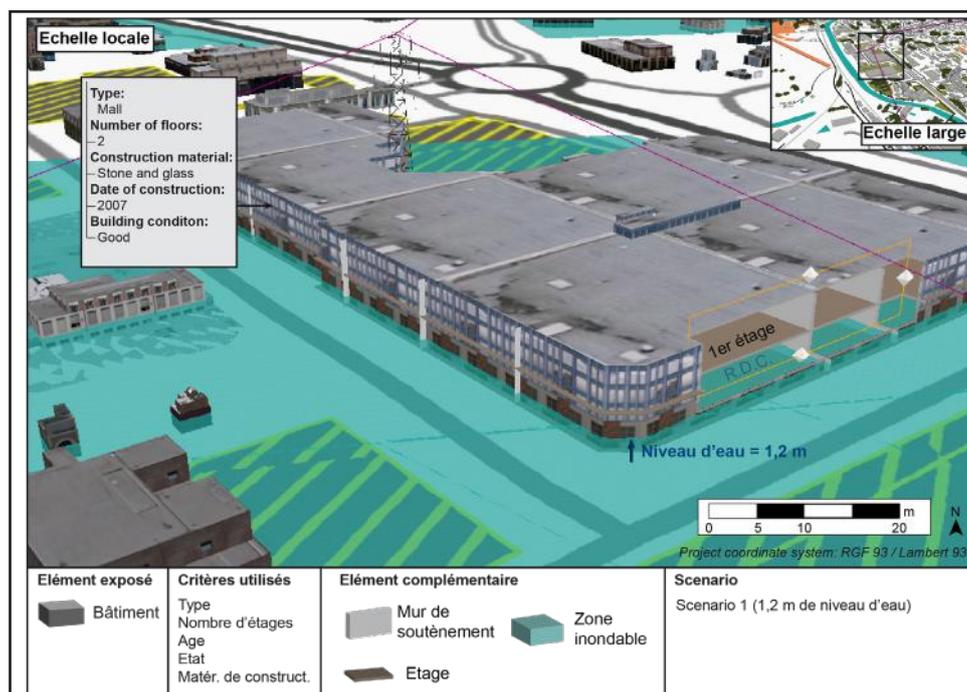


Figure 10 : Cartographie 3D des résultats du modèle à l'échelle locale, au site n°1 (Graff *et al.*, 2019)

Concernant l'analyse des bâtiments à **l'échelle locale**, les éléments structurels identifiés grâce à la prise en compte de critères plus précis utilisés (type, nombre d'étages, âge, état, matériaux de construction) ont permis de révéler, par exemple les bâtiments qui seraient concernés en situation d'inondation (Figure 10).

Des modèles fiables et transposables

Les modèles d'intégration des Bases de Données Géographiques ont apporté une plus grande précision et fiabilité des informations relatives aux éléments exposés. Leur validité a été vérifiée par échantillonnage statistique, les modèles présentant une marge d'erreur inférieure à 10% et 13% pour les échelles moyenne et large.

Ces modèles et cette méthode sont donc suffisamment précis pour être transposables sur d'autres territoires littoraux (Figure 11).

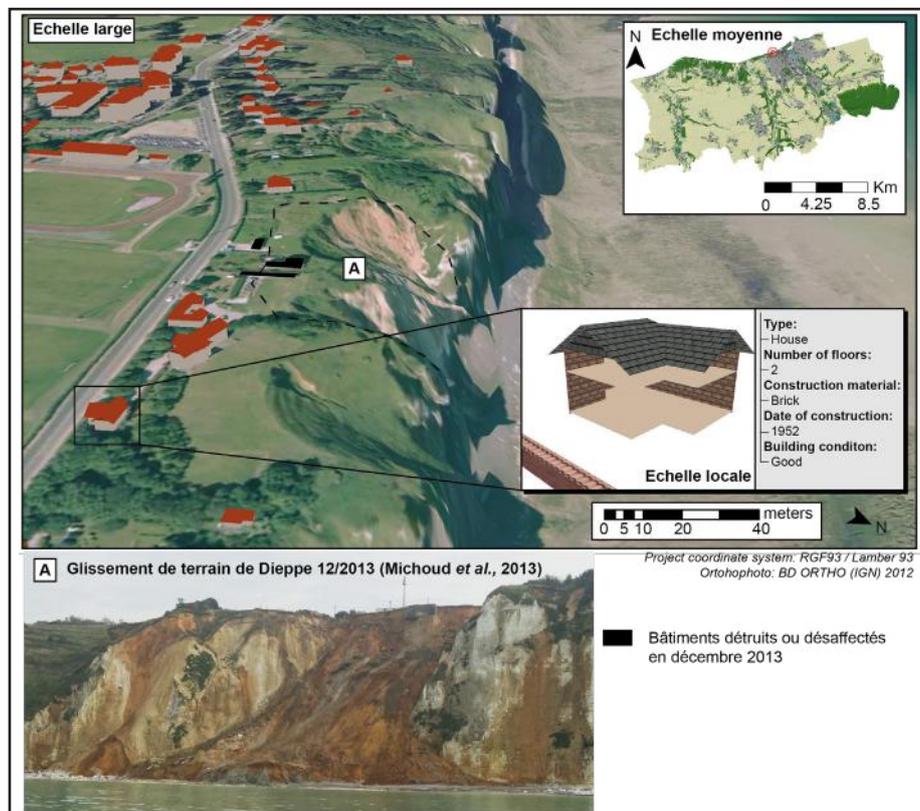


Figure 11 : Représentation cartographique (2D et 3D) des résultats issus des modèles aux échelles large et locale au site d'étude n°2 (Graff et al., 2019)

Ainsi, cette analyse effectuée aux trois échelles spatiales permet une meilleure catégorisation des éléments exposés identifiés, mais également de meilleures informations sur leurs conséquences potentielles s'ils venaient à être situés en zone exposée aux aléas naturels, présentant des effets de concomitance ou non.

Synthèse réalisée par Hugo CHAPPOUX dans le cadre d'un stage de master 2 au sein de l'ANBDD, encadré par Marion Brosseau, Stéphane Costa et Olivier Maquaire (stage financé par le projet RICOCHET)

Références :

Graff K., Thiery Y., Lissak C., Maquaire O., Costa S., Medjkane M., Laignel B., 2019. Characterization of elements at risk in the multirisk coastal context and at different spatial scales: Multi-database integration (normandy, France). *Applied Geography*, 111, 102076, <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.102076>

Graff K., 2020. Contribution à la cartographie multirisques de territoires côtiers : approche quantitative des conséquences potentielles et des concomitances hydrologiques (Normandie, France). Thèse de doctorat de l'Université de Caen-Normandie, 427 p.

Credit photo (page de couverture): Bastien Harel - Source: quiquengrogne-dieppe.com/2013/12/le-recul-de-la-falaise.html

Pour plus d'informations sur le projet RICOCHET, rendez-vous sur : <http://anr-ricochet.unicaen.fr>

Pour en savoir plus, contactez au LETG-Caen : olivier.maquaire@unicaen.fr ; stephane.costa@unicaen.fr

