

# LA CARTE, PRODUIT FINAL ? EXEMPLE DE L'ÉVALUATION DES VULNÉRABILITÉS À LEUCATE

par Stéphanie Defossez et Monique Gherardi

UMR GRED (UPVM/IRD)

Université Paul Valéry, Site Saint Charles

Route de Mende 34199 Montpellier Cedex 5

stephanie.defossez@univ-montp3.fr

monique.gherardi@univ-montp3.fr

---

*Destinée à des publics néophytes ou expérimentés, réalisée par des débutants ou des experts, la carte représente un « produit » final. Mais que se cache derrière cette carte ? De longues réflexions, l'acquisition de données (opendata, relevés de terrain), des questionnements, des modes et des choix de représentation. La carte n'est pas à notre sens une simple illustration dessinée mais répond bien à des logiques de réflexion, s'articule autour de problématiques. Le produit final se doit de respecter les règles de sémiologie et une impartialité des auteurs. Cependant les données représentées sur une carte sont sélectionnées et peuvent être manipulées par les auteurs pour favoriser la représentation de certains phénomènes ou au contraire atténuer des faits. Notre présentation s'attachera à montrer le cheminement de réalisation d'une carte, de la réflexion à la représentation en passant par la conception. Comment acquérir les données, les analyser, les sélectionner ? Selon les points de vue et les intérêts des auteurs et des lecteurs de la carte, la représentation cartographique cache certains éléments, n'est jamais exhaustive et n'est pas interprétée de la même manière en fonction de ce que le lecteur attend ou cherche.*

Les résultats de questionnements géographiques ont vocation à être spatialisés. La réalisation de cartes s'impose pour illustrer et/ou expliquer les phénomènes. L'apprentissage de la cartographie et de la géomatique indispensable aux géographes s'organise autour d'une question centrale « qu'est-ce qu'une bonne carte ? ». La question se pose au chercheur mais aussi à l'enseignant. La conception de cartes est empreinte de pédagogie, de règles mais nécessite d'être réfléchi en amont autour d'une problématique et d'objectifs définis. Notre approche découle d'un constat pédagogique mais aussi d'idées reçues autour de la cartographie qui apparaît trop souvent comme une compétence uniquement technique. La face cachée des cartes de cet article concerne d'une part toutes les étapes nécessaires à l'élaboration et au rendu cartographique et d'autre part, les informations ne figurant pas sur la carte et cachant ainsi volontairement ou non des informations aux lecteurs.

## De la réflexion à la conception de la carte

Les multiples définitions de la carte et les manuels de cartographie expriment suffisamment les objectifs et les concepts cartographiques (Blin et Bord 1993 ; Steinberg 2000 ; Zanin et Trémélo 2003 ; Beguin

et Pumain 2014). Il ne s'agit donc pas de répéter ou d'en créer de nouveaux mais d'intégrer nos travaux de production cartographique dans un corpus conceptuel et pratique existant. La carte se définit comme « une représentation géométrique conventionnelle, généralement plane, en positions relatives, de phénomènes concrets ou abstraits, localisables dans l'espace ; c'est aussi un document portant cette représentation ou une partie de cette représentation sous forme d'une figure manuscrite, imprimée ou réalisée par tout autre moyen » (Comité français de cartographie 1990). Elle représente une expression visuelle de résultats à destination de publics divers et conçue par des spécialistes ou non spécialistes, à l'instar de designers qui produisent des plans communaux parfois bien éloignés de la réalité.

La conception de cartes s'inscrit aussi dans une réflexion et une pratique définies par des objectifs et des « champs de la construction cartographique : les données, (choix et traitement), la conception (faire des choix graphiques en fonction de contraintes techniques et théoriques) et la réalisation (visualisation et organisation des choix graphiques) » (Zanin et Trémélo 2003).

Réaliser une carte relève avant tout d'une réflexion. La conception de la carte reflète fréquemment une distorsion de perception entre un produit final,



Figure 1 : Localisation du site d'étude – Leucate

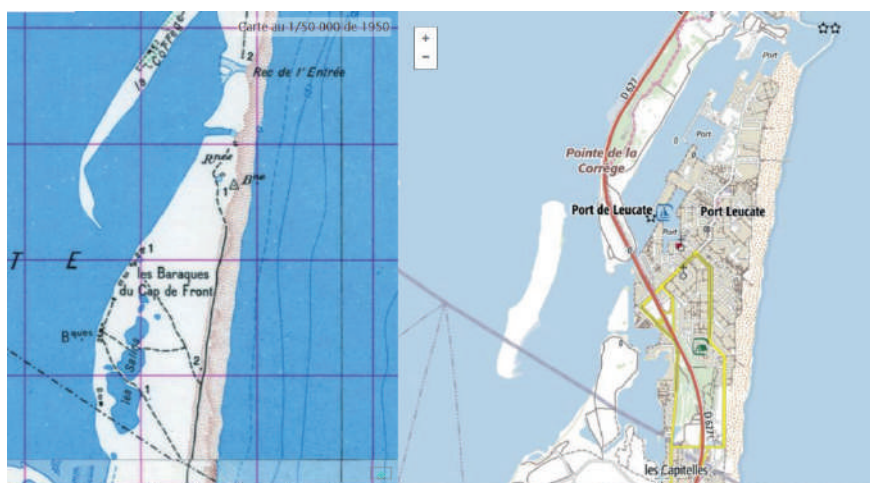


Figure 2 : Comparaison de Port Leucate entre 1950 et aujourd'hui (source : <https://remonterletemps.ign.fr/>)

la carte, et tout le cheminement qui a permis son aboutissement. Cette perception est palpable lors d'échanges avec des non-initiés qui considèrent la carte comme étant issue d'une seule compétence technique et de la maîtrise d'un logiciel.

## Quelle production cartographique ?

L'objectif de ce papier est de dérouler toutes les étapes nécessaires à la conception de cartes que nous avons produites dans le cadre d'un programme de recherche, étapes invisibles dans la lecture de la carte finalisée. Le cheminement est long jusqu'à la production et la finalisation d'une carte puisque nous avons tout d'abord défini des objectifs et des livrables. Les livrables des programmes de recherche font la part belle à la constitution de bases de données et d'atlas ou mini atlas cartographiques. En effet, les cartes synthétisent les informations, complètent le discours ou sont parfois plus « parlantes » aux lecteurs. Les cartes présentées ci-dessous répondent aux attentes d'un programme de recherche pluridisciplinaire : Caractérisation des Risques de Submersion sur Sites Sensibles (CRISSIS). La thématique générale sur les risques de submersion marine a conduit notre équipe<sup>1</sup> à aborder la question par une approche géographique des risques, avec pour entrée la vulnérabilité et la création d'une base de données servant la cartographie des résultats. Un des objectifs ambitionnait une évaluation de la vulnérabilité. La vulnérabilité se définit ici au sens strict de « propension d'une société donnée à subir des dommages en cas de manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique » (d'Ercole 1994 : 87). Cette approche de diagnostic technique permet une cartographie à échelle fine, individuelle, celle du bâti. En effet, sur la base de critères de vulnérabilité, donc d'une approche qualitative, la création d'un indice de vulnérabilité apporte une donnée quantitative ou du moins une hiérarchie des critères définis. La méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité repose sur l'identification de critères et s'envisage dans la perspective d'une mise en carte des données.

Cette recherche appliquée a concerné un territoire. Un site pilote, la commune de Leucate dans l'Aude (fig. 1), a été choisi sur ses caractéristiques d'exposition au risque de submersion marine et d'autre part, sur la volonté des acteurs politiques locaux d'intégrer le programme de recherche CRISSIS dans les stratégies de gestion du risque de la commune. Avant tout, nous avons réalisé un diagnostic territorial. Ainsi, la production cartographique ne s'est pas limitée au résultat du diagnostic de vulnérabilité mais participe à une étape essentielle de diagnostic territorial.

Le diagnostic territorial qui repose sur le contexte géographique, physique et humain, nécessite l'acquisition de données et dès cette étape conduit à la production de cartes. Notre étude, qui a porté sur les risques littoraux, nous a amenés à analyser le territoire non pas dans ses limites administratives mais dans sa délimitation naturelle. Par conséquent, l'étude a intégré la frange littorale de Leucate comprenant les stations balnéaires de Leucate-Plage, le Village naturiste et Port-Leucate, situé à environ 1,5 km du centre de la commune. Notre objectif a consisté à présenter la construction du territoire littoral, notamment dans ses phases d'urbanisation, de façon à identifier l'exposition du territoire et des populations aux risques côtiers.

À Leucate, le bord de mer est resté inoccupé jusqu'au début du XX<sup>e</sup> siècle (fig. 2), puis Leucate-Plage voit naître les premières constructions à l'initiative de Justin Bertrand et Louis Jouve (Hiron 2005). La station balnéaire n'existe pas encore et les moustiques peuplent toute cette frange littorale. La mission interministérielle pour l'aménagement touristique du littoral ou « mission Racine » dynamise ce littoral dans les années 1960 en créant des pôles touristiques littoraux dont Leucate, projets de grande envergure sur un espace totalement désert (fig. 2). La comparaison entre les fonds topographiques révèle une transformation totale entre un lido naturel en 1950 et un lido en quasi-totalité urbanisé aujourd'hui.

Les données disponibles sur plusieurs décennies ont été obtenues sur des sites web fiables tel que géo portail. Ces données facilitent une première analyse visuelle d'un territoire transformé en quelques années. Sans avoir recours à la conception d'une carte, un aperçu de l'évolution du territoire, sans difficultés de lecture pour un néophyte, est donc possible. Notre rôle de chercheur nous pousse à aller plus loin dans l'analyse pour observer, si tant est qu'elles existent, des phases d'évolution (fig. 3). Dans le cas de Leucate, la station balnéaire s'est édifiée en une seule grande phase lors de la mission Racine à la fin des années 1960, puis progressivement jusqu'aux années 2000. La spatialisée de l'information est là encore rendue possible par la mise à disposition de données comme les BD Topo et Ortho (IGN). La question de la fiabilité des sources de données existantes se pose. Pour la France, des sites dédiés comme l'Institut Géographique National (IGN) ou l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE) assurent des données acquises selon des méthodologies rigoureuses même si des vérifications ou des mises à jour de terrain sont nécessaires. Ainsi, la

1 Stéphanie Defossez, Monique Gherardi, Frédéric Leone - UMR GRED



Figure 3 : Evolution de l'implantation du bâti de 1942 à 2016

carte d'évolution de l'implantation du bâti à Leucate a pu être élaborée grâce à ces sources (fig. 3) et vérifiée et/ou complétée sur le terrain. Plus détaillée que la figure 1, ce type de cartes a vocation à déterminer des phases (quand elles existent) d'urbanisation ou de changement d'occupation des sols. Cette évolution permet d'identifier le début de l'urbanisation qui a lieu à Leucate-Plage puis la création de la station balnéaire sur le lido avec deux grandes phases d'aménagement dans les années 1970 et 1980.

En plus de l'occupation humaine, les cartes de localisation renseignent sur le contexte physique du site d'étude. Leucate-Plage s'appuie sur la face sud de la falaise calcaire de Cap Leucate et s'étire le long d'un cordon littoral bas et sableux. Ce lido se poursuit vers le sud. Il est cerné d'un côté par la mer Méditerranée et de l'autre par l'étang de Salses-Leucate. Dessus se sont installés le Village naturiste et Port-Leucate. Cette configuration topographique plane et de faible altitude confère à la partie basse de Leucate-Plage, au Village naturiste et Port-Leucate une vulnérabilité territoriale et une double exposition au risque : submersion marine d'un côté et remontée de l'étang de l'autre. Les informations altitudinales précises restent onéreuses. Cependant les fonds cartographiques IGN pallient le manque de données en fournissant des renseignements suffisants pour contextualiser le site d'étude. Ainsi, parfois, la conception de cartes approfondies n'apparaît pas nécessaire, du moins pour un certain type d'informations.

Une fois le diagnostic territorial défini, qui ne se limite pas à ces cartes mais dont les informations ne nous ont pas semblé pertinentes à spatialiser, vient la phase de diagnostic de vulnérabilité. L'objectif est bien la spatialisation des résultats, d'où la nécessité de créer des données quantifiables à partir des critères de vulnérabilité. La cartographie s'est établie sur un indice synthétique de ces critères qui font l'objet de requêtes spatiales et/ou d'analyse thématique grâce à un outil SIG (Système d'Information Géographique).

### **L'outil SIG pour une carte « produit »**

La production de carte repose sur des outils permettant d'exploiter des informations géoréférencées et de constituer une base de données sur le territoire étudié. Même si la carte n'est pas seulement une compétence technique, elle reste aussi une compétence technique ! Mais avant toute manipulation technique, une réflexion préalable doit être engagée entre l'ingénieur et l'enseignant-chercheur pour optimiser le travail et réduire les

erreurs. Que veut-on cartographier ? À quelle échelle ? Pour quel(s) acteur(s) ? Quel rendu ? etc. En effet, le SIG est une succession d'étapes qui, si elles ne sont pas respectées, risquent d'induire des biais dans les résultats et/ou exiger de reprendre certaines étapes en amont.

Une fois les objectifs définis, plusieurs étapes sont essentielles dans le montage d'un SIG. Tout d'abord, la récolte de données entendues comme un état de l'art. Le préalable consiste à identifier toutes les informations existantes sur les thématiques et les territoires, à toutes fins utiles. Quand les bases de données numériques (vecteur) existent, elles proviennent fréquemment de diverses sources (organismes publics/privés). Il s'agit donc de les rassembler mais aussi de les trier et les harmoniser, pour la projection spatiale par exemple. Dans d'autres cas, les données existent mais elles ne sont pas intégrées ou intégrables (raster) en l'état dans un SIG. Il faut par conséquent les numériser à partir de documents papier par exemple et les géoréférencer. Dans les deux cas, l'étape de validation est nécessaire, souvent par des relevés de terrain pour vérifier et compléter l'information. D'autres fois, les données n'existent pas et il convient de les créer, ce qui a été réalisé en partie pour la vulnérabilité à Leucate. Ces données sont spécifiques à une étude, une thématique, un territoire et si elles ne sont pas transposables telles quelles, la méthodologie est, elle, généralisable. Une fois la récolte des données achevée, cela laisse place à une étape d'analyse et de traitement grâce à l'outil SIG. Ce travail de requêtes spatiales (croisements, extractions de données, etc...) permet d'interroger les bases de données associées aux objets géographiques (ponctuel, linéaire ou surfacique) sur la base d'une méthodologie définie par les chercheurs et les auteurs des cartes. *In fine*, les résultats peuvent être cartographiés.

La dernière étape de cartographie doit respecter une sémiologie avec un type de représentation et une charte graphique. N'oublions pas que l'outil SIG permet de réaliser tout type de carte ou tout type de traitement, c'est donc la réflexion et l'application des normes qui feront la différence dans la validité, sur le fond et la forme, du document final. Par exemple, on représente des valeurs relatives par des plages de couleurs (par exemple pour les cartes de densité) ou des valeurs absolues par symboles proportionnels (par exemple pour des cartes de population). Sur le fond, les auteurs respectent une éthique de neutralité et de véracité des résultats. La réflexion géographique rend pertinent le SIG. Ainsi, ce dernier pourra être utilisé comme outil d'aide à la décision dans l'aménagement du territoire.

# Méthodologie d'exploitation des données pour la mise en carte

## Quelles données spatialiser ?

L'identification de critères sert à l'évaluation de la vulnérabilité pour des enjeux spécifiques, lesquels se concentrent, dans l'exemple des risques côtiers à Leucate, sur le bâti communal. Cette évaluation concerne deux échelles spatiales. D'une part, à l'échelle communale, chaque bâti identifié dans la zone d'aléa (sur la base des plans de prévention des

risques) est diagnostiqué individuellement à partir de plusieurs critères (tab. 1) suite aux observations faites sur le bâti extérieur. Cette échelle d'évaluation concerne la vulnérabilité matérielle et humaine liée à la dangerosité du bâti. D'autre part, un nombre supérieur de critères a permis d'affiner ces niveaux de vulnérabilité grâce à des questionnaires menés auprès d'un échantillon de la population permanente et secondaire (405 questionnaires). Cette échelle d'évaluation comprend alors la vulnérabilité matérielle et humaine (intrinsèque).

Critères	Indicateurs
<b>Vulnérabilité</b>	
Accessibilité	Type de voie, évacuation par les airs...
Structure du bâti	Nombre d'étages...
Niveau du plancher du bâti	Par rapport à la chaussée (en cm)
Nature des matériaux extérieurs	Résistants, étanches...
Occupation des pièces du rez-de-chaussée	Diurne / nocturne
Caractéristiques des occupants	Age, mobilité...
Nature des matériaux intérieurs	Résistants, étanches...
Ouvertures	Étanchéité...
Equipements électriques	Hauteur
<b>Réduction de la vulnérabilité/résilience</b>	
Préparation à la gestion de crise	Inscription sur la liste d'appels
	Connaissance des sites refuges
	Volonté d'évacuation anticipée
Structurels	Batardeaux

Tableau 1 : Critères de vulnérabilité (source : relevés de terrains (en vert) et questionnaires (en bleu)).

L'identification de critères s'adapte aux territoires étudiés, notamment la vulnérabilité matérielle des enjeux dont les principaux critères sont la nature et la résistance du bâti. Ces mêmes critères servent à l'évaluation de la vulnérabilité humaine en plus d'autres critères plus spécifiques comme l'âge ou l'état de santé des personnes. Les critères, souvent communs, concourent à différencier vulnérabilité structurelle et humaine dans la construction de l'indice. En effet, les critères ne possèdent pas la même valeur selon qu'ils qualifient la vulnérabilité matérielle ou humaine.

Ces estimations qualitatives sont ensuite agrégées sous forme d'indice après un recodage chiffré des critères selon une hiérarchie intra et inter-critères. Chaque critère se décline en sous-critères auxquels

est attribué une « note » ou un « point » permettant de les graduer en niveau de vulnérabilité. Puis une pondération affine la hiérarchie des critères, soit principaux (plus de poids), soit secondaires (moins de poids). Les critères chiffrés sont enfin agrégés afin d'obtenir un total qui sera cartographié. La détermination des critères repose sur la bibliographie et des études antérieures (Tapsell *et al.* 2010; Kuhlicke *et al.* 2011; Lagahé, Vinet 2014 ; Chevillot-Miot, Mercier 2014). Cette traduction de critères en indices permet enfin la production cartographique.

## Récolter et vérifier les données, un préalable à la cartographie

Dans l'exemple de l'étude des risques côtiers à Leucate nous avons récolté dans un premier

temps les données existantes auprès de différents organismes (Scan, Ortho et BD Topo de l'IGN, PPRN de la mairie de Port-Leucate, zone d'aléa submersion marine d'après des modélisations du BRGM...), et dans un second temps obtenu des données à partir des enquêtes faites auprès de la population et des diagnostics de vulnérabilité (sur la base d'observations de l'extérieur des bâtis). Même si les sources des données, souvent institutionnelles, sont estimées fiables, elles nécessitent des vérifications sur le terrain. Ces vérifications ont deux objectifs : d'une part pallier le manque de données entre l'acquisition des données et la date de création des données et, d'autre part, vérifier que les termes définissant les données correspondent aux organismes produisant les données et aux utilisateurs. Pour ce dernier objectif, il est très utile d'obtenir les métadonnées. Enfin, la vérification compense les lacunes inhérentes à toute construction de base de données, les oublis ou les erreurs.

La vérification des données acquises a été réalisée par de nombreuses missions sur le terrain. À partir des couches des différents types de bâti de la BD Topo de l'IGN, nous avons soit découpé une entité surfacique pour différencier les habitations, soit créé des polygones manquants (fig. 4).

La BD du réseau routier a également été complétée à partir de relevés de terrains : tronçons manquants, caractérisation des points de fermeture (exemple : les barrières dans de nombreuses résidences). Les bases de données pouvant être remaniées et harmonisées pour répondre à nos attentes, nous avons regroupé des catégories et harmonisé des noms dans les tables attributaires pour mieux répondre à nos attentes et cartographier les critères (fig. 5).

D'autres étapes participent à la création de la base de données, comme la création de données par le diagnostic des bâtiments selon une grille de critères de vulnérabilité (*cf supra*). À Leucate, plus de 4000 bâtiments ont été géo-localisés et intégrés au SIG. De la même manière, toutes les enquêtes menées auprès des populations ont été intégrées au SIG en géolocalisant les personnes enquêtées. La cartographie de ces deux informations a nécessité d'adopter un type de représentation différente.

Mais comment représenter ces niveaux de vulnérabilité ? La mise en œuvre des cartes nécessite de répondre à une pédagogie et de ne pas oublier les règles (Bord, 2012). La conception des cartes a tenté autant que faire se peut de répondre aux questions fondamentales de « savoir-faire une carte » (Zanin et Trémélo 2003).

## Comment représenter les données ?

Que ce soit à des fins pédagogiques ou de recherche scientifique, la conception de cartes doit répondre à des questionnements dont : pourquoi ? pour qui ? comment ? quand ? Il s'agit donc d'identifier « l'objectif de la carte - la cible, le public, le support - l'information à cartographier - l'implantation - la figuration de l'implantation - la figuration graphique de l'information » (Zanin et Trémélo 2003). Cette trame de questions a conduit à l'élaboration de nos cartes. L'interaction entre ingénieur d'étude et maîtres de conférences a facilité la conception des cartes et la confrontation d'avis apporte une objectivité à la carte.

L'objectif des cartes conçues dans le cadre du programme de recherche CRISSIS vise à montrer l'exposition au risque et la vulnérabilité des enjeux du territoire de Leucate face au risque de submersion marine. Il s'agit, à échelle communale et infra communale, plus particulièrement à l'échelle du bâti, d'estimer la vulnérabilité du bâti et des occupants. Ces supports cartographiques synthétisés dans un rapport final sont destinés au financeur, ici le Conseil supérieur de la formation et de la recherche stratégique (CSFRS), et aux acteurs locaux de la commune de Leucate, particulièrement les élus. Mais les résultats ont aussi vocation à être diffusés au sein de la communauté scientifique par le biais de revues scientifiques spécialisées. Des initiés et non-initiés vont ainsi lire et doivent comprendre les cartes, même si elles peuvent être remaniées en fonction du public et du support. Dans ce contexte de collaboration avec une commune, les résultats, y compris la cartographie, orientent les stratégies d'adaptation potentielle. Les résultats se veulent outils d'aide à la décision ou du moins à la réflexion. Ainsi toute manipulation de la carte ou manque d'information, volontaire ou non, entraîne potentiellement des conséquences sur les choix décisionnels.

À partir de ces éléments il s'agit de définir comment cartographier la vulnérabilité. Le choix des données est essentiel et si l'indice de vulnérabilité représente la principale donnée à cartographier, elle ne peut l'être sur un fond blanc. Aussi quel fond de carte choisir ? Quelle échelle ? Quelles données de contexte ? Comment définir le nombre de classes de l'indice qui caractérise une hiérarchie ? C'est bien à l'auteur et non au logiciel de faire ce choix ainsi que le choix de la méthode de discrétisation. Combien de classes, quelles règles sémiologiques pour une carte thématique ? La vulnérabilité est présentée à deux échelles spatiales différentes bien que toutes deux individuelles. Par conséquent, le mode de représentation diffère selon qu'il exprime la vulnérabilité du bâti enquêté ou



Figure 4 : Comparaison de la BD des bâtiments issus de la BD Topo IGN et de la BD des bâtiments, avec ajout et distinction des habitations après relevés de terrain

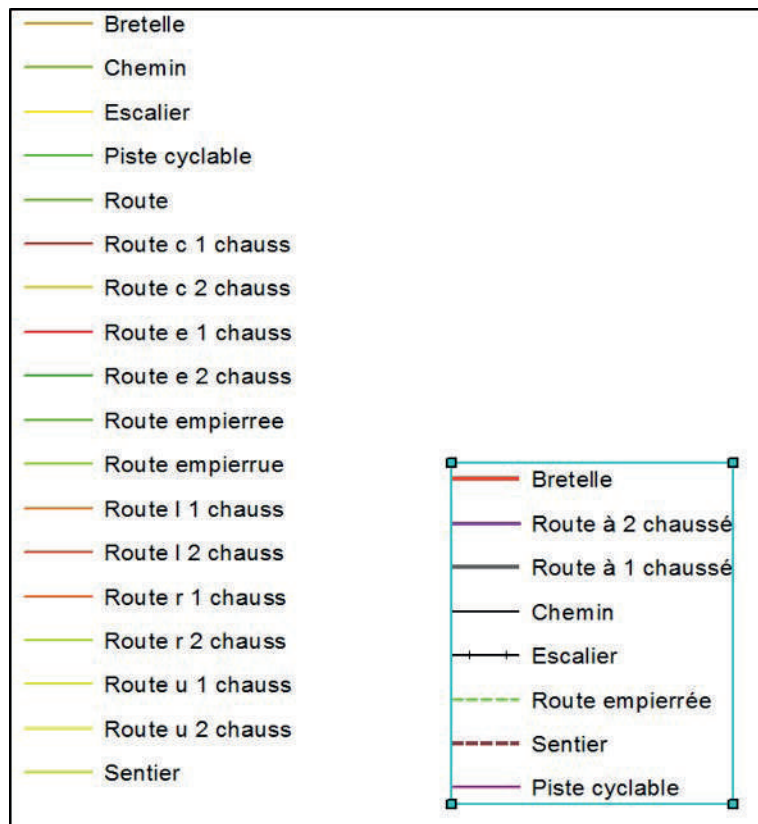


Figure 5 : Redéfinition des classes du réseau routier



non enquêté. Les bâtis figurent ainsi en surfacique (polygone), puisque c'est avant tout le bâtiment qui est diagnostiqué, tandis que les populations interrogées (dans leur habitation ou dans la rue) sont représentées par des symboles ponctuels.

La question de la temporalité se pose également. Une carte peut en effet être statique mais aussi présenter une évolution, des variabilités, des tendances par le biais des analyses diachroniques (ex : l'évolution de l'occupation des sols (fig. 3)). De la même manière, l'élaboration de scénarios alimente la cartographie de la géographie des risques. En effet le risque se définit comme la combinaison d'un aléa et d'enjeux et vulnérabilités. Ainsi la cartographie propose des cartes combinant l'aléa, les enjeux et les vulnérabilités qui sont variables dans le temps ou selon une occurrence ou des modélisations.

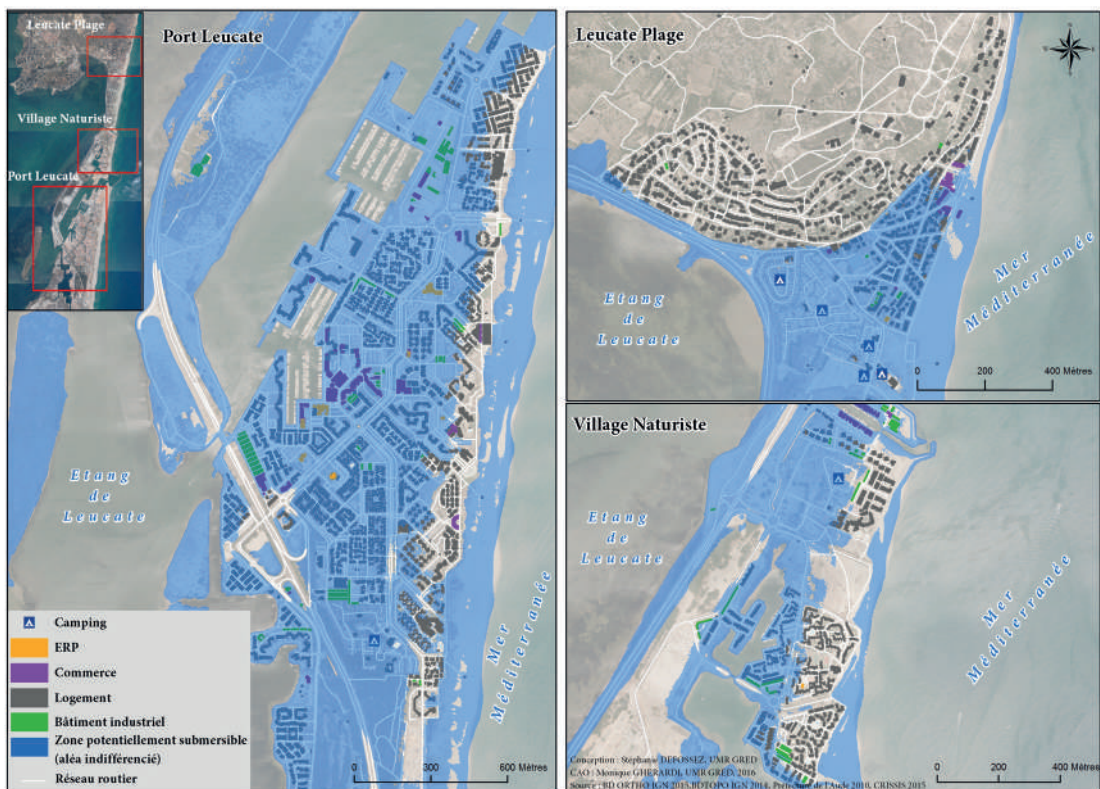
## Discussion des méthodes et des résultats cartographiques

La démarche d'acquisition des données ainsi que la création de données par des analyses de terrain conduisent à une cartographie originale, propre aux auteurs. Les résultats présentés sous forme cartographique apportent une visualisation des informations simplifiée, identifiable par les lecteurs grâce à la légende. Mais le cheminement jusqu'à la carte, sa face cachée, est bien plus complet voire complexe. En effet, la face cachée n'est pas uniquement le processus qui mène à la carte. Les résultats cartographiques que nous considérons comme produit final s'inscrivent également dans une autre face cachée. Le choix du terme « produit » n'est pas anodin puisque même si les cartes produites relèvent de recherches scientifiques à des fins scientifiques, il s'agit bien d'une attente voire d'une demande des acteurs locaux et/ou des financeurs. Cela ne signifie pas que les auteurs conçoivent la carte de telle sorte qu'elle soit conforme aux attentes. En effet, même si la carte n'est jamais totalement neutre, le chercheur et l'ingénieur, auteurs de la carte, s'obligent à afficher une réalité. Dans l'exemple de l'évaluation de la vulnérabilité, il paraît indispensable de ne pas sous-estimer ni surestimer l'information, notamment dans une optique d'exploitation des résultats comme outil d'aide à la décision. L'auteur de la carte a la responsabilité d'informer au plus juste. Dans ce cas précis, sous-estimer l'exposition au risque et la vulnérabilité concourt à une mise en danger des populations. Mais les surestimer ne rend pas crédibles les résultats du chercheur. Les cartes finales du projet CRISSIS combinent d'une part les résultats du diagnostic de vulnérabilité humaine et

structurelle grâce aux données issues des relevés de terrain et des résultats d'enquêtes, et d'autre part des modèles de l'aléa submersion marine. Les modèles de l'aléa submersion marine divergent selon les deux principales sources : 1) le Plan de prévention des risques (PPR) dont la carte des aléas côtiers est réalisée pour l'actuel et à horizon 2100 et 2) les modélisations issues de ce programme de recherche, réalisées par le Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM). L'enveloppe d'aléa du PPR donne un scénario *a maxima* (fig. 6), notamment en considérant la perspective de l'élévation du niveau marin consécutif au changement climatique par rapport à un scénario *a minima* du BRGM, dont l'emprise de l'aléa se résume à quelques zones ponctuelles (fig. 6). Ce résultat cartographique donne de la visibilité aux informations sur l'aléa mais également aux incertitudes des méthodes. Il pose la question de l'interprétation des résultats dans l'aide à la décision : quels résultats prendre en compte dans l'opérationnalité ?

La difficulté réside ici dans la transmission de l'information. Effectivement le programme de recherche CRISSIS avait vocation à établir ces données d'aléa et de vulnérabilité. La cartographie a été délivrée aux commanditaires sans négliger le scénario d'exposition majeure à la submersion. Les différences entre les deux scénarios ne pouvant être ignorées, la cartographie a concerné tous les scénarios incluant alors des données qui n'avaient pas été créées par les équipes de recherche de ce programme. Cette situation a considérablement modifié notre travail de terrain, puisque nous devons identifier les enjeux exposés situés dans la zone d'aléa. Par conséquent, il a fallu élargir la zone de diagnostic à l'emprise de l'aléa présentée dans le PPR. D'autre part, le rendu cartographique n'a pas permis, à notre sens, d'aiguiller les réflexions au niveau local sur la réduction de la vulnérabilité des enjeux étant donné l'écart entre les zones d'aléa. La typologie du bâti est par ailleurs très homogène dans le cas de la France métropolitaine et les classes de vulnérabilité (niveau faible, modéré, fort) ne pourraient être directement comparées à d'autres types de bâtis comme les habitations en tôle ou en bois. À Leucate, la vulnérabilité se répartit par groupements ou îlots d'habitations notamment pour Port-Leucate et le Village naturiste puisque les modes d'implantation suivent une implantation en lotissements (fig. 7 et 8). Les deux cartes révèlent les différences de zonage entre les niveaux de vulnérabilité structurelle (matérielle) et humaine.

La répartition plus homogène de la vulnérabilité humaine est marquée à Port-Leucate qui accuse par ailleurs les bâtis les plus vulnérables (structurellement). L'identification de ces zones plus



Figures 6 : Typologie des enjeux et délimitation de la zone d'aléa selon a) les modélisations du BRGM (en haut) et b) le PPR (en bas)

vulnérables sert les choix de décisions et d'adaptations aux risques littoraux actuels et futurs. Cet indice n'a pas vocation ici à comparaison mais à identifier au sein d'une commune les distinctions au sein d'un bâti « homogène ».

La question se pose aussi sur l'évaluation de la vulnérabilité, notamment sur les critères qui ne couvrent certes pas l'exhaustivité. Certains critères sont difficilement évaluables et quantifiables (par exemple le comportement) ou ne peuvent pas être agrégés les uns avec les autres. La construction de l'indice puis des classes de vulnérabilité suppose aussi une objectivité même si subsiste de fait une part de subjectivité. En effet, en fonction des classes qui sont déterminées, les auteurs peuvent là encore donner une image sous-estimée ou surestimée de la vulnérabilité. Bien entendu, c'est plus le traitement que la carte qui déforme la réalité mais la carte étant la visualisation de l'information, le produit final, c'est la carte qui diffuse une image faussée.

Ainsi, en fonction de l'intérêt des auteurs et des attentes des « commanditaires », la carte peut être

analysée voire manipulée différemment. Parfois, certaines informations ne sont pas affichées volontairement mais aussi involontairement. Chaque auteur potentiel d'une carte a une approche, une vision du territoire subjective même si des codes, des règles existent pour harmoniser du moins dans la forme des informations, reflets d'une réalité.

## Conclusion

La carte se conçoit comme un « produit » « final ». Produit, car il doit répondre à des normes mais aussi à des attentes. Final, puisque la carte est le reflet des résultats et s'inscrit en fin de parcours d'une réflexion et d'acquisitions et traitements des données. L'objectif de cet article n'était pas d'apporter des réponses mais visait une portée pédagogique sur le cheminement menant à la conception cartographique. En plus des règles sémiologiques, la carte entre dans un contexte éthique dans lequel le chercheur doit tenter d'apporter de la neutralité tout en remettant en cause les résultats présentés.

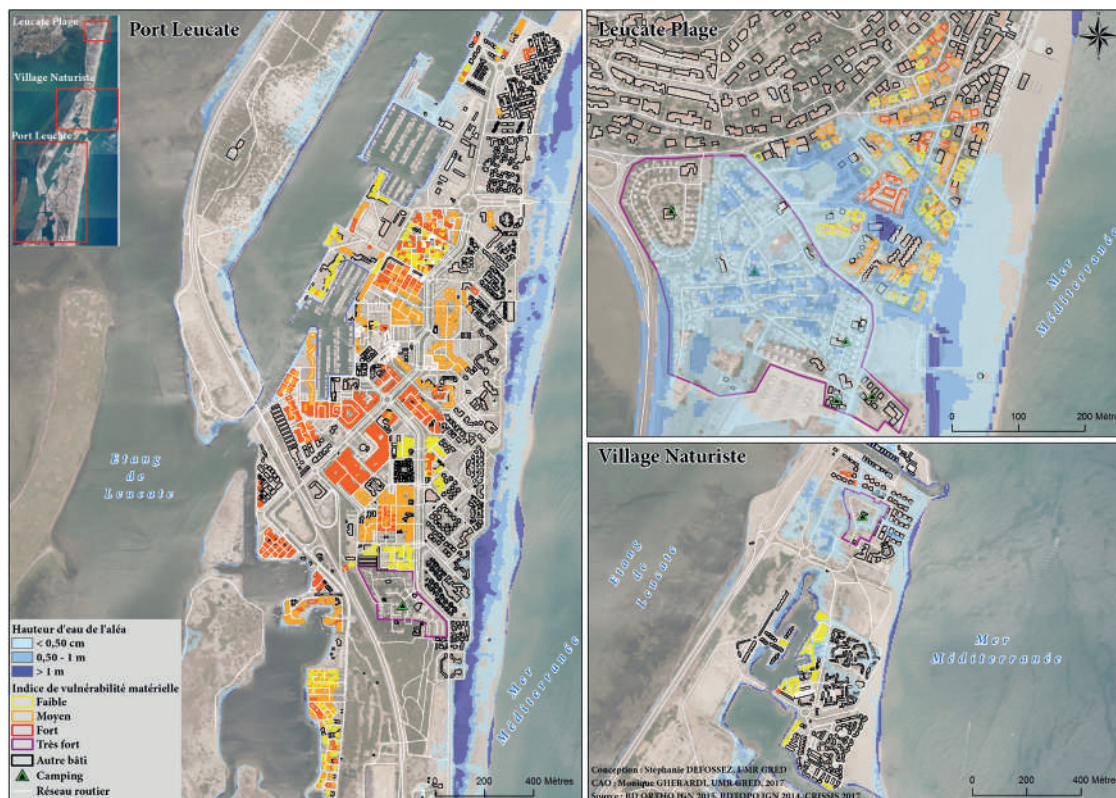


Figure 7 : Niveaux de vulnérabilité structurelle (matérielle) à Leucate

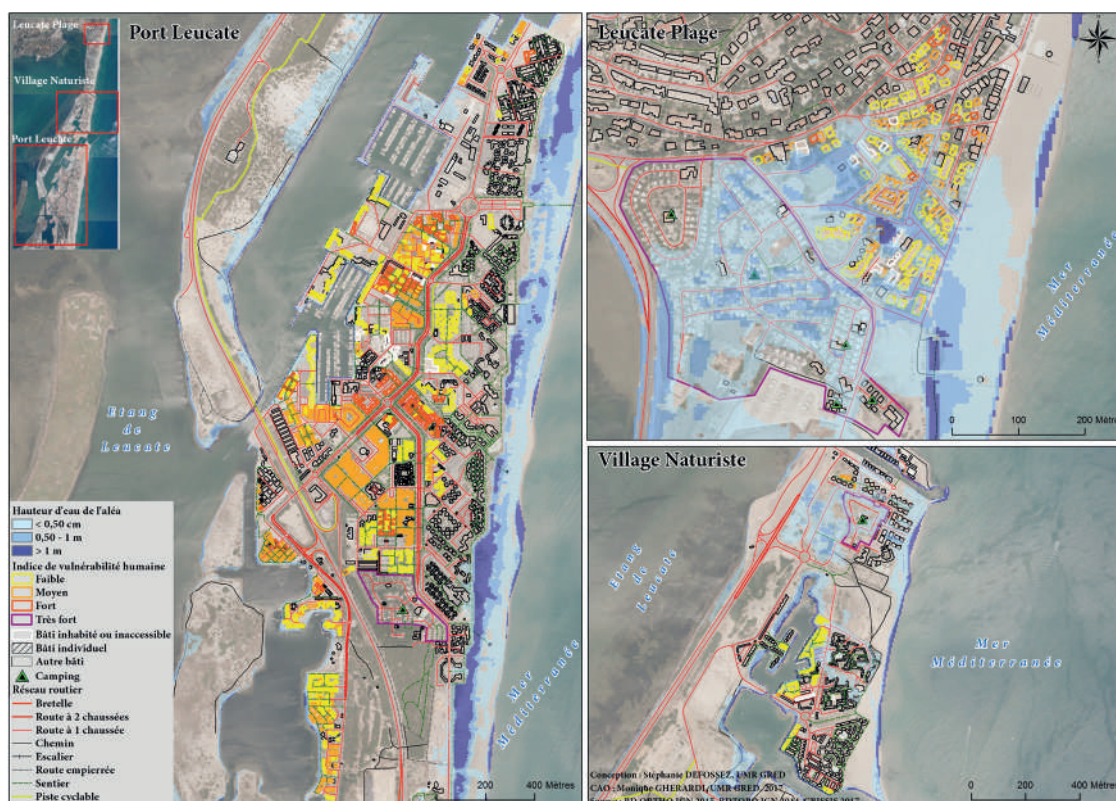


Figure 8 : Niveaux de vulnérabilité humaine à Leucate

## Bibliographie

Alberti L., 2017, *Vous êtes ici ! Petit atlas de l'art contemporain*, Paris, Ed. Palette, 64 p.

Beguïn M., Pumain D., 2014, *La représentation des données géographiques, statistique et cartographie*, Paris, Armand Colin, Coll. Cursus, 3<sup>e</sup> édition.

Blin E., Bord J.-P., 1993, *Initiation géographique ou comment visualiser son information*, Paris, SEDES.

Bord J.-P., 2012, *L'univers des cartes : la carte et le cartographe*, Paris, Belin.

Chevillot-Miot E., Mercier D., 2014, « La vulnérabilité face au risque de submersion marine : exposition et sensibilité des communes littorales de la région Pays de la Loire (France) ». *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 14, Numéro 2, URL : <http://vertigo.revues.org/15110>.

Comité Français de Cartographie, Mars-Juin 1990, *Glossaire de cartographie*, 2<sup>e</sup> édition, *Bulletin* numéro spécial n° 123-124, Paris.

D'Ercole R., 1994, « Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés : concepts, typologie, modes d'analyse », *Revue de géographie Alpine*, tome 82, n°4, p. 87-96, 1994.

Hiron J., 2005, *Il était une fois Leucate*, 2<sup>e</sup> édition, Leucate, Editions du Cap Leucate.

Kuhlicke C., Scolobig A., Tapsell S., Steinführer A., De Marchi B., 2011, « Contextualizing social vulnerability : findings from case studies across Europe ». *Natural Hazards*, DOI 10.1007/s11069-011-9751-6, 22 p.

Lagahé E., Vinet F., 2014, « Evaluation de la vulnérabilité des logements face à la submersion marine sur l'île d'Oléron ». Projet dans le cadre du projet Risks porté par l'UMR Liens, Université la Rochelle et le PAPI d'Oléron.

Steinberg J., 2000, *Cartographie, systèmes d'information géographique et télédétection*, Paris, Armand Colin, collection Campus.

Tapsell S. M., McCarthy S., Faulkner H., Alexander M., 2010, *Social vulnerability to natural hazards*. The Burroughs, Flood Hazard Research Centre (FHRC), Middlesex University.

Zanin C. Trémélo M-L., 2003, *Savoir faire une carte – aide à la conception et la réalisation d'une carte thématique univariée*, Paris, Belin, collection Belin Sup Géographie, 199 p.