

Analyse des dommages liés aux submersions marines et évaluation des coûts induits aux habitations à partir de données d'assurance

Perspectives apportées par les tempêtes Johanna (2008) et Xynthia (2010)

Camille ANDRÉ

*Thèse de doctorat co-dirigée par
Catherine MEUR-FÉREC (UBO) et Charlotte VINCHON (BRGM)
Soutenue le 18 décembre 2013 à Brest*

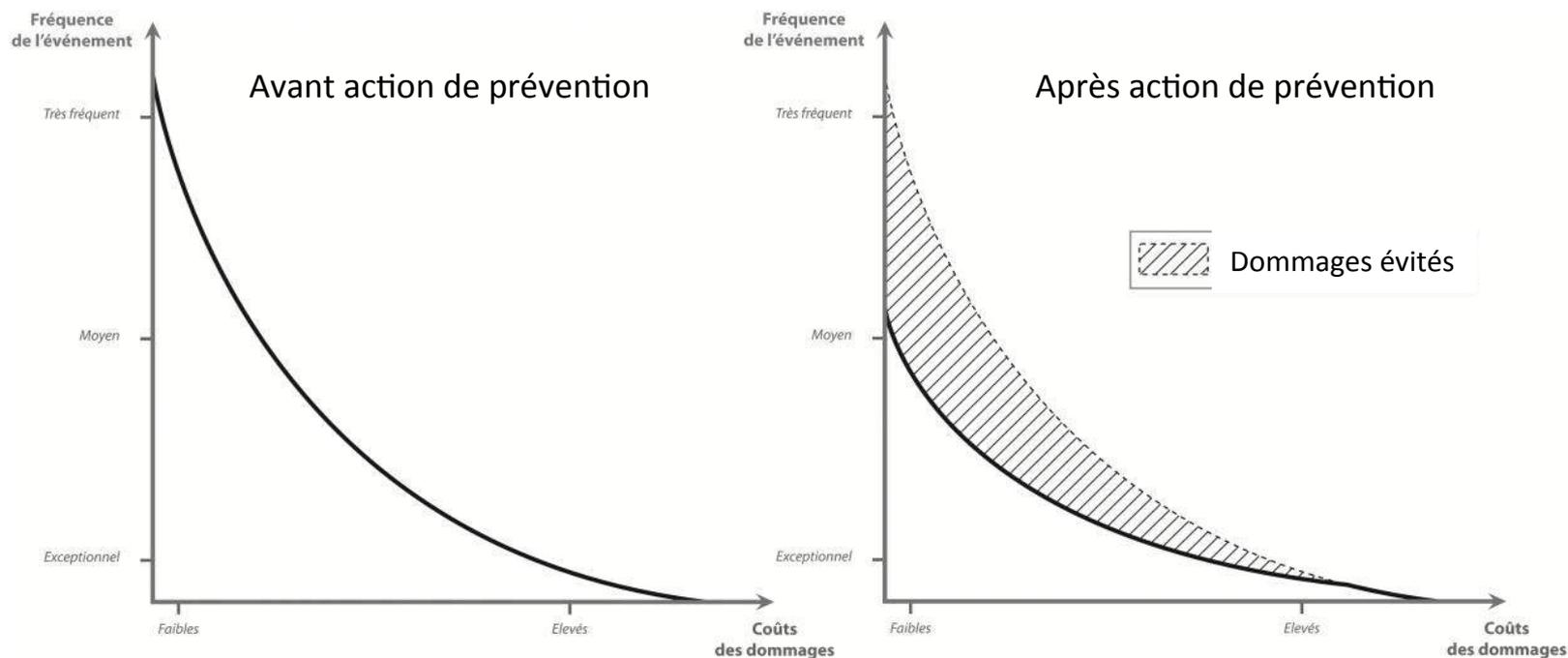
Journée CCR CAT 2015

6^{ème} édition, Paris, le 4 juin 2015

6^{ÈME} JOURNÉE CCRcat

Problématique et contexte

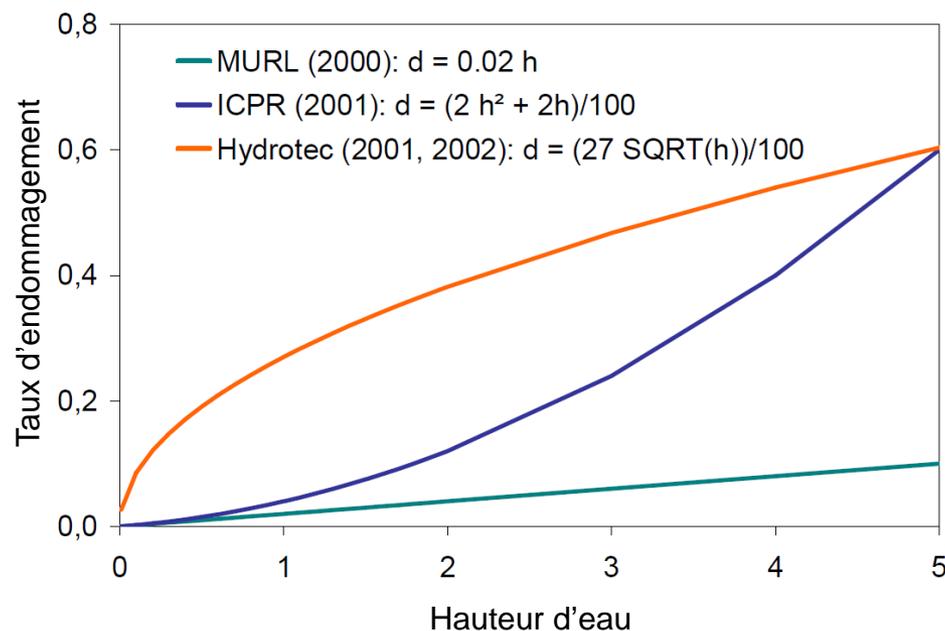
Évaluations économiques des dommages liés aux risques naturels réalisées par les assureurs et par les gestionnaires des risques (Analyse Coûts-Bénéfices)



d'après MRN, 2012

L'outil de l'évaluation : la fonction de dommage / d'endommagement

- Lien entre l'aléa et les dommages attendus (coûts ou taux de destruction)



d'après Merz et al., 2010

- Fréquemment utilisées pour l'inondation
 - Jusqu'à peu inexistantes pour la submersion marine en France
- Construites à « dire d'expert » ou sur la base de données réelles
 - Problème : peu de données économiques disponibles sur les dommages

Méthodologie

- Démarche empirique : analyse des dommages observés des submersions marines à partir de données d'assurance
 - Comprendre les mécanismes d'endommagement
 - Expliquer les coûts observés
- Travail exploratoire, inédit à partir de ce type de données
- Tempêtes Johanna (10 mars 2008) et Xynthia (28 février 2010)



Saint-Malo © I. Nobileau



Gâvres © S. Aubry



La Faute-sur-Mer © P. Cherel

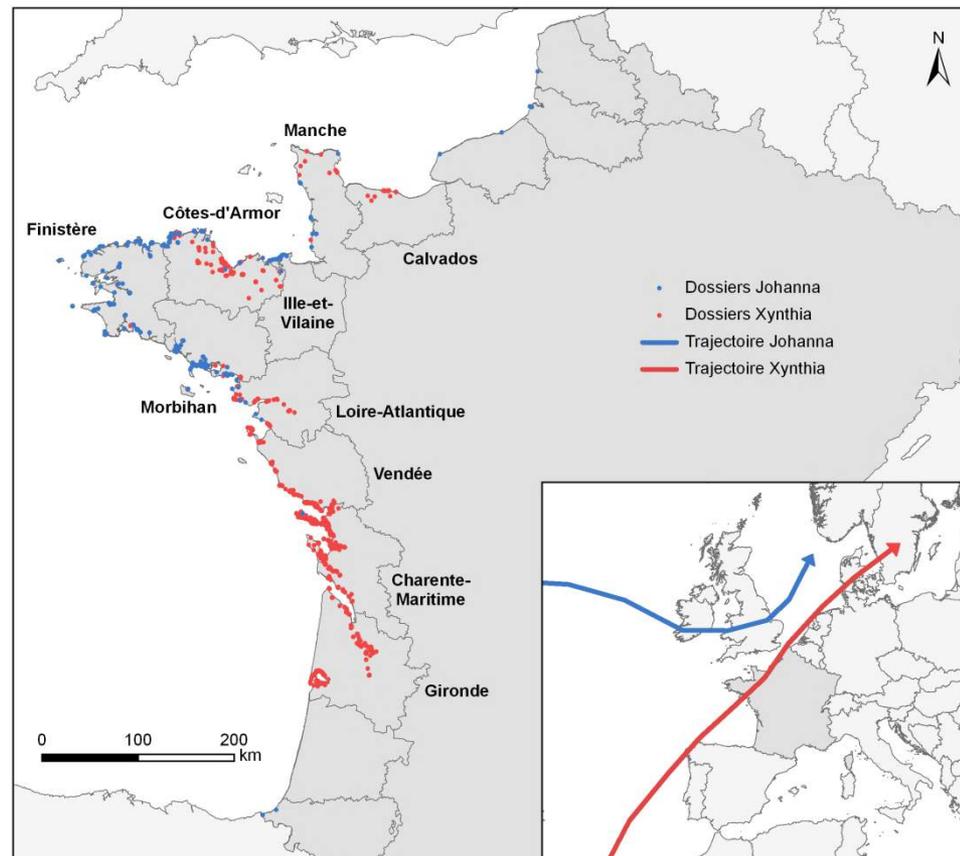


La Tranche-sur-Mer © BRGM

Collecte données d'assurance

- Assureurs AXA, MAAF et MAIF (sinistres régime « CatNat », dossiers « MRH »)
- Deux niveaux de données : données d'indemnisation (listings) et d'expertise (rapports papier)

Niveau 1 : 200 dossiers Johanna et 4000 dossiers Xynthia. Géocodage des données :



Données de niveau 2 :

- Rapports d'expertise papier
- Davantage de détail, échelle « micro »
- 76 dossiers Johanna
- 274 dossiers Xynthia
- Données Johanna limitées
- Travail plus poussé sur Xynthia

Références Dossier N° XM0001 Opérateur CA

Tempête: Xynthia Date du Sinistre: 28/02/2010 Régime Indemn.: CATNAT Catégorie générale du Dossier: MRH

Assureur: [] Heure du Sinistre: 02:30 Franchise: 380 Commentaire Général: Zone Noire

Entité de Gestion: [] Commune du Sinistre: Ayré Expert: [] Maison individuelle inondée.

Code Dossier: [] Code Postal: 17440 Date de l'Expertise: 05/03/2010

Type de Contrat: RAQVAM Adresse du Sinistre: [] Ref Cadastrale: []

Domages Immobilier

Structure / Fondations	Plâtrerie / Menuiseries Intérieures cloisons et isolation	Menuiseries Extérieures / Vérandas portes et fenestres	Electricité / Plomberie / Chauffage réseau électricité et plomberie
Val. à neuf Vétusté Val. vét. déduite	Val. à neuf Vétusté Val. vét. déduite	Val. à neuf Vétusté Val. vét. déduite	Val. à neuf Vétusté Val. vét. déduite
[] [] []	13 594 10 12 235	6 570 20 5 256	10 228 5 9 717
Embellissements Sols / Murs carrelage, faïence, peinture, papier-peint	Nettoyage / Assèchement nettoyage et assèchement	Démolition / Evacuation Déblais évacuation déblais	Autre
Val. à neuf Vétusté Val. vét. déduite	Val. à neuf Vétusté Val. vét. déduite	Val. à neuf Vétusté Val. vét. déduite	Val. à neuf Vétusté Val. vét. déduite
18 493 25 13 870	2 598 0 2 598	1 580 0 1 580	[] [] []
Bâti Annexe abri de jardin	Terrain / Terrasses / Piscines allée et piscine	Murs / Clôtures mur de clôture	Eléments impactés
Val. à neuf Vétusté Val. vét. déduite	Val. à neuf Vétusté Val. vét. déduite	Val. à neuf Vétusté Val. vét. déduite	Bâti Principal <input checked="" type="checkbox"/> Garage / Sous-sol <input checked="" type="checkbox"/>
4 569 30 3 198	11 063 40 6 638	5 994 20 4 795	Annexes <input checked="" type="checkbox"/> Terrain / Mur <input checked="" type="checkbox"/>
			Catégorie du Dossier: Bati princ

Domages Mobilier

Meuble(s) Intérieur Meuble(s) Extérieur

Voiture(s) Bateau(x) Autre

Valeur à neuf: 34 537 Valeur vétusté déduite: 22 693

Plafond Mobilier: 54 000 Atteint

Commentaire Domages Mobilier: []

Récapitulatif Indemnités

Indem Immo Totale: 67 694 Indem Mobilier Totale: 22 313

Commentaire Domages: Franchise déduite sur: Immobilier Mobilier

Indemnisation de la valeur à neuf pour le bâtiment principal, mais seulement de la valeur dépréciée pour les annexes et éléments extérieurs.

Classes de Domages

Classe Bâti: 3

Classe Annexes: 2

Classe Mur: 4

Caractéristiques Bâti

Type de Bâtiment: Individuel Nb de Bâtiments: 1 Nb de Logements: 1 Nb d'Etages: 0 Sous-sol Garage Quartier: LOT

Nb de Pièces: 4 Nb de Pièces RDC: 4 SHAB: 90 SHAB RDC: 90 Type de Résident: Prop res sec Age: 1960

Matériaux de Construction: maçonnerie agglomérés Type de Fondations: semelles filantes Modèle Bâti: JAR

Indications sur l'Aléa

Submersion: Oui Durée de Submersion (h): 24 Chocs / Impacts: Non Erosion / Affoulement: Non

Eléments Submergés: Indication de Vitesse: Lente Par les Vagues: Recul du TDC:

Bâti Principal Garage / Sous-sol Par Impact de Débris: Déstabilisation Fondations:

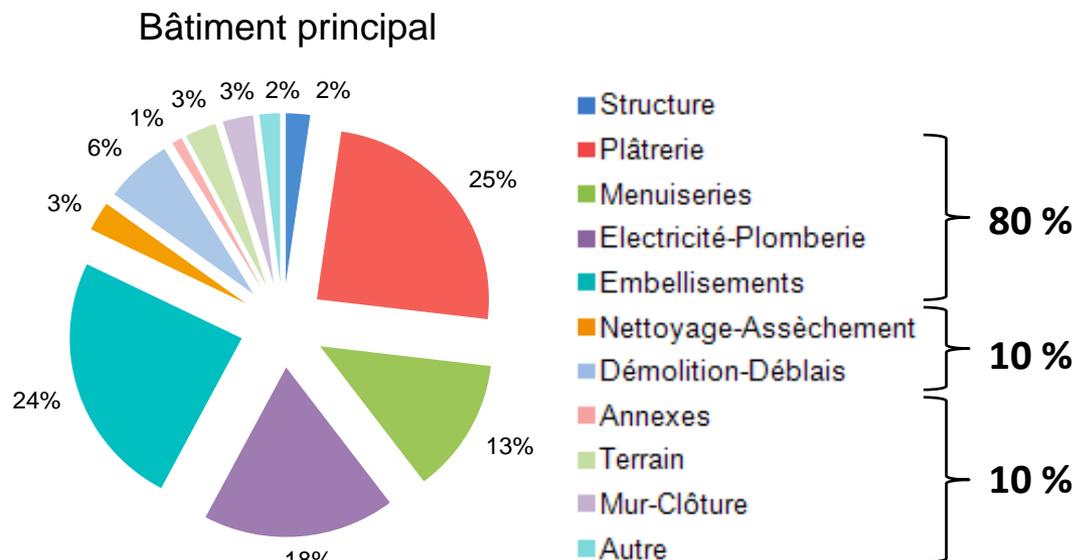
Annexes Terrain / Mur Hauteur Max. (m): 1,15

Référence: plancher RDC

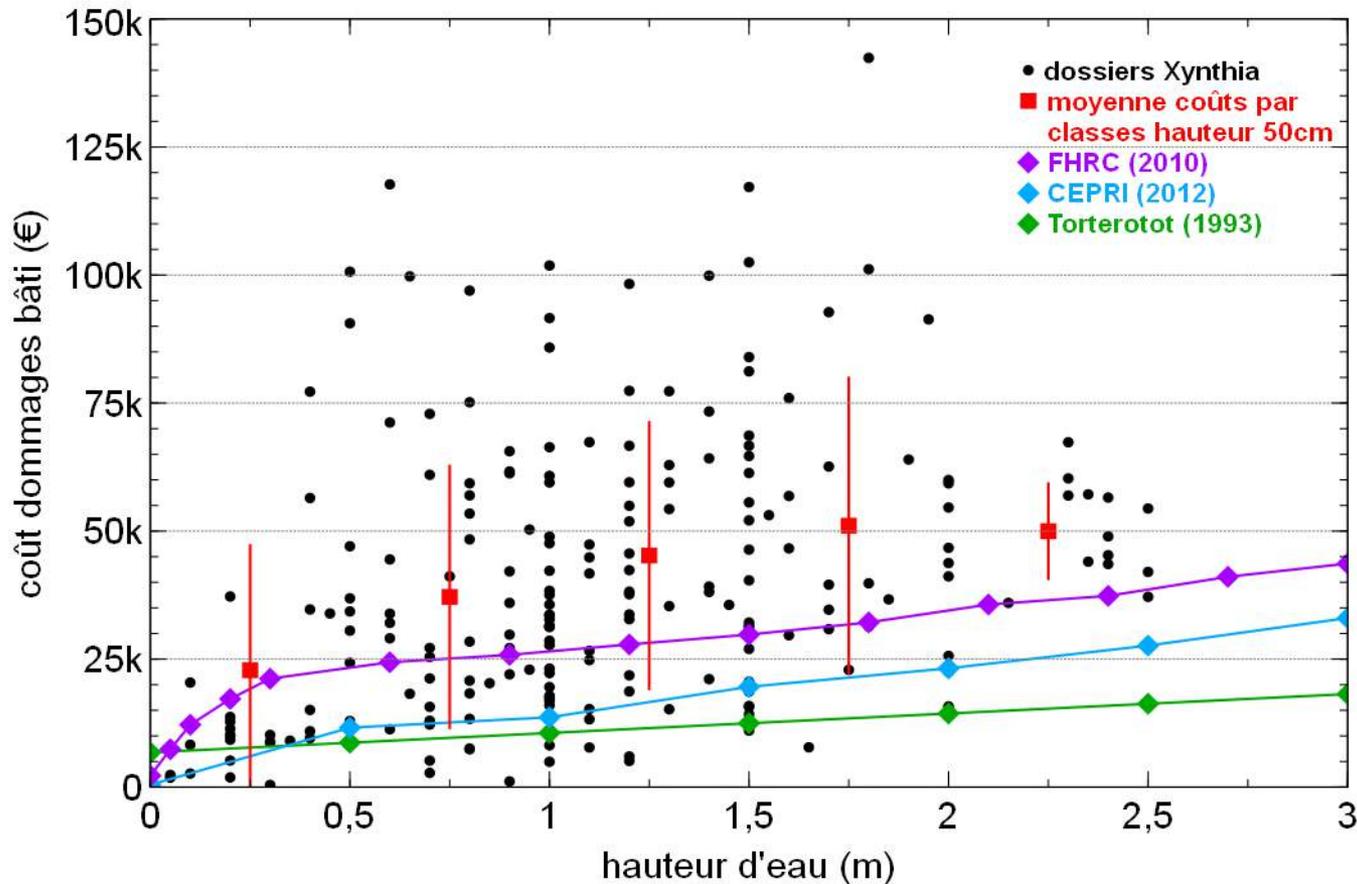
Commentaire Aléa: Inondation RDC et garage en sous-sol complètement inondé. Catégorie Aléa: Submersion seule

Coût des dommages de Xynthia

- Coût moyen des sinistres aux habitations de 26 600 €
- 90 000 € pour les maisons individuelles inondées par des hauteurs d'eau sup. à 1 m
- 80 % des coûts immobiliers concernent le second œuvre, dommages structureaux rares
- Dommages liés au choc des vagues sur le bâti rares, essentiellement éléments annexes / terrains, n'expliquent pas les coûts immobiliers élevés de Xynthia



Construction de fonctions de dommage ? (données Xynthia maisons indiv.)



Forte dispersion des coûts en fonction de la hauteur d'eau

Coûts élevés par rapport aux modèles fluviaux

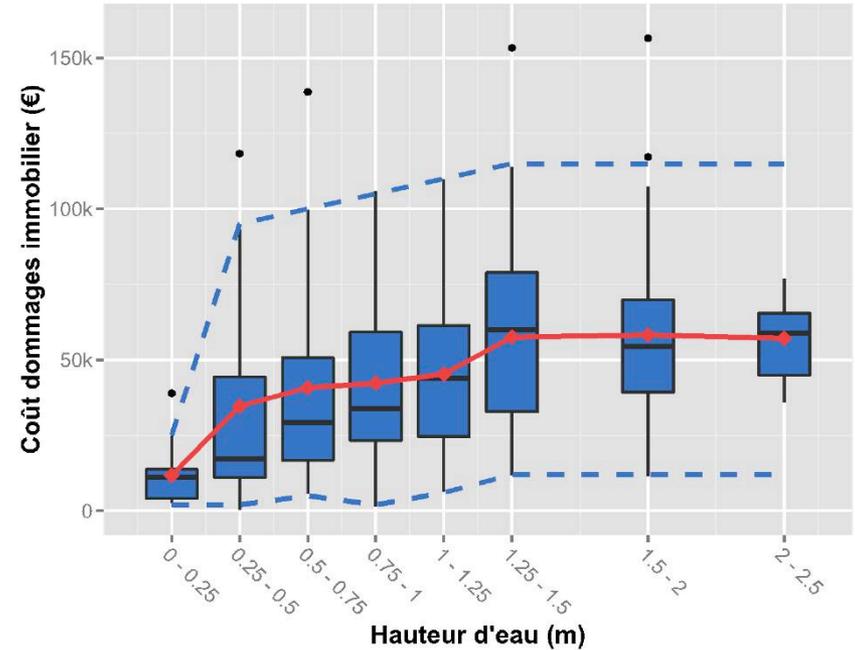
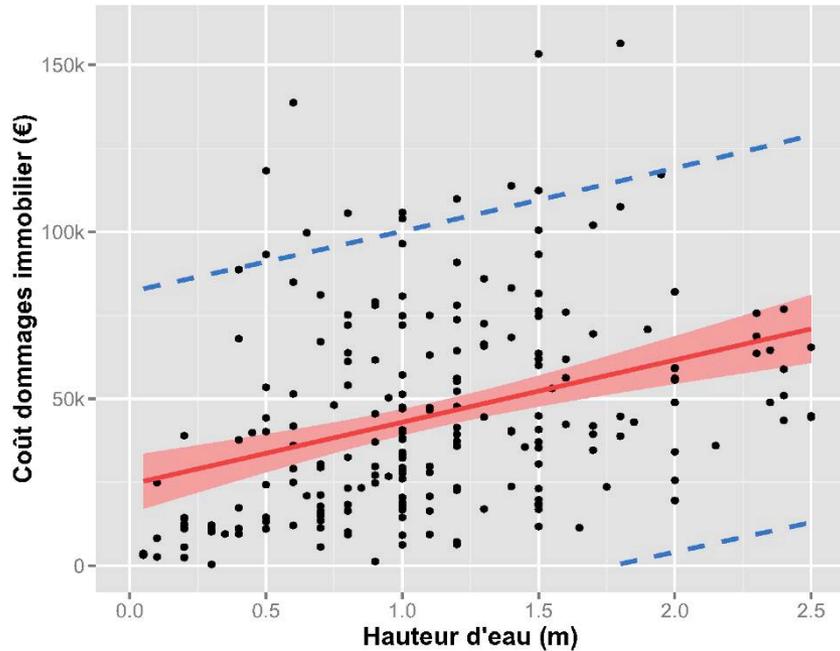
- Aléa (salinité)
- Enjeux (sans étage, récents, matériaux)
- Contexte particulier Xynthia

Paramètre aléa prépondérant: intérêt de fonctions de dommages spécifiques à la submersion marine

Modélisation univariée : fonctions de dommage

et de classification

Approche économétrique



Modèle	R ²	Écart type σ résiduel	F de Fisher	Valeur p
	0.1187	28 940	28.54	2.357e-07 ***
Paramètres	Coefficient β	Écart type σ	t de Student	Valeur p
Constante (β_0)	24 385	4 376	5.573	7.58e-08 ***
Hauteur (β_1)	18 620	3 485	5.343	2.36e-07 ***

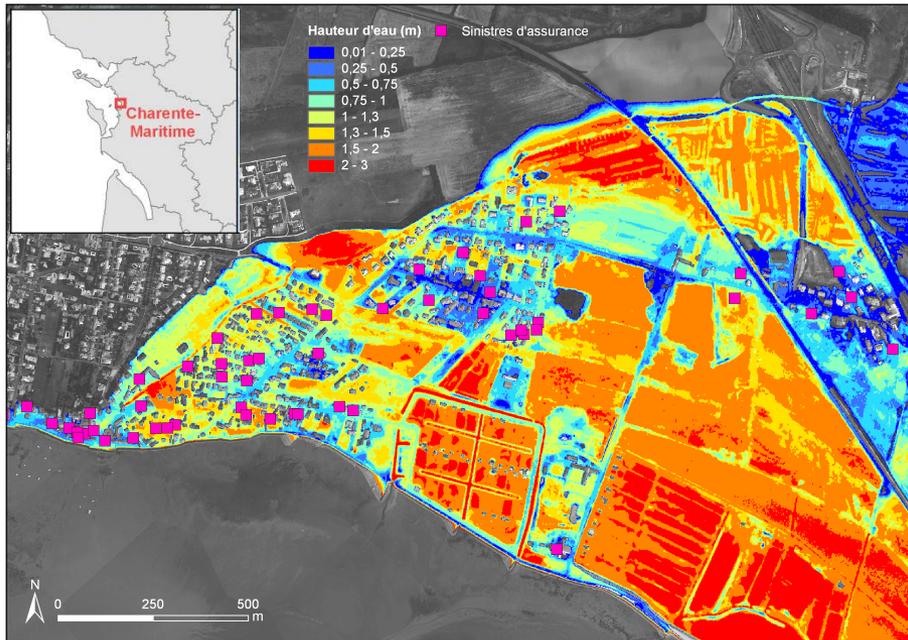
Coût = 24 385 + 18 620 * Hauteur

Classes de hauteur d'eau	Nombre d'observations	Coût estimé par le modèle
0 - 0,25 m	14	11 736 €
0,25 - 0,5 m	21	34 680 €
0,5 - 0,75 m	22	40 779 €
0,75 - 1 m	55	42 275 €
1 - 1,25 m	26	45 322 €
1,25 - 1,5 m	35	57 535 €
1,5 - 2 m	28	58 256 €
2 - 2,5 m	13	57 120 €
Total	214	45 237 €

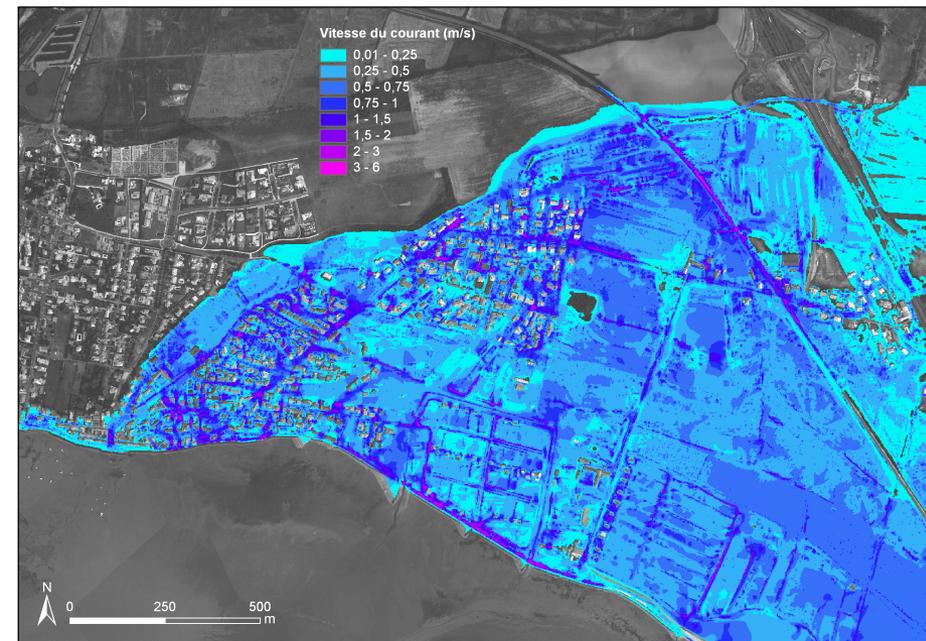
Pistes d'explication des coûts par les caractéristiques de l'aléa

Hauteurs et vitesses de submersion reconstituées (modélisations hydrauliques du BRGM)

Site des Bouchôleurs pour Xynthia :



Hauteurs d'eau modélisées validées par les levés de terrain - complètent les données d'assurance



Vitesses généralement faibles

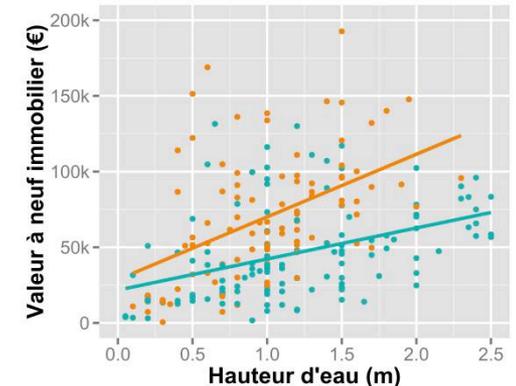
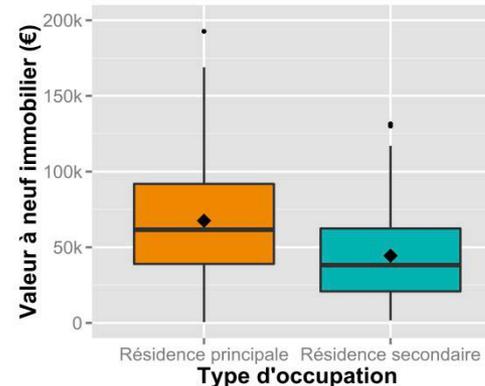
Durée de submersion : pas d'impact

Pistes d'explication des coûts par les caractéristiques des enjeux

Réalisation d'une typologie des habitations sur la base de l'âge et des caractéristiques architecturales



- Présence d'étage, de sous-sol, surface habitable ou nombre de pièces ont un impact sur le coût
 - Autres caractéristiques architecturales n'expliquent pas les différences importantes de coût observées
- Besoin de caractériser le « standing »
- Un indicateur : résidences principales et secondaires



- À défaut des « valeurs assurées », besoin d'indicateurs socio-économiques (revenus, CSP, etc.)

Modélisation multivariée : prise en compte de la plurifactorialité des dommages

Modèle	R ² ajusté	Écart type σ résiduel	F de Fisher	Valeur p	
	0.4861	22 960	29.76	< 2.2e-16 ***	
Paramètres	Coefficient β	Écart type σ	t de Student	Valeur p	VIF
Constante	-41 313	10 337	-3.996	0.000101 ***	-
$\sqrt{\text{Hauteur}}$	35 705	7 286	4.901	2.49e-06 ***	1.148
Surface RDC	123	35	3.556	0.000506 ***	1.290
Nb Pièces RDC	11 009	1 943	5.666	7.48e-08 ***	1.308
Sous-sol	18 685	5 985	3.122	0.002162 **	1.027
Occupation	-12 962	4 233	-3.062	0.002614 **	1.287

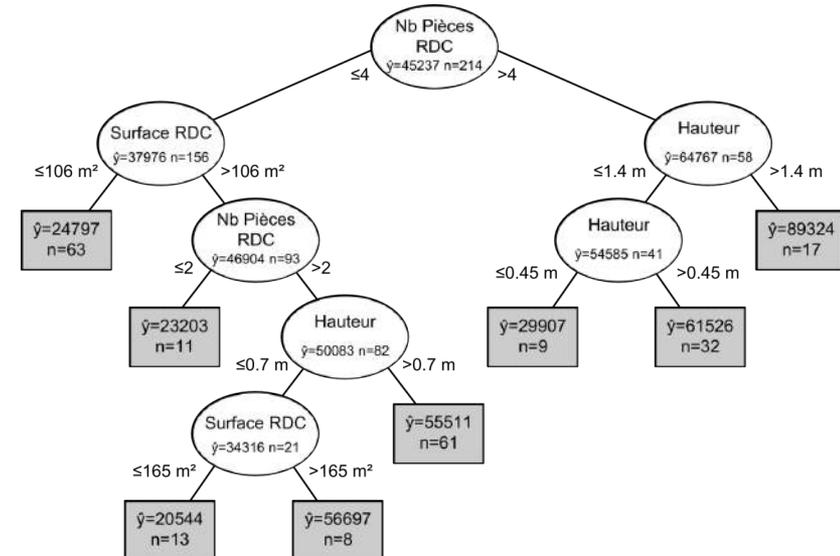
$$\text{Coût} = -41\,313 + 35\,705 * \sqrt{\text{Hauteur}} + 123 * \text{Surface RDC} + 11\,009 * \text{Nb Pièces RDC} + 18\,685 * \text{Sous-sol} - 12\,962 * \text{Occupation}$$

Régression multiple

- Influence combinée de plusieurs variables
- Habituellement utilisée pour prix hédoniques
- De plus en plus pour évaluation dommages (inondations)

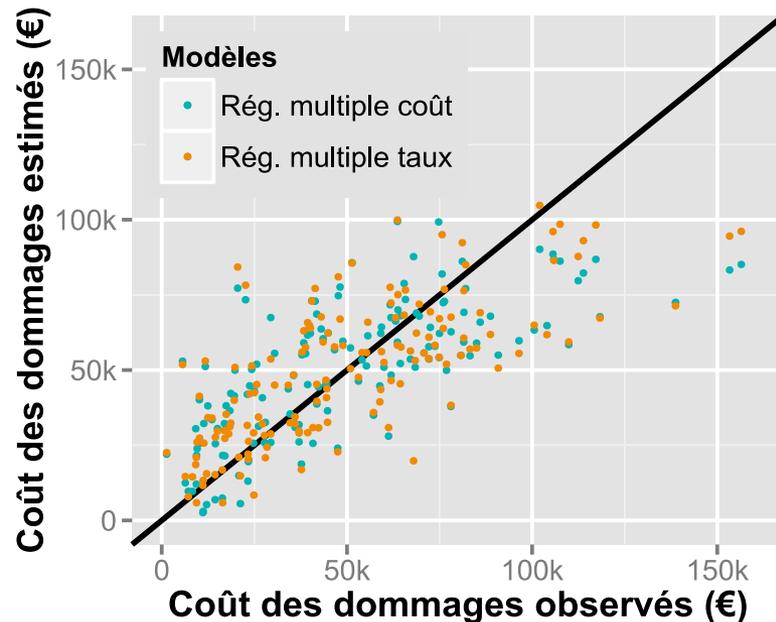
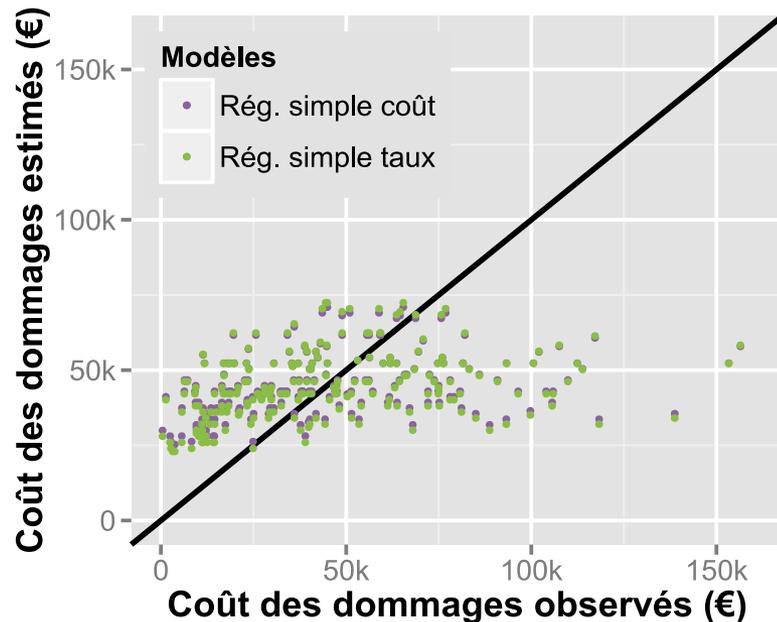
Arbres de régression

- Utilisée récemment pour le risque inondation (Merz et al., 2013 ; Spekkers et al., 2014)
- Besoin de jeux de données plus volumineux et de validation (piste à développer)



Qualité de l'estimation des dommages

- Incertitudes importantes (intervalles de prédiction)
- Modèles valables pour des grands nombres de biens
- Progression entre modèles univariés et multivariés



Discussion : apports et limites des modèles

➤ **Avantages de l'approche empirique**

- Modèles multivariés
- Compréhension des inter-relations entre les dommages et les caractéristiques des aléas et des enjeux
- Quantification des incertitudes
- Facilement actualisables avec l'accès à de nouvelles données

- Ne portent que sur les dommages assurés aux habitations

➤ **Prise en compte des dommages indirects, des autres types d'enjeux et des biens non marchands**

- Ne sont valables que dans des conditions similaires à Xynthia, concernant l'aléa, les enjeux et le contexte lié à l'ampleur de l'évènement

➤ **Besoin de considérer davantage d'évènements**

- Perspectives d'amélioration de la prédiction des dommages

➤ **Intégration de davantage de paramètres socio-économiques (standing)**

Des choix de prévention reposant sur l'évaluation des dommages évités

- Via les Analyses Coûts-Bénéfices, la mesure des impacts positifs de différentes stratégies de prévention envisageables permet de comparer leur pertinence « économique »
 - Des **fonctions de dommage spécifiques à la submersion marine** (co-réalisation avec le CEPRI) ont été intégrées au nouveau **guide méthodologique** du MEDDE (2014) pour la réalisation des ACB et Analyses Multicritères (AMC)
- ACB réalisables aussi bien pour les **actions de protection** (ouvrages), de **mitigation** (mesures individuelles de réduction de la vulnérabilité des bâtiments) ou de **relocalisation** des enjeux (recul stratégique)
 - Analyse détaillée des dommages (à l'échelle micro) utile pour définir des mesures de mitigation (submersion marine : cloisons et éléments métalliques)
 - L'évaluation des gains de différentes mesures de prévention permet l'identification de la **stratégie la plus adaptée à chaque situation**, à condition qu'elle soit menée au **stade de la définition des projets de prévention**, pour être un réel outil d'aide à la décision (adaptations pour la relocalisation)

Apports des données d'assurance dans la compréhension et la prédiction des coûts des dommages

- **Recommandations pour un enrichissement des données d'indemnisation (niv. 1)**
 - Localisation précise systématique (croisement avec données externes)
 - Renseignement des « valeurs assurées »
- **Pour une standardisation des données d'expertise (niv. 2)**
 - Description des dommages (typologie)
 - Description de l'aléa et des processus d'endommagement (hauteur d'eau)
 - Description de la vulnérabilité et de la valeur des enjeux (second œuvre)
- **Et pour un archivage numérique systématique de ces données**
 - Formulaire d'expertise normalisé et informatisé ? Chemin reste à parcourir...
 - **Groupe thématique de l'ONRN « connaissance de la sinistralité »** initié en 2013, entre producteurs (assurance et CCR) et utilisateurs (État, collectivités, chercheurs) des données de sinistralité
 - Depuis : séances d'échanges organisées par les sociétés d'assurance ; partenariats avec les territoires pour expérimentations sur des événements récents

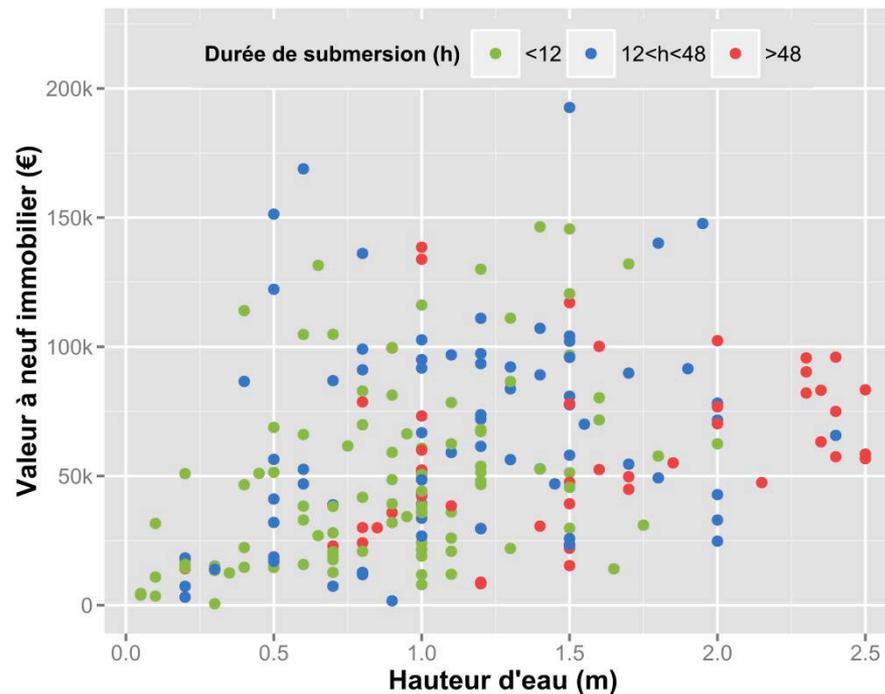
Place de la thèse dans l'actualité des réflexions sur la sinistralité (ONRN)

- **Thèse de David Bourguignon (2014)** : réalisation d'une base de données d'évènements d'inondation ; analyse à une échelle nationale des disparités régionales, et entre des évènements chroniques / majeurs, pour lesquels les mesures de prévention à prendre sont différentes ; réflexion sur les échelles d'analyse
- Participation de l'ONRN à un **état des lieux des pratiques européennes** piloté par la Commission Européenne (EU Loss Data) et à la 3^{ème} Conférence Mondiale sur la Réduction des Risques de Catastrophes (14-18 mars 2015, Sendai)
- Conférence « **Vers une connaissance partagée des événements naturels en France** » du 4 mars 2015, et publication du volume n°2 des cahiers de l'ONRN
 - Diagnostic et évaluation des **limites actuelles**, et des **perspectives** qu'offre l'exploitation des données d'assurance pour la connaissance de la sinistralité et la prévision des coûts des dommages
 - Vers davantage de transparence, de **partage de connaissance**, et de **partenariats** recherche / gestionnaires territoires / assurance pour la prévention des risques

Merci pour votre attention

Pistes d'explication des coûts par les caractéristiques de l'aléa

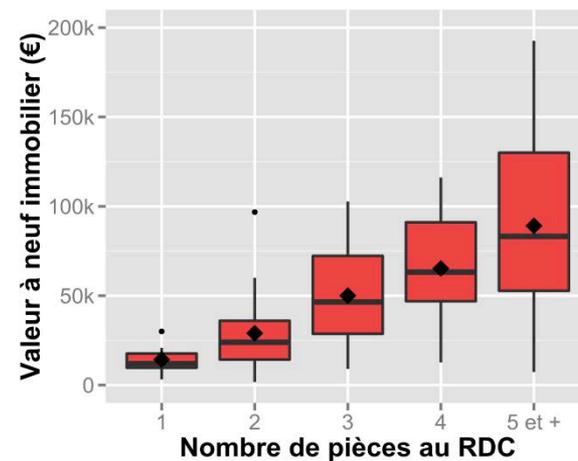
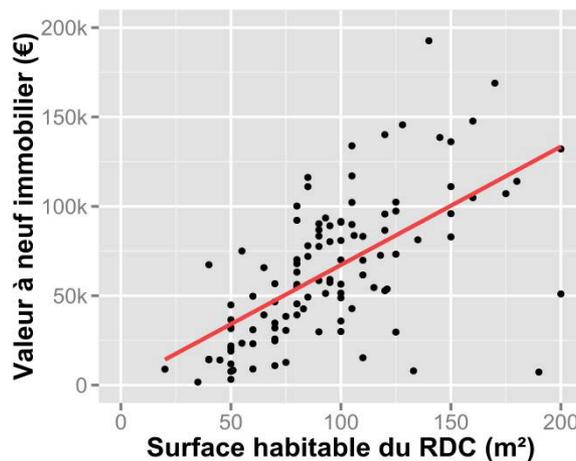
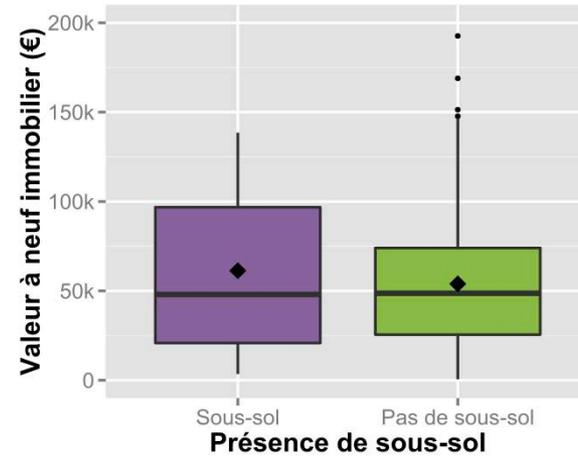
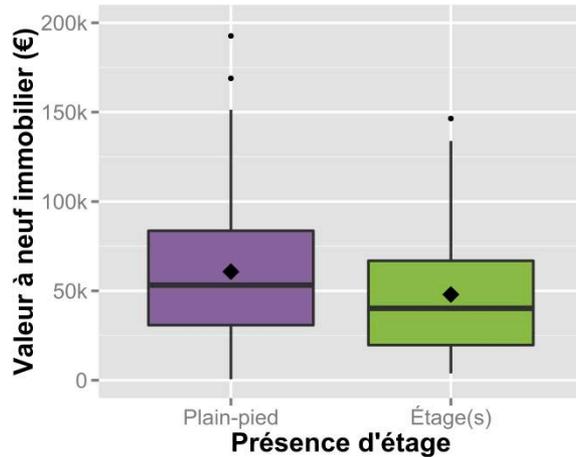
Durée de submersion (rapports d'expertise et terrain)



Pistes d'explication des coûts par les caractéristiques des enjeux

(rapports d'expertise, bases de données institutionnelles - INSEE, IGN - missions de terrain)

Données caractérisant la vulnérabilité intrinsèque et valeur totale des enjeux exposés



Variables retenues pour la mise en place de modèles multivariés de prédiction des dommages

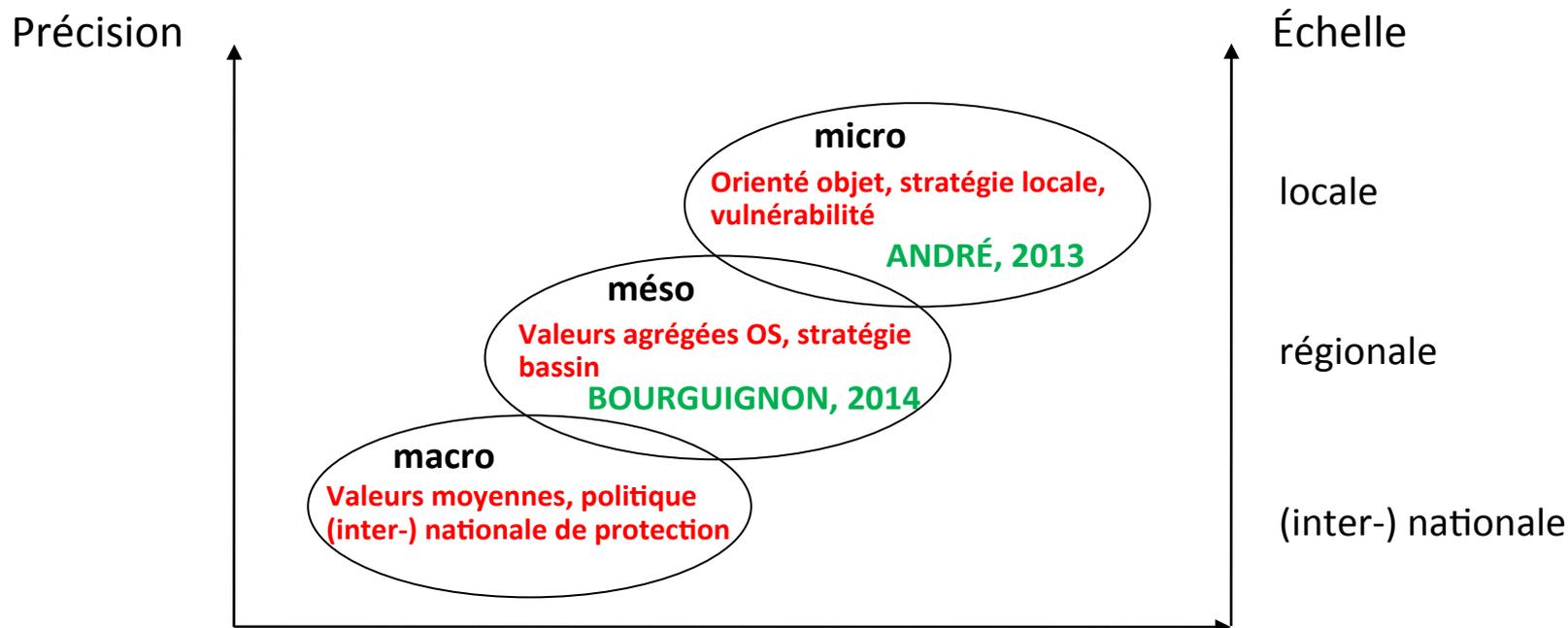
- Nécessité de disponibilité des informations pour la prédiction des coûts d'évènements futurs
- Sources potentielles : modélisations de l'aléa, bases de données existantes sur les enjeux
- Opérationnalité des modèles : recours limité aux données de terrain

Variables	Source <i>ex post</i>	Explication du coût des dommages au bâti	Disponibilité <i>ex ante</i> via
Caractérisant l'aléa			
Hauteur d'eau	Rapports d'expertise, terrain et modélisation	Forte	Modélisation hydraulique
Processus de l'aléa	Rapports d'expertise	Faible car intensité limitée sur le bâti pour Xynthia	Jugement d'expert et terrain
Durée de submersion	Témoignages terrain	Présumée faible en submersion marine	Jugement d'expert et terrain
Vitesse du courant	Modélisation hydraulique	Faible car intensité limitée sur le bâti pour Xynthia	Modélisation hydraulique
Caractérisant les enjeux			
Matériaux de construction	Rapports d'expertise	Présumée forte si concerne le second œuvre	Fichiers fonciers
Valeur assurée du mobilier	Données d'assurance	Faible car limitée au mobilier	Données d'assurance
Valeur assurée de l'immobilier	Données d'assurance	Présumée forte, mais non disponible	Données d'assurance
Surface du rez-de-chaussée	Rapports d'expertise et BD PARCELLAIRE®	Forte	BD PARCELLAIRE® ou fichiers fonciers
Nombre de pièces du rez-de-chaussée	Rapports d'expertise	Forte	INSEE ou fichiers fonciers
Présence d'étage	Rapports d'expertise et terrain	Forte	INSEE, BD TOPO® ou fichiers fonciers
Présence de sous-sol	Rapports d'expertise et terrain	Forte	INSEE ou fichiers fonciers
Typologie de quartier	Photo-interprétation SIG	Faible car sinistres aux lotissements dominants pour Xynthia	Photo-interprétation SIG
Typologie de bâti (âge)	Terrain	Faible car sinistres aux pavillons modernes dominants pour Xynthia	Fichiers fonciers
Coût de construction	Modélisation du bâti	Faible car évalué sans variations de standing	Fichiers fonciers
Type d'occupation	Rapports d'expertise	Forte	INSEE ou fichiers fonciers
Revenu des habitants	INSEE ou fichiers fonciers	Présumée forte si disponible individuellement	Fichiers fonciers

Degré de précision obtenu dans la modélisation en fonction de l'échelle et des efforts consentis

- Importance du choix de la méthode dans la précision de la modélisation

Efforts & coûts par unité spatiale d'analyse



Sources : Meyer 2001 ; Reese 2003