

# ÉVALUER LA VULNERABILITE ARCHITECTURALE DE L'HABITAT EN ZONE INONDABLE : L'EXEMPLE DU VAL NANTAIS

Valérie JOUSSEAUME<sup>1</sup> et Denis MERCIER<sup>2</sup>

*Cet article analyse la vulnérabilité structurelle à l'inondation dans le Val nantais à l'amont de l'agglomération nantaise par exposition directe des bâtiments d'habitation aux plus hautes eaux connues. Stable du milieu du 19<sup>e</sup> jusqu'au milieu du 20<sup>e</sup>, la vulnérabilité connaît une forte progression depuis lors. La construction multiplie par deux le nombre des maisons en zone inondable de 1960 à aujourd'hui, alors même que la banalisation de l'habitat de plain-pied rend le bâti de la vallée de moins en moins adapté à l'inondation.*

## **Introduction**

Les travaux présentés dans cet article répondent à la problématique générale de la vulnérabilité des biens face au risque d'inondation océanique de plaine dans la France occidentale. La vulnérabilité est définie dans cette étude, comme une vulnérabilité structurelle par exposition directe des bâtiments d'habitation aux plus hautes eaux connues, dans une perspective d'analyse géographique (Leone et Vinet, 2006). Cette réflexion est née du paradoxe entre, d'un côté, une volonté politique nationale de réduction de la vulnérabilité dans les zones inondables et, de l'autre côté, l'accroissement toujours d'actualité dans le Val nantais de cette même vulnérabilité. En effet, si l'aléa est bien connu pour la vallée de la Loire (Dion, 1961 ; Fénelon, 1971 ; Jeanneau, 1984 ; Dacharry, 1996 ; Giraudet et Ménanteau, 2001 ; Jousseume *et al.*, 2003), les analyses portant sur la vulnérabilité demeurent partielles sur le plan spatial. En Loire-Atlantique, le Val nantais présente l'espace départemental où la progression de la vulnérabilité structurelle directe face au risque d'inondation est la plus forte. Cette dynamique s'inscrit dans la logique d'étalement urbain de l'agglomération nantaise. Actuellement, plus de 4 000 personnes occupent 1 650 résidences principales sur un territoire de 2 500 hectares. À cette vulnérabilité résidentielle s'ajoute une vulnérabilité économique avec le

---

<sup>1</sup> Contact : [valerie.jousseume@univ-nantes.fr](mailto:valerie.jousseume@univ-nantes.fr)

<sup>2</sup> Contact : [denis.mercier@univ-nantes.fr](mailto:denis.mercier@univ-nantes.fr)

bassin de production maraîcher. Sur 1 600 hectares de terres maraîchères, 113 hectares sont occupés par des serres chauffées et 45 hectares par des bâtiments agricoles (Joyeux, 2004).

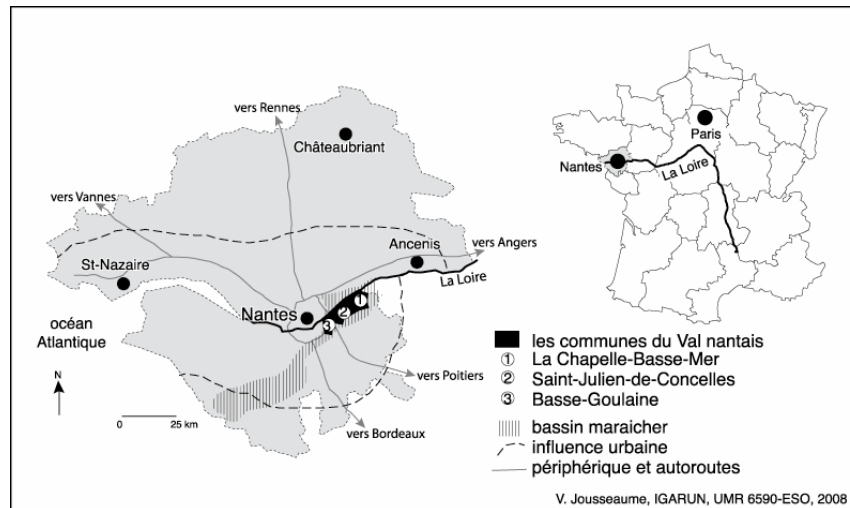
La présente étude a pour objectif de montrer comment l'inadaptation croissante du bâti sur le plan architectural depuis plus d'un siècle, face à l'aléa inondation océanique de plaine, exacerbe la vulnérabilité économique de ce territoire. Une méthodologie originale est proposée reposant sur la prise en considération de l'architecture des maisons, doublée d'une étude fine du peuplement à l'échelle infra-communale. Elle permet une évaluation quantitative et qualitative des types d'habitations construites en zone inondable et elle aboutit à une localisation de l'habitat dans l'espace inondable en termes de micro-topographie, par rapport à la norme juridique des plus hautes eaux connues (PHEC).

## **1. Une approche spatio-temporelle multiscalaire de la vulnérabilité**

Notre volonté de réfléchir à l'amplification de l'accroissement de la vulnérabilité liée à la dimension architecturale des habitations rencontre plusieurs difficultés méthodologiques sur le plan spatial et sur le plan temporel.

### **1.1. Définir spatialement la zone inondable**

Le Val nantais, encore appelé Val de la Divatte, se compose essentiellement des communes de La Chapelle-Basse-Mer et de Saint-Julien-de-Concelles (fig. 1). Il correspond à une dépression topographique délimitée par des coteaux plus ou moins escarpés (fig. 5). La microtopographie du Val nantais résulte d'une dynamique hydrosédimentaire de tressage héritée. Les hauteurs décroissent de l'amont du val (alt. sup. à 7,5 m NGF) vers l'aval (alt. inf. à 5 m). Les altitudes décroissent également depuis les points hauts du bourrelet de berge le long de la rive gauche du bras principal (alt. sup. à 7,5 m), vers les points les plus bas qui se concentrent au pied du coteau méridional, jadis parcouru par un bras secondaire de la Loire (alt. de 6 m à La Chapelle-Basse-Mer, entre 4 et 5 m à Saint-Julien-de-Concelles) (fig. 5).

**Figure 1 ; Localisation de la zone d'étude**

La levée de la Divatte, érigée sur le bourrelet de berge entre 1847 et 1856, est la dernière des digues construites le long de la Loire (Dion, 1961). Cette dernière atteint la cote de 10 m à La Chapelle-Basse-Mer et 9 m à Saint-Julien-de-Concelles. Avant cet aménagement tardif, le fleuve débordait régulièrement, inondant son lit majeur, lors des crues survenant généralement en hiver et parfois au printemps. Depuis la construction de la levée, une alternative s'offre en cas de crue : soit les eaux sont contenues par la digue et les inondations affectent seulement les points bas de la vallée par résurgence de la nappe (1995, 1982, 1936...), soit la digue cède ou est submergée et l'inondation ennoie tout le val sous un à quatre mètres d'eau, comme en juin 1856 et en décembre 1910.

La définition hydro-géomorphologique a été retenue pour définir la zone inondable. Les plus hautes eaux connues s'élèvent à 9,40 m NGF en 1711 et 9,66 m en 1856 selon les marques inscrites sur la chapelle de Saint-Simon. La crue de décembre 1910 est cotée officiellement à 9,38 m à La Pierre-Percée. Cette cote est conforme aux archives paroissiales de la Chapelle-Basse-Mer, qui révèlent que la Loire atteignait le muret au sommet de la levée, à la fin novembre 1910 d'une part et à la carte postale de la brèche de la Praudière d'autre part. Cette photographie confirme qu'après la submersion de l'ensemble du val nantais et du marais de Goulaine, provoquée par la rupture de la digue le 2 décembre 1910, la hauteur d'inondation dans le val est décrite comme étant égale à celle de la Loire au niveau de la Praudière, soit environ 9 m (Conseil général 44, 2000, p. 64 et 66). L'altitude NGF des repères de l'inondation apposés sur les maisons donnent une cote d'inondation d'environ 8,60 m NGF selon l'enquête réalisée pour l'atlas des zones inondables et datée de décembre 1995. Dans l'hypothèse d'une crue majeure comme celle de 1910, nous avons défini la zone inondable comme étant l'espace situé sous la ligne de 10 m NGF sur la carte topographique au 1/25 000 de l'IGN. Cet espace recoupe la carte de l'inondation de 1910 dressée par les ingénieurs Vattier et Kaufmann dès février 1911 (Conseil général 44, 2000, p. 63).

Sur la commune de La Chapelle-Basse-Mer, la délimitation est très visible car l'abrupt est ici particulièrement marqué, la commune se compose de deux surfaces étagées très distinctes dans le paysage : la vallée entre 5 et 10 m et le plateau à 50 m d'altitude. La zone inondable correspond ici au fond de vallée stricto sensu, à l'exception d'une dizaine de maisons du pied de coteau au Guineau et à l'Épine (fig. 5).

À Saint-Julien-de-Concelles, la ligne de rupture du coteau devient floue dans le paysage ; le plateau s'abaisse en s'émoissant, jusqu'à disparaître au contact du Val nantais et du marais de Goulaine. Si le fond de vallée reste aisé à identifier, la délimitation par la courbe d'altitude des 10 m intègre le bas coteau. Du côté du marais de Goulaine, sont donc concernés les lieux-dits du pied de coteau compris entre la Malonnière et Embreil ; du côté du Val nantais, les lieux-dits situés entre Embreil et le bas des Planches. Cette zone intègre également le bas du bourg correspondant aujourd'hui aux rues aux noms parfois évocateurs (rue Basse-Rivière, de la Salmonière, des Marais) et la périphérie de l'agglomération actuelle vers Port-Égaud et l'Artaudière (fig. 5). Cette estimation de la zone inondable de Saint-Julien-de-Concelles semble concorder avec la réalité de l'inondation de 1910. En effet, pour cette commune, notre délimitation identifie en théorie 480 ménages en zone inondable au RGP de 1906, pour 500 foyers réellement reconnus sinistrés par l'inondation de 1910 (Conseil général 44, 2000).

La définition juridique de la zone inondable s'appuie sur la cote la plus élevée officiellement enregistrée, dite « des plus hautes eaux connues » (PHEC) selon la loi Barnier n°95-101 du 2 février 1995 ; pour le Val nantais, celle-ci est 9,4 m NGF enregistrée en décembre 1910. Or, cette cote officielle a été remise en cause dans le PPR voté en 2001. L'argument utilisé est celui de l'encaissement du lit du fleuve au cours du 20<sup>e</sup> siècle, suite aux extractions de sable, interdite depuis 1995 et surtout aux aménagements du lit fluvial dans l'estuaire. En effet, à débit égal à Montjean-sur-Loire ( $6\,300\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ), la cote de crue a perdu 1 m à Ancenis et 1,42 m à l'échelle de Mauves, entre la crue de 1910 et celle de 1982 (DDE, 2006). Aussi, la norme juridique retenue à l'aval d'Ancenis, est celle des plus hautes eaux prévisibles (PHEP) fixées à 8,60 m.

À partir de cette délimitation spatiale de l'aléa, nous pouvons évaluer la vulnérabilité conçue ici comme la fragilité des bâtiments exposés aux plus hautes eaux connues.

### 1.2. Quantifier l'habitat dans la zone inondable de 1841 à 2007

Les statistiques de l'INSEE publiées à l'échelle communale ne sont adaptées ni à notre problématique, qui ne concerne que la zone inondable, ni à notre territoire d'étude, où l'habitat est très dispersé en nombreux lieux-dits. Il est donc nécessaire d'exploiter une source d'information permettant de quantifier les maisons à l'adresse exacte. La liste nominative des recensements de la population est apparue comme la source idéale. Les recensements datant d'avant la Seconde Guerre mondiale sont consultables sans restriction aux Archives départementales. Pour la période postérieure à 1945, l'INSEE impose un délai de confidentialité de 30 ans, avant de verser les données brutes des recensements aux Archives départementales. Pour les années récentes qui nous intéressent plus particulièrement ici, l'INSEE n'apporte donc aucune source à échelle fine. Toutefois, la mise en œuvre des recensements de l'INSEE est confiée aux mairies. C'est donc dans les mairies que nous avons eu

accès aux récapitulatifs des agents recenseurs, donnant les bilans anonymes de la collecte à l'adresse. Depuis le dernier recensement général français en 1999, La Chapelle-Basse-Mer a été recensée en février 2005 et a connu un recensement complémentaire à la fin d'octobre 2007, Saint-Julien-de-Concelles a été recensé en février 2007.

Ces sources municipales nous ont permis de connaître le nombre de résidences principales, de logements secondaires ou vacants, ainsi que la population de la zone inondable de La Chapelle-Basse-Mer et de Saint-Julien-de-Concelles de 1841 à 2007. Des dates intermédiaires au rythme trentenaire ont été choisies : 1841 décrit l'état avant la construction de la digue entre 1847 et 1856 ; 1876 correspond au maximum démographique rural ; 1906 dresse le bilan juste avant la grande crue de 1910 ; 1936 marque le minimum démographique rural ; 1968 est au cœur de l'expansion maraîchère avant le mouvement périurbain ; 1999 se dresse juste avant le vote du PPR. Le dernier recensement de 2007 nous permet d'analyser la situation actuelle marquée par une poussée périurbaine très forte et la mise en place d'un PPR en 2001.

Les chiffres que nous utilisons sont les données des listes des recensements, avant que celles-ci ne soient passées au crible de l'INSEE qui ôte notamment les populations en double compte et obéit à des règles de comptage légal strict. C'est pourquoi, il n'y a pas une correspondance absolue entre les données de population légale au sens INSEE et nos chiffres en 1999. Cela est d'autant plus vrai pour les recensements de 2005 et 2007 qui répondent aux nouvelles méthodes de recensement français et aux nouvelles règles statistiques de publication de ses résultats.

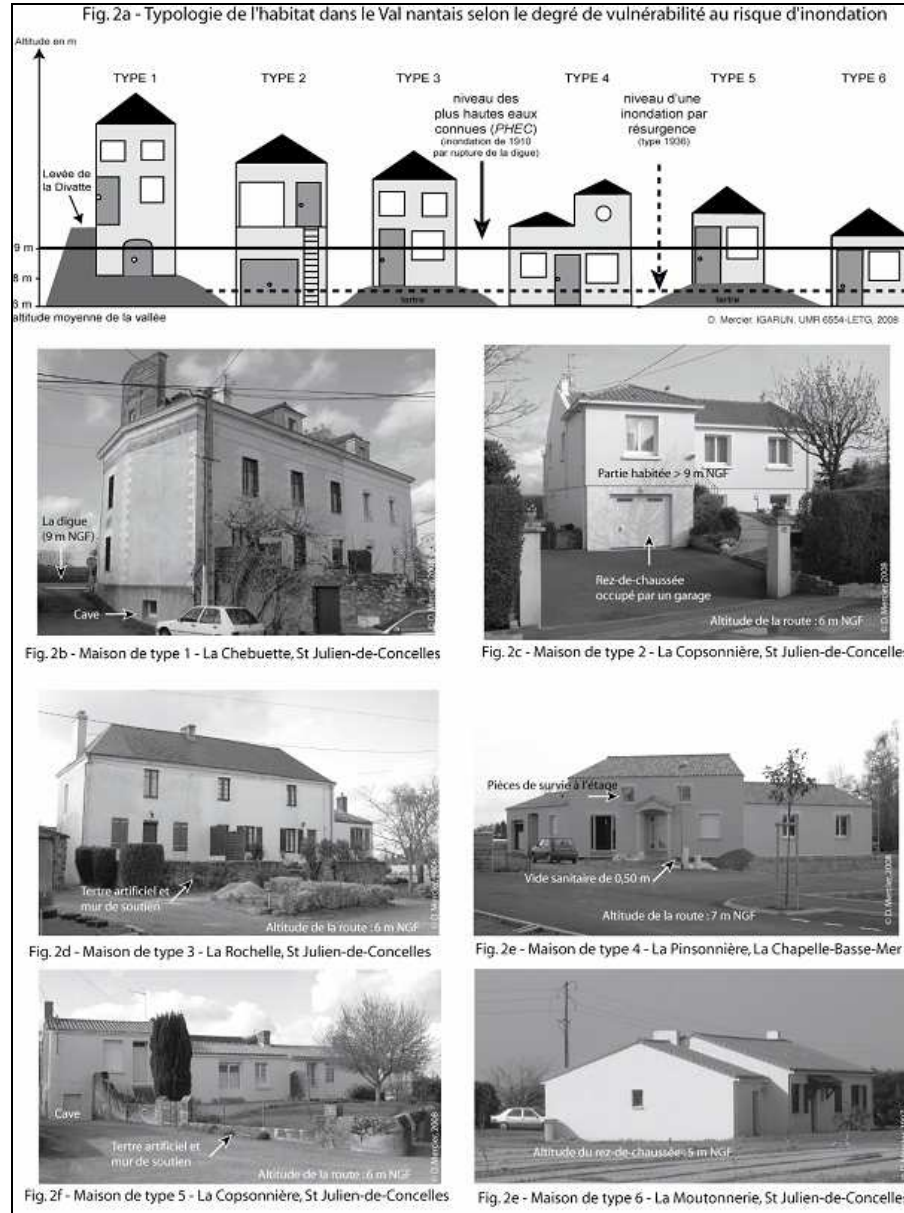
### **1.3. Qualifier la vulnérabilité architecturale actuelle de l'habitat**

Pour estimer la vulnérabilité des maisons, une typologie a été mise en place (fig. 2a<sup>3</sup>). Le principe repose sur le constat d'une différenciation du degré d'endommagement des biens immobiliers selon leur architecture générale par rapport à une hauteur de crue de référence (9,4 m NGF). Les observations sur le terrain retiennent par conséquent comme critères principaux, la présence ou non d'un étage et la hauteur du premier plancher (habitable ou non) par rapport au terrain naturel.

Une maison de plain-pied située à 6 m d'altitude, soit l'altitude moyenne de la vallée et subissant une inondation majeure sera submergée par plus de 3 m d'eau, soit la totalité de sa partie habitée, comme l'illustrent certaines photographies prises au moment de l'inondation de 1910.

---

<sup>3</sup> Les titres des figures sont intégrés à l'image de la page suivante.



Elle est considérée comme le type le plus vulnérable et classé en type 6 (fig. 2g). En revanche, une maison à étages construite sur cave et adossée à la digue, d'altitude entre 9 et 10 m, ne subira pas l'inondation dans la partie habitable, mais seulement dans la cave. Ce type de maison est classé en type 1, car l'architecture est considérée comme étant la plus adaptée à l'aléa inondation, car la moins vulnérable (fig. 2b). Entre ces deux configurations opposées, plusieurs cas de figure sont observables. Les maisons de plain-pied sans étage construites sur un tertre, naturel

ou artificiel, sont classées en type 5 (fig. 2*f*). La partie habitable est inondée en cas d'inondation majeure, même si la hauteur de l'eau dans l'habitation est moins importante que dans le type 6. En revanche, le tertre les place au-dessus des inondations mineures qui s'opèrent par résurgence. Les maisons de type 4 présentent une architecture à étage, étage souvent occupé par des chambres, mais l'essentiel de la valeur de la maison est constitué par le rez-de-chaussée (fig. 2*e*). Ces maisons ne sont pas surélevées par rapport à l'altitude de la vallée et seraient inondées au rez-de-chaussée, seules les pièces de survie à l'étage sont généralement au-dessus des PHEC. Les maisons de type 3 possèdent la même architecture que le type 4, maisons avec un rez-de-chaussée et un étage, mais elles sont construites sur des tertres ou des parties surélevées par rapport à l'altitude de la vallée (fig. 2*d*). Elles subiraient un endommagement similaire au type 4 en cas d'inondation majeure comme celle de 1910, mais ne seraient pas affectées en cas d'inondation par résurgence. Les habitations classées en type 2 correspondent à une prise en compte de l'aléa puisque l'architecture concentre la partie habitée à l'étage, le rez-de-chaussée n'étant pas habité, mais en général occupé par un garage (fig. 2*c*). L'endommagement est limité car les biens de la partie susceptible d'être affectée par l'inondation, comme les voitures, le congélateur... sont évacuables dès que l'alerte de crue est donnée.

En somme, les six types de maisons correspondent à trois configurations en cas de crue. Les maisons de types 1 et 2, les moins vulnérables, ne subiraient pas d'endommagement dans les parties habitables, seules les caves ou les garages seraient affectés. La prise en compte de l'aléa est bien intégrée dans le style architectural (fig. 2*b* et 2*c*). Les maisons de types 3 et 4 sont des maisons comptant un étage au-dessus des PHEC, mais le rez-de-chaussée serait submergé dans un contexte d'inondation majeure (fig. 2*d* et 2*e*). Enfin, les maisons classées en type 5 et 6 seraient totalement affectées en cas d'inondation majeure (fig. 2*f* et 2*g*).

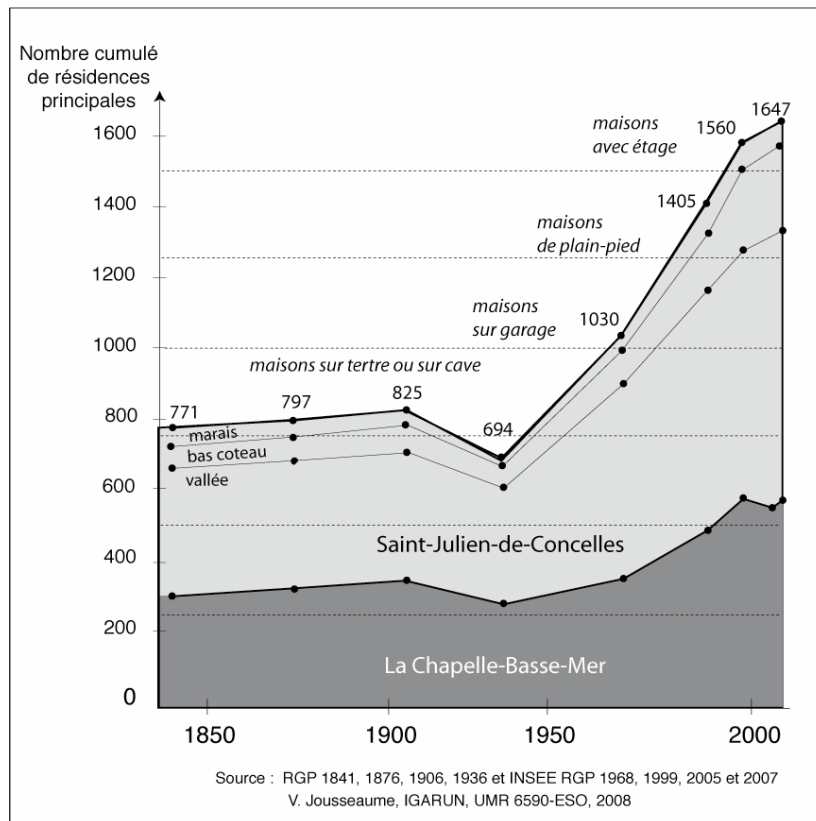
## **2. Résultats : Un double accroissement de la vulnérabilité depuis la Seconde Guerre mondiale**

### **2.1. Des habitations de plus en plus nombreuses**

L'observation du nombre des résidences principales (fig. 3) montre une stagnation de l'emprise du bâti de 1841, avant la construction de la digue, jusqu'au milieu du 20<sup>e</sup> siècle, dans un contexte d'exode rural. Avant la Seconde Guerre mondiale, le fond de la vallée compte environ 800 maisons d'habitations : 320 résidences principales dans la vallée à La Chapelle-Basse-Mer, auxquelles s'ajoutent 480 maisons inondables à Saint-Julien-de-Concelles (360 habitations dans le fond de vallée, 75 maisons sur le bas coteau et 45 maisons dans le secteur du marais de Goulaine) (fig. 3 et fig. 5).

En 1968, dans un contexte de fort dynamisme agricole lié au maraîchage, le nombre des résidences principales en zone inondable progresse peu à La Chapelle-Basse-Mer avec 352 maisons principales. En revanche, leur nombre s'élève à 678 à Saint-Julien-de-Concelles. Le total est donc de 1 030 résidences principales en zone inondable (fig. 3).

**Figure 3 ; Évolution du nombre des résidences principales dans la zone inondable du Val nantais entre 1841 et 2007**



La période 1968 à 1999 est marquée par un processus de périurbanisation qui s'accélère en 1974 avec la construction du pont de Bellevue, sur le périphérique de l'agglomération nantaise, entre Saint-Julien-de-Concelles et Basse-Goulaine. Un net accroissement de la vulnérabilité s'opère sur l'ensemble de la zone inondable du Val nantais. Le nombre des résidences principales en zone inondable s'élève en 1999, à 1 560.

On dénombre 532 maisons à La Chapelle-Basse-Mer, soit une augmentation de 180 ménages entre 1968 et 1999, pour 122 constructions neuves et 68 réhabilitations (fig. 3). Le rythme de la croissance des résidences principales en zone inondable (+1,34 % par an) est assez comparable à celui de l'ensemble de la commune. Toutefois à partir de 1980-82, le nombre des constructions neuves est limité de 1 à 3 permis de construire par an, la rénovation et la réhabilitation d'habitat ancien ou de bâtiment agricole se poursuit (Le Guillou, 2004).

Sur cette même période, à Saint-Julien-de-Concelles, le nombre de résidences principales en zone inondable passe en 31 ans de 678 à 1028, soit un rythme de croissance de +1,35 % par an. Cette augmentation représente 350 ménages en plus en zone inondable, dont 193 en fond de vallée, 138 sur le bas coteau et 37 dans le



marais (fig. 3). La progression de la construction en zone inondable est à peine inférieure au rythme communal.

La période récente, entre les recensements de 1999 et 2007, est intéressante à observer car d'une part, elle correspond à un vigoureux regain du processus de périurbanisation. La commune de La Chapelle-Basse-Mer enregistre un rythme de croissance de sa population de +1,2 % par an entre 1999 et 2005 et une forte poussée de plus de 3 % par an entre 2005 et la fin de 2007. Saint-Julien-de-Concelles connaît un taux d'évolution démographique de +0,95 % par an entre 1999 et 2007. D'autre part, cette période 1999-2007 couvre la mise en place du PPR, loi de 1995 et adopté localement en 2001. La période récente est donc marquée par le paradoxe de la restriction de la constructibilité dans une période de pression immobilière et de flambée des prix de l'immobilier. Dans ce contexte, le nombre de maisons en vallée passe de 1 560 à 1 647, soit +87 résidences en 8 ans. Or, cette progression est exclusivement localisée sur la commune de Saint-Julien-de-Concelles (fig. 3).

En effet, à La Chapelle-Basse-Mer, le nombre de résidences principales (523) a légèrement décliné en vallée depuis 1999 (- 9). Cette diminution est à relier à l'arrêt de la construction neuve dans la vallée à partir des années 1980 suite à la mise en place du premier POS en 1978, avec une logique de préservation des terres agricoles, qui a entraîné un vieillissement de la population et un déclin démographique de ce secteur, passé de 1 243 habitants en 1968 à 1 024 habitants en 2005. Ce n'est que très récemment, entre 2005 et la fin 2007, dans un contexte de pression immobilière exacerbée, que le secteur de la vallée a reçu 30 permis de construire dans le secteur de Saint-Simon et de la Pinsonnière (fig. 2e). Ces permis de construire correspondent aux 35 autorisations de bâtir issues de la révision du POS de La Chapelle-Basse-Mer en 2001, suite à la validation du PPR (contre 95 dans le POS antérieur).

À Saint-Julien-de-Concelles en revanche, le nombre de résidences principales poursuit sa croissance, comme le montre la figure 3, pour passer de 1 028 à 1 124 (+ 96), c'est-à-dire +1,12 % par an (contre 1,6 % par an dans le reste de la commune) malgré le PPR. Contrairement à La Chapelle-Basse-Mer, les choix municipaux concellois ont privilégié l'accueil de nouveaux habitants plutôt que la préservation des terres agricoles, y compris dans la zone inondable (Jousseau *et al.*, 2004). Le fond de vallée concentre l'ensemble de cette croissance, alors que le bas coteau enregistre une stagnation après une phase d'urbanisation soutenue sur la période précédente.

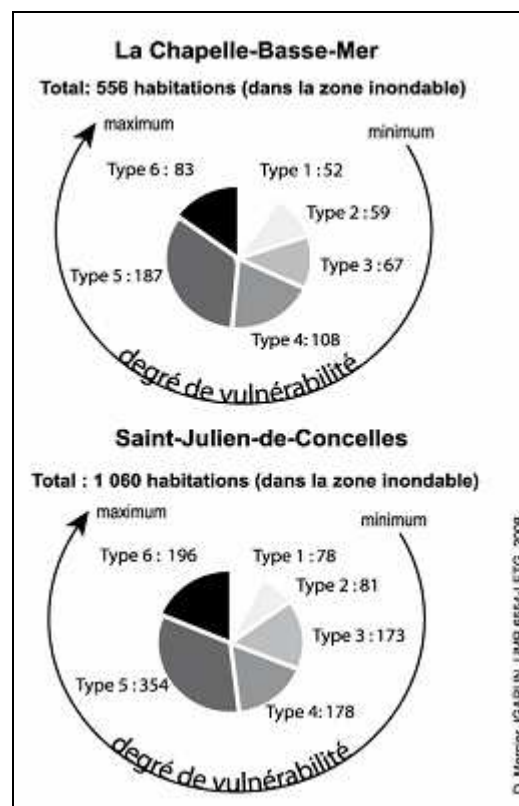
## 2.2. Des architectures de plus en plus vulnérables

Lors du relevé de terrain effectué en 2003, pour établir la typologie architecturale dans la zone inondable (fig. 2), 556 maisons (résidences principales et logements vacants) à La Chapelle-Basse-Mer et 1 060 à Saint-Julien-de-Concelles ont été répertoriées (Landrein, 2003 ; Meunier, 2003). La figure 4 synthétise les résultats de cet inventaire.

Les maisons les plus vulnérables (types 5 et 6) sont les plus nombreuses et représentent plus de 50 % du nombre d'habitations. Les maisons à étage, mais dont le rez-de-chaussée est inondable (types 3 et 4), représentent 32,5 %. Les maisons les moins vulnérables (types 1 et 2) ne représentent que 16,70 % des maisons. En somme, plus de 73 % des habitations de la zone inondable seraient totalement ou majoritairement endommagées lors d'une inondation majeure. Ce qui montre que

l'aléa est largement sous-estimé lors de la construction d'un bien immobilier dans cette zone inondable du Val nantais. En revanche, les deux tiers des maisons seraient épargnés dans leur partie habitable (types 1, 2, 3, 5), dans le cadre d'une inondation mineure. Cependant, ce type d'inondation a une probabilité d'occurrence quasi nulle depuis l'érection de la digue au milieu du 19<sup>e</sup> siècle et les aménagements hydrauliques récents (Jousseaume et Mercier, 2005). Il n'existe, de ce point de vue, pas de différences majeures entre les deux communes.

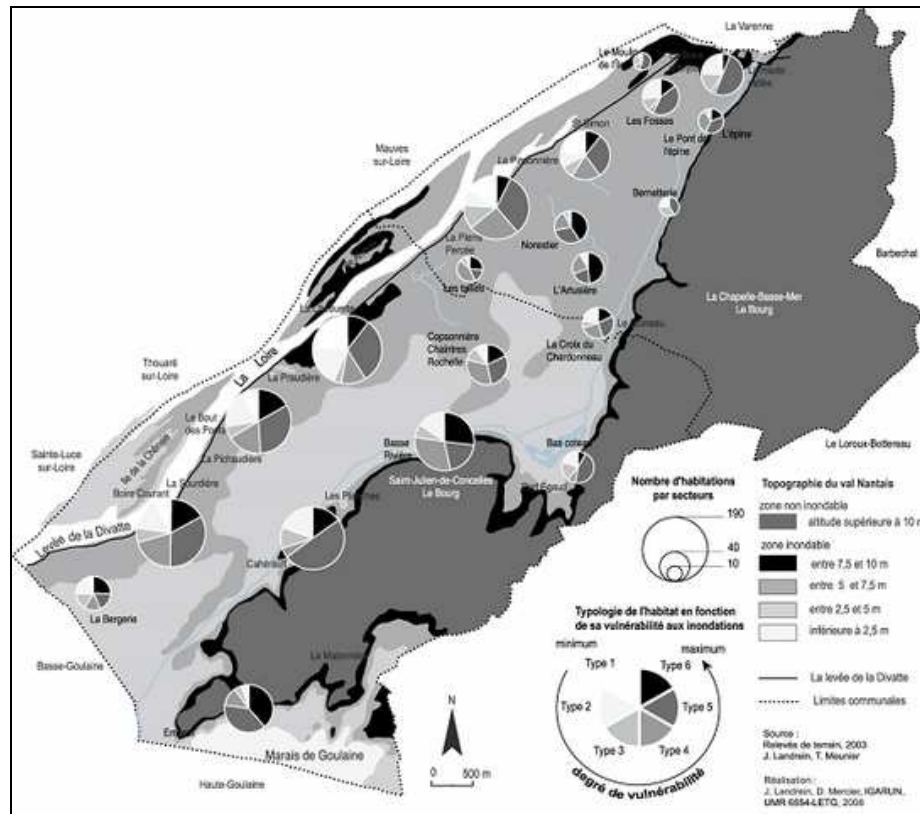
**Figure 4 : Répartition du nombre d'habitations en zone inondable par types de vulnérabilité**



En revanche, la cartographie de la typologie architecturale (fig. 5) permet de mettre en évidence quelques paradoxes. Les maisons sont majoritairement implantées sur la commune de Saint-Julien-de-Concelles, alors même que l'altitude du fond de la vallée y est inférieure à celle de La Chapelle-Basse-Mer. Les habitations les plus vulnérables sur le plan architectural sont donc également situées dans les secteurs les plus bas topographiquement, ce qui ne fait qu'accroître l'endommagement potentiel. Même paradoxe pour les habitations les moins vulnérables sur le plan architectural (présence d'un ou plusieurs étages) qui se localisent sur les parties les plus élevées topographiquement (Haute-vallée à La

Chapelle-Basse-Mer, bourrelet de berge comme à La Chebuette à Saint-Julien-de-Concelles).

**Figure 5 ; Répartition spatiale de la diversité des types d'habitations dans le Val nantais en 2003 en fonction de leur vulnérabilité aux inondations**



On observe donc un décalage majeur entre la vulnérabilité de l'habitat en termes d'endommagement par rapport à la probabilité d'un aléa d'occurrence centennale (type inondation de 1910). Théoriquement, seulement 16,70 % des plus de 1 616 habitations en zone inondable seraient épargnées.

### 3. L'inadaptation croissante de l'habitat à une inondation

Les observations de terrain montrent à la fois une augmentation du nombre des maisons dans la zone inondable avec une évolution du type architectural du bâti amplifiant cette vulnérabilité structurelle. Cette étude sur le Val nantais n'aborde pas la fragilité technique des bâtiments face aux inondations (Salagnac et Bessis, 2006), mais la propension à l'endommagement en fonction de la hauteur des plus hautes eaux connues.

### 3.1. La banalisation du mode architectural dans la zone inondable

Traditionnellement, l'habitat du Val nantais privilégiait les points hauts, bourrelet de berge et tertres, au-dessus de 7,5 m d'altitude (Jousseaume *et al.*, 2004). Au moment des hautes eaux, ces lieux émergés étaient balisés à l'aide de pieux, afin d'être retenus pour les constructions futures. Ainsi, la quasi totalité des maisons construites avant les années 1950, quelle que soit l'architecture retenue, étaient adaptées à des inondations mineures, soit par débordement du fleuve avant la construction de la digue au 19<sup>e</sup> siècle, soit par résurgence depuis. L'habitat modeste sur terre était de plain-pied (type 5), hors d'atteinte des inondations mineures (fig. 2f). De plus, les maisons de type 1 possédaient une architecture adaptée, même aux inondations majeures, puisqu'elles possédaient une cave et plusieurs étages habitables (fig. 2b).

Après la Seconde Guerre mondiale, on assiste à la croissance endogène de la population dans les communes étudiées, du fait de la seconde révolution agricole et de la constitution du bassin maraîcher nantais (Jousseaume et Mercier, 2005). Au cours de ces années 1950 à 1975, les constructions neuves privilégient un style architectural régional dit « maison nantaise ». Ces maisons correspondent à notre type 2, c'est-à-dire une maison avec la partie habitable à l'étage sur un rez-de-chaussée à vocation de garage. Ces maisons sont bien adaptées à des inondations même majeures (fig. 2c).

La banalisation du mode architectural s'amplifie dans un contexte de périurbanisation soutenue et de l'arrivée de populations exogènes (Jousseaume et Croix, 2002). Cette banalisation devient problématique pour la zone inondable lorsque le style nantais se démode et est remplacé par des maisons de plain-pied sans étage, à partir des années 1980. Ces maisons de type 6 ne prennent absolument pas en compte le risque d'inondation, même mineur.

Depuis le Plan d'Intérêt Général (PIG) de 1996, voulu par l'État, la norme architecturale impose un vide sanitaire de 50 cm au-dessus du sol et au minimum une pièce de survie à l'étage. Les maisons construites correspondent au type 4, c'est-à-dire un rez-de-chaussée habité surmonté d'une ou plusieurs chambres (fig. 2e). Ces normes actuelles sont inadaptées au cas du Val nantais. En effet, les 50 cm s'appliquent partout, quelle que soit l'altitude du terrain constructible. Pour éviter les inondations mineures, il serait judicieux de pondérer cette recommandation en fonction de la micro-topographie, ce vide sanitaire pouvant être insuffisant ou inutile selon l'altitude du terrain. D'autre part, en cas d'inondation majeure, l'essentiel de la partie habitée est sous les eaux. Enfin, si la présence d'une pièce de survie à l'étage se justifie en contexte méditerranéen où les inondations sont brutales, pour des raisons de secours des personnes, elle n'a pas cet intérêt dans le cadre des lentes inondations océaniques de plaine. En effet, le réseau d'alerte des crues CRISTAL, opérationnel depuis 1985, permet d'anticiper l'arrivée de l'onde de crue dans la région nantaise et la prise de décision préfectorale d'évacuation de la population menacée, le cas échéant. De plus, la décrue pouvant s'étaler sur plusieurs semaines, comme en décembre 1910, le maintien de la population dans les pièces de survie à l'étage n'est pas possible. D'ailleurs, cette règle de l'étage de survie ne s'applique pas sur le bas coteau, situé entre la ligne des PHEC (9,4 m) et celle des PHEP (8,6 m), alors même qu'en cas d'inondation majeure la partie habitable serait inondée, comme l'indiquent deux plaques de crue de 1910 quelques mètres plus loin (fig. 6a).

En somme, l'architecture de l'habitat dans la zone inondable se banalise depuis les années 1960, bien que cette banalisation n'aggrave considérablement la vulnérabilité du bâti résidentiel qu'à partir des années 1980. La règle architecturale la plus adaptée au Val nantais serait un rez-de-chaussée inhabité à vocation de garage et une partie habitée à l'étage, comme c'était le cas des maisons dites « nantaises » de type 2 et des maisons anciennes sur cave de type 1. Cette forme d'habitat est totalement abandonnée depuis 30 ans.

### **3.2. Une perte de la mémoire des crues ou un déni du risque ?**

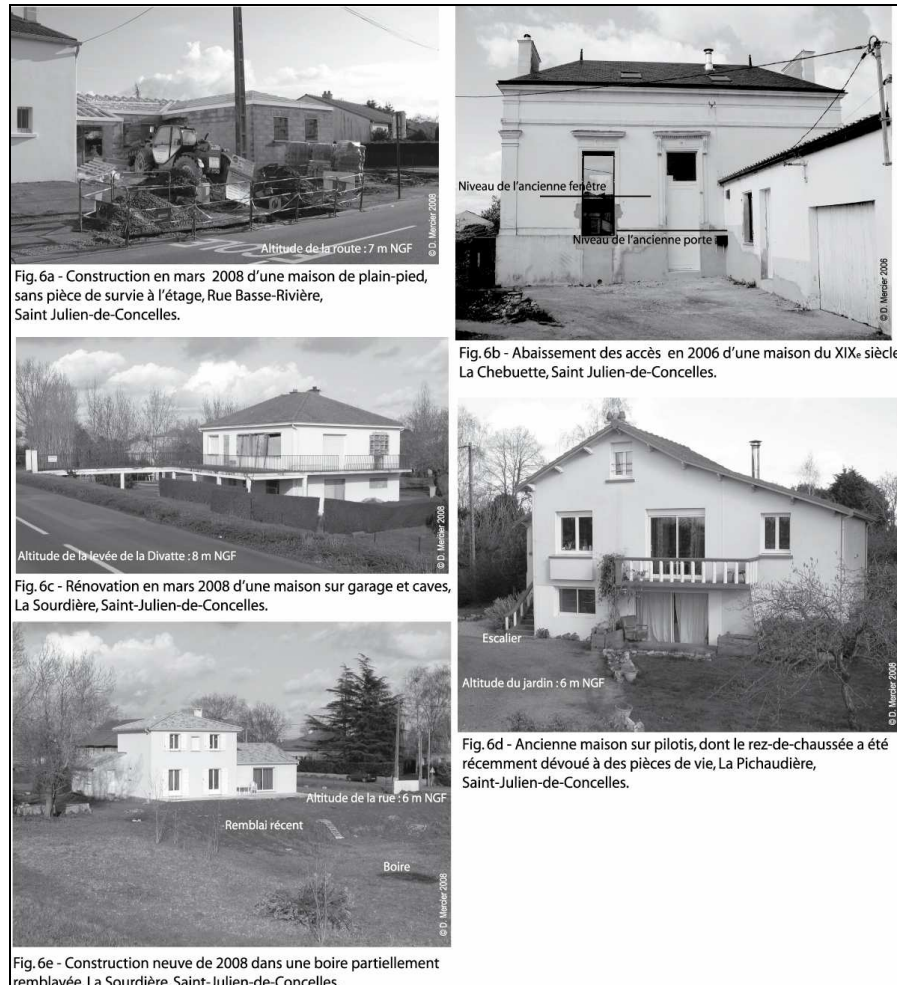
La banalisation de l'architecture des maisons s'accompagne de formes de rénovation de l'habitat ancien et de choix de localisation micro-topographique, qui pose la question de la perte de la mémoire des crues (Mercier, 2004) ou du déni de la possibilité d'une inondation, par les habitants.

Ainsi, certaines maisons à étages sur cave sont actuellement réhabilitées. Parfois la cave perd sa vocation de protection contre les inondations et devient le rez-de-chaussée habité comme le montre la figure 6*b*. Par ailleurs, d'anciennes maisons « nantaises » de type 2 sont progressivement transformées et le garage devient un ensemble de pièces de vie (fig. 6*c*) augmentant la vulnérabilité par son évolution de type 2 vers un type 4. Autre exemple, une petite maison de vacances sur pilotis a été récemment réaménagée. La base sur pilotis a été close ; elle accueille aujourd'hui les pièces de vie en rez-de-chaussée (fig. 6*d*).

De plus, du point de vue micro-topographique, on assiste à la construction de maisons sur des sites particulièrement inappropriés, comme des boires partiellement remblayées (fig. 6*e*). Dans ce dernier cas, l'affouillement potentiel des fondations aggrave la vulnérabilité de la maison.

Ces exemples nombreux montrent l'absence totale de prise en compte dans l'architecture, des appels à la mémoire des crues et sont en contradiction avec la loi Bachelot n°2003-699 du 30 juillet 2003 et les programmes de mitigation de la vulnérabilité des habitations lancés par les pouvoirs publics de l'État (MEDD, 2005). À cet égard, un questionnement sur la perte de mémoire ou sur le déni du risque mériterait un approfondissement pluridisciplinaire.

**Figure 6 : Modifications récentes de l'architecture accroissant la vulnérabilité des habitations**



## Conclusion

Cette étude conforte par les résultats précis d'une approche géographique multiscalaire, la connaissance de la vulnérabilité structurelle du bâti (MEDD, 2005 ; Leone et Vinet, 2006 ; Chauviteau et Vinet, 2006). Dans la zone inondable du Val nantais, plus de 73 % des plus de 1 600 habitations seraient totalement ou majoritairement endommagées lors d'une inondation majeure. Ce qui montre que l'aléa est largement sous-estimé lors de la construction d'un bien immobilier.

À l'échelle des zones inondables, cette contribution apporte une méthodologie de recherche et des résultats à l'échelle infracommunale, riches d'enseignements depuis la délimitation spatiale de la zone inondable jusqu'au dépouillement des

recensements de la population maison par maison de 1841 à 2007. Ce recul temporel est précieux car il permet de replacer l'accroissement de la vulnérabilité structurelle et la banalisation du mode architectural inadapté aux inondations depuis la fin des années 1970, dans le contexte de la périurbanisation, malgré le renforcement des réglementations nationales visant la mitigation de cette même vulnérabilité structurelle. Cette analyse permet de rappeler que la vulnérabilité structurelle n'est pas une donnée statique mais évolutive dans le temps long de l'histoire des rapports qu'entretiennent les sociétés avec leur territoire. Cette analyse apporte de ce point de vue un recul historique plus riche qu'une simple chronique événementielle post-catastrophe.

De plus, l'importance du travail de terrain dans cette approche géographique est indispensable pour évaluer les types de vulnérabilités architecturales face à l'inondation en fonction de paramètres multiples (microtopographie, altitude des PHEC, type d'architecture...) et apporte par ailleurs des informations quantitatives précises pouvant servir à l'élaboration des plans de sauvegarde ou de gestion de crise.

Enfin, au-delà de l'intérêt méthodologique, l'exemple du Val nantais souligne deux choses. Premièrement, la législation nationale en matière de réduction de la vulnérabilité des biens face au risque d'inondation, n'est pas adaptée au cas d'inondation océanique de plaine. Secondement, la négociation à l'échelle départementale et communale, de la mise en œuvre du PPR, ne pallie pas cette incohérence.

### Bibliographie

- Conseil général de Loire-Atlantique, 2000, *La Divatte, une levée entre hommes et Loire*, 127p.
- Chauviteau C., Vinet F., 2006, « La vulnérabilité des établissements recevant du public et des entreprises face aux inondations : une méthode d'analyse appliquée dans le bassin de l'Orb (Hérault) », *Ingénieries*, n°46, 15-33pp.
- Dachary M., 1996, « Les grandes crues historiques de la Loire », *La Houille Blanche*, n°6-7, 47-53pp.
- DDE, 2006, *Rapport de présentation du PPR des vals du Marillais et de la Divatte*, 30p.
- Dion R., 1961, *Histoire des levées de la Loire*, Paris, 312p.
- Fénelonp., 1971, *La Loire : crues et embâcles*, Tours, Nouvelles éditions latines, 111p.
- Giraudet A., Ménanteau L., 2001, « Les eaux de la Loire dans la région d'Ancenis : chronique événementielle », *Histoire et Patrimoine au Pays d'Ancenis*, ARRA, n°16, 5-18pp.
- Jeanneau J., 1984, « Les grandes crues de l'hiver 1982 et du printemps 1983 », *Norais*, n°124, 617-618pp.
- Jousseaume V., Croix N., 2002, « La mobilité résidentielle dans les campagnes nantaises », *Cahiers Nantais*, n°58, 59-70pp.
- Jousseaume V., Croix N., Mercier D., 2003, *La Chapelle-Basse-Mer : commune ligérienne, guide de géographie locale*, Presses Universitaires de Rennes, 96p.

- Jousseaume V., Landrein J., Mercier D., 2004, « La vulnérabilité des hommes et des habitations face au risque d'inondation dans le Val nantais (1841-2003), entre législation nationale et pratiques locales », *Norois*, n°192, 29-45pp.
- Jousseaume V., Mercier D., 2005, « Processus et acteurs de l'aménagement de la zone inondable du Val nantais. Réflexions sur la prise de risque d'une société prométhéenne », *Cahiers Nantais*, n°64, 23-42pp.
- Joyeux E., 2004, *Vers une nouvelle approche de la vulnérabilité face au risque d'inondation. Le cas de l'agriculture dans le val de la Divatte en basse vallée de la Loire*, Mémoire de DEA, université de Paris 8, 209p.
- Landrein J., 2003, *Le risque d'inondation à La Chapelle-Basse-Mer commune du val nantais*, Mémoire de Maîtrise, Université Paris IV-Sorbonne, 277p.
- Leone F., Vinet F., 2006, « La vulnérabilité, un concept fondamental au cœur des méthodes d'évaluation des risques naturels », in Leone F., Vinet F., *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles. Analyses géographiques*, Montpellier, Collection Géorisques, vol. 1, Université Paul Valéry-Montpellier III, 9-25pp.
- Le Guillou F.-A., 2004, *Dynamique de l'urbanisation et zones inondables. L'exemple du Val nantais de 1990 à 2003*, Mémoire de Maîtrise, Université de Nantes, 97p.
- MEDD, 2005, *Éléments pour l'élaboration des plans de prévention du risque d'inondation. La mitigation en zone inondable. Réduire la vulnérabilité des biens existants*, 52p.
- Mercier D., 2004, « La mémoire des crues dans le Val nantais », *La Loire et ses terroirs*, n°49, 19-23pp.
- Meunier T., 2003, *Le risque d'inondation dans le Val nantais. L'exemple de Saint-Julien-de-Concelles*, Mémoire de Maîtrise, Université Paris IV-Sorbonne, 215p.
- Salagnac J.-L., Bessis B., 2006, « Réduire la vulnérabilité des bâtiments en zones inondables », in Leone F., Vinet F., *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles. Analyses géographiques*, Montpellier, Collection Géorisques, vol. 1, Université Paul Valéry-Montpellier III, 119-123pp.