



# Directive inondations Prévenir et gérer les risques

## Évaluation préliminaire des risques d'inondation du bassin Loire-Bretagne

### Livre 1 : Synthèse sur le bassin



Décembre 2011

Ressources, territoires, habitats et logement  
Énergie et climat  
Prévention des risques  
Développement durable  
infrastructures, transports et mer

Présent  
pour  
l'avenir



Les inondations font partie de l'histoire du bassin Loire-Bretagne. Elles ont souvent causé des dommages importants, ceux des crues en Bretagne et sur le bassin de la Maine à la fin des années 90 et au début des années 2000 sont ainsi encore dans les mémoires. Et plus récemment, le passage de la tempête Xynthia a eu des conséquences encore plus tragiques qui ont marqué la France entière.

La Commission Européenne a adopté en 2007 une directive qui définit un cadre de travail pour que les territoires exposés réduisent les conséquences négatives des inondations.

La mise en œuvre de cette directive au sein de chaque bassin hydrographique est une opportunité de rafraîchir la mémoire de ces événements et de se mobiliser pour limiter les dommages des inondations à venir, inéluctables. Son principal objectif est de définir pour 2015 un plan de gestion des risques d'inondation fondé sur des choix collectifs et partagés par le plus grand nombre, qui permette à tous les acteurs concernés d'agir de concert.

Réduire les dommages des inondations, c'est tout d'abord bien connaître les événements qui se sont déjà produits, pour en tirer tous les enseignements. Dans cet esprit, l'Évaluation Préliminaire du Risque d'Inondation que je viens d'arrêter recense près de 600 événements. Elle témoigne de la diversité des phénomènes qui ont frappé le bassin : crues torrentielles, ruptures de digue, crues de plaine généralisées, submersions marines, avec parfois la même dimension dramatique que pour la tempête Xynthia.

Au-delà de cette approche historique, l'évaluation comporte aussi une dimension prospective apportant un regard sur l'impact potentiel des inondations à venir. L'exercice, complexe, est certainement perfectible, mais il permet déjà de rendre compte de façon homogène, d'un risque largement présent sur le territoire. Deux millions de personnes sont en effet directement concernées par le risque d'inondation sur l'ensemble du bassin Loire-Bretagne.

De nombreux services ont contribué à sa rédaction et doivent être remerciés : établissements publics territoriaux de bassin, centre européen de prévision des inondations, ainsi que les différents services de l'État (directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement, directions départementales des territoires, directions départementales des territoires et de la mer du bassin Loire-Bretagne).

Les instances du comité de bassin ont quant à elles permis d'échanger sur son contenu lors des commissions territoriales et des forums de l'eau. Il faut à cet égard remercier l'agence de l'eau pour le soutien essentiel apporté à la mise en œuvre de cette nouvelle directive et saluer le travail de la jeune commission inondations, Plan Loire dont les débats ont contribué à enrichir le document.

L'avis favorable émis par le Comité de bassin, le 13 décembre 2011, sur l'évaluation préliminaire des risques d'inondation en valide le contenu. Une nouvelle gouvernance pour apporter des solutions à la problématique de la gestion des inondations se met ainsi progressivement en place.

Les données ainsi rassemblées répondent en écho à une logique pragmatique : « l'action commence par la connaissance ». Elles constituent une base solide et partagée qui permettra tout d'abord d'identifier les territoires à risque important, pour lesquels la connaissance devra être encore approfondie, puis progressivement de faire des choix collectifs pour élaborer le premier plan de gestion des risques d'inondation du bassin Loire-Bretagne.

Michel CAMUX  
*Préfet de la région Centre*  
*Préfet du Loiret*  
**Préfet coordonnateur du bassin Loire-Bretagne**



# Sommaire

## Livre 1 : Synthèse sur le bassin

Arrêté du arrêtant l'évaluation préliminaire des risques d'inondations.....	5
1 Introduction.....	9
2 Présentation du district hydrographique Loire-Bretagne.....	12
2.1 Géographie.....	12
2.2 Les types d'inondation.....	27
2.3 Nature des enjeux.....	38
2.4 Politique de gestion du risque d'inondation.....	40
3 Évaluation des conséquences négatives des inondations : principaux résultats à l'échelle du district Loire-Bretagne.....	49
3.1 Quelques événements marquants du passé.....	50
3.2 Impacts potentiels des inondations futures.....	60
3.3 Les enseignements de l'évaluation des conséquences négatives des inondations.....	93

## Livre 2 : Analyse du bassin de la Loire

## Livre 3 : Analyse du sous-bassin des côtiers bretons et du sous-bassin des côtiers vendéens et du marais poitevin

## Livre 4 : Annexes





ARRETE PREFECTORAL REGIONAL  
en date du 21 décembre 2011  
enregistré le 21 décembre 2011  
sous le numéro 11-261

PRÉFET DE LA RÉGION CENTRE

SECRETARIAT GENERAL  
POUR LES AFFAIRES REGIONALES

### ARRETE

portant sur l'évaluation préliminaire des risques inondation  
du bassin Loire-Bretagne

LE PREFET DE LA REGION CENTRE  
PREFET DU LOIRET  
PREFET COORDONNATEUR  
DU BASSIN LOIRE-BRETAGNE

VU la directive 2007/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation,

VU le Code de l'Environnement et notamment ses articles L.566-3, L.566-11, L.566-12 et L.213-7, et R.566-1, R.566-2, R.566-3, R.566-18 et R.213-16 relatifs à l'évaluation préliminaire des risques d'inondation,

VU la consultation écrite des préfets de région et de département du bassin Loire-Bretagne en date du 8 novembre 2011,

VU les avis émis par les préfets de région et de département du bassin Loire-Bretagne,

VU l'avis favorable de la Commission Administrative de Bassin Loire-Bretagne rendu le 28 novembre 2011,

VU l'avis favorable du Comité de Bassin Loire-Bretagne rendu le 13 décembre 2011,

Sur la proposition du directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement de la région Centre, délégué de bassin Loire-Bretagne ;



## ARRETE

### **Article 1 :**

L'évaluation préliminaire des risques d'inondation du bassin Loire Bretagne est arrêtée.

### **Article 2 :**

Un exemplaire du document est tenu à la disposition du public pendant une durée d'au moins un mois dans chaque Préfecture de département du bassin Loire-Bretagne :

Département	Adresse	C.P.	Ville
Allier	2 rue Michel de L'Hospital	03016	MOULINS
Ardèche	Rue Pierre Filliat	07007	PRIVAS
Cantal	5 place Claude Erignac	15005	AURILLAC
Charente	7-9 rue de la Préfecture	16017	ANGOULEME
Charente-Maritime	38 rue Réaumur	17017	LA ROCHELLE
Cher	Place Marcel Plaisant	18020	BOURGES
Corrèze	Rue Souham	19012	TULLE
Côte d'Or	49 rue de la Préfecture	21041	DIJON
Côtes- d'Armor	3 place du Général de Gaulle	22023	SAINT-BRIEUC
Creuse	Place Louis Lacrocq	23011	GUERET
Eure-et-Loir	Place de la République	28019	CHARTRES
Finistère	40-42 boulevard Duplex	29320	QUIMPER
Ille-et-Vilaine	3 avenue de la Préfecture	35026	RENNES
Indre	Place de la Victoire et des Alliés	36019	CHATEAUROUX
Indre-et-Loire	15, rue Bernard Palissy	37925	TOURS
Loir-et-Cher	1 place de la République	41018	BLOIS
Loire	2 rue Charles de Gaulle	42022	SAINT ETIENNE
Haute-Loire	6 Avenue du Général de Gaulle	43011	LE PUY
Loire-Atlantique	6 quai Ceineray	44035	NANTES
Loiret	181 rue de Bourgogne	45042	ORLEANS
Lozère	2 rue de la Rovère	48005	MENDE
Maine-et-Loire	Mail de la Préfecture	49034	ANGERS
Manche	Place de la Préfecture	50009	SAINT LO
Mayenne	46 rue Mazagran	53015	LAVAL
Morbihan	Place du Général de Gaulle	56019	VANNES
Nièvre	62 rue de la Préfecture	58019	NEVERS
Orne	39 rue Saint Blaise	61018	ALENCON
Puy de-Dôme	18 boulevard Desaix	63033	CLERMONT-FERRAND
Rhône	106 rue Pierre Corneille	69003	LYON
Saône-et-Loire	196 rue de Strasbourg	71021	MACON
Sarthe	Place Aristide Briand	72041	LE MANS
Deux-Sèvres	4 rue Du-Guesclin	79021	NIORT
Vendée	29 rue Delille	85922	LA ROCHE S/ YON
Vienne	1 place Aristide Briand	86021	POITIERS
Haute-Vienne	Place Stalingrad	87031	LIMOGES
Yonne	Place de la Préfecture	89016	AUXERRE

### **Article 3 :**

Le document est consultable sur le site internet de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Centre: [www.centre.developpement-durable.gouv.fr](http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr)



**Article 4 :**

Tout recours à l'encontre du présent arrêté devra être introduit devant le Tribunal Administratif d'Orléans - 28 rue de la Bretonnerie, 45057 Orléans cedex1, tél. : 02 38 77 59 00 - dans un délai de deux mois à compter de sa publication au recueil des actes administratifs.

**Article 5 :**

Les préfets de région et de département du bassin Loire-Bretagne, le directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement de la région Centre, délégué de bassin, sont chargés, chacun en ce qui les concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au recueil des actes administratifs de la Préfecture de région Centre et au recueil administratif de chacune des Préfectures de région du bassin Loire-Bretagne.

Orléans le, **21 DEC. 2011**

Le préfet de la région Centre  
Préfet du Loiret  
Préfet coordonnateur du bassin Loire-Bretagne



Michel CAMUX



# 1 Introduction

## L'évaluation préliminaire des risques d'inondation : un diagnostic préalable pour aller vers des choix partagés, première étape de la directive inondations

De 1998 à 2002, l'Europe a subi plus de 100 inondations graves, dont celles du Danube et de l'Elbe en 2002. Globalement, sur cette même période, les inondations ont causé en Europe la mort de 700 personnes et au moins 25 milliards d'euros de pertes économiques. Face à ce constat, la Commission Européenne s'est mobilisée en adoptant en 2007, la directive 2007/60/CE relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, dite « directive inondations ».

Cette directive propose une méthode de travail qui vise à permettre aux territoires exposés au risque d'inondation, qu'il s'agisse de débordements de cours d'eau, de submersions marines, de remontées de nappes ou de ruissellements, d'en réduire les conséquences négatives. En cohérence avec la politique de l'eau, l'échelle de travail retenue est le district hydrographique, ici le bassin Loire-Bretagne. La démarche proposée pour atteindre les objectifs de réduction des dommages liés aux inondations, fixés par chaque État, est progressive. Enfin, les politiques de gestion du risque d'inondation doivent être élaborées dans le cadre d'une concertation élargie.

En réaction aux événements qu'elle a déjà subis, la France a développé et met aujourd'hui en œuvre des outils de prévention performants (PPR : Plans de prévention des risques, PAPI : Programmes d'action de prévention des inondations, Plans Grands Fleuves,...), mobilisables pour accompagner la mise en œuvre de la directive inondations. Toutefois, cette directive constitue une opportunité de faire évoluer la politique actuelle vers une logique d'anticipation des événements à venir. Elle permet de l'organiser et de la hiérarchiser davantage, tout en responsabilisant les différents intervenants et en affirmant la place des collectivités territoriales.

In fine, la directive inondations offre un cadre de travail favorisant la mise en œuvre d'une politique intégrée de gestion des risques d'inondation sur chaque territoire, partagée par l'ensemble des acteurs.

### « Des choix partagés », un premier objectif

Vouloir réduire les conséquences négatives des inondations conduit à s'interroger sur l'aménagement de l'espace et sur la façon dont les citoyens l'occupent. Les modes d'urbanisation et le fonctionnement social et économique d'un territoire participent, en effet, à sa vulnérabilité aux inondations ou au contraire à sa capacité de réduire les impacts puis de se relever plus ou moins vite d'une catastrophe. L'implication des collectivités territoriales dans la gestion des inondations est donc essentielle.

Par ailleurs, les mesures de réduction des conséquences négatives des inondations, telles que la réduction de la vulnérabilité, une meilleure organisation pour gérer la crise, des mesures de protection des populations et du patrimoine, ou un développement économique adapté aux risques doivent être adaptées aux spécificités de chaque territoire, gage de la participation de tous.

En France, le concept de « choix partagé », mis en avant dans la transposition en droit français de la directive, vise à développer une compréhension collective des risques d'inondation et une vision commune en matière de gestion de ces risques, entre l'État, les acteurs économiques et les collectivités territoriales. Ainsi, dans la loi de transposition de la directive inondations est inscrite la réalisation concertée d'une stratégie nationale de gestion des risques d'inondation (SNGRI) qui sera déclinée dans chaque district au travers du Plan de Gestion du Risque d'Inondation (PGRI).

### **Un PGRI en 2015**

En encadrant et optimisant les outils actuels existants (*PPRI, PAPI, Plans grands fleuves, schéma directeur de la prévision des crues,...*), le plan de gestion retenu donnera une vision stratégique des actions à conjuguer pour réduire les conséquences négatives des inondations sur le district.

Au service de territoires plus durables, il orchestrera toutes les composantes de la gestion des risques d'inondations : information préventive, connaissance, surveillance, prévision, prévention, réduction de la vulnérabilité, protection, organisation du territoire, gestion de crise, retour d'expérience.

## **Une gouvernance adaptée pour une large association des acteurs**

Faire des choix partagés nécessite la mise en place d'une gouvernance adaptée.

A l'échelle nationale, le Ministre du développement durable a souhaité mettre en place une Commission Mixte inondation (CMI) associant les parties prenantes aux côtés de l'État, au premier rang desquelles les collectivités locales et les acteurs de l'eau, pour arrêter ensemble la stratégie nationale de gestion des risques d'inondation. Installée le 12 juillet 2011, elle émane des structures de gouvernance existantes dans les domaines de l'eau et de la prévention des risques naturels : le Comité national de l'eau et le Conseil d'orientation pour la prévention des risques naturels majeurs.

Sur chaque district hydrographique, des modes de gouvernance sont aussi mis en place en lien étroit avec le Comité de bassin, et en tenant compte des spécificités et des pratiques.

Dans le district Loire-Bretagne, le comité de bassin s'appuie sur ses instances de concertation et d'échanges, ainsi que sur *la Commission Inondations, Plan Loire* qui s'est allié les compétences de nouveaux membres : Établissements Publics Territoriaux de Bassin, préfectures de zone de défense et de sécurité, structures porteuses de Schémas de Cohérence Territoriales (SCoT).

Les acteurs réunis au sein de ces instances de gouvernance ont la responsabilité de définir une politique globale de gestion des risques d'inondation et de fixer des priorités d'intervention sur les territoires les plus exposés.

## **L'EPRI, évaluation préliminaire des risques d'inondation : un état des lieux homogène et partagé**

La définition de la stratégie nationale de gestion des risques d'inondation et sa mise en œuvre dans chaque district au travers des plans de gestion des risques d'inondation nécessitent une connaissance des risques fondée sur une vision homogène du territoire. La capitalisation de cette connaissance,

première des quatre étapes de la mise en œuvre de la directive inondations (cf. tableau 1), est apportée par la réalisation dans chaque district d'une évaluation préliminaire des risques d'inondation. Assemblées et synthétisées à posteriori, ces évaluations préliminaires des risques d'inondation permettront d'apporter la connaissance nécessaire à une évaluation préliminaire des risques d'inondation nationale mettant en valeur les événements d'impact national voire européen. Elles alimenteront ainsi la stratégie nationale de gestion des risques d'inondation

Calendrier 2011-2015	Une méthode progressive en 4 étapes	Une révision tous les 6 ans
2011	<b>1. État des lieux :</b> Évaluation Préliminaire du Risque sur le district	
mi 2012	<b>2. Définition des priorités :</b> Identification des Territoires à Risque Important	
2013	<b>3. Approfondissement des connaissances sur ces priorités :</b> Cartographie des risques sur les Territoires à Risque Important	
2015	<b>4. Définition d'une politique d'intervention sur le district :</b> Élaboration d'un plan de gestion du risque d'inondation sur le district, intégrant des stratégies locales de gestion du risque d'inondation sur les territoires à risque important	

Tableau 1 : les étapes de la mise en œuvre de la directive inondations

Dans chaque district, l'évaluation préliminaire des risques d'inondation est fondée sur les mêmes principes et réalisée avec les mêmes méthodes. C'est un document public préparatoire dont l'objectif premier est de permettre de poser un diagnostic homogène, pour fixer ensuite des objectifs partagés par tous et des priorités.

Pour cela, il présente les grandes caractéristiques du district et évalue les conséquences négatives que pourraient avoir les inondations sur le territoire, en analysant les événements du passé et en estimant les impacts potentiels des inondations futures. Les informations sur les principaux événements du passé nous renseignent sur la sensibilité du territoire à ces phénomènes majeurs, qui peuvent se reproduire aujourd'hui dans un contexte de vulnérabilité accrue. Pour compléter ces enseignements et acquérir une vision complète, objective et homogène du district, une analyse des enjeux actuels potentiellement exposés est réalisée.

Le document final est organisé en quatre livres. Le premier présente une synthèse de l'évaluation préliminaire du risque d'inondation à l'échelle du district. Le second et le troisième détaillent les analyses des événements passés et des conséquences négatives des inondations potentielles futures sur les sous-bassins de la Loire d'une part, et des côtiers bretons et vendéens et du marais poitevin d'autre part. Le dernier rassemble les annexes correspondantes.



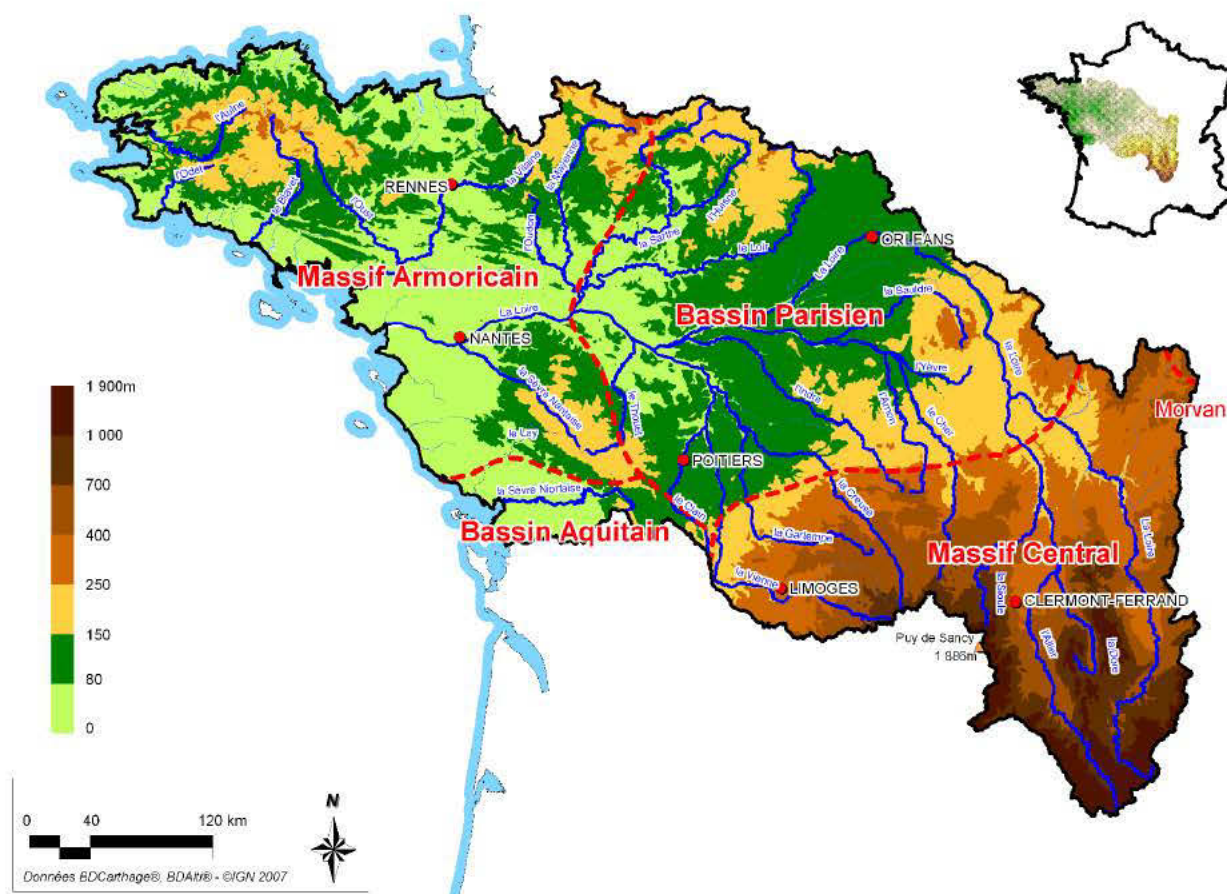
## 2 Présentation du district hydrographique Loire-Bretagne

### 2.1 Géographie

Le district hydrographique Loire-Bretagne est constitué de 3 entités distinctes, la Loire avec ses sous-bassins et ses affluents (117 800 km<sup>2</sup>), le sous-bassin des côtières bretons (29 700 km<sup>2</sup>) et le sous-bassin des côtières vendéens et du marais poitevin (8 900 km<sup>2</sup>). Il est drainé par environ 135 000 km de cours d'eau. Avec une superficie de 156 400 km<sup>2</sup> et 2 600 km de côtes, il couvre 28 % du territoire métropolitain et 40 % de la façade maritime. Son périmètre est constitué par la ligne de partage des eaux des 3 bassins, mais pour en faciliter la gestion, une approche aux limites communales est retenue. Sur un plan administratif, il concerne 10 régions, 36 départements et comprend 7 368 communes.

#### 2.1.1 Topographie et occupation du sol

Le relief du bassin est marqué par la présence de deux massifs anciens : le Massif Armoricaïn et le Massif Central, séparés par la partie méridionale du bassin parisien.



Relief du district Loire-Bretagne

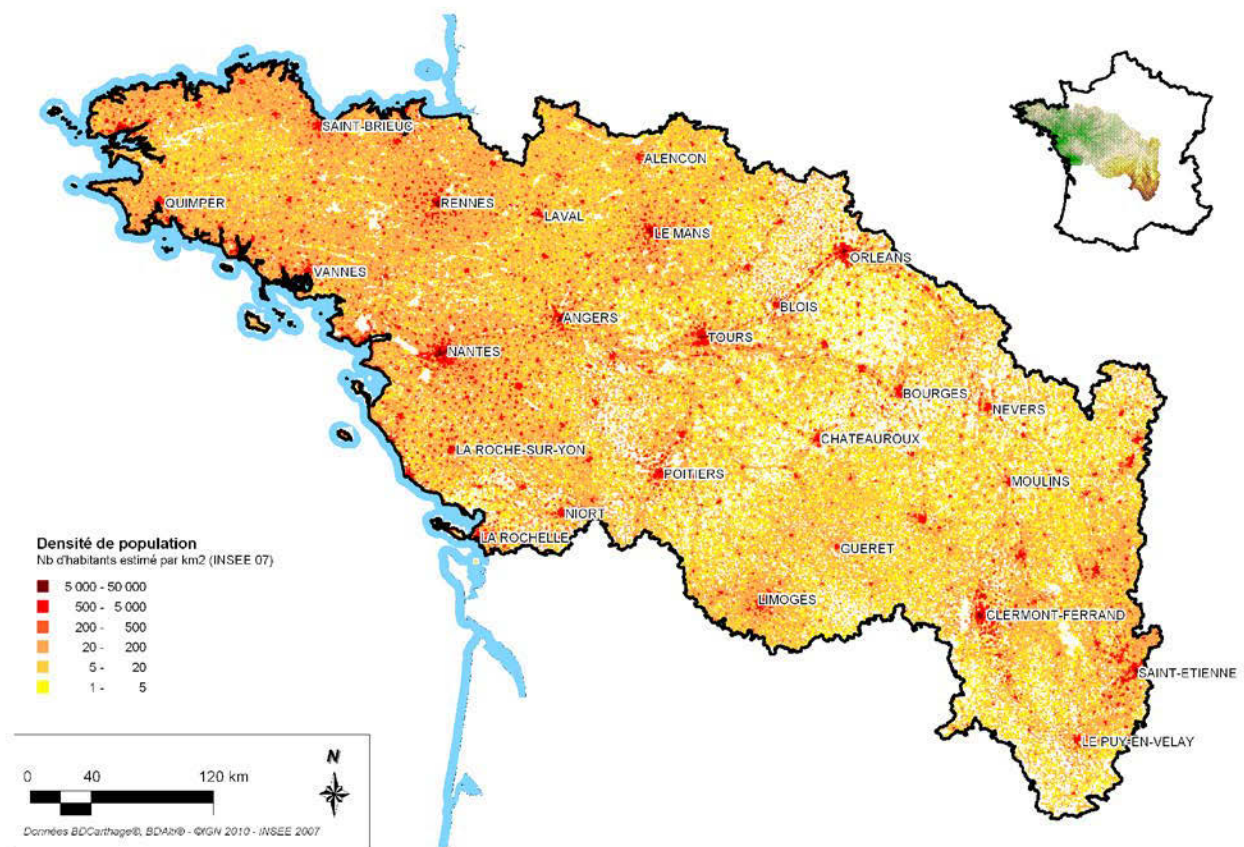


Situé au sud-est, le Massif Central est un massif ancien, essentiellement composé de roches granitiques et métamorphiques. Après sa genèse, il a été soulevé et rajeuni à l'est par la surrection des Alpes et au sud par celle des Pyrénées. De ce fait, il présente un profil fortement dissymétrique, incliné du sud-est (plus de 1 500 mètres d'altitude) vers le nord-ouest (300 à 400 mètres d'altitude). Des bassins d'effondrement et des chaînes volcaniques ponctuent son relief. Le Puy de Sancy, avec 1 886 mètres, en constitue le point haut.

A l'ouest, le Massif Armoricaïn est aussi un massif ancien composé de schistes cristallins, de granite et de gneiss, mais il fournit des reliefs plus modestes. Trois groupes de monts, à peine au dessus des 400 mètres pour les plus élevés, constituent ses hauteurs : les Montagnes Noires, les Monts d'Arrée, le Mené et les collines normandes.

La partie méridionale du bassin parisien forme une vaste plaine d'origine sédimentaire, sans relief marqué qui rejoint le nord du bassin aquitain.

Près de 12 millions de personnes vivent dans le district Loire-Bretagne. Bien que 20 villes comptent plus de 50 000 habitants, avec une densité moyenne de 75 habitants au km<sup>2</sup>, le district présente plutôt un caractère rural. Toutefois, cette densité n'est pas uniformément répartie. La population est plus concentrée à proximité du littoral et le long des grands cours d'eau. Par ailleurs, pendant la période estivale, la population des zones littorales augmente de manière très conséquente.



Densité de population

Le tableau ci-dessous, vise à illustrer la dynamique relative aux régions du district, en présentant les projections de l'évolution de la population régionale, pour le scénario central d'évolution des populations établi par l'Insee.

Région	Population en 2007 (en milliers)	Population en 2040 (en milliers)	Évolution 2007-2040 (en %)
Centre	2527	2807	11,1
Basse-Normandie	1461	1573	7,7
Bourgogne	1634	1725	5,6
Pays de la Loire	3483	4389	26
Bretagne	3120	3873	24,1
Poitou-Charentes	1740	2062	18,5
Limousin	737	812	10,2
Rhône-Alpes	6066	7451	22,8
Auvergne	1339	1448	8,1
Languedoc- Roussillon (pm)	2561	3291	28,5
France métropolitaine	61796	70734	14,5

© Insee

Source : Insee, Omphale 2010

Sur le plan économique, les deux tiers de l'élevage et la moitié de la production des céréales françaises proviennent de ce district. Les terres agricoles représentent 60 % de sa surface. La pêche et la conchyliculture sont aussi des activités très présentes.

Après le recul des productions manufacturières au début des années 80, l'activité des pôles urbains s'oriente aujourd'hui vers le tertiaire. L'estuaire de la Loire à Saint-Nazaire accueille une zone portuaire de première importance pour le commerce dont l'intérêt a été souligné par une Directive Territoriale d'Aménagement affirmant le rôle de Nantes Saint-Nazaire comme métropole Européenne du grand ouest.

Les châteaux historiques, les vignobles, les plages, les paysages, avec notamment le val de Loire classé au patrimoine mondial de l'UNESCO, composent quant à eux un environnement favorable au développement du tourisme.

La production d'électricité sur le bassin est importante. Quatre centrales nucléaires sont implantées le long de la Loire et une cinquième le long de la Vienne pour une puissance installée de 14 500 MW. Par ailleurs, l'ensemble du réseau hydrographique accueille environ 500 centrales hydroélectriques pour une puissance installée de 995 MW.

Sur le plan écologique, des territoires remarquables comme la Sologne, la Brenne, le marais Poitevin, la grande Brière, les marais de la Vilaine, les espaces naturels du Massif Central, le lit de la Loire, le littoral, forment un ensemble de grande qualité et sont inscrits dans le réseau Natura 2000.



Occupation des sols du district Loire-Bretagne



## 2.1.2 Principaux cours d'eau, bassins hydrographiques et zones littorales

Le district Loire-Bretagne est constitué de trois entités distinctes, le bassin de la Loire, le bassin des côtières bretons et le bassin des côtières vendéens et du marais poitevin. Sur le plan hydrologique, les débits de la Loire sont fortement influencés par ceux de l'Allier et par ceux de la Vienne. Le bassin de la Loire est donc habituellement décomposé en 3 entités distinctes : le bassin de l'Allier et de la Loire amont, le bassin de la Loire moyenne, le bassin de la basse Loire.

Pour présenter le territoire, puis analyser les phénomènes d'inondation qui peuvent y survenir, on retiendra ainsi tout au long de ce document les cinq unités de présentation correspondant aux sous-bassins présentés sur la carte suivante.



Sous-bassins du district Loire-Bretagne

### La Loire et ses sous-bassins

La Loire est le plus long fleuve entièrement compris dans le territoire français avec 1 012 km. Son bassin hydrographique de 117 800 km<sup>2</sup> s'étend du Massif Central (Loire supérieure) au sud du Bassin Parisien (Loire moyenne), et au sud-est du Massif Armoricaire (basse Loire). Le fleuve naît à 1 400 mètres d'altitude, sur le plateau ardéchois, près du Mont-Gerbière-de-Jonc, et se dirige d'abord vers le nord en raccordant par des gorges le bassin du Puy-en-Velay, la plaine du Forez et la plaine de Roanne. En sortant des reliefs, le fleuve s'élargit. Il traverse les plaines du Bourbonnais avant de rejoindre l'Allier en aval de Nevers, à une altitude de 167 mètres. Sa vallée prend alors une nouvelle

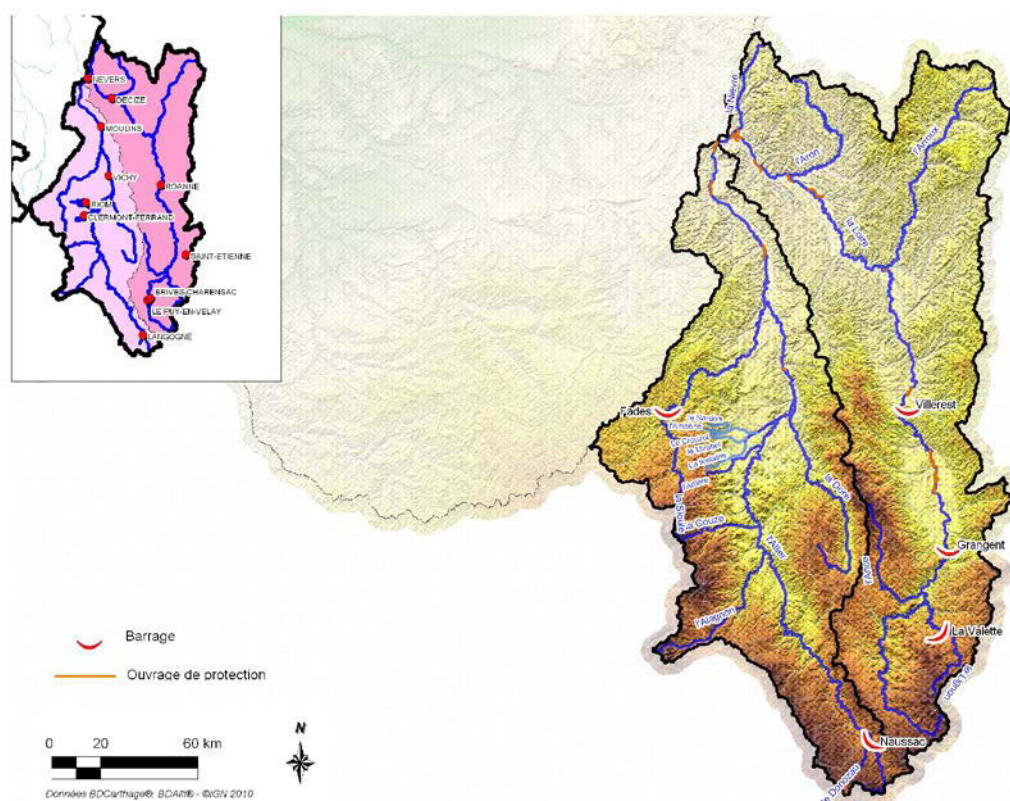
ampleur et son cours dessine une vaste courbe vers l'ouest, sans affluent important. Orléans en constitue le sommet et Tours l'extrémité. À l'aval de cette agglomération, la Loire reçoit en rive gauche, les eaux du Cher, de l'Indre et de la Vienne. Puis, en rive droite, avant de pénétrer dans le Massif Armoricain pour se diriger vers Nantes, elle reçoit les eaux de la Maine, réunion du Loir, de la Sarthe et de la Mayenne. Depuis le bec d'Allier jusqu'à l'amont de Nantes, le fleuve est enserré par des digues construites pour se protéger des crues. En aval de Nantes, l'embouchure du fleuve se dessine. La Loire parcourt encore une quarantaine de kilomètres avant de se jeter dans l'océan atlantique.

Les dernières crues importantes de la Loire datent de décembre 2003 et novembre 2008. Même si elles ont été marquées sur l'amont du bassin, elles restent des événements sans aucune mesure avec l'importance des crues du XIX<sup>ème</sup> siècle, notamment en Loire moyenne.

## Le sous-bassin de l'Allier et la Loire amont

Ce sous-bassin d'une superficie de 32 000 km<sup>2</sup> est drainé par la Loire et l'Allier dont la confluence en marque l'extrémité aval.

L'Allier parcourt 425 km de ses sources au Moure de la Gardille (Lozère) à sa confluence avec la Loire, en descendant plus de 1 250 mètres. Il est alimenté par un bassin versant de 14 300 km<sup>2</sup>. Comme la Loire, il débute sa course sur le plateau ardéchois où des orages cévenols particulièrement violents sont susceptibles de générer des crues intenses. Le régime hydrographique est alors soumis à l'influence nivale. À partir de Brioude, le paysage de l'Allier s'apparente de plus en plus à de la plaine. Les crues y sont alors atténuées. Ses principaux affluents sont l'Alagnon, rivière de montagne rapide, puis les Couzes, la Dore et la Sioule (rivières de gorges). Le bassin de l'Allier est principalement soumis aux influences atlantiques (venant de l'ouest) et cévenoles (remontées de la Méditerranée).



*Sous-bassin de l'Allier et la Loire amont*

Au sud de Roanne, le caractère montagneux, la nature granitique et métamorphique des sols conjuguée avec les influences climatiques cévenoles peuvent générer des crues très rapides, voire torrentielles. Au nord de Roanne, après avoir traversé une zone de transition, la Loire adopte un régime de plaine. Ses principaux affluents sont le Lignon, l'Ance, l'Arroux, l'Aron, et la Nièvre.

Sur le sous-bassin, les villes de Roanne, Digoin, Decize, Nevers, Vichy et Moulins sont munies d'un système d'endiguement plus ou moins développé pour se protéger des crues.

Espace protégé	Département	Classe <sup>1</sup>	Longueur
Roanne, Renaison amont	La Loire	B	1,3 km
Roanne, Renaison aval	La Loire	B	1,9 km
Moulins, rive droite	Allier	B	1,3 km
Moulins, La Madeleine	Allier	B	7,2 km
Vichy	Allier	B	1,2 km
Decize	Nièvre	B	1,6 km
Nevers, Sermoise, Challuy	Nièvre	B	3,8 km

*Principales digues du sous-bassin de l'Allier et la Loire amont*

Les principaux barrages présents sur le bassin de l'Allier et de la Loire amont, dont la hauteur est supérieure à 20 mètres et le volume de la retenue supérieur à 15 Mm<sup>3</sup>, sont répertoriés ci-après :

Barrage	Département	Rivière	Hauteur	Volume	Vocation principale
Villerest	Loire	Loire	59 m	235 Mm <sup>3</sup> dont 127 Mm <sup>3</sup> soutien d'étiage	écrêtement des crues et soutien d'étiage
Naussac	Lozère	Donozau (affluent de l'Allier)	50 m	190 Mm <sup>3</sup>	soutien d'étiage
Fades	Puy-Dôme	Sioule	64 m	69 Mm <sup>3</sup>	hydroélectricité
Grangent	Loire	Loire	54 m	57 Mm <sup>3</sup>	hydroélectricité
Lavalette	Haute-Loire	Lignon du Velay	59 m	41 Mm <sup>3</sup>	eau potable Saint-Étienne

*Grands barrages du sous-bassin de l'Allier et la Loire amont*

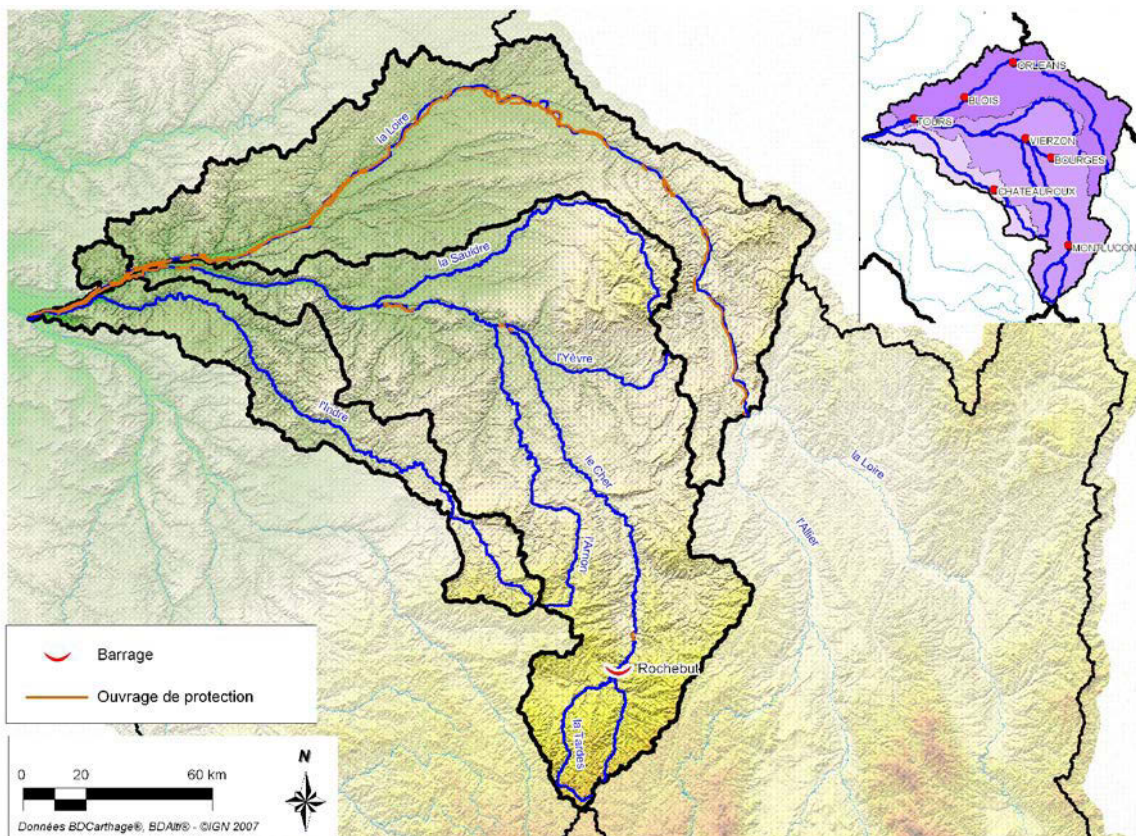
Le barrage de Villerest, construit en amont de Roanne, a pour premier objectif l'écroulement des crues de la Loire. Une baisse sensible des hauteurs d'eau est attendue jusqu'à Tours.

1 Les digues font l'objet d'un classement en fonction de la population protégée. Ce classement est fourni au chapitre 2-2-3 « Les ouvrages hydrauliques »



## Le sous-bassin de la Loire moyenne

Ce sous-bassin de 30 000 km<sup>2</sup> commence par la jonction de la Loire et de l'Allier au « bec d'Allier » et il se termine en amont de la confluence de la Loire avec la Vienne. La surface drainée par la Loire moyenne est proche de celle du bassin de l'Allier et de la Loire amont.



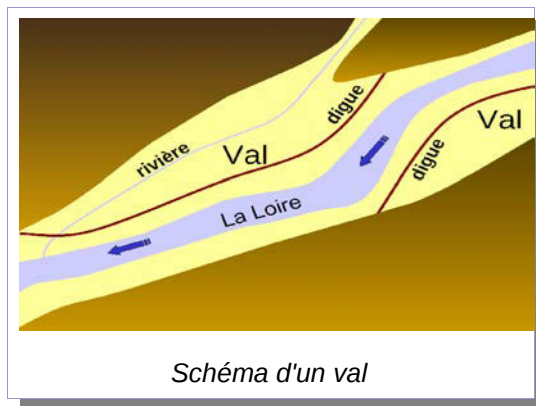
*Sous-bassin de la Loire moyenne*

La Loire sort du Massif Central en longeant les coteaux du Nivernais, puis s'inscrit dans la partie sud du bassin parisien. Elle ne reçoit alors plus aucun affluent important avant Tours. En aval de cette agglomération, en rive gauche, elle reçoit successivement les eaux du Cher et de l'Indre, avant de confluer avec la Vienne.

Le Cher s'écoule sur 320 kilomètres dans un bassin versant de 13 500 km<sup>2</sup>. Il prend sa source dans les contreforts du Massif Central à 717 mètres d'altitude. Sur ce secteur, où les reliefs sont marqués, les crues du Cher et de son principal affluent, la Tardes, sont rapides voire torrentielles. Après Montluçon, le Cher prend les caractéristiques d'une rivière de plaine. Il poursuit son cours jusqu'à Vierzon en traversant de vastes champs d'expansion des crues. À Vierzon, il reçoit l'Yèvre et l'Arnon. Avec l'arrivée de ces deux affluents, la surface du bassin versant double et le cours de la rivière s'infléchit vers l'ouest. Le Cher longe alors la Sologne, reçoit la Sauldre, avant de confluer avec la Loire, en aval de Tours.

L'Indre est une rivière de plaine de 265 km sans affluent prédominant qui se caractérise par un bassin versant très allongé de 7 000 km<sup>2</sup>. La rivière conflue avec la Loire peu après le Cher.

De sa confluence avec l'Allier jusqu'à Nantes, la Loire s'inscrit dans une large vallée où, au gré de son cours, elle bascule d'un coteau à l'autre. L'espace situé entre le coteau et le fleuve est appelé "val". Depuis très longtemps, l'homme a cherché à soustraire cet espace aux inondations en le protégeant par des digues. Sur ce sous-bassin, les endiguements sont pratiquement continus et protègent une succession de vals agricoles, mais aussi de vals urbanisés avec des agglomérations importantes comme Orléans, Blois, Tours.



Des digues sont aussi présentes sur le Cher, mais plus ponctuellement. Elles ont en général, une vocation de protection de terres agricoles, mais localement, comme à Selles-sur-Cher, Noyers-sur-Cher et Tours, elles protègent des zones urbanisées.

Val protégé	Département	Classe <sup>2</sup>	longueur
Givry	Cher	B	8,9 km
Beffes Hérry la Charité sur Loire	Cher	B	28,6 km
Léré	Cher	B	13,6 km
Briare	Loiret	B	1,1 km
Gien	Loiret	B	7,1 km
Sully sur Loire	Loiret	B	11,1 km
Ouzouer	Loiret	B	22,9 km
Orléans	Loiret	A	51,0 km
Bou	Loiret	B	7,5 km
Ardoux	Loiret et Loir-et-Cher	B	23,1 km
Blois	Loir-et-Cher	B	10,7 km
Cisse	Loir-et-Cher et Indre-et-Loire	B	46,2 km
Vouvray	Indre-et-Loire	B	2,4 km

2 Les digues font l'objet d'un classement en fonction de la population protégée qui est précisé au chapitre 2-2-3 « Les ouvrages hydrauliques »

Val protégé	Département	Classe	longueur
Amboise	Indre-et-Loire	B	1,5 km
Marmoutier	Indre-et-Loire	B	3,6 km
Luynes	Indre-et-Loire	B	9,7 km
Tours	Indre-et-Loire	A	51,1 km
Villandry	Indre-et-Loire	B	3,2 km
Cinq Mars La Pile - Langeais	Indre-et-Loire	B	8,9 km
Bréhémont	Indre-et-Loire	B	24,3 km

*Principales digues du sous-bassin de la Loire moyenne*

Un seul barrage d'une hauteur supérieure à 20 mètres (classe A) et d'un volume supérieur à 15 Mm<sup>3</sup> est présent sur le bassin de la Loire moyenne :

Barrage	Département	Rivière	Hauteur	Volume	Vocation principale
Rochebut	Allier	Cher	50 m	20,5 Mm <sup>3</sup>	hydroélectricité

*Grand barrage du sous-bassin Loire moyenne*

### Le sous-bassin de la basse Loire

L'arrivée des eaux de la Vienne en Loire marque le début du bassin de la basse Loire. Sur ce sous-bassin de près de 56 000 km<sup>2</sup>, après cet apport, la Loire ne recevra plus en rive gauche que des affluents secondaires comme le Thouet et la Sèvre-Nantaise. En aval de la Vienne, l'apport le plus important viendra de la rive droite avec les eaux de la Maine. La Loire pénètre alors dans le socle du Massif Armoricain où, une trentaine de kilomètres en amont de Nantes, l'influence maritime commence à se faire ressentir. À l'aval de Nantes, l'estuaire est marqué. La Loire occupe une vaste dépression enclavée entre le sillon de Bretagne et le coteau de Saint-Père-en-Retz. La configuration des courants est complexe et elle contraint les chenaux du lit à divaguer entre les deux rives de l'estuaire. Après une quarantaine de kilomètres, le fleuve rejoint l'océan Atlantique.

La Vienne s'écoule sur 372 km dans un bassin de 21 000 km<sup>2</sup>. Elle prend sa source dans les contreforts du Massif Central, à 885 mètres d'altitude. À sa sortie du Massif Central, la Vienne oblique au nord. Elle devient alors une rivière de plaine et reçoit les eaux du Clain à l'amont de Châtellerault. Après cette agglomération, elle est rejointe par la Creuse, rivière d'une importance comparable dont les eaux sont grossies par la Gartempe. Le cours aval de la Vienne s'infléchit ensuite vers le nord-ouest pour aller confluer avec la Loire, en amont de Saumur.





Les principaux barrages présents sur le bassin de la basse Loire dont la hauteur est supérieure à 20 mètres (classe A) et le volume de la retenue supérieur à 15 Mm<sup>3</sup> sont :

Barrage	Département	Rivière	Hauteur	Volume	Vocation principale
Vassivière	Creuse	Maulde	33 m	106 Mm <sup>3</sup>	hydroélectricité et soutien d'étiage affecté à la centrale de Civeaux
Eguzon	Indre	Creuse	58 m	57 Mm <sup>3</sup>	hydroélectricité
Lavaud-Gelade	Creuse	Taurion	20 m	21 Mm <sup>3</sup>	hydroélectricité
Saint-Marc	Haute-Vienne	Taurion	40 m	20 Mm <sup>3</sup>	hydroélectricité
Verdon	Maine-et-Loire	Moine	21 m	15 Mm <sup>3</sup>	eau potable Cholet

*Grands barrages du sous-bassin de la basse Loire*

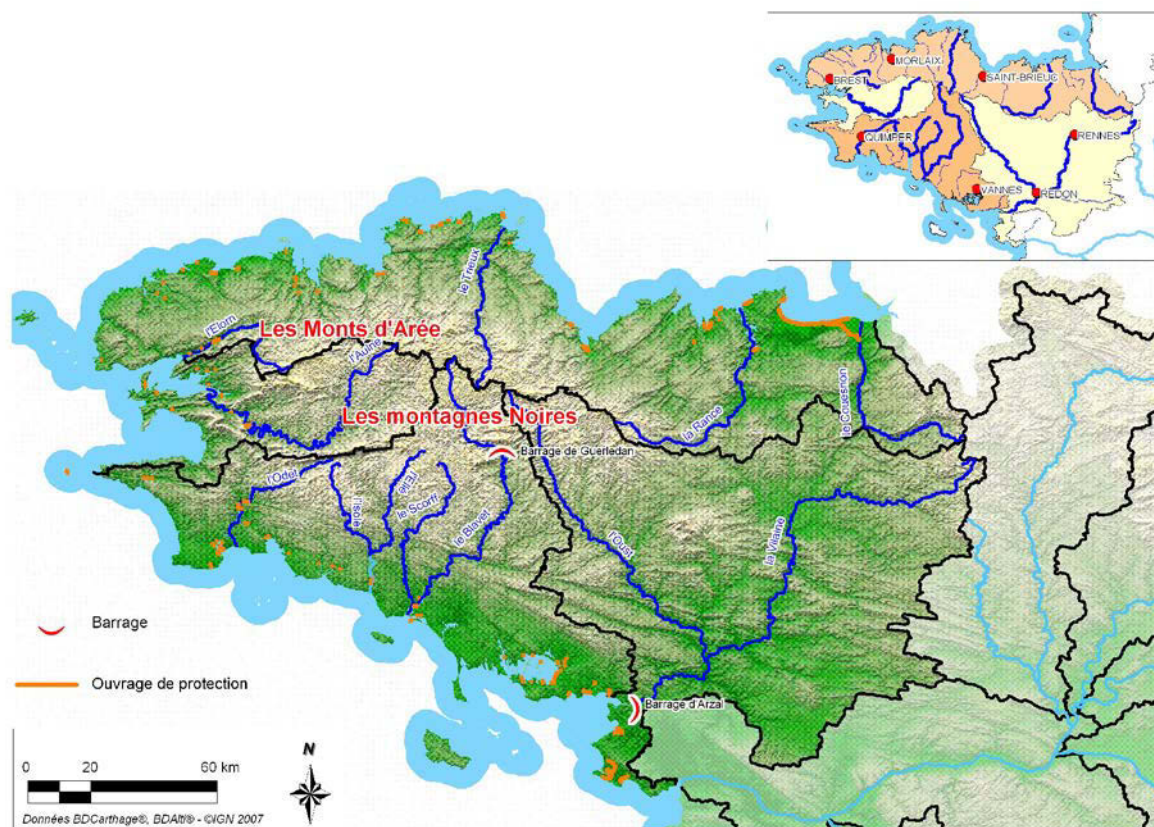
### Le sous-bassin des côtiers Bretons

La Bretagne est une péninsule bordée par la Manche au nord, la Mer d'Iroise à l'ouest et l'Atlantique au sud. Sur le socle granitique du Massif Armoricaïn, l'eau ruisselle sur un bassin de 29 700 km<sup>2</sup> et crée un chevelu très dense d'environ 30 000 km qui alimente les cours d'eau côtiers bretons. La région est partagée par une ligne de reliefs qui part des Monts d'Arrée et des Montagnes Noires à l'ouest, pour se diriger vers l'est. Au nord de cette ligne qui culmine entre 200 mètres et 400 mètres, le Couesnon (800 km<sup>2</sup>), la Rance (810 km<sup>2</sup>), le Trieux (880 km<sup>2</sup>) constituent les bassins les plus importants. L'Arguenon, le Gouëssant, le Jaudy, le Leguer, les Rivières de Morlaix, la Penfeld et l'Elorn drainent des bassins versants plus modestes, avant de se jeter dans la Manche et la mer d'Iroise pour les deux derniers. Bassins parallèles, ils sont tous orientés sud-nord à l'exception du dernier. Entre les Monts d'Arrée et les Montagnes Noires, l'Aulne (1800km<sup>2</sup>) inscrit son cours orienté est-ouest. Les bassins versants méridionaux sont quant à eux, plus importants qu'au nord. Ils sont drainés principalement par l'Odet (720 km<sup>2</sup>), la Laitia (980 km<sup>2</sup>), le Blavet (2570 km<sup>2</sup>) et la Vilaine (10 500 km<sup>2</sup>).

Le bassin de la Vilaine représente à lui seul plus du tiers de la superficie du sous-bassin des côtiers Bretons. Ce fleuve côtier de 230 km prend sa source à une altitude de 190 mètres. Sur ses 40 premiers kilomètres, la pente est de 2 m/km, puis elle se réduit rapidement à 0,4 m/km pour être pratiquement nulle au barrage d'Arzal. Après cet ouvrage construit à la fin des années soixante pour bloquer la remontée de la marée, la Vilaine parcourt encore huit kilomètres et se jette dans l'océan atlantique, à 30 km au nord de l'estuaire de la Loire. Les principaux affluents de la Vilaine sont l'Oust, une rivière de 137 km qui prend sa source à 240 mètres d'altitude et rejoint le fleuve en aval de Redon, et l'Ille, une rivière de 47 km. L'amont du bassin de la Vilaine est équipé de trois barrages (Valière, Haute Vilaine, Cantache) assurant à la fois une fonction de soutien d'étiage et d'écrêtement de crue.

La Vilaine dans son cours principal, ainsi que ses deux affluents principaux, l'Oust et l'Ille, sont des cours d'eau historiquement fortement artificialisés. La construction de moulins, la mise en navigabilité, un programme de grands travaux hydrauliques sont autant d'aménagements qui ont modifié le cours de ces rivières et fleuve sur une grande partie de leur linéaire.

Dans leur ensemble de taille modeste à petite, ces fleuves côtiers sont marqués par une influence maritime forte qui se fait ressentir souvent loin en amont, aboutissant à des estuaires profonds (appelés ria ou aven dans le sud et aber dans le nord-ouest). Au fond de ces estuaires, à la limite de la remontée des marées, se situent des villes de tailles importantes à moyennes (Dinan sur la Rance, Lannion sur le Léguer, Morlaix sur les Rivières de Morlaix, Landerneau sur l'Elorn, Châteaulin sur l'Aulne, Quimper sur l'Odé, Quimperlé sur la Laïta, Redon sur la Vilaine).



*Sous-bassin des côtières bretonnes*

Le littoral de la Bretagne représente 1/3 du littoral français. Il offre une variété remarquable de paysages et une exceptionnelle diversité biologique. La pointe du Raz, la baie du Mont Saint-Michel, le golfe du Morbihan, l'Aber Wrac'h, Ouessant, etc, sont autant de noms associés à des milieux différents : escarpements rocheux ou baies envasées, plages sableuses ou cordons de galets, îles, marais salants, rias, etc.

Très découpé, il présente une myriade de zones basses déconnectées les unes des autres. Leur typologie est variée :

- dépressions localisées au sein de la côte rocheuse (géologie plus tendre, débouché des petits ruisseaux) ;
- zones littorales humides protégées à l'arrière d'un cordon dunaire ;
- estuaires soumis à l'intrusion de la mer au gré des marées ;
- polders gagnés sur la mer et protégés par des digues et également parfois des cordons dunaires ;
- minces bandes terrestres au pied des reliefs (souvent des ports) ;



- côtes rocheuses basses.

La côte est parfois artificialisée ; de multiples ouvrages et digues ont été réalisés sur le trait de côte pour gagner des terrains sur la mer (polder) ou se protéger de l'érosion côtière ou de la submersion marine. Les digues les plus importantes sont celles de Saint-Malo et du marais de Dol.

De nombreuses îles au relief plus au moins marqué jalonnent le paysage : Bréhat, l'archipel des 7 îles, l'île de Batz, Ouessant, Molène, Sein, l'archipel des Glénans, Groix, Belle-île, Houat, Houédic, etc.

Un seul barrage d'une hauteur supérieure à 20 mètres (classe A) et d'un volume supérieur à 15 Mm<sup>3</sup> est présent sur le bassin des côtiers bretons.

Barrage	Département	Rivière	Hauteur	Volume	Vocation principale
Guerlédan	Morbihan	Blavet	45 m	51 Mm <sup>3</sup>	hydroélectricité

*Grand barrage du sous-bassin des côtiers bretons*

### Le sous-bassin des côtiers vendéens et du marais poitevin

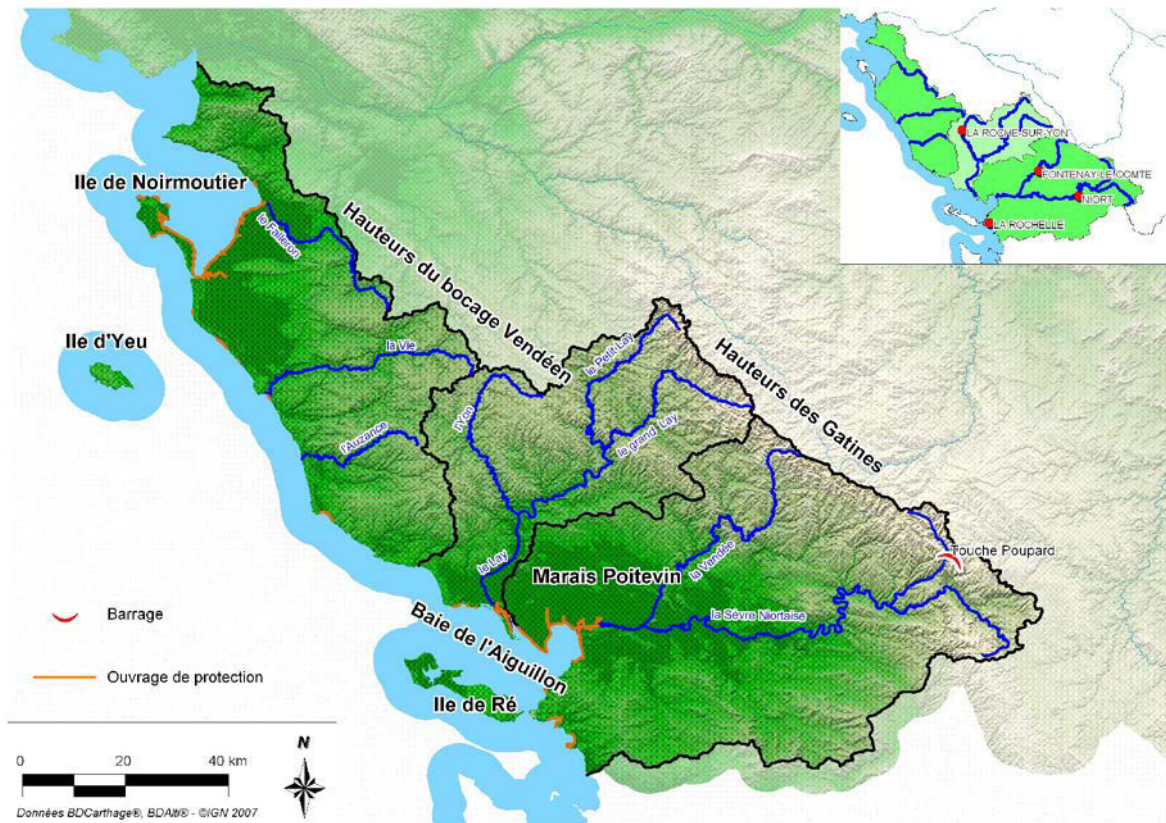
La pointe méridionale du Massif Armoricaïn est à l'origine de la formation des hauteurs du bocage Vendéen et des Gâtines. Cette ligne de collines qui culminent à moins de 300 mètres donne naissance à un bassin hydraulique de 8 900 km<sup>2</sup> au sud de la Loire.

Le nord du bassin est drainé par plusieurs petits cours d'eau côtiers comme la Vie, l'Auzance, le Falleron. Le sud est occupé par le marais poitevin dont le bassin versant de 6 350 km<sup>2</sup> est drainé principalement par le Lay, la Sèvre Niortaise et son affluent, la Vendée. Les eaux de ces rivières rejoignent l'océan Atlantique, au nord de la Rochelle, dans la baie de l'Aiguillon.

La Sèvre Niortaise prend sa source à une altitude de 153 mètres. Avec une longueur de 158 km, elle constitue l'artère centrale du marais poitevin dans lequel elle pénètre à l'aval de Niort. Son cours avec une pente très faible est constitué de 9 biefs. La rivière est contiguë à la zone des marais mouillés, soumise à des submersions régulières, jusqu'à l'écluse du Brault à Marans, et finit par rejoindre l'océan en se jetant dans la baie de l'Aiguillon.

La Vendée rejoint la Sèvre Niortaise peu avant l'océan. Elle s'écoule sur 70 km. En aval de Fontenay-le-Comte, son cours devient rythmé par des biefs. Elle traverse tour à tour le marais mouillé, puis le marais desséché.

Après avoir pris naissance à une altitude proche de 200 mètres, le Petit Lay et le Grand Lay parcourent une cinquantaine de kilomètres avant de se rejoindre pour former le Lay. La rivière poursuit encore son cours sur 80 km en traversant le marais poitevin pour se jeter dans l'océan.



*Sous-bassin des côtiers vendéens et du marais poitevin*

Le littoral se décompose selon trois types de physionomie :

- le littoral sableux qui représente 40 % du linéaire ;
- les côtes rocheuses, localisées principalement entre Saint-Gilles-Croix-de-Vie et Brétignolles-sur-mer et entre les-Sables-d'Olonne et Jard-sur-mer ; elles représentent 20 % du linéaire ;
- le rivage artificialisé pour les 40 % du linéaire restant ; il s'agit principalement des zones polderisées de Noirmoutier, du marais breton au nord, et du marais Poitevin au sud. Si initialement ces digues avaient pour objet l'exploitation de terrain à des fins agricoles, aujourd'hui elles protègent de nombreuses zones pavillonnaires qui se sont développées.

Entre les deux grands polders vendéens, le littoral est interrompu par l'embouchure des fleuves côtiers. La majorité de ces étiers et rivières sont régulés par des vannes ou barrages et présentent un fonctionnement hydraulique fortement influencé par les niveaux marins.

Trois îles sont liées à ce littoral : l'île de Ré et l'île de Noirmoutier, qui possèdent un relief peu marqué, l'île d'Yeu avec une topographie plus élevée.

Un seul barrage d'une hauteur supérieure à 20 mètres (classe A) et d'un volume supérieur à 15 Mm<sup>3</sup> est présent sur le bassin des côtiers vendéens et du marais poitevin.

Barrage	Département	Rivière	Hauteur	Volume	Vocation principale
Touche-Poupard	Deux-Sèvres	Chambon	35 m	15 Mm <sup>3</sup>	Eau potable

*Grand barrage du sous-bassin des côtiers vendéens et du marais poitevin*

Cependant, il existe une douzaine d'autres ouvrages sur les rivières de ce bassin qui créent des retenues d'eau destinées principalement à l'alimentation en eau potable. Les deux principaux sont le barrage de Mervent sur la Vendée avec une retenue de 8 Mm<sup>3</sup>, et le barrage du Marillet, affluent du Grand Lay, avec une retenue de 7 Mm<sup>3</sup>.

## 2.2 Les types d'inondation

Le district Loire-Bretagne est soumis essentiellement à des inondations par débordement de cours d'eau qui peuvent prendre une forme torrentielle dans les zones de relief et aux submersions marines. Des inondations liées aux remontées de nappes se rencontrent principalement et occasionnellement dans les secteurs du lit majeur des grands cours d'eau protégés par des digues. Elles sont alors un phénomène connexe lié à une crue du cours d'eau lui-même, qui peut durer dans le temps. Toutefois, des remontées de nappes ont pu être observées de manière très ponctuelle dans le fond de certains petits vallons, notamment près de Poitiers.

### 2.2.1 Les débordements de cours d'eau

Différenciées par leur brutalité, leur durée et le volume des eaux écoulées, les crues des fleuves et rivières sont classées en deux catégories :

- **les crues rapides** : elles peuvent durer d'une heure à plusieurs dizaines d'heures. Elles naissent en réaction rapide aux pluies, avec une vitesse de montée des eaux élevée, des débits importants, mais un volume d'eau écoulé modeste. Sur le district Loire-Bretagne, ces crues se rencontrent essentiellement sur les têtes de bassin versant où le relief est marqué et elles trouvent leur origine dans des phénomènes météorologiques de type orageux générant des pluies dépassant plusieurs dizaines de millimètres par heure.
- **les crues lentes** : elles durent de plusieurs jours à plusieurs semaines. Elles font suite à des épisodes pluvieux qui peuvent être d'intensité relativement modeste, de quelques dizaines de millimètres par jour, pendant plusieurs jours à plusieurs semaines, sur une surface significative. Sur le district Loire-Bretagne, elles trouvent leur origine météorologique dans la circulation des masses d'air provenant de l'océan atlantique et des précipitations qui les accompagnent. Avant la formation de ce type de crue, on observe le plus souvent une phase de saturation des sols par des épisodes pluvieux préalables.

Sur chacun des sous-bassins du district, les mécanismes de formation des crues et des inondations qui s'en suivent, dépendent directement des reliefs, de la nature des sols, des influences climatiques et des dispositifs de protection. En effet, les inondations liées à des ruptures de digues, ont un caractère brutal, même si la crue à l'origine de la montée des eaux est qualifiée de lente.

### Sous-bassin de l'Allier et de la Loire amont

Le sous-bassin de l'Allier et de la Loire amont est marqué par :

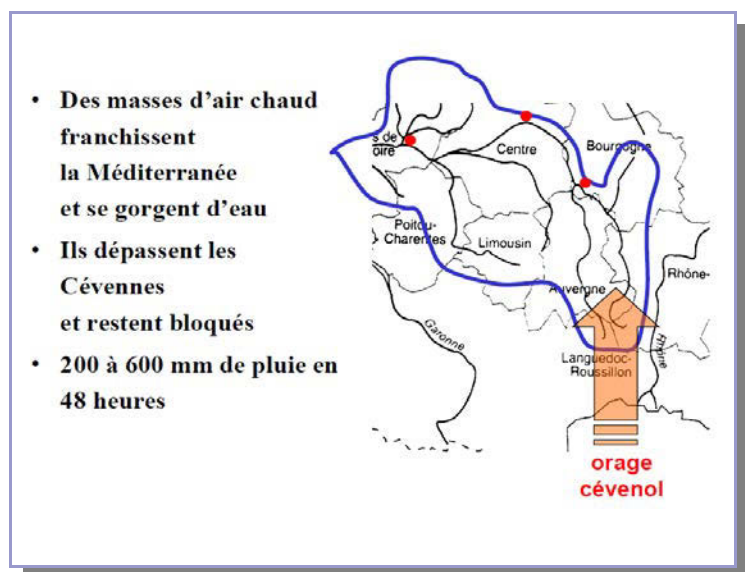
- la présence des massifs montagneux (Massif Central et Morvan) qui bloquent les masses d'air humides océaniques, générant de forts cumuls de précipitations ;
- l'influence du climat méditerranéen sur l'extrême sud (plateaux ardéchois et de la Haute-Loire), où en début d'automne et au printemps, des orages violents dits « cévenols » peuvent éclater. Lors de ces épisodes, des précipitations très intenses tombent en un laps de temps très court.

Ces influences climatiques engendrent différentes formes de crues qui peuvent être identifiées suivant leurs origines météorologiques.

- Les crues « cévenols » :

Ce sont les plus brutales. Elles sont dues aux précipitations qui accompagnent les orages cévenols venant de Méditerranée sur le haut bassin de l'Allier et de la Loire. Sans apport océanique, elles s'amortissent très rapidement. Mais parfois, comme en 1907, si le front orageux remonte à l'intérieur du bassin et touche à la fois l'Allier et la Loire, les crues acquièrent suffisamment de puissance pour se propager en Loire moyenne.

La dernière crue cévenole ayant engendré des dégâts très importants date de septembre 1980. Elle a été provoquée par des cumuls de pluies dépassant les 600 mm en 24 h. Sur le Haut Allier, à Langogne, la rivière a atteint un débit de 1 200 m<sup>3</sup>/s, et l'eau est montée à 8,50 mètres en quelques heures. Sur la Haute-Loire, à Brives-Charensac, le débit a atteint 2 000 m<sup>3</sup>/s, et l'eau est montée à 6,70 mètres avec une vitesse de montée des eaux atteignant 6 cm par minute.



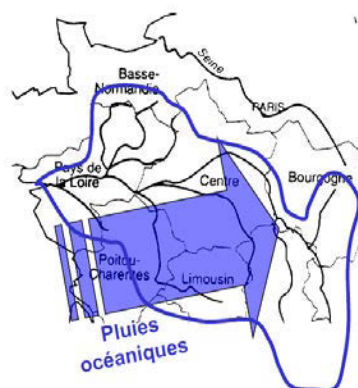


### ● Les crues océaniques :

Elles ont lieu surtout en hiver et au printemps. Elles sont provoquées par des fronts pluvieux venant de l'océan atlantique. D'importance très variable, elles affectent l'ensemble du bassin : l'Allier, la Loire et leurs affluents. Les reliefs, notamment ceux du Morvan, jouent un rôle important dans la répartition des précipitations et leur cumul.

Parmi les dernières crues marquantes de cette famille, on peut citer les crues du printemps 1983. La Loire à Nevers a atteint en avril un débit de 2 230 m<sup>3</sup>/s alors qu'en amont de Roanne, son débit était de 1450 m<sup>3</sup>/s ; et en mai un débit de 2 400 m<sup>3</sup>/s alors que son débit amont était de 1 570 m<sup>3</sup>/s.

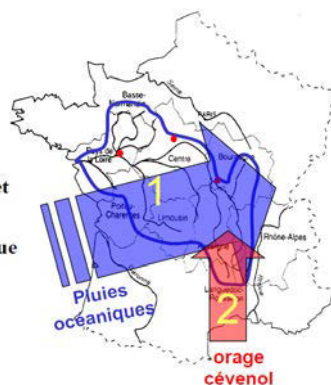
- Un chapelet de dépressions venant de l'Atlantique
- Pouvant être bloqué par les reliefs (notamment le Morvan)



### ● Les crues mixtes :

Elles naissent de la conjonction, plus ou moins marquée, d'une crue cévenole et d'une crue océanique. Elles se traduisent par une montée généralisée des eaux sur l'ensemble du bassin, accompagnée par des débits très importants de la Loire, de l'Allier et de leurs affluents. C'est à ce type de crue qu'appartiennent les crues de 1856 (la Loire a atteint 2 250 m<sup>3</sup>/s à Roanne et 4 200 m<sup>3</sup>/s à Nevers, l'Allier 3 900 m<sup>3</sup>/s à Moulins) et de 1866 (la Loire a atteint 3 300 m<sup>3</sup>/s à Roanne et 4300 m<sup>3</sup>/s à Nevers, l'Allier 3 500 m<sup>3</sup>/s à Moulins).

- Des pluies océaniques touchent le bassin y compris le haut
- Un orage cévenol survient et provoque une crue qui se surajoute à la crue océanique



Depuis 1985, un ouvrage écrêteur de crues a été mis en service sur la Loire à Villerest, en amont de Roanne. Si les villes de Roanne et Nevers en bénéficient directement, le barrage de Villerest a été construit pour accroître le niveau de protection en Loire moyenne, en complément du dispositif d'endiguement existant. Lors de crues exceptionnelles, cet ouvrage, avec une capacité de stockage maximale de 235 millions m<sup>3</sup>, pourrait diminuer le débit à l'entrée de la Loire moyenne jusqu'à 1 000 m<sup>3</sup>/s dans les configurations les plus favorables et de l'ordre de 500 m<sup>3</sup>/s à 700 m<sup>3</sup>/s pour des événements similaires à ceux du XIX<sup>ème</sup> siècle.

Au final, le sous-bassin de l'Allier et de la Loire amont est exposé à des phénomènes de crues qui peuvent être lentes ou rapides. Les inondations qui s'en suivent dépendent de l'origine de la crue, sauf dans les zones protégées par les digues (ciblées sur certaines agglomérations) où, en cas de rupture, on peut alors observer des inondations brutales (cf. paragraphe 2-2-3).

## Sous-bassin de la Loire Moyenne

Les crues des rivières de ce sous-bassin, à l'exception de la Loire, trouvent leur origine dans la circulation des fronts pluvieux venus de l'océan Atlantique. Sur les hauteurs du Massif Central, le passage de ces dépressions génère des cumuls annuels de précipitation qui atteignent 2 000 mm. Sur le reste du sous-bassin les cumuls sont proches de 600 mm. Même si des inondations ponctuelles liées à des phénomènes orageux locaux et des crues rapides restent possibles pendant l'été et l'automne, les crues sur ce sous-bassin se produisent surtout en hiver et au printemps. En juin 1856, le débit du Cher à Tours a été estimé à 1 500 m<sup>3</sup>/s et la dernière crue importante de cette rivière date de l'hiver 2001. Sur l'Indre, c'est pendant l'hiver 1982 que la dernière crue importante a été observée. En aval, le débit de la rivière a atteint 500 m<sup>3</sup>/s.

Pour la Loire, les apports des fronts pluvieux océaniques qui arrosent ce sous-bassin sont généralement trop faibles pour l'emporter sur l'atténuation engendrée par le stockage de l'eau. Les crues en Loire moyenne naissent donc principalement des crues de l'Allier et de la Loire amont (cf. paragraphe précédent du sous-bassin de l'Allier et de la Loire amont). Il s'agit d'un phénomène lent qu'il est possible d'anticiper de quelques jours.

De plus, lorsque les crues sont suffisamment puissantes pour créer des brèches dans les digues et ainsi ouvrir les vals à l'inondation, elles voient ici leur débit s'atténuer sensiblement. Ainsi, lors des grandes crues historiques du XIX<sup>ème</sup> siècle (1846, 1856, 1866), le débit de la Loire après sa confluence avec l'Allier a été estimé à plus de 7 500 m<sup>3</sup>/s, alors qu'à Tours, il n'atteignait pas 6 000 m<sup>3</sup>/s.

Même si elles sont souvent plus ponctuelles, une autre origine des inondations sur la Loire moyenne réside dans les crues de débâcles. Lors des hivers les plus rigoureux, la section d'écoulement du lit de la Loire peut se trouver très réduite du fait de la présence de glace. À l'occasion du redoux, ce phénomène peut provoquer des élévations importantes du niveau d'eau. La présence des ponts, particulièrement les plus anciens, est propice à ce type de phénomène. L'exemple le plus marquant de ce type d'inondation date de janvier 1789 où les villes d'Orléans, Blois et Tours ont été sinistrées.

Finalement, bien que les crues sur ce sous-bassin soient relativement lentes, elles peuvent donner lieu à des inondations à la fois lentes pour certains phénomènes et rapides et brutales pour d'autres, liés aux ruptures de digues. En effet, dans cette section où la Loire est endiguée, les ouvrages de protection sont très anciens et susceptibles de céder soit par érosion interne, soit par surverse. Des déversoirs équipent certaines levées pour ouvrir des champs d'expansion de crues lorsque le débit devient trop important pour être maintenu dans le lit endigué afin d'écrêter le pic de la crue et éviter des ruptures d'ouvrages incontrôlées dans d'autres zones. Cependant, lors des dernières grandes crues du XIX<sup>ème</sup> siècle, la Loire a systématiquement ouvert des brèches dans quasiment toutes les digues y compris celles qui restent aujourd'hui sans déversoir. Par ailleurs, durant la deuxième moitié du vingtième siècle, des extractions de granulats importantes dans le lit du fleuve ont conduit à son enfouissement. Alors que l'ensemble du système de protection n'a pas été mis à l'épreuve depuis plus d'un siècle, cette évolution se traduit par une fragilisation du pied des digues, un retard préjudiciable du fonctionnement des déversoirs existants et un développement de la végétation dans les bras secondaires du fleuve pouvant localement augmenter le niveau de la ligne d'eau en crue.

## Sous-bassin de la basse Loire

Sur le sous-bassin de la basse Loire, les inondations sont essentiellement dues soit aux crues des rivières du bassin de la Vienne, soit à celles du bassin de la Maine, soit aux crues de la Loire venant de la Loire moyenne, soit à une combinaison des phénomènes précédents.

Toutefois, les bassins de la Sèvre Nantaise et du Thouet peuvent eux aussi réagir. Compte tenu de leur relief qui s'inscrit à l'amont dans les hauteurs de la Gâtine à plus de 200 mètres d'altitude et de leur orientation par rapport à la circulation des masses d'air océaniques, les crues y sont en général assez

rapides. En 1983, un événement d'une période de retour supérieure à 100 ans a touché la Sèvre Nantaise aval et la Moine.

Sur les contreforts du Massif Central, sous l'influence des circulations de masses d'air océaniques, les cumuls de précipitations atteignent 2 000 mm/an ; les crues de la Vienne et de ses affluents sont rapides, voire torrentielles. En octobre 1960, la Creuse a connu une crue exceptionnelle dont la brutalité a été à l'origine de 3 morts à Aubusson. À sa sortie du Massif Central, la Vienne devient une rivière de plaine. À Lussac-les-Châteaux, lors de sa dernière crue importante en 1998, elle a atteint la cote de 4,52 mètres avec un débit de 900 m<sup>3</sup>/s. En 1982 et 1944, au même endroit, elle avait atteint respectivement les cotes de 4,93 mètres et 5,60 mètres. A Nouâtre, après la confluence de la Creuse, le débit de la Vienne avait atteint 1680 m<sup>3</sup>/s en 1988 et 2480 m<sup>3</sup>/s en janvier 1962.

Sur le bassin de la Maine, les reliefs du nord qui s'élèvent à plus de 400 mètres reçoivent des cumuls de précipitations atteignant 1 300 mm/an ; en plaine ils s'établissent à environ 600 mm/an. La plupart des crues sont enregistrées pendant l'hiver et le printemps. En janvier 1995, l'ensemble du bassin a été soumis à des crues très importantes. Après avoir traversé la Bretagne, les précipitations océaniques ont arrosé ce bassin en provoquant des inondations généralisées. La Maine à Angers a atteint la cote de 6,69 mètres avec un débit de 1 900 m<sup>3</sup>/s. Une situation similaire s'est reproduite en 2001, avec un débit légèrement inférieur, de 1 700 m<sup>3</sup>/s.

En dehors des crues de débâcle qui peuvent aussi avoir lieu ici, sur cette section de la Loire, les crues qui se propagent viennent soit de la Vienne, avec des apports pouvant dépasser les 2 500 m<sup>3</sup>/s, soit de la Loire Moyenne, soit des deux à la fois. Lorsqu'une crue exceptionnelle survient au bec d'Allier, le débit à Tours est encore suffisant, avec quelques apports du Cher et de la Vienne, pour être dangereux en basse Loire. Par ailleurs, les crues importantes de la Maine, très étalées, peuvent occasionnellement se cumuler avec celles de la Loire.

À Nantes, la plus haute crue connue remonte à décembre 1910. La Loire a atteint 6 300 m<sup>3</sup>/s à Montjean-sur-Loire, en aval de la confluence de la Maine. Lors de la crue de juin 1856, la Loire a rompu la levée du val d'Authion à l'aval de Tours s'ouvrant ainsi un vaste champ d'expansion des crues qui ramena le débit à Montjean-sur-Loire à 5 500 m<sup>3</sup>/s. Cependant, lors d'un événement du même type que ceux qui se sont produits au XIX<sup>ème</sup> siècle, l'onde de crue se propageant jusqu'à Nantes pourrait ne plus bénéficier de l'écrêtement offert historiquement par la mise en eau des vals (val d'Authion en particulier). Les débits pourraient alors être très supérieurs à ceux enregistrés historiquement.

Par ailleurs, l'enfoncement du lit de la Loire lié aux extractions de granulats sur ce secteur de Nantes est très sensible. En effet, le fleuve a été totalement réaménagé pendant la deuxième moitié du XX<sup>ème</sup> siècle. En conséquence, avec un débit comparable, la crue de 1982 est passée à Nantes sous le niveau de la crue de 1910.

Enfin, de l'estuaire jusqu'à Nantes, le marnage des grandes marées et les surcotes marines enregistrées lors du passage des dépressions, influencent aussi le niveau des crues et rendent complexe l'analyse des phénomènes. A ce titre, lors du passage de la tempête Xynthia, la surcote marine observée s'est propagée dans l'estuaire de la Loire sans atténuation jusqu'à l'agglomération nantaise. Sans crue importante de la Loire, elle est pourtant à l'origine des plus hautes eaux connues dans ce secteur de l'estuaire.

### Sous-bassin des côtiers bretons

Bordée par trois façades maritimes, la Bretagne présente typiquement un climat océanique. Si l'influence des courants marins modère les variations de température, les vents dominants d'ouest favorisent la pénétration des dépressions océaniques. Malgré la faible hauteur des reliefs, la pluviométrie annuelle enregistrée sur les Monts d'Arrée est de 1 500 mm. Plus à l'est, la pluviométrie diminue ; on enregistre 700 mm/an à Rennes.

Avec ce type de climat, les 30 000 km de rivières bretonnes connaissent essentiellement leurs crues en hiver et au printemps. L'analyse des crues historiques montre un mécanisme commun sur l'ensemble

du sous-bassin : les épisodes pluviométriques déclenchant des inondations sont systématiquement précédés d'une période à pluviométrie soutenue durant plusieurs dizaines de jours. Cette période pluvieuse préalable contribue à saturer les sols en eau, impliquant un fort ruissellement lorsque survient l'épisode déclenchant.

Sur le bassin de la Vilaine, les épisodes historiques mettent en évidence une configuration spatiale très présente, générée par un flux d'ouest océanique. Ceci n'exclut pas l'existence de champs pluviométriques plus atypiques, correspondant à d'autres configurations météorologiques (flux de sud, de nord), qui ont montré qu'ils sont capables de générer des crues importantes.

Les dernières crues importantes ont eu lieu lors de l'hiver 2000-2001. Elles ont eu pour origine le passage successif de fronts pluvieux dû à un blocage atmosphérique de plusieurs mois. Lors de cet épisode, l'ensemble des cours d'eau bretons se sont retrouvés en crue.

Des crues généralisées similaires s'étaient déjà produites en janvier 1995. D'une intensité moindre qu'en 2000-2001, mais avec des volumes d'eau écoulés plus importants, les inondations ont été plus longues, rythmées par des pics de crue successifs tout au long du mois de janvier.

Des crues marquantes ont aussi été observées antérieurement à ces événements sur le bassin de la Vilaine. A titre d'exemple, la crue du 4 Janvier 1936 qui a eu lieu dans un contexte moins urbanisé qu'aujourd'hui et avec un bocage très dense a atteint à Redon des niveaux supérieurs à ceux des crues de janvier 2001 et de janvier 1995.

En rajoutant l'épisode de décembre 1999 marqué également sur une bonne partie des bassins, la Bretagne a connu en 20 ans une série de crues importantes à exceptionnelles.

Les cours d'eaux bretons ne sont pas ou très rarement endigués. Aussi n'y a-t-il que peu de traces d'inondations brutales liées à des ruptures de digues. Néanmoins, on note historiquement des décès liés à des ruptures de barrages de retenues d'eau.

En revanche, les phénomènes d'inondations par les cours d'eau sont aggravés dans les nombreux estuaires par la concomitance avec des phénomènes d'inondations marines. En cas de forte marées accompagnées de surcotes, même des débits faibles peuvent générer des inondations dans Morlaix, Landerneau, Châteaulin, Quimper et Quimperlé. En cas de concomitance avec des débits de crue, les phénomènes sont bien sûr amplifiés.

### **Sous-bassin des côtières vendéens et du marais Poitevin**

Le climat de ce sous-bassin situé à proximité immédiate de l'Atlantique, est sous influence océanique. Son orientation favorise le passage des dépressions. Les crues fluviales ont lieu essentiellement en saison hivernale et au printemps. Le marais Poitevin, ancien golfe marin, se trouve sujet à des inondations fréquentes et étendues.

Les dernières inondations fluviales importantes datent de 1982. La Sèvre Niortaise a atteint un débit de 330 m<sup>3</sup>/s à Niort. Ce bassin fut aussi touché par les inondations de 1995. D'autres inondations marquantes sont signalées sur la Sèvre Niortaise, en 1972 à Marans, en 1904 à Ronde en Charentes-Maritimes et en 1936 à Niort.

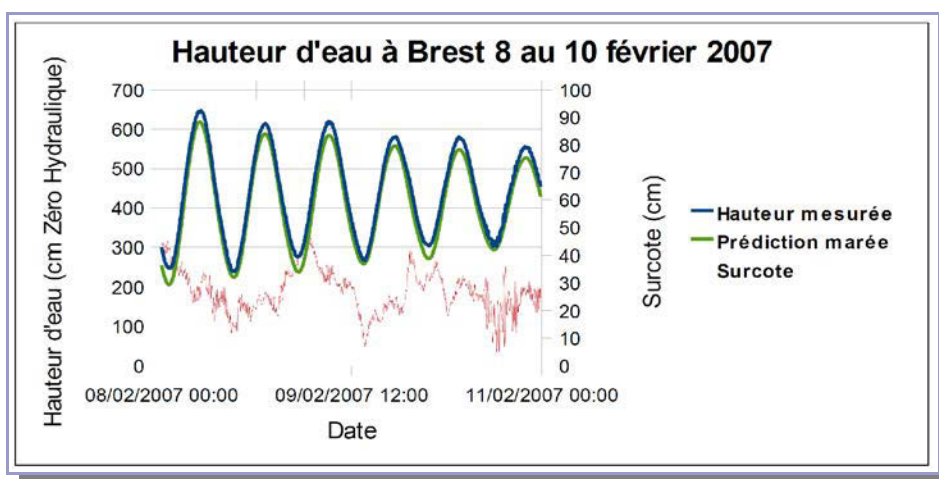
## **2.2.2 Les submersions marines**

Les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone côtière par les eaux de mer. Leur origine est liée à une élévation temporaire du niveau de la mer et à son état d'agitation.



Le niveau de la mer à un moment donné est le résultat de 3 composantes :

- **le niveau moyen** : grandeur caractéristique d'un lieu, il est souvent considéré comme une constante. Cependant, ce niveau reste soumis à des variations sur de longues périodes. Actuellement, le changement climatique observé s'accompagne d'une période d'élévation de ce niveau. À l'horizon 2100, les scientifiques prévoient une augmentation comprise entre 0,80 cm et 1,50 mètres par rapport au niveau actuel.
- **la marée théorique** : c'est le phénomène prévisible du mouvement de flux et reflux des eaux de la mer. Elle trouve son origine dans l'effet conjugué des forces de gravitation de la lune et du soleil et se traduit deux fois par jour par un état de pleine mer et, un peu plus de 12 heures après, par un état de basse mer. Lorsque le soleil et la lune agissent de concert, notamment aux équinoxes, les marées sont de grande amplitude. Le niveau des plus hautes mers astronomiques, correspondant au niveau maximum susceptible d'être atteint par la marée théorique, est affecté d'un coefficient de marée égal à 120. Le niveau minimum est quant à lui affecté du coefficient 20. Sur le littoral du district, le marnage moyen est de l'ordre de 3 à 5 mètres. (Il peut atteindre 13 mètres dans la baie du Mont Saint-Michel).
- **la surcote** : elle est définie comme la différence entre le niveau de la mer observé et le niveau de la marée théorique. Cette différence est d'origine météorologique. Elle est induite par la variation de la pression atmosphérique (une baisse de 1 hPa engendre une augmentation de 1 cm), l'action du vent sur la surface de la mer et la vitesse de déplacement de la perturbation. Sur le littoral Atlantique, lors des tempêtes, les vents peuvent atteindre des vitesses de l'ordre de 150 à 200 km/h et des surcotes supérieures à 1,5 mètres ont déjà été enregistrées.

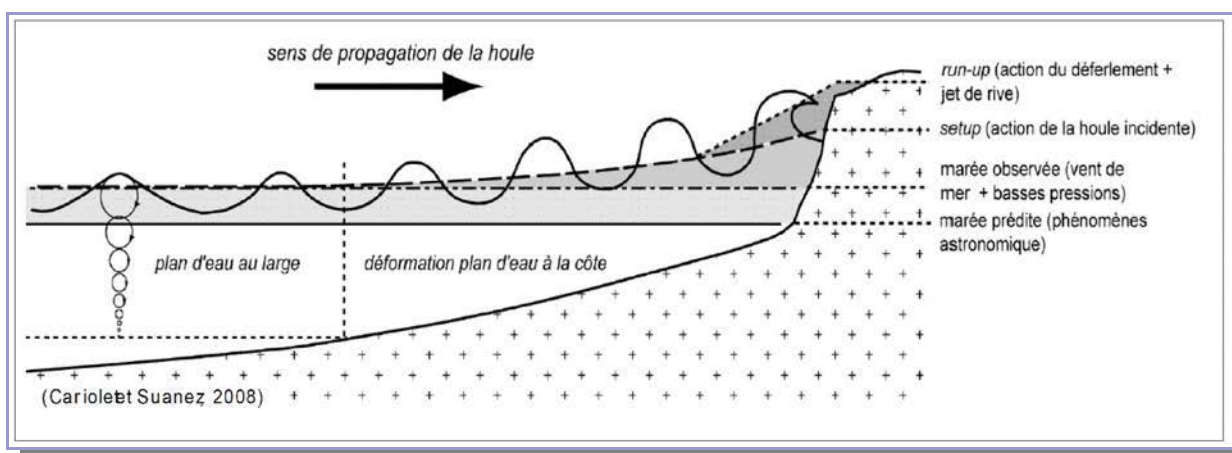


*Prédiction de marée et surcote ( d'après le service hydrographique et océanographique de la marine )*

Les niveaux marins sont exceptionnellement élevés lorsque ces composantes se conjuguent : une marée de grande amplitude qui s'accompagne aux heures de pleine mer du passage d'une dépression très marquée sous forme de tempête. Les niveaux marins exceptionnels restent cependant des phénomènes de courte durée. En effet, dès le reflux de la marée, le niveau baisse.

L'état de la mer correspond à son agitation due à la superposition du vent et de la houle. Les vagues qui se forment en mer se propagent à la côte en subissant l'influence de la bathymétrie et des obstacles. Lorsque la profondeur d'eau diminue et devient du même ordre de grandeur que leur hauteur, les vagues deviennent instables et déferlent. Le transfert d'énergie provoque alors une surélévation du plan d'eau, appelée « set-up ». Puis, l'énergie finit par se dissiper sur le littoral sous la

forme de jets de rive. La hauteur maximale atteinte par une vague, appelée « run-up », est composée d'une part du « set-up » et d'autre part du jet de rive.



*Paramètres entrant en compte dans l'évaluation des niveaux marins*

Lors d'un raz de marée lié au passage d'une tempête, les ouvrages de protections sont soumis à la fois à un niveau de la mer élevé et à l'action dynamique des vagues. L'intrusion d'eau de mer au-delà du cordon littoral et/ou des ouvrages de protection peut alors survenir de trois manières :

- par ouverture de brèches et rupture des ouvrages de protection du littoral ou du cordon dunaire ;
- par débordement des ouvrages de protection, le niveau de la mer ayant une cote supérieure à celle des ouvrages ;
- par franchissement dû au déferlement des vagues (effet de run-up) par-dessus les ouvrages, le niveau de la mer restant inférieur au niveau des ouvrages, également appelé franchissement par paquet de mer.

**Le tsunami** est un cas particulier de submersion marine. Il se définit comme une série de vagues provoquée par une action mécanique brutale et de grande ampleur, libérant une quantité d'énergie considérable. Il peut trouver son origine dans un mouvement sismique, un glissement de terrain sous-marin, une explosion volcanique. La longueur d'onde du phénomène est bien supérieure à la houle et se caractérise par une grande célérité en eau profonde. En eau moins profonde, la vitesse de propagation se réduit et la hauteur des vagues augmente. L'énergie transportée est bien plus importante que dans la houle. Elle peut engendrer des dommages très importants. Des traces historiques de ce type de phénomène ont été retrouvées sur la façade atlantique. Toutefois, ces témoignages font état d'une intensité très limitée de ces tsunamis, sans commune mesure avec ceux qui se sont produits en Asie ces dernières années.

Sur le district Loire-Bretagne, l'ensemble de la façade littorale atlantique du marais poitevin, de la Vendée jusqu'à l'estuaire de la Loire, est régulièrement exposée aux tempêtes océaniques provoquant, en l'absence de relief, des submersions marines importantes. La tempête Xynthia du 28 février 2010 (coefficient de 102, surcote de 1,5 mètres, niveau marin de plus de 4,50 mètres NGF en sud Vendée), qui a impacté l'intégralité du littoral vendéen et la baie de l'Aiguillon a été à l'origine de submersions marines aux conséquences dramatiques malgré les dispositifs de protection en place. Mais, plus au nord, le secteur poldérisé de la Baie de Bourgneuf (marais Breton) ainsi que la côte des traicts du Croisic, de Pen Bé et de Pont Mahé sont eux aussi particulièrement exposés au risque de submersion marine.

De par son relief, la configuration du littoral breton est différente. Les zones basses, sensibles aux submersions marines, sont éclatées tout du long du littoral mais sans continuité physique entre elles. Elles sont de tailles très variables et portent des enjeux très divers (d'une occupation inexistante à des zones urbaines denses).

Dans ce contexte, deux zones se détachent nettement par l'importance des enjeux exposés :

- les marais de Dol (Ille-et-Vilaine) : vaste polder (12 000 ha) à vocation première agricole, protégé par la digue de la Duchesse Anne (environ 26 km), regroupant 22 communes ;
- la commune de Saint-Malo (Ille-et-Vilaine) dont une partie a été édifiée dans une zone poldérisée, bien moins vaste que les marais de Dol, mais présentant une urbanisation plus dense.

Des enjeux notables sont aussi présents dans le sud Finistère avec de nombreuses villes implantées en fond d'estuaire.

Les dernières tempêtes marquantes pour la Bretagne sont celles de 1990 et du 8 Mars 2008 (tempête Johanna). Cette dernière a donné lieu à des dégâts très importants sur tout le littoral breton. A Gavres par exemple, cet événement a dépassé l'évènement centennal calculé.

## 2.2.3 Les ouvrages hydrauliques

### Les digues

De nombreuses digues ont été édifiées sur le district Loire-Bretagne pour se protéger des inondations issues de débordements de cours d'eau ou de submersions marines. Mais leur existence ne supprime pas le risque, elle le modifie seulement. Quel que soit leur degré théorique de protection, les zones endiguées restent en effet soumises à un risque d'inondation car on ne peut pas écarter totalement le risque d'une rupture brutale ou de submersion d'une digue. L'inondation des territoires qui se produit alors à l'arrière de l'ouvrage est beaucoup plus violente qu'une inondation naturelle. La vitesse de montée des eaux devient comparable, voire supérieure à celle d'une crue rapide et, immédiatement à l'aval de l'ouvrage, la puissance des flots devient telle qu'elle emporte tout. Si les digues diminuent la fréquence des inondations, elles les rendent aussi beaucoup plus dommageables lorsqu'elles surviennent.

Les digues font l'objet d'une autorisation spécifique et d'un classement en fonction de leur hauteur et des populations protégées :

- Dignes de classe A : hauteur supérieure ou égale à 1 mètre et nombre d'habitants dans la zone protégée supérieur ou égal à 50000 ;
- Dignes de classe B : hauteur supérieure ou égale à 1 mètre et nombre d'habitants dans la zone protégée supérieur ou égal à 1000 ;
- Dignes de classe C : hauteur supérieure ou égale à 1 mètre et nombre d'habitants dans la zone protégée supérieur ou égal à 10 ;
- Dignes de classe D : hauteur inférieure à 1 mètre ou nombre d'habitants dans la zone protégée inférieur à 10.

Les digues protégeant de forts enjeux sont soumises à une réglementation spécifique (décret n° 2007-1735 du 11 décembre 2007), imposant entre autres la réalisation et l'actualisation d'études de dangers tous les 10 ans. Ces études doivent permettre d'identifier les dangers liés à la présence de la digue pour les populations théoriquement protégées et les solutions à mettre en œuvre pour les réduire. Les premières études de dangers sont attendues pour fin 2012 pour les digues de classe A, pour fin 2014 pour celles de classe B ou C.

## Les barrages

Les rivières du district accueillent de nombreux barrages. Dans l'hypothèse d'une rupture brutale d'un ouvrage, une puissante onde de crue dévastatrice se propagerait rapidement vers l'aval.

Les barrages sont classés en fonction de leur hauteur « h » et du volume de la retenue « v » :

- Barrages de classe A : h supérieure ou égale à 20 mètres ;
- Barrages de classe B : h supérieure ou égale à 10 mètres et  $h^2.v^{0.5}$  supérieur ou égal à 200 Mm<sup>3</sup> ;
- Barrages de classe C : h supérieure ou égale 5 mètres et  $h^2.v^{0.5}$  supérieur ou égal à 20 Mm<sup>3</sup> ;
- Barrages de classe D : h supérieure ou égale à 2 mètres.

Les barrages d'une hauteur supérieure à 20 mètres et dont le volume de la retenue dépasse les 15 Mm<sup>3</sup> font l'objet d'un Plan Particulier d'Intervention (PPI) qui prévoit les mesures à prendre, ainsi que les moyens de secours à mettre en œuvre, pour l'alerte et l'évacuation des populations qui seraient concernées par leur rupture brutale.



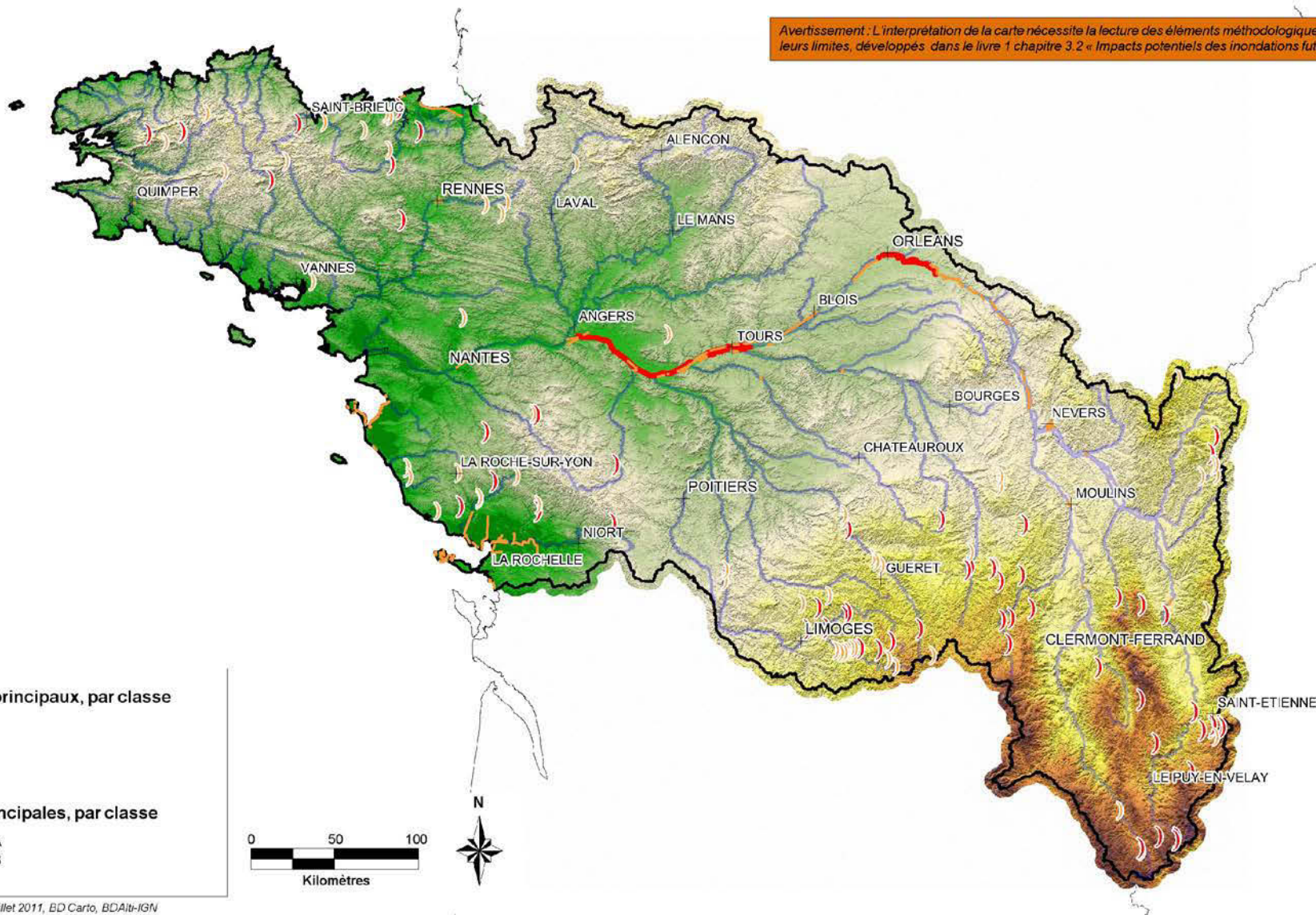


# Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation

## Digues et barrages



Avertissement : L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».



Données : SIOUF-juillet 2011, BD Cartho, BDAIti-IGN

DREAL du bassin Loire-Bretagne - octobre 2011

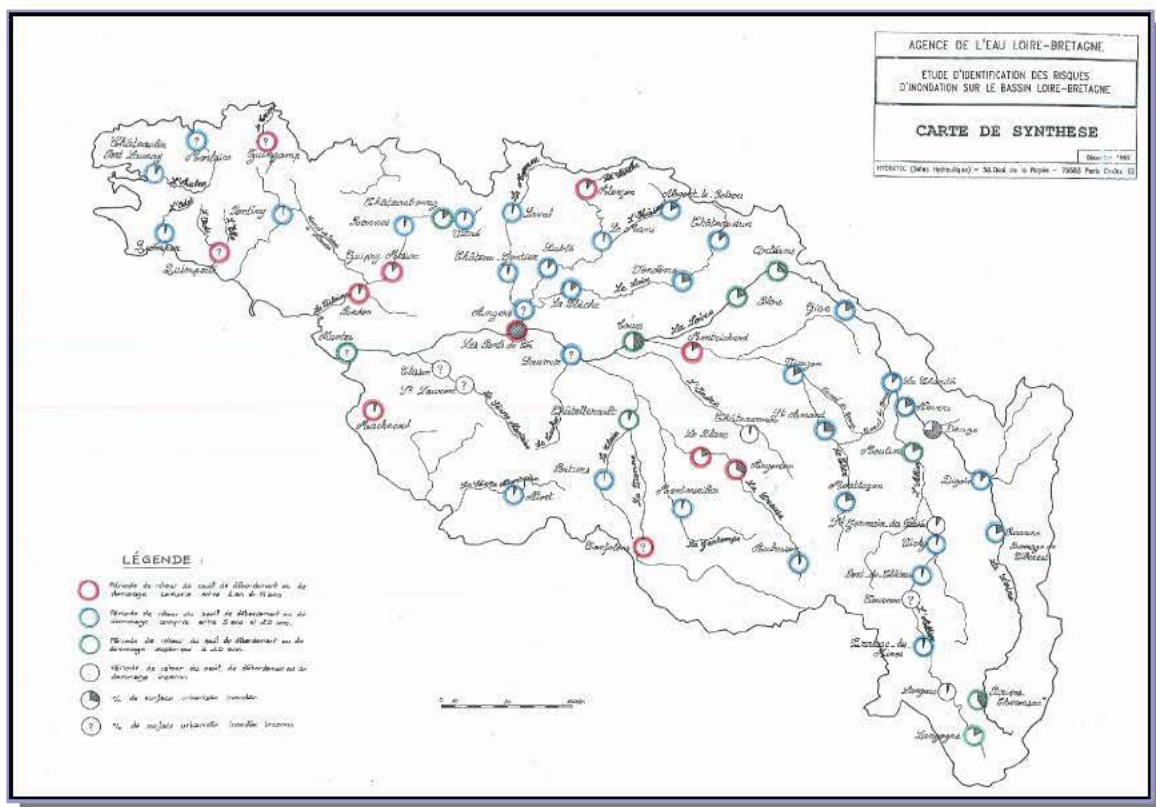
[www.centre.developpement-durable.gouv.fr](http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr)

## 2.3 Nature des enjeux<sup>4</sup>

### 2.3.1 Enjeux liés au débordement de cours d'eau

Dans les reliefs, la cinétique des crues a été à plusieurs reprises dans le passé, à l'origine de la perte de vies humaines. Lors de la dernière crue cévenole importante de la Loire, le 21 septembre 1980, huit personnes trouvèrent la mort suite aux inondations. Les dommages matériels consécutifs à cet événement dans les communes riveraines de la Loire ont été estimés quant à eux à plus de 140 millions d'euros (valeur 1998). Sur le secteur de Clermont-Ferrand et Riom, une crue violente au XIX<sup>ème</sup> siècle a fait plusieurs dizaines de morts ; aujourd'hui les dommages directs potentiels liés à de tels événements y sont estimés à plus de 600 millions d'Euros (valeur 2011).

Dans les secteurs de plaine, en cas d'inondations par débordement de cours d'eau, on ne peut exclure des pertes en vies humaines importantes, notamment si des systèmes d'endiguement protégeant des zones fortement urbanisées sont amenés à rompre avant que les populations aient été évacuées. Néanmoins, les enjeux restent davantage liés aux biens et activités implantés dans les zones inondables. Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux de 1996 avait été à l'origine d'une étude caractérisant les risques d'endommagement sur le district pour les grands cours d'eau. Comme le montre la carte ci-après, les zones de risques identifiées étaient distribuées de façon assez homogène le long de quasiment tous les cours d'eau ; mais la fréquence des crues marquant le début des dommages restait très variable.



Étude préalable au Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux de 1996

4 Le chapitre de l'EPRI cite des montants de dommage qui ne peuvent être directement comparés entre eux en raison notamment de méthodes de calcul différentes.



En outre, le coût des dommages des inondations de 1995 sur le bassin de la Maine, 800 millions de francs (valeur 1997) et de 2000 sur la Bretagne, 1 milliard de francs (valeur 2000), permet d'apprécier l'ordre de grandeur du coût des dommages lié au passage d'un événement océanique d'ampleur sur le district Loire-Bretagne. Ces chiffres ont permis, dans le cadre de l'Étude des crises hydrologiques des rivières du bassin de la Maine conduite par l'Établissement Public Loire, d'apprécier la notion de Dommage Moyen Annuel<sup>5</sup> (valeur 1997) pour ce type d'inondation.

- La Sarthe (260 km) : 27 millions de francs
- L'Huisne (123 km) : 5,7 millions de francs
- La Mayenne (176 km) : 3,5 millions de francs
- Le Loir (267 km) : 7,1 millions de francs
- La Maine (11 km) : 3,8 millions de francs
- L'Oudon (80 km) : 0,8 millions de francs

Si pour la Loire moyenne, les dommages n'interviennent que tardivement derrière des levées de protection, l'ampleur qu'ils pourraient prendre lors d'une crue exceptionnelle est à souligner au regard des chiffres précédents. Dans les travaux conduits à l'occasion du Plan Loire Grandeur Nature, l'estimation des dommages en Loire Moyenne varie entre 1 et 2,5 milliards d'euros. Ils dépasseraient les 6 milliards d'euros dans l'hypothèse d'une inondation généralisée des vals comparable à celles qui se sont produites au XIX<sup>ème</sup> siècle. Le dommage moyen annuel calculé en Loire pour 380 km dépasse les 200 millions de francs (valeur 1999).

Sur l'amont du bassin de la Loire, les dommages économiques potentiels restent importants. Ils sont estimés par exemple, pour l'habitat et les entreprises, à près de 350 millions d'euros (valeur 2011) sur l'Allier et 150 millions d'euros (valeur 2011) pour son affluent la Dore.

Lors d'une inondation des vals de la Loire, la coupure de grands axes de communication entre le nord et le sud de la France est à attendre. De même, des perturbations sont à attendre dans la distribution d'énergie avec des répercussions sur d'autres services publics. Compte tenu de l'ampleur des dommages attendus, les délais de remise en état seront inévitablement très longs et handicaperont le redémarrage des activités dans la zone inondable, mais également au-delà. De même, le retour à la vie normale pour toutes les personnes implantées actuellement dans les zones inondables sera relativement lent, ainsi que pour celles dont l'activité au quotidien dépend du bon fonctionnement de ces territoires.

Enfin, lors des inondations, en plus des dommages directs, les territoires sont aussi impactés par des conséquences indirectes. On peut citer à ce titre les effets sur les réseaux (voirie, assainissement, eau potable, électricité, ...), la perturbation éventuelle de certains services publics (hôpitaux, aide sociale...) qui touchent les populations au-delà de la zone inondée.

---

5 Le Dommage Moyen Annuel traduit par un coût annuel, le dommage total de l'ensemble des crues en tenant compte de leur probabilité d'apparition. Il intègre les dommages sur l'ensemble des périodes de retour et en pondère l'importance en fonction de la probabilité d'apparition de la crue qui en est à l'origine. Il est calculé, à partir des données obtenues pour les différentes crues simulées, sur la base de la formule d'intégration suivante :  $DMA = \int \frac{1}{n} \cdot D_n$ , où  $1/n$  est la probabilité d'apparition d'une crue de période de retour  $n$  et  $D_n$  le dommage pour cette crue.

## 2.3.2 Enjeux liés à la submersion marine

Si le bilan de la tempête Xynthia, avec 47 morts et 2,5 milliards d'euros de dommages (1 milliard d'euros non indemnisable, 800 millions indemnisables au titre la garantie tempête, 700 millions au titre du régime des catastrophes naturelles) permet d'apprécier les enjeux liés à ce type d'événement, aucune étude disponible à ce jour ne permet de les quantifier globalement sur le district. De plus, si un événement similaire à Xynthia se produisait en période estivale, l'augmentation saisonnière de la population le long du littoral laisserait craindre un bilan encore plus lourd sur le plan humain que celui enregistré. Par ailleurs, il faut aussi noter que cette partie du territoire connaît aujourd'hui une croissance de sa population très supérieure à celle enregistrée en moyenne sur le bassin, ce qui laisse présager une augmentation des enjeux pour l'avenir.

## 2.4 Politique de gestion du risque d'inondation

Sans être exhaustif, ce chapitre présente les principaux outils et acteurs de la gestion du risque d'inondation actuellement en place à l'échelle du district.

### 2.4.1 Le SDAGE Loire-Bretagne

Le premier Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du district Loire-Bretagne, approuvé en 1996, affichait dans ses objectifs « savoir mieux vivre avec les crues ». Il préconisait de mettre fin à l'urbanisation des zones inondables et d'améliorer la protection des zones déjà urbanisées.

Le SDAGE actuellement en vigueur depuis décembre 2009, réaffirme cette volonté. Il mentionne dans ses orientations prioritaires la réduction du risque d'inondation lié au débordement des cours d'eau. Il préconise pour cela quatre voies :

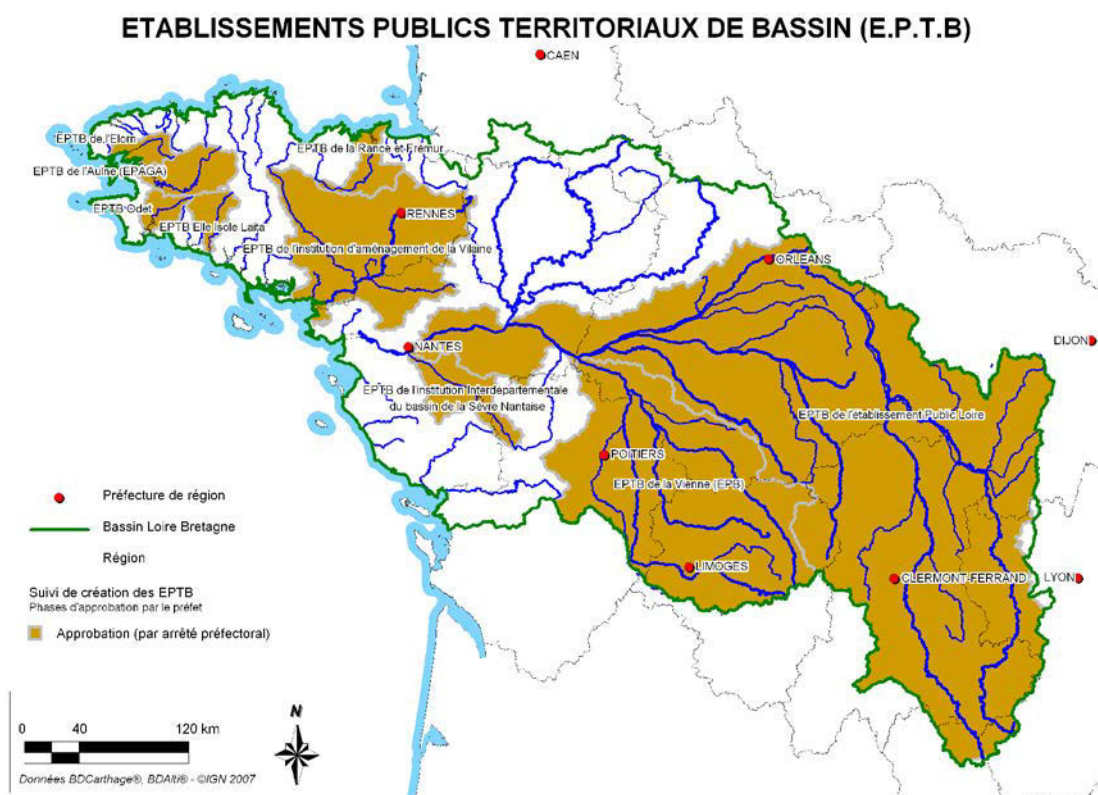
- améliorer la conscience et la culture du risque des populations exposées aux effets des inondations et des acteurs de l'aménagement du territoire ;
- arrêter l'extension de l'urbanisation dans les zones inondables et des infrastructures qui y sont liées en élaborant dans les communes à enjeux, sous l'autorité de l'État, des Plans de Prévention des Risques d'inondations (PPRi) sur des bases harmonisées et cohérentes ;
- améliorer la protection des personnes et des biens présents dans les zones inondables ;
- réduire la vulnérabilité des enjeux présents dans les zones inondables pour assurer la sécurité des individus, un retour à la normale le plus rapide possible après une crue et éviter le surendommagement.

### 2.4.2 L'implication des collectivités au travers des Établissements Publics Territoriaux de Bassin (EPTB)

À travers l'article L213-10 du Code de l'Environnement, l'État a donné aux collectivités locales la possibilité de s'organiser pour mener leur politique de prévention des inondations :



« Pour faciliter, à l'échelle d'un bassin ou d'un sous-bassin hydrographique, la prévention des inondations et la gestion équilibrée de la ressource en eau ainsi que la préservation et la gestion des zones humides, les collectivités territoriales intéressées et leurs groupements peuvent s'associer au sein d'un établissement public territorial de bassin ».



*Aires d'intervention des Établissements Publics Territoriaux de bassin du district Loire-Bretagne*

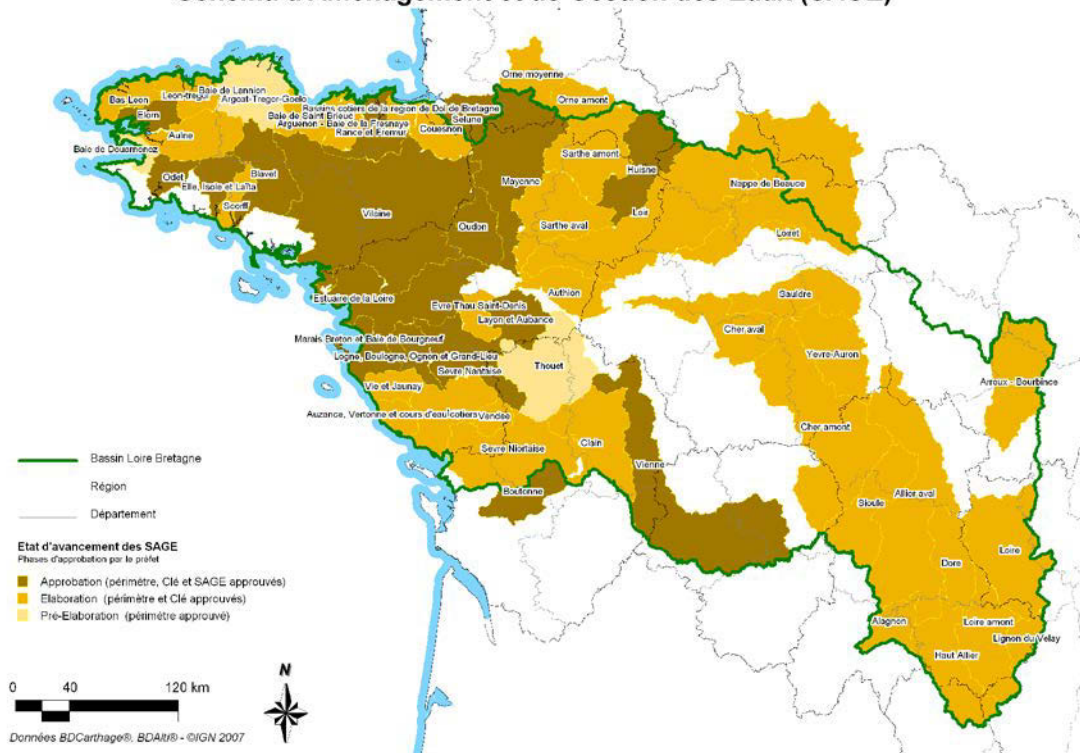
En 2011, les trois-quarts de la surface du bassin sont couverts par 9 EPTB dont plusieurs exercent directement des responsabilités dans la prévention des inondations. Dans ce cadre, l'exploitation du barrage de Villerest sur la Loire, principal ouvrage écrêteur de crue sur le bassin, est assurée par l'Établissement Public Loire. De même l'Établissement Public Territorial de Bassin Vilaine gère le barrage d'Arzal, ouvrage permettant, entre autres, de bloquer l'onde de marée qui engendrerait des inondations fréquentes sur le secteur redonnais par concomitance entre une marée haute à fort coefficient et une crue de la Vilaine ou de l'Oust.

### 2.4.3 Les outils et programmes de prévention des inondations sur le district

#### Les SAGE

Sur un plan territorial, les orientations du SDAGE sont déclinées suivant les priorités locales, dans différents Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux sur le district Loire-Bretagne

## Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE)



Territoire du district couvert par les SAGE

À titre d'exemple, le SAGE Vilaine reprend dans ses objectifs « mieux vivre avec les crues » et précise certaines orientations sur la prévision des inondations, la prévention et la protection.

### Le Plan Loire Grandeur Nature

Né en 1994 en réponse aux conflits des années 80 autour des projets de barrages destinés à lutter contre les inondations, le Plan Loire Grandeur Nature est un plan d'aménagement global qui vise à concilier :

- la sécurité des personnes ;
- la protection de l'environnement ;
- le développement économique.

Si initialement le plan Loire Grandeur Nature ne traitait que de l'axe Loire, aujourd'hui, il couvre l'ensemble du bassin hydrographique du fleuve. Il concerne ainsi 9 régions et 29 départements.

Le programme en cours associé à la phase 2007-2013 résulte d'un large partenariat entre les différents acteurs. Il s'appuie notamment sur « la stratégie globale de réduction des risques d'inondation par les crues fortes en Loire moyenne » proposée en 1999 par l'équipe pluridisciplinaire du Plan Loire Grandeur Nature et approuvée dans ses principes par le Comité de Bassin Loire-Bretagne et le Comité Syndical de l'Établissement Public Loire. Avec un montant de 261 M€, le programme 2007-2013 affiche trois grandes ambitions :

- « faire des vallées formées par la Loire et ses affluents, un territoire de développement durable tenant compte des risques d'inondation et de sécheresse, en prévenant leurs conséquences néfastes » ;
- « faire du patrimoine naturel, culturel, architectural et paysager du bassin de la Loire et de ses affluents, un moteur de développement de l'attractivité et la compétitivité des territoires ligériens » ;
- « faire du bassin de la Loire une référence européenne en matière de gestion d'un grand fleuve et de son bassin versant, depuis les sources jusqu'à l'estuaire ».

La prise en compte du risque d'inondation dans ces ambitions se traduit par l'identification de deux « grands projets » :

- « La prévention des inondations », pour un montant de 78 M€, qui s'articule autour de :
  - ➔ la prise de conscience du risque d'inondation par le plus grand nombre d'acteurs ;
  - ➔ la prise en compte explicite du risque d'inondation dans la gestion des territoires, les aménagements, les activités ;
  - ➔ la planification de la gestion de crise ;
  - ➔ la réduction des impacts des inondations à venir (risques humains, dommages, perte d'activités, etc.).
- « Les ouvrages de protection et de sécurité », pour un montant de 48 M€ qui se décline autour :
  - ➔ du renforcement des levées ;
  - ➔ des possibilités d'amélioration du fonctionnement hydraulique du système de protection ;
  - ➔ des actions à conduire pour augmenter la sécurité des vals ;
  - ➔ de la restauration du lit de la Loire, notamment pour améliorer les écoulements.

### Initiatives des collectivités territoriales, Programmes d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI)

Initiés en 2002 suite aux inondations dramatiques qui ont touché la France, les PAPI ont constitué des outils de gestion du risque lié aux inondations fluviales entre 2003 et 2009. Assis sur le volontariat des collectivités, ils ont permis de conduire des programmes d'actions dans le cadre d'une approche globale reposant à la fois sur l'aléa (réhabilitation des zones d'expansion des crues, ralentissement dynamique des crues, ouvrages de protection...) et la réduction de la vulnérabilité des enjeux (limitation de l'urbanisation des zones inondables, adaptation des constructions, amélioration de la prévision des crues et de la gestion de crise....).

Dans le bassin Loire-Bretagne, 7 PAPI ont été contractualisés, pour un montant global de 57 M€. Les programmes situés dans le bassin de la Loire ont été adossés au Plan Loire Grandeur Nature pour assurer leur cohérence avec la politique déjà conduite.



*PAPI initiés sur le district Loire-Bretagne suite à l'appel à projet de 2002*

Début 2011, l'État a relancé un nouvel appel à projet. Il est élargi à l'ensemble des inondations, notamment aux submersions marines. Dans ce cadre, différents PAPI sont en cours d'élaboration dans le district Loire-Bretagne, par exemple sur la Vilaine où la démarche s'articule avec la révision du SAGE.

Enfin, en dehors du cadre strict des PAPI, de nombreuses collectivités prennent aussi des initiatives sur la prévention des inondations en conduisant par exemple des actions sur la réduction de vulnérabilité de l'habitat et des réseaux, les ouvrages de protection, la gestion de crise, et la culture du risque.

### Aménagement du territoire, Plans de Prévention des Risques (PPR)

En 1982, en même temps qu'il organise la solidarité nationale pour indemniser les victimes de catastrophe naturelle, l'État crée un outil réglementaire de prévention dont il conserve l'élaboration et la mise en application, le Plan d'Exposition aux Risques. La loi du 2 février 1995, relative au renforcement de la protection de l'environnement, fait évoluer cet outil vers le Plan de Prévention des Risques (PPR).

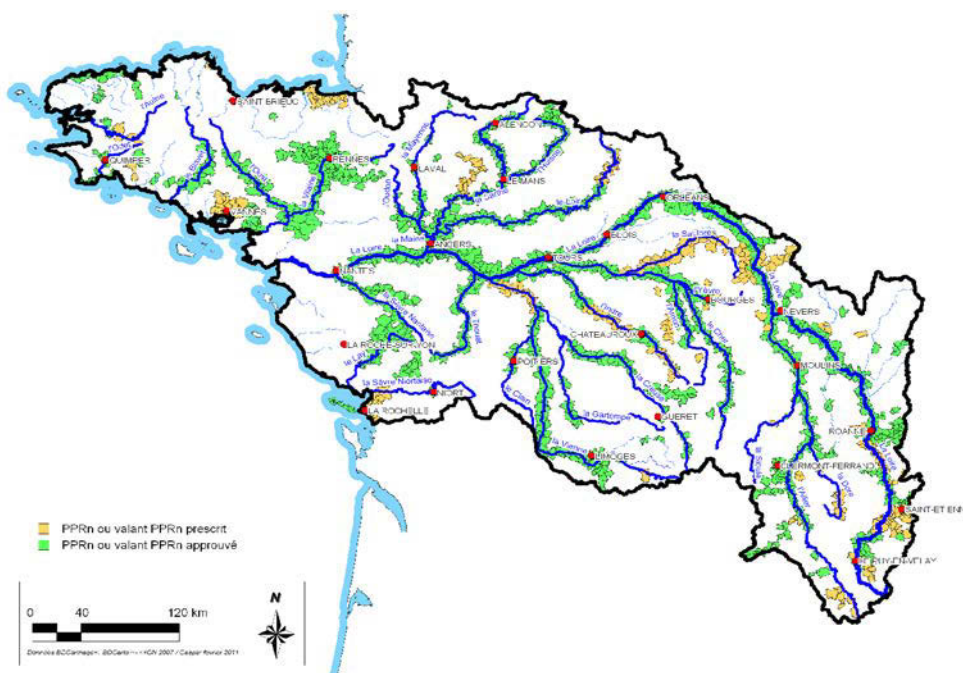
Par ailleurs, la planification territoriale ayant été identifiée comme un moyen privilégié de prévention du risque d'inondation, la loi du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile et à la prévention des risques majeurs institue l'obligation pour les collectivités d'assurer la sécurité du public dans le cadre de leurs décisions d'utilisation de l'espace. Le code de l'urbanisme reprend cette obligation en mentionnant que « les documents d'urbanisme doivent déterminer les conditions permettant de prévenir les risques ». Les collectivités, en exerçant des compétences sur l'aménagement du territoire, jouent donc un rôle majeur dans la prévention des inondations. Elles se doivent d'intégrer le risque d'inondation le plus en amont possible dans leurs réflexions.



Pour sa part, l'État met en œuvre autant que de besoin les Plans de Prévention des Risques avec pour objet :

- de délimiter les zones exposées aux risques ou pouvant l'aggraver, en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru ;
- de réglementer dans ces zones tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement, d'exploitation ;
- de définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises, dans les zones exposées ou pouvant aggraver les risques ;
- de définir les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation, l'exploitation qui doivent être prises pour les constructions, les ouvrages existants et les espaces déjà en culture.

Une fois réalisé, les PPR s'imposent aux documents d'urbanisme, avec une valeur de servitude publique.



État d'avancement des PPR inondation sur le district Loire-Bretagne  
(source GASPARD : décembre 2011)

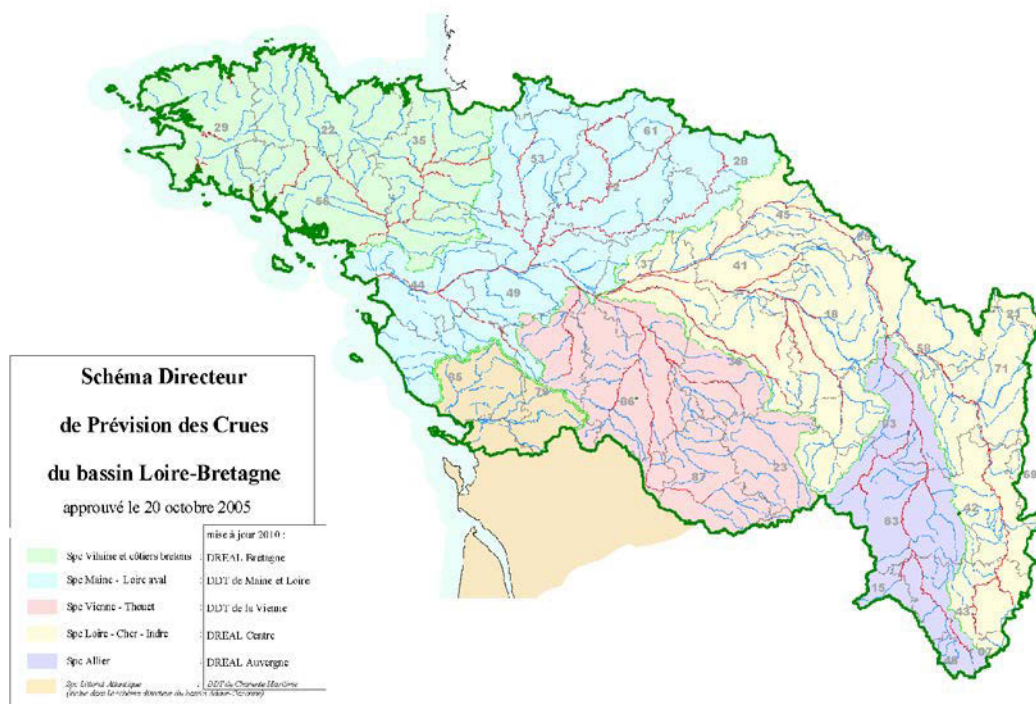
Suite à la tempête Xynthia, l'État a relancé la réalisation des PPR relatifs au risque de submersions marines.

## 2.4.4 Surveillance et Prévision des Crues

L'organisation de la surveillance, de la prévision et de la transmission de l'information sur les crues dans le bassin Loire-Bretagne a été définie sous la responsabilité de l'État dans le Schéma Directeur de Prévision des Crues arrêté le 20 octobre 2005.

Sur le district Loire-Bretagne, la prévision des crues est assurée par 6 services de prévision des crues, dispositifs de surveillance de l'État, assurant sur leur territoire :

- la surveillance, la prévision et la transmission de l'information sur les crues pour des cours d'eau désignés dans le schéma directeur ;
- la capitalisation de la connaissance des phénomènes d'inondation.



#### *Organisation des services de prévision des crues sur le district Loire-Bretagne au 01/01/2011*

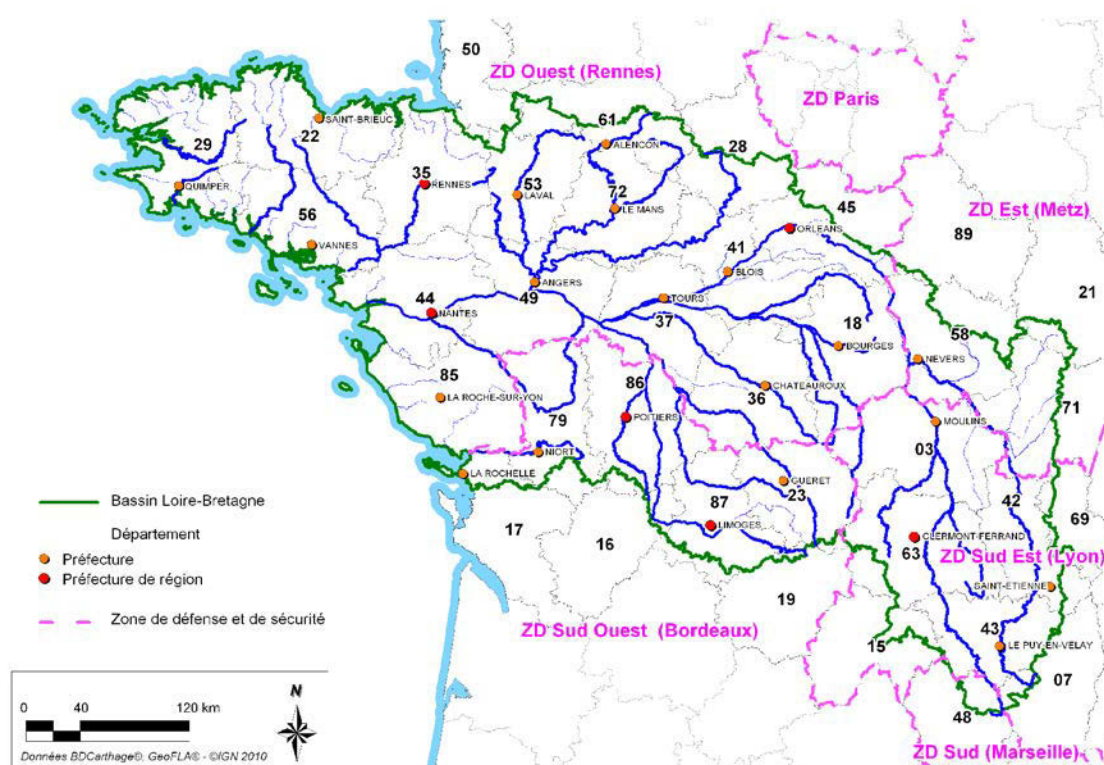
Sur les cours d'eau surveillés, le dispositif d'information mis en place s'inscrit dans la procédure de vigilance des crues définie au niveau national. Ce dispositif est constitué d'une information actualisée disponible en permanence sur un site Internet. Suivant l'état hydrologique constaté ou prévisible du cours d'eau, cette information est transmise directement aux autorités de gestion de crise des départements concernés.

Aujourd'hui, pour ajuster l'organisation des services de prévision des crues et intégrer les dispositifs de surveillance développés par certaines collectivités, le Schéma Directeur de Prévision des Crues est en cours de révision. Compte tenu des événements dramatiques enregistrés pendant l'année 2010, la possibilité d'étendre la surveillance aux pluies violentes et la prévision aux submersions rapides est étudiée.

## 2.4.5 Gestion de crise et information sur les risques

Pour les inondations comme pour tout autre risque naturel ou technologique, les maires et les préfets des départements sont au centre du dispositif de gestion de crise et d'information des populations sur les risques.

Lorsque l'état hydrologique d'un cours d'eau surveillé laisse craindre des débordements dommageables, le préfet de département est destinataire directement des informations de vigilance diffusées par le service de prévision des crues. Il transmet alors un message d'alerte aux maires dont le territoire est concerné pour qu'ils prennent les mesures nécessaires. Toutefois, le préfet exerce son pouvoir de subsidiarité sur le maire, si l'évènement dépasse les capacités de gestion de la commune. De plus, une coordination supra-départementale est prévue au travers des zones de défense et de sécurité. Elle serait activée pour des inondations de la même intensité que celles qui se sont produites sur la Loire au XIX<sup>ème</sup> siècle.



Zones de défense et de sécurité sur le district Loire-Bretagne

Le district Loire-Bretagne est couvert par cinq zones de défense et de sécurité, où le préfet de chaque zone dispose d'un pouvoir étendu en matière de coordination et d'attribution des moyens civils et militaires pour gérer la crise. Il faut noter que la majeure partie du bassin est située dans le périmètre de la zone de défense et de sécurité Ouest.

La préparation de la gestion de crise repose sur des plans établis aux différents échelons territoriaux impliqués, conformément à la loi de modernisation de la sécurité civile du 13 août 2004.

Dans les communes, le Plan Communal de Sauvegarde (PCS) est obligatoire s'il existe un Plan de Prévention des Risques (PPR) ou un Plan Particulier d'Intervention (PPI) lié à la présence d'activités ou d'ouvrages susceptibles de générer un danger important pour la population. Ce plan détermine les

mesures immédiates de sauvegarde et de protection des personnes. Il fixe l'organisation de la diffusion de l'alerte, recense les moyens disponibles pour gérer la crise et les mesures d'accompagnement de la population pouvant être mises en œuvre. Sur le district, de nombreux PCS sont finalisés ou en cours de finalisation. Ils sont accompagnés par une information des populations au travers des Dossiers d'Information Communaux sur les Risques Majeurs (DICRIM) et de la pose de repères de crue.

Au titre des risques d'inondation, les barrages dont la hauteur est supérieure à 20 mètres et le volume de la retenue supérieur à 15 Mm<sup>3</sup> font l'objet d'un PPI. Les périmètres des PPRi ont quant à eux été présentés au paragraphe 2-4-1 de cette partie.

Dans chaque département et dans chaque zone de défense, un plan « ORSEC » (Organisation de la Réponse de Sécurité Civile) organise les secours revêtant une ampleur particulière.

- Le plan ORSEC départemental détermine l'organisation générale des secours, les dispositions particulières propres à certains risques et recense l'ensemble des moyens publics et privés susceptibles d'être mobilisés.
- Le plan ORSEC de Zone de défense et de sécurité recense l'ensemble des moyens susceptibles d'être mis en œuvre en cas de catastrophe touchant au moins deux départements ou dépassant le cadre départemental. Il fixe les conditions de coordination des opérations de secours et d'attribution des moyens.

Le caractère opérationnel de ces plans est testé régulièrement par des exercices. En 2010, pour le risque d'inondation, un exercice départemental a ainsi simulé l'évacuation de 60 000 personnes vivant dans la zone inondable de la Loire sur l'agglomération d'Orléans. Pour 2011, un exercice de coordination (sans déploiement effectif de moyens) sur la zone de défense Ouest a été organisé en mai pour analyser les conséquences d'une crue majeure de la Loire.

Enfin, il faut noter que l'information des populations sur les risques et les mesures prises pour les gérer est assurée dans chaque département par le dossier départemental des risques majeurs et au niveau des communes par le document d'information communal sur les risques majeurs.



### 3 Évaluation des conséquences négatives des inondations : principaux résultats à l'échelle du bassin

L'évaluation préliminaire des risques d'inondation a pour objectif d'évaluer les risques potentiels des inondations sur la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique.

Il s'agit avant tout de partager un diagnostic du territoire sur les conséquences potentielles d'inondations extrêmes. L'approche retenue vise à identifier les enjeux potentiellement exposés, de manière homogène sur l'ensemble du territoire national.

Les conséquences potentielles des inondations, objet du présent chapitre, sont appréciées à travers différents types d'informations :

- l'analyse des évènements du passé et de leurs conséquences :

Les inondations significatives du passé ont été identifiées à partir des informations disponibles au sein des services de l'État et des établissements publics de bassin du district. Certains de ces événements ont été choisis pour illustrer les types de phénomènes et leurs impacts. La liste des événements identifiés et leurs caractéristiques sur les secteurs concentrant les enjeux est fournie dans un tableau à la suite de ces illustrations.

- L'évaluation des impacts potentiels des inondations futures :

Cette évaluation est mise en œuvre pour les débordements de cours d'eau et les submersions marines. Un socle national d'indicateurs communs a été retenu afin de caractériser l'impact des inondations. Il a été construit sur la base de deux critères :

- la pertinence des indicateurs pour illustrer l'exposition au risque de l'une des quatre catégories d'enjeux visées par le texte de la directive (santé humaine, environnement, patrimoine culturel et activité économique) ;
- la disponibilité des données de calcul des indicateurs à l'échelle nationale.

Ce tronc commun de l'évaluation de l'impact potentiel des inondations, constitué majoritairement d'indicateurs quantitatifs, est complété si nécessaire par la connaissance locale pour rendre compte des spécificités de certains enjeux ou phénomènes.

La recherche d'homogénéité à l'échelle nationale a conduit à utiliser des méthodes simplifiées pour calculer ces indicateurs :

- définition d'une emprise pour qualifier les évènements extrêmes : l'enveloppe approchée des inondations potentielles (EAIP) ;
- décompte des enjeux de différentes natures dans cette emprise.

Cependant, cette approche simplifiée de la vulnérabilité du territoire ne permet pas de prendre en compte directement :

- les caractéristiques de l'aléa (intensité, cinétique, probabilité d'atteinte) ;
- la vulnérabilité intrinsèque des enjeux, ni leur évolution dans les décennies à venir ;
- les impacts indirects, notamment ceux en dehors des zones inondables.

Enfin, pour les inondations qui ne rentrent ni dans le champ des débordements de cours d'eau, ni dans celui des submersions marines, tels que les ruissellements en versant, les remontées de nappes souterraines ou les ruptures de barrages par exemple, il n'a pas été possible de fournir une enveloppe des inondations potentielles. Seule la connaissance disponible à ce jour sur ces phénomènes est rapportée avec notamment pour les débordements par remontée de nappes une carte de la sensibilité du territoire, sans calcul d'indicateur.

Si les méthodes employées comportent certaines limites explicitées dans les paragraphes suivants, les résultats obtenus constituent cependant l'analyse la plus complète et la plus détaillée du risque inondation à l'échelle du district et à l'échelle nationale disponible à ce jour.

Le présent chapitre fournit une synthèse des résultats de cette évaluation à l'échelle du district Loire-Bretagne. Le détail et l'analyse de ces résultats, complétés par les connaissances locales, sont présentés ensuite pour chacun des sous-bassins du district, dans les livres 2 et 3 de l'EPRI.

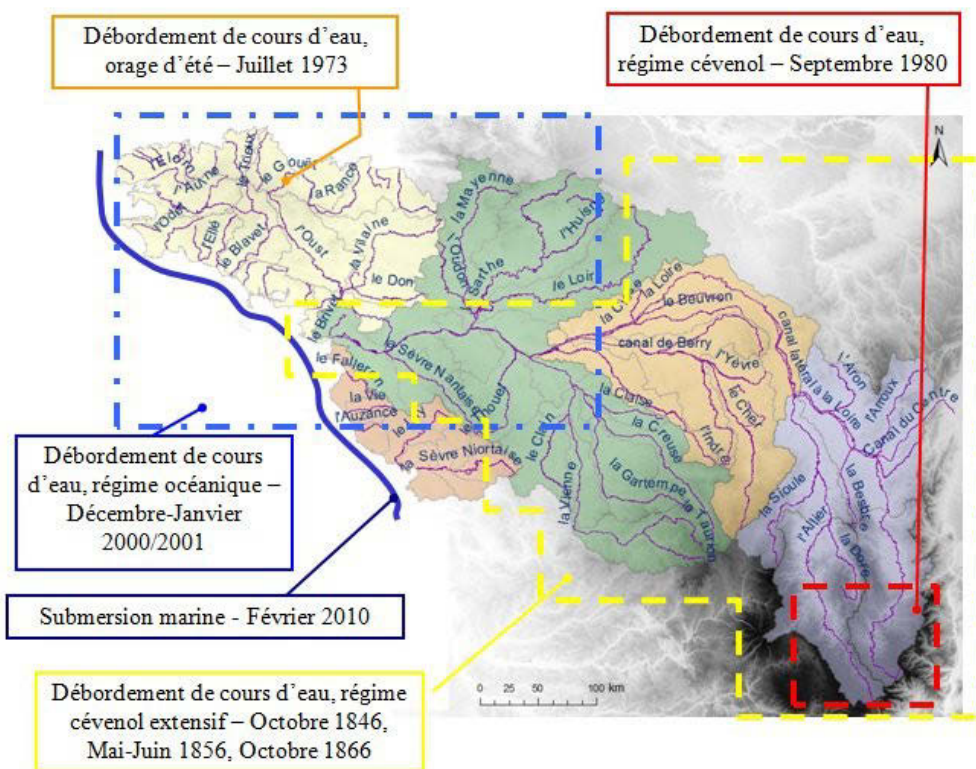
### 3.1 Quelques événements marquants du passé

Le district Loire-Bretagne a connu par le passé de nombreuses inondations. Cette partie présente quelques uns des événements de référence, permettant d'illustrer les différentes typologies d'inondations. Les événements d'ampleur exceptionnelle ayant impacté une grande partie du district (deux sous-bassins ou plus) sont présentés dans cette partie. Une description plus précise de ces événements est également fournie dans les chapitres correspondant à chaque sous-bassin.

Régime hydro-climatique	Type d'inondation	Événement	Date
Océanique	Débordement de cours d'eau	Crue en basse Loire et Loire moyenne	nov. 1770
Mixte « cévenol extensif »	Débordement de cours d'eau	Crue généralisée sur la Loire et ses affluents	oct. 1846 mai-juin 1856 sept-oct. 1866
Orage d'été	Débordement de cours d'eau et ruissellement	Orage sur Saint-Brieuc	4 juil. 1973
Cévenol	Débordement de cours d'eau	Crues brutales sur la haute Loire et le haut Allier	20-21 sept. 1980

Régime hydro-climatique	Type d'inondation	Événement	Date
Océanique	Débordement de cours d'eau	Crues en Bretagne et en basse Loire	janv. 1995
Océanique	Débordement de cours d'eau	Crues en Bretagne, Vendée et basse Loire	déc. 2000 - janv. 2001
Tempête	Submersion marine	Tempête Xynthia, sur la Bretagne et la Vendée	28 fév. 2010

*Inondations présentées*



*Carte de localisation des événements*

## Novembre 1770 : crues océaniques en Loire moyenne et basse Loire

Les 26 et 27 novembre 1770, à la suite de pluies continues sur plus de 32 heures, le Cher, l'Indre, la Creuse, la Vienne, le Thouet, la Sèvre Nantaise et leurs affluents connaissent des crues importantes. Partout sur ces cours d'eau, les rivières atteignent des hauteurs jamais vues alors. À la suite de ces crues, de nombreuses villes sont inondées :

- En basse Loire, le Clain inonde Poitiers et la Vienne, Chauvigny. Sur le Thouet, Thouars, Parthenay, Saint-Loup et Saumur connaissent des inondations importantes. Sur la Sèvre Nantaise, le pont Rousseau au niveau de Nantes est emporté dans la nuit du 26 au 27 novembre ;
- En Loire moyenne sur l'Indre, Richelieu, Cormery, Loches, Reignac, Veigné et Montbazou connaissent des inondations considérables. Sur la Sauldre, d'importantes inondations ont lieu à Villeherviers et Romorantin.

Au final, on dénombre plus de 57 morts. D'un point de vue matériel, les impacts les plus notables sont la destruction « à moitié » des villes de Saumur, Cornery, Loches et Montbazou. Au moins 30 ponts sont emportés.

## Octobre 1846, mai-juin 1856 et octobre 1866 : crues cévenoles extensives sur la Loire

La Loire moyenne a connu une série de crues très importantes lors de la première moitié du XVIII<sup>ème</sup> siècle, puis une période de calme propice à la naissance d'un faux sentiment de sécurité des populations vivant dans les vals et les villes le long du fleuve. Au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle, trois crues exceptionnelles rappelèrent les populations à la réalité, en provoquant des inondations catastrophiques en octobre 1846, mai-juin 1856 et octobre 1866.

Ces trois crues sont de type mixte ou cévenole extensive, ce qui correspond à la conjonction d'un épisode de pluies océaniques sur la totalité ou une partie du bassin et d'un orage cévenol sur la partie amont. Il est à noter lors de ces épisodes, qu'à chaque fois, l'importance d'un des phénomènes prédomine sur l'autre :

- Les crues d'octobre 1846 et 1866 résultent d'orages cévenols de grandes ampleurs qui génèrent une onde de crue sur la Loire supérieure et sur l'Allier qui se propage à l'aval dans un contexte pluvieux océanique d'intensité moyenne. En aval de la confluence de l'Allier, aucun autre affluent de la Loire n'est en crue majeure ;
- La crue de mai-juin 1856 intervient dans un contexte pluvieux océanique plus long (un mois) et plus intense qui a déjà généré quelques crues sur la Loire dès le début du mois de mai. L'épisode cévenol qui survient a une intensité limitée. Les crues engendrées en amont sont loin d'avoir le niveau des crues de 1846 et 1866, mais elles viennent rapidement s'ajouter aux niveaux de la Loire et de l'Allier partout déjà très hauts. Après le bec d'Allier, l'onde de crue se voit renforcée par tous les affluents de la rive gauche qui sont également en crue.



## Aspects hydrologiques et météorologiques

### Octobre 1846

Depuis le 10 octobre 1846, une perturbation atlantique touche une bonne partie du bassin de la Loire. Elle donne des pluies continues pendant plusieurs jours sur toute la Loire moyenne et la Loire supérieure, où l'on mentionne des « trombes d'eau sur huit jours »<sup>6</sup>. Du 15 octobre au soir au 18 octobre matin, un fort épisode d'orage cévenol survient sur les massifs en tête de bassin : Cévennes et Massif central.

Cette situation donne lieu à des inondations exceptionnelles sur tout le bassin de la Loire à l'exception de sa partie aval :

- Sur la Loire supérieure : l'Allier en crue déborde largement et dépasse les niveaux de 1790 à l'amont ; Moulin et Vichy sont inondés. La Dore et la Durolle sont également en crue. Sur la partie amont de la Loire, les affluents comme le Furan et le Lignon apportent leur contribution. À Andrézieux, Roanne et Nevers, le fleuve déborde ;
- En Loire moyenne : après la confluence de l'Allier, le village du bec d'Allier est submergé. La Charité, Herry, Cosne, Sancerre connaissent de graves inondations. La plupart des vals sont inondés jusqu'à Orléans. Bien que la crue s'étale par la suite, le niveau reste élevé jusqu'à Saumur. À partir de ce point, les inondations n'engendrent plus de dommages sérieux.

### Mai-Juin 1856

Dès le début du mois de mai 1856, des pluies continues et parfois importantes sur l'ensemble du bassin de la Loire engendrent quelques crues. Ces crues sont parfois généralisées, comme celle du 13 mai qui provoque des inondations du Bec d'Allier à Orléans. Mais elles ne sont jamais en phase avec celles de l'Allier. Cette situation se poursuit jusqu'à la fin du mois. Les 28 et 29 mai un épisode cévenol s'abat sur le haut du bassin, comme le raconte ce témoignage d'Andrézieux : « Depuis trente-six heures, il pleut à torrents »<sup>7</sup>. Ces précipitations intenses engendrent des crues simultanées sur l'Allier et la Loire qui cette fois se combinent. Par la suite, à l'aval du bec d'Allier, cette onde se nourrit jusqu'à Nantes de tous les affluents de la Loire qui sont eux aussi en crue. Les débits sont de l'ordre de 7 500 m<sup>3</sup>/s à la confluence du bec d'Allier et 6 000 m<sup>3</sup>/s à Tours.



*Illustration de la crue du 3 Juin 1856 à Orléans (source : musée de la marine de Loire )*

6 D'après « Notes et Graphiques sur des crues anciennes 1790, 1835, 1846 » Ponts et Chaussées service hydrologique du Puy de Dôme.

7 Témoignage tiré de l'œuvre de M. Champion

## Septembre-octobre 1866

Après un été particulièrement humide, le mois de septembre est très arrosé. A partir du 23 septembre, les cours d'eau grossissent partout sur l'amont du bassin de la Loire et de l'Allier. Le 24, de violents orages éclatent sur le haut du bassin entraînant de fortes précipitations qui durent plus de 48 heures. Sur le département de la Haute-Loire, on relève 160 à 180 mm de pluies.

Les hautes eaux de l'Allier et de la Loire se rejoignent. À la Charité-sur-Loire, on relève 7 mètres (à Saint Cerre). À Gien, le niveau atteint 7,12 mètres et le débit est estimé à 7200 m<sup>3</sup>/s. La crue est au même niveau que celle de 1856. Plus en aval, les niveaux sont moindres mais restent très élevés : 6,90 mètres à Orléans, 6,70 mètres à Blois, 6,60 mètres à Tours, 6,80 mètres à Saumur, 5,60 mètres aux Ponts-de-Cé et à Nantes. Heureusement, en Loire moyenne et basse Loire, les affluents ne connaissent pas des crues de même ampleur. L'onde de crue de la Loire s'amortit .

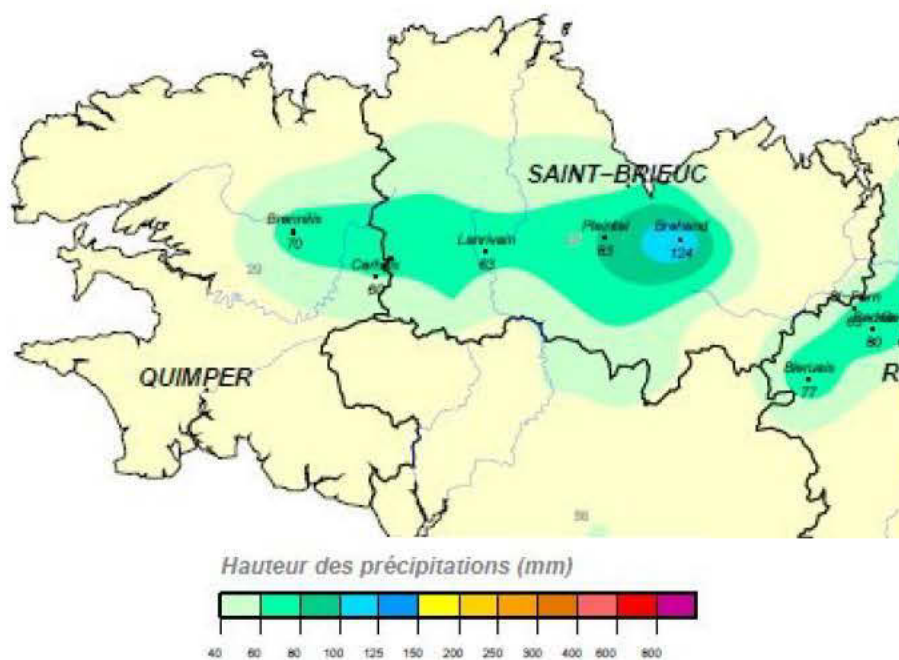
### Dégâts engendrés

Événement	Zones inondées	Impacts
Crue mixte de 1846	Les vals de la Loire de Saint-Étienne à Saumur. La Vallée de l'Allier (Vichy, Moulin)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre de victimes inconnu.</li> <li>- 139 brèches dans les digues équivalentes à 19,8 km.</li> <li>- Une vingtaine de Ponts détruits en partie au moins.</li> <li>- Plusieurs dizaines de km de voies ferrées dont 30 km de la ligne Orléans-Tours emportés.</li> <li>- Plusieurs centaines d'habitations dont 112 pour la ville de Roanne endommagées fortement.</li> <li>- 15 à 17 millions de francs de l'époque de dégâts.</li> </ul>
Crue mixte de 1856	Les vals de la Loire jusqu'à Nantes. La vallée de l'Allier et de nombreux affluents ; Toutes les digues de Loire du Bec-d'Allier à Nantes sont rompues sans exception.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre de victimes inconnu, mais on cite dans les milieux initiés, sans en avoir retrouvé les sources, un chiffre de 300 morts.</li> <li>- 160 brèches équivalentes à 23 km.</li> <li>- 100 000ha inondés, 2 700ha ensablés, 400ha érodés.</li> <li>- Nombreux ouvrages d'art endommagés ou détruits.</li> <li>- 98km de voies ferrées coupées.</li> <li>- 45 millions de francs de l'époque de dégâts.</li> <li>- et aussi des dommages très sévères sur l'Allier</li> </ul>
Crue mixte de 1866, prédominance cévenole	Vichy, Moulin, Chazeuil, Andrézieux, Decize, Nevers, Jargeau. Val de Sully, d'Orléans, d'Authion.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre de victimes inconnu.</li> <li>- 2 Ponts emportés sur l'Allier.</li> <li>- Brèches dans les digues,</li> <li>- Nombreuses habitations détruites notamment à Roanne, et Jargeau.</li> <li>- 18 millions de francs de l'époque de dégâts.</li> </ul>

*Synthèse des dommages recensés par les crues du XIX<sup>ème</sup> siècle sur la Loire*

## Juillet 1973 : crue d'orage sur Saint-Brieuc en Bretagne

En juillet 1973, un fort orage se produit sur les Côtes d'Armor dans la région de Saint-Brieuc. En fin d'après-midi, les cumuls sur 4 heures sont compris entre 30 et 50 mm sur le département et plus localement entre 83 et 124 mm sur les communes de Plaintel et Brehand. Cet événement entraîne d'importantes inondations sur le Gouët, notamment à Saint-Brieuc où l'on observe un phénomène de coulée de boue qui provoque aussi de nombreux dégâts. Les communes de Languieux, Plérin, Lamballe et Belle-Isle-en-Terre sont touchées. On dénombre au total deux morts et une dizaine de blessés.



Cumul des précipitations (mm) en 1 jour, du 4 au 5 juillet 1973 (6h-6h UTC),  
(source météo-France)

## Septembre 1980 : crue cévenole sur la haute Loire et le haut Allier

D'origine cévenole, la crue de septembre 1980 trouve son origine dans des masses d'air chaud et humide provenant de la Méditerranée qui rencontrent un front froid. La confrontation de ces masses d'air, bloquées par les monts du Vivarais, engendre un épisode pluvieux très intense et de courte durée. En moins de 20 heures, des cumuls de précipitation supérieurs à 400 mm se déversent. À Brives-Charensac, à 8 heures, le niveau de la Loire est de 0,7 mètres, à 15 heures, il est de 6,7 mètres, soit 6 mètres de plus que le matin. La vitesse de montée des eaux atteint jusqu'à 6 cm par minute. Le débit de la Loire monte à 2 000 m<sup>3</sup>/s pour un bassin versant de 882 km<sup>2</sup>. En aval, à Bas-en-Basset, pour un bassin versant de 3 234 km<sup>2</sup>, le débit de la crue reste encore de 3 300 m<sup>3</sup>/s (fréquence trentennale). À Villerest, pour un bassin versant de 6 585 km<sup>2</sup>, il n'est plus que de 1 800 m<sup>3</sup>/s et à Gien de 930 m<sup>3</sup>/s pour un bassin versant de 35 500 km<sup>2</sup>. On dénombre 8 victimes et une trentaine de blessés. Les dommages sont estimés à 300 millions de francs (valeur 1980).

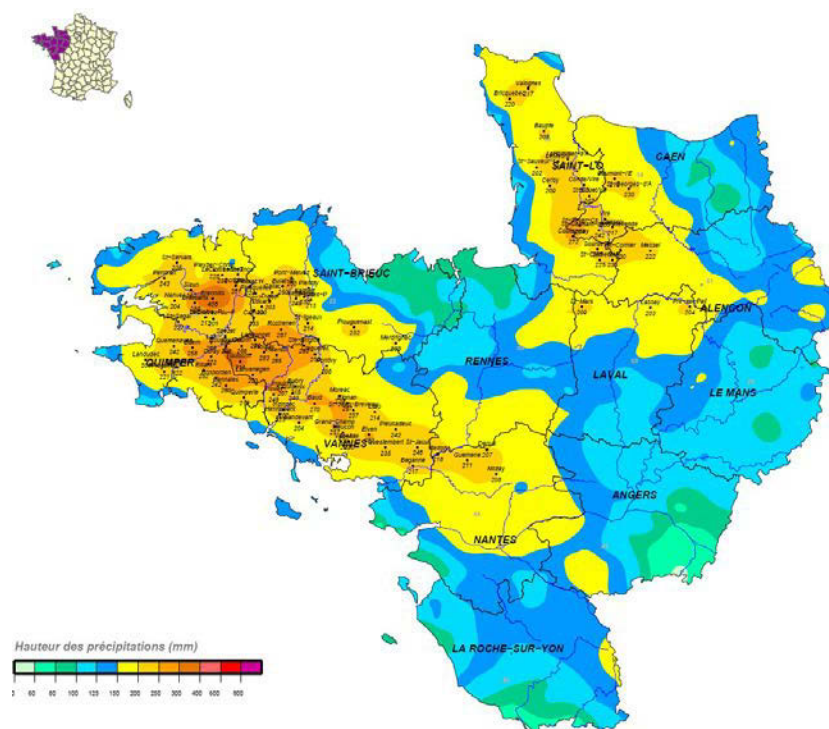


## Janvier 1995 : crues océaniques sur la Bretagne et la basse Loire

Après un automne et un début d'hiver particulièrement humides, le nord-ouest de la France subit à partir du 17 janvier 1995 une succession de deux fronts pluvieux qui engendrent une pluviométrie exceptionnelle sur ces régions. Entre le 19 et le 30 janvier, la pluviométrie est particulièrement importante sur la Bretagne où l'on atteint jusqu'à 300 mm de précipitations et sur le bassin de la Maine où partout les cumuls sont d'au moins 100 mm (voir Figure 3) et certains en amont dépassent les 200 mm.

En Bretagne, les crues sont généralisées à la quasi-totalité des bassins versants. Le premier front pluvieux engendre des crues sur les bassins du sud et de l'ouest : Vilaine, Oust, Blavet, Laïta. Le deuxième épisode est plus intense sur l'ouest de la région : le Blavet et la Laïta sont de nouveau en crue ainsi que tous les bassins du Finistère. Les dégâts les plus importants se situent dans les estuaires : Quimper, Quimperlé, Châteaulin, Redon.

Sur le bassin de la Maine, toutes les rivières connaissent des crues importantes : l'Oudon, la Mayenne, l'Huisne et la Sarthe, et le Loir dans une moindre mesure. Les surfaces inondées sont importantes, notamment sur la Maine au niveau d'Angers.



Carte des cumuls pluviométriques du 19 au 30 janvier 1995, (source MétéoFrance)



## Décembre 2000-Janvier 2001 : crues océaniques sur la Bretagne

De la mi-septembre 2000 à la fin de janvier 2001, la Bretagne a connu un cortège d'épisodes pluvieux avec un cumul de précipitations sur quatre mois et demi équivalent à celui d'une année moyenne. Ces pluies ont provoqué une succession de crues remarquables par leur ampleur géographique et les débits enregistrés. Quatre épisodes de crues ayant plus au moins affecté tout ou partie de la Bretagne peuvent être distingués.

### Inondations de la mi-novembre 2000

Après une fin d'été clémente, la première moitié de l'automne 2000 voit se succéder à un rythme soutenu une série de perturbations océaniques apportant d'abondantes précipitations : la pluviométrie d'octobre atteint environ deux fois la pluviométrie normale sur la Bretagne. Les premières crues des cours d'eau surviennent à la suite d'épisodes pluvieux compris entre 40 et 60 mm, les 11 et 12 novembre. Les bassins nord-est de la région connaissent alors des crues marquées (période de retour 20 ans) dès les 12 et 13 novembre. L'Ille à Rennes déborde avec un débit un peu inférieur à une crue centennale.

### Inondations de la mi-décembre 2000

Entre les 11 et 12 décembre au soir, de très fortes pluies s'abattent sur l'ouest de la Bretagne. Les précipitations tombées sur une trentaine d'heures sont comprises entre 80 et 110 mm. Elles coïncident avec des marées de grande amplitude (coef. de 99), et des surcotes provoquées par la dépression. Cet effet combiné des marées et des crues des cours d'eau rend très vulnérables les agglomérations implantées en fond d'estuaire (Quimperlé, Pont-Aven, Quimper, Chateaulin, Landerneau, Morlaix). Sur les bassins de l'Odet et la Laïtia, les débits enregistrés sont d'une période de retour estimée à 100 ans. Sur les autres cours d'eau, Aulne, Jarlot, Scorff et Blavet, les crues correspondent à des périodes de retour estimées entre 20 et 50 ans. Sur le bassin de la Vilaine, les crues ont une ampleur un peu moindre.

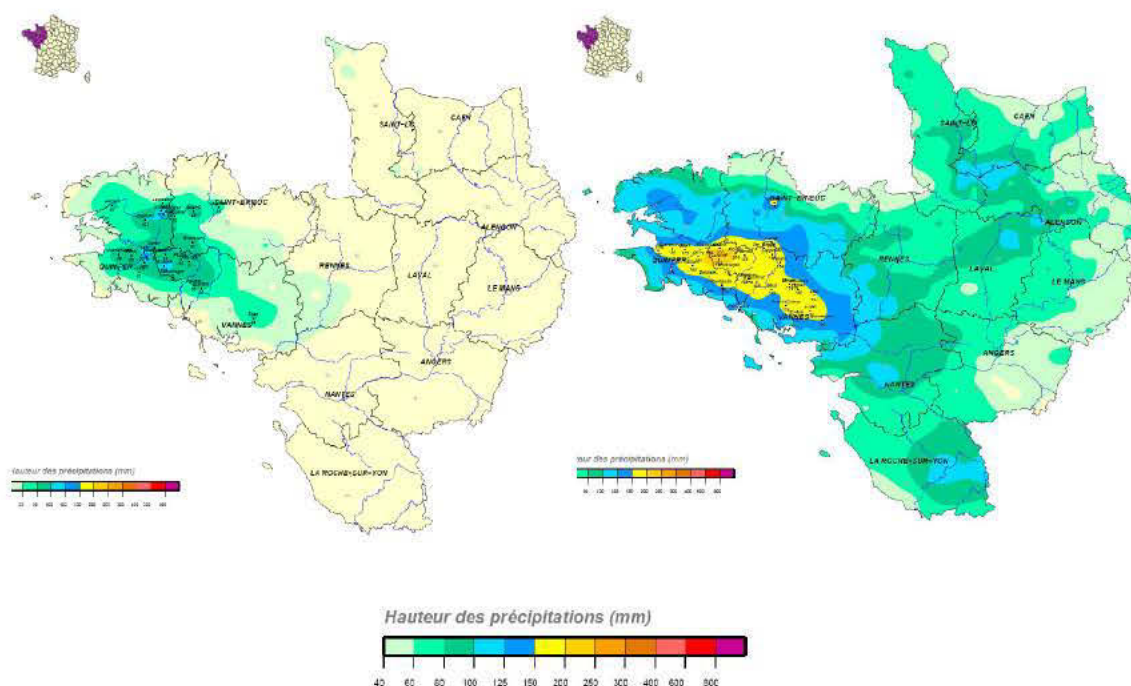
### Inondations du 1er au 15 janvier 2001

Après 10 jours d'accalmie, de nouvelles précipitations généralisées touchent la Bretagne entre le 31 décembre et le 5 janvier. Avec des cumuls qui atteignent parfois jusqu'à 200 mm, elles engendrent des débordements de l'ensemble des cours d'eau bretons. Dans le département du Finistère, on observe sur les cours d'eau deux pointes de crues de forte intensité : le 1<sup>er</sup> et le 5 janvier 2001. Même si les débits sont inférieurs à ceux enregistrés en décembre, ils restent très importants. Dans le département du Morbihan, les crues se produisent entre le 5 janvier matin et le 6 au soir. Les périodes de retour dépassent les 20 ans et atteignent régulièrement les 50 ans, voire 100 ans sur l'Arz à Morlac. Dans les Côtes d'Armor, les crues se produisent aussi entre le 5 et 6 janvier. Les périodes de retour sont comprises globalement entre 10 et 20 ans, pouvant atteindre 50 ans sur l'Arguenon. Dans le département d'Ille-et-Vilaine, les débits s'avèrent généralement plus élevés que ceux enregistrés en novembre et décembre. En aval de Rennes et sur l'ensemble des affluents, les fréquences estimées sont toutes supérieures à 20 ans et dépassent pour certaines 50 ans. À Redon, la combinaison des crues de l'Oust et de la Vilaine s'est traduite par de nombreux dommages aux habitations et aux entreprises implantées dans la zone d'activités.

### Inondations du 24 au 28 janvier 2001

Suite à des précipitations globalement plus modérées, une dernière série de crues est enregistrée du 24 janvier au 28 janvier. Sur le bassin de la Vilaine, à peu près 120 habitations sont inondées.

L'origine de ces inondations exceptionnelles est à rechercher dans une circulation de courant atmosphérique bloquée, orientant les perturbations pluvieuses du cap Finistère vers la Scandinavie au lieu d'un balayage est-ouest. Il en résulte des épisodes pluvieux d'intensité moyenne qui se prolongent pendant 36 à 48 heures au lieu de s'évacuer en moins d'une journée. Sur le plan humain, aucune victime imputable directement aux inondations n'est à déplorer. Mais 1 500 personnes ont été évacuées, dont une centaine ont dû être relogées par les pouvoirs publics. Sur les plans matériel et économique, le bilan s'élève à plus d'1 milliard de francs de l'époque : 430 MF pour les particuliers, 290 MF pour les entreprises, 35 MF pour l'agriculture, 290 MF pour les Collectivités et l'Etat.



Carte de cumul des précipitations (mm) du 11 au 12 décembre 2000 (gauche) et du 31 décembre 2000 au 6 janvier 2001, (source Météo-France)

## Février 2010 : tempête Xynthia

En un peu plus de dix ans, le littoral français a connu des tempêtes remarquables avec Lothar le 25 décembre 1999 (vent à 173 km/h à Paris), Martin le 26 décembre 1999 (vent à 198 km/h sur l'île d'Oléron), Johanna le 10 mars 2008 (150 km/h sur la pointe finistérienne), Klaus les 23/25 janvier 2009 (170 km/h sur les côtes atlantiques) entraînant à chaque fois des submersions marines.

La dernière tempête, nommée Xynthia, s'est produite les 27 et 28 février 2010. Avec des rafales de vent voisines de 140 km/h sur le littoral atlantique, elle ne connaît pas l'intensité des tempêtes de décembre 1999. Cependant, elle est à l'origine de submersions exceptionnelles sur les côtes vendéennes et en Charente-Maritime. La dépression s'est formée au milieu de l'océan Atlantique au niveau du tropique du cancer, puis a évolué en tempête en remontant au nord-ouest en

direction des côtes européennes. La formation de dépression à ces basses latitudes et ce type de trajectoire sont atypiques.

La houle provoquée par les vents, avec des vagues de 6 à 7 mètres, s'ajoute à une élévation du niveau de la mer de grande ampleur qui trouve son origine dans la concomitance de Xynthia avec les grandes marées d'équinoxes (coefficient de marée de 102 pour un maximum de 120) et de son passage sur le littoral à l'heure de la pleine mer. La surélévation du niveau de la mer (surcote de 1,5 mètre à la Rochelle) due à la chute de pression atmosphérique vient alors se rajouter à l'élévation des eaux due à la pleine mer. Cette élévation du niveau de la mer et la puissance des vagues provoquent l'érosion des cordons dunaires et endommagent plus de 200 km de digues sur le littoral et sur les îles. La conséquence immédiate est l'inondation de plus de 50 000 ha de terres, avec dans certains secteurs, comme à la Faute-sur-Mer, une vitesse de montée des eaux très rapide et des hauteurs de submersion dépassant les 2 mètres.



*Estimation des périodes de retour des hauteurs de pleine mer observées lors du passage de Xynthia, (source SHOM)*

Au bilan, la tempête Xynthia a causé 47 morts, dont un grand nombre est imputable aux inondations liées aux submersions marines. La Vendée compte 29 morts, principalement localisés sur les communes de la Faute-sur-Mer et l'Aiguillon. La Charente-Maritime en compte 11. À ces pertes humaines, il faut ajouter 2,5 milliards d'euros de dégâts qui correspondent à des dommages sur les infrastructures (voirie, ponts, lignes de chemin de fer, réseaux d'assainissement ou d'adduction d'eau, stations d'épuration), aux milliers de bâtiments submergés et à l'impact sur les activités économiques (cultures d'hiver et de printemps, prairies, production de sel, pêche, conchyliculture, ostréiculture, élevage caprin et ovin....).

Finalement, ces différentes illustrations montrent que l'ensemble du district Loire-Bretagne a pu être touché dans le passé par des inondations aux formes diverses, mais avec dans tous les cas des conséquences dommageables considérables. Les dégâts d'inondations équivalentes se chiffrent aujourd'hui en centaines de millions d'euros, voire en milliards d'euros pour les plus importantes. Les décès enregistrés témoignent quant à eux de l'impact dramatique de certains événements.

## 3.2 impacts potentiels des inondations futures

Le principe retenu pour apprécier les impacts potentiels des inondations futures est basé sur :

- l'évaluation des zones potentiellement concernées par les inondations ;
- la quantification dans ces zones des enjeux identifiés comme les indicateurs d'impacts potentiels des inondations futures.

### 3.2.1 Évaluation des zones concernées par les phénomènes de débordement de cours d'eau, ruissellements, submersions marines et remontées de nappes.

#### 3.2.1.1 Constitution des Enveloppes approchées des inondations potentielles (EAIP) « cours d'eau et ruissellements » et « submersions marines »

##### Principes généraux :

Il s'agit d'approcher le contour des événements extrêmes. Pour cela, dans un premier temps, les informations immédiatement disponibles sur l'emprise des inondations (atlas, cartes d'aléas des PPR, etc.), ont été mobilisées, puis complétées si nécessaire par d'autres approches lorsque la connaissance disponible portait sur des événements possédant une période de retour de l'ordre de la centennale voire inférieure, ou lorsque la connaissance des zones inondables était inexistante.

Deux enveloppes approchées des inondations potentielles (EAIP) ont ainsi été élaborées :

- EAIPce-r pour les inondations par débordements de cours d'eau, couvrant tous les cours d'eau et les fonds de talweg concentrant des ruissellements ;
- EAIPsm pour les inondations par submersions marines.

Pour élaborer les EAIPce-r et EAIPsm, s'agissant d'approcher l'enveloppe d'un événement extrême, la protection apportée par les ouvrages hydrauliques (barrages et digues de protection) n'a pas été prise en compte.

##### Avertissements et limites :

La méthode employée pour construire l'EAIP a conduit à fusionner des sources d'information d'échelle et de précision variables. Elle génère des incertitudes qui peuvent être ponctuellement importantes (surestimation des emprises ou, au contraire, sous-estimation). Les EAIP ne constituent donc pas une cartographie des zones inondables et elles ne doivent pas être confondues avec :

- les plans de prévention des risques naturels prévisibles d'inondations ou littoraux ;
- les atlas des zones inondables ou submersibles ;
- la cartographie des surfaces submersibles et des risques d'inondation qui devra être réalisée dans la seconde étape de la mise en œuvre de la directive inondation.



Les EAIP ne peuvent pas être utilisées pour déterminer des zones inondables dans les procédures administratives ou réglementaires.

En outre, étant données les échelles des données mobilisées, leur représentation graphique n'a de sens que pour des échelles supérieures au 1 : 100 000ème.

### **Phénomènes considérés, données et hypothèses mobilisées pour l'EAIP « cours d'eau et ruissellements » :**

L'EAIP « cours d'eau et ruissellements » représente l'emprise potentielle des débordements de tous les cours d'eau, y compris les petits et les intermittents, des torrents et des concentrations d'écoulement dans les fonds de thalweg. Les digues n'étant pas prises en compte, l'emprise obtenue peut être considérée, en première approximation, comme intégrant l'effet de la défaillance des ouvrages de protection.

L'EAIP cours d'eau n'intègre ni les ruissellements en versant (coulées de boues et ruissellements localisés en dehors des thalwegs), ni les phénomènes spécifiques liés à la saturation locale des réseaux d'assainissement en milieu urbain. Néanmoins, la méthodologie proposée permet de tenir compte de certaines des inondations urbaines, dès lors qu'elles sont associées à des fonds de thalweg drainés ou non par un système d'assainissement. Les ruissellements en versant sont eux des phénomènes qui trouvent le plus souvent leurs origines dans des orages violents. Tout territoire peut être concerné dès lors qu'un relief marqué existe. Les dommages enregistrés peuvent être importants, même s'ils restent en général très localisés.

Une synthèse des connaissances sur les impacts potentiels du changement climatique est fournie dans le livre 4 consacré aux annexes. S'il est envisagé une intensification éventuelle des phénomènes extrêmes et de leur fréquence, pour les inondations par débordement de cours d'eau, les impacts ne sont pas aujourd'hui connus avec suffisamment de précisions pour être retenu dans cette première évaluation du risque d'inondation. Aussi, aucun impact spécifique n'a-t-il été pris en compte pour ce phénomène dans la constitution de l'EAIP cours d'eau et ruissellements. Cependant la constitution de cette enveloppe reste dans une logique plutôt majorante des inondations.

L'emprise de l'enveloppe approchée des inondations potentielles pour le débordement de cours d'eau et les ruissellements est construite en fusionnant les éléments suivants:

- la synthèse de l'ensemble de la connaissance cartographique disponible concernant les zones inondables au sein des services de l'Etat (AZI, PPRi, autres données locales : données historiques, études diverses...);
- les informations sur les alluvions récentes des cartes géologiques (dans la plupart des cas ces alluvions témoignent de l'inondabilité des terrains concernés);
- l'évaluation des zones basses hydrographiques, résultat de l'application d'une méthode à grand rendement spatial EXZECO (extraction des zones d'écoulement – application développée par le CETE Méditerranée et mise en œuvre conjointement avec le CETMEF). Cette méthode permet de compléter l'information sur les secteurs non couverts par la connaissance actuelle et pour lesquelles les cartes géologiques fournissent peu ou pas d'information. C'est notamment le cas de nombreuses têtes de bassin. Basée sur une approche topographique, elle permet d'identifier les thalwegs drainant une superficie supérieure à un seuil donné et de simuler un remplissage avec une hauteur d'eau déterminée. Cette hauteur a été prise ici égale à 1,00 mètre.

Les deux dernières sources d'informations ont été mobilisées afin de compléter les données existantes pour combler les manques (cours d'eau pour lesquels aucune connaissance n'est disponible) ou pour prendre en compte des événements plus rares que ceux connus lorsque leur fréquence était égale ou inférieure à un événement de période de retour de l'ordre la centennale.

Lorsqu'ils existent, les Atlas des Zones Inondables (AZI) réalisés sur la base d'une analyse hydrogéomorphologique des fonds de vallées donnent une bonne approche des événements extrêmes recherchés ; ils ont alors été utilisés directement pour définir l'emprise de l'enveloppe approchée des inondations potentielles.

L'ensemble des informations a été recueilli au niveau du district et a fait l'objet d'une analyse critique par les DREAL avec l'appui du réseau des CETE pour finaliser l'enveloppe approchée des inondations potentielles. Des couches géologiques ou des zones fournies par Exzeco en particulier, ont été écartées si les connaissances existantes montraient que ces enveloppes étaient bien supérieures aux événements extrêmes.

## **Phénomènes considérés, données et hypothèses mobilisées pour l'EAIP « submersions marines » :**

L'EAIP « submersions marines » représente l'emprise potentielle des inondations par les submersions marines intégrant la rupture d'ouvrages de protection.

L'EAIP ne prend en compte ni les tsunamis, ni l'érosion du trait de côte en particulier sur les côtes rocheuses, qui peut entraîner d'autres types de risques.

L'enveloppe approchée des inondations potentielles « submersions marines » assemble les trois types d'informations pour dessiner une emprise :

- la synthèse de l'ensemble de la connaissance cartographique disponible concernant les zones inondables par submersions marines au sein des services de l'Etat (AZI, PPRN submersions marines et assimilés, autres données locales : données historiques, études diverses...);
- l'étude de référence au niveau national « Vulnérabilité du Territoire National aux Risques Littoraux », qui a cartographié les zones topographiques du littoral situées sous le niveau marin centennal. Pour la constitution de ces zones basses littorales, les ouvrages de protection et les protections naturelles de zones basses (cordons dunaires par exemple) ne sont pas pris en considération. Cette approche peut de fait conduire à sur-estimer l'extension des zones concernées. Par ailleurs elle ne fournit ni les hauteurs de submersion, ni les vitesses d'écoulement ;
- des informations sur la géologie (couche des alluvions maritimes récentes) disponibles sur le littoral.

L'impact du changement climatique a été pris en compte dans la définition des zones basses littorales de l'étude Vulnérabilité du Territoire National aux Risques Littoraux, en définissant le niveau marin centennal en cohérence avec l'hypothèse extrême du GIEC à l'horizon 2100, comme étant le niveau marin centennal actuel avec une rehausse d'un mètre.

Hypothèse	2030	2050	2100
1 - Optimiste	10	17	40
2 - Pessimiste	14	25	60
3 - Extrême	22	41	100

Hypothèse en matière de remontée du niveau de la mer

L'ensemble des informations a été recueilli au niveau du district et a fait l'objet d'une analyse critique par les DREAL avec l'appui du réseau des CETE pour finaliser l'enveloppe approchée des inondations potentielles.

**Résultats obtenus :**

La carte ci-contre montre l'étendue des EAIP « cours d'eau et ruissellements » et « submersions marines » obtenues.

Ces enveloppes se superposent à proximité du littoral. Certains secteurs sont effectivement soumis aux inondations par débordement de cours d'eau et aux submersions marines. Cependant, l'attribution de l'inondation aux deux origines ne reflète pas toujours la réalité car les méthodes employées ne permettent pas toujours de faire la distinction.

Des commentaires sont apportés sur la méthode de construction et le résultat de l'EAIP au niveau de la description du risque d'inondation sur chaque sous-bassin.

L'identification de l'origine précise de l'inondation et une analyse plus précise du phénomène seront faites si cela s'avère nécessaire lors de l'étape de cartographie du risque prévue par la directive.



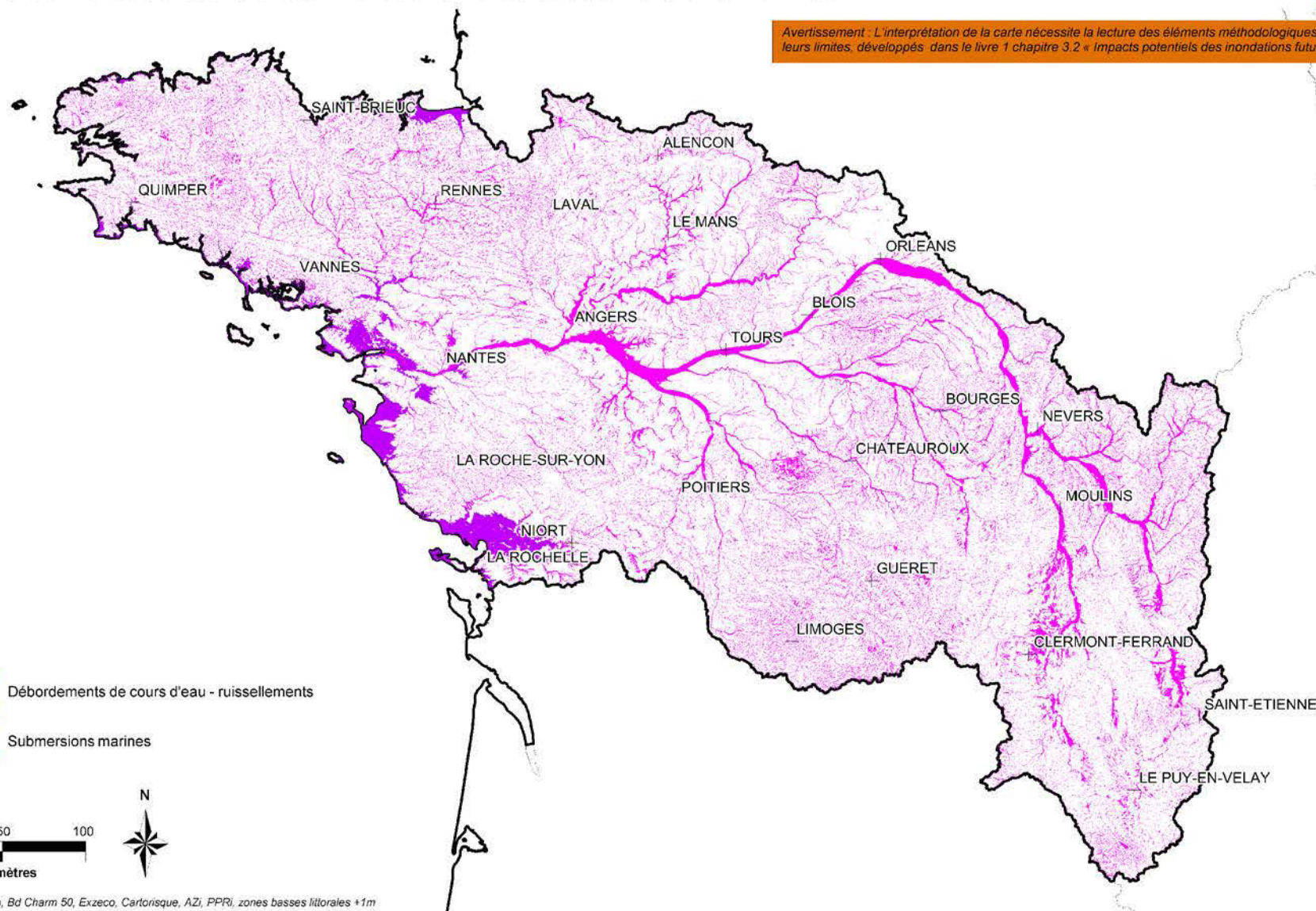
# Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation

## Débordements de cours d'eau - ruissellements et Submersions marines

### Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles



Avertissement : L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».



Données : Bd carto, Bd Charm 50, Exzeco, Cartorisque, AZI, PPRi, zones basses littorales +1m



### 3.2.1.2 Évaluation des zones sensibles aux remontées de nappe

L'inondation par remontée de nappe est un phénomène qui se produit lorsque le niveau d'une nappe d'eau souterraine s'élève au-dessus de ses maxima habituels. La nappe n'émerge pas dans tous les cas hors du sol. Souvent, elle envahit seulement le bâti souterrain proche de la surface. Mais, on peut aussi observer la migration de source vers l'amont du bassin, des coulées de boue le long des flancs de collines, l'apparition de rivière dans le fond de vallées sèches ou d'inondations dans des secteurs inattendus comme sur les plateaux.

Si le phénomène trouve en général son origine dans une succession d'années pluvieuses, il implique aussi la présence d'une nappe libre, avec un volume conséquent et un drainage réduit. Lorsque le matériau de l'aquifère a un faible coefficient d'emmagasinement, comme les calcaires par exemple, il est propice à des battements de nappe importants et donc à l'apparition du phénomène.

Toutefois, contrairement aux crues des fleuves qui sont mesurées depuis près de deux siècles, les inondations par remontée de nappes ne font l'objet d'une attention particulière que depuis le printemps 2001, lorsque ces phénomènes se sont produits dans le nord de la France et en Normandie. Dans ce cadre, le Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM) a développé une carte de la sensibilité du territoire français. Ce travail, repris à l'occasion de l'évaluation préliminaire des risques d'inondation pour être affiné, est basé sur la décomposition du territoire français en 43 000 unités fonctionnelles (terrains d'origine sédimentaire) auxquelles a été affecté un niveau moyen de la nappe avec un battement pour être comparé avec le niveau du sol. Cependant, en raison notamment du nombre limité de piézomètres et de forages, des chroniques d'observation très réduites et de la superficie des unités fonctionnelles utilisées, les résultats obtenus restent indicatifs et ne permettent pas de définir une enveloppe approchée des inondations potentielles par remontée de nappe. Aucun indicateur n'a donc été calculé pour ce type d'aléa, seule la carte des terrains à forte sensibilité dressée par le BRGM est fournie comme élément de contexte. On peut toutefois noter que les zones de forte sensibilité sont presque toujours situées dans le lit majeur des cours d'eau et les zones de marais, à l'exception de quelques secteurs assis sur des horizons calcaires ou crayeux en Poitou et Touraine et d'une zone plus importante à proximité de Bourges.

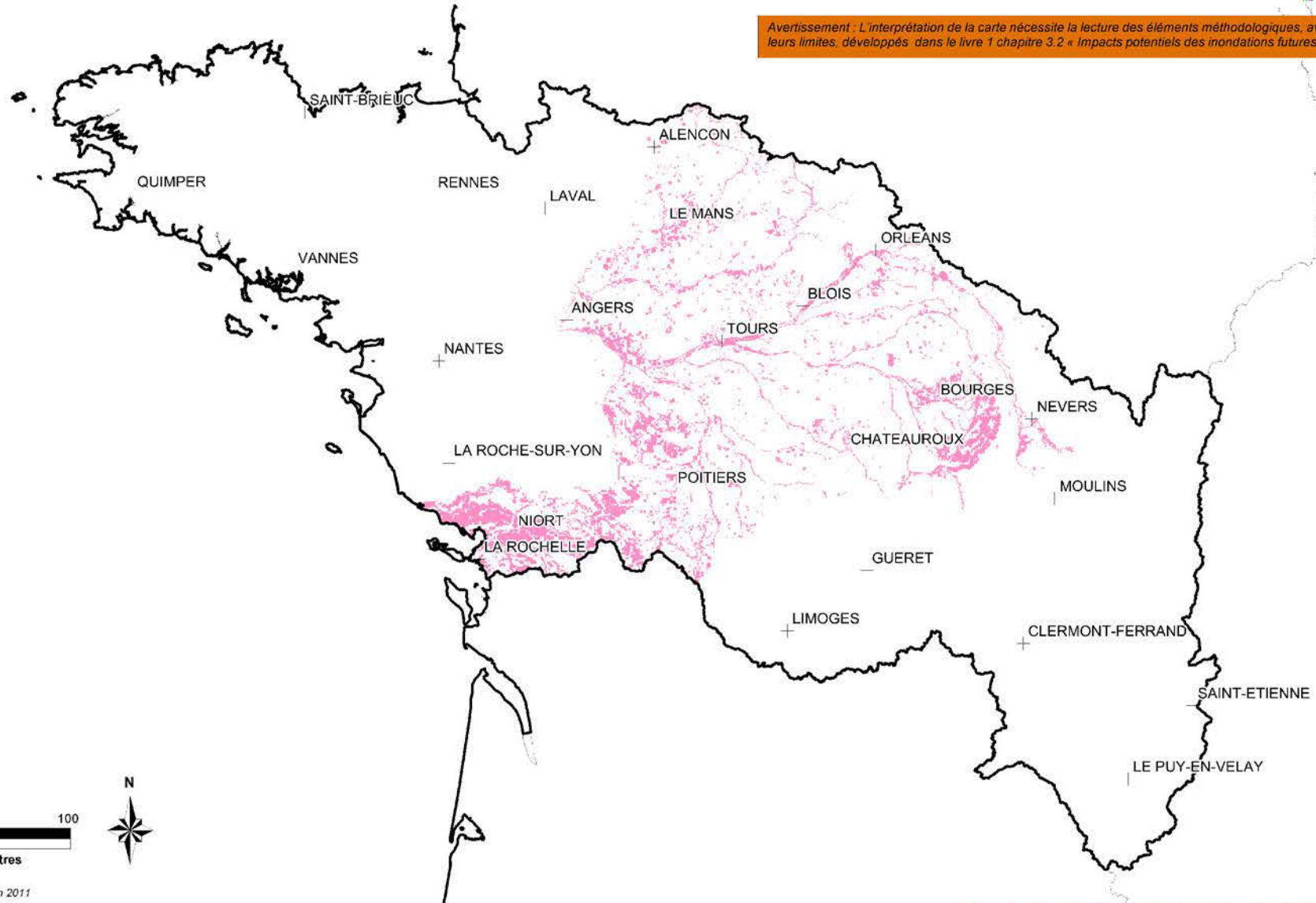


# Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation Débordements de cours d'eau - ruissellements

**Zones de sensibilité  
forte à très forte à la remontée de nappes**



Avertissement : L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».



Données : BRGM juin 2011

## 3.2.2 Évaluation des impacts potentiels

### 3.2.2.1 Principes généraux et limites

Une série d'enjeux à dénombrer dans les différentes EAIP et identifiés comme des indicateurs d'impacts potentiels des inondations futures a été arrêtée au niveau national pour garantir l'homogénéité de l'analyse entre les districts. Ce socle s'appuie sur des bases de données couvrant l'ensemble du territoire, notamment la « BD TOPO® » de l'IGN.

Si ces bases de données permettent une localisation des enjeux, elles n'apportent pas d'analyse précise sur leur vulnérabilité intrinsèque. Pour le calcul des indicateurs, il a été considéré que la présence d'un enjeu dans l'EAIP est représentative d'une vulnérabilité. La qualité de cette approximation peut être considérée comme corrélée aux nombres d'enjeux recensés. Plus leur nombre est important, comme pour la population par exemple, plus le calcul de l'indicateur peut être considéré comme représentatif. Sur les enjeux plus ponctuels, comme le patrimoine, le résultat est moins précis.

Les indicateurs chiffrés sont calculés, sauf indication contraire, à l'échelle communale. Cette représentation a toutefois l'inconvénient de disperser les enjeux regroupés dans une agglomération sur plusieurs communes. Elle rend ainsi plus délicate la lecture des indicateurs à une échelle supra-communale.

Pour que les cartes restent lisibles, un seuil minimum en dessous duquel l'indicateur communal n'apparaît plus est utilisé.

La représentation cartographique des indicateurs par des symboles proportionnels, en général des disques, fournit une image des enjeux exposés privée de la dimension dynamique des inondations. Le chapitre 2.2 « les types d'inondation » permet toutefois d'accompagner la lecture des cartes pour appréhender cette dimension.

Enfin, la connaissance locale rapportée dans la présentation du risque d'inondation par sous-bassin permet aussi de compléter les indicateurs. Dans ce cadre, les scénarios d'évolution des territoires sur le long terme sont spécifiés.

### 3.2.2.2 La densité de population dans l'EAIP ou en bordure de l'EAIP :

Produites à partir de la carte nationale de l'Insee présentant la densité de la population, les cartes fournies indiquent la densité de population sous l'emprise des EAIP. Étant donnée l'échelle d'analyse de l'Insee, le km<sup>2</sup>, la densité de population visible sous l'emprise de l'EAIP peut concerner la population à l'intérieur ou à proximité immédiate de l'EAIP. Cette représentation traduit la pression humaine dans les EAIP ou à proximité et offre une vision qui reflète à la fois les impacts potentiels des inondations futures sur la santé humaine et sur l'économie.

En outre, par rapport aux cartes présentant des indicateurs calculés à l'échelle communale, cette représentation apporte une information sur la répartition des enjeux, affranchie des limites communales. En ce sens, elle permet de mieux appréhender les impacts potentiels sur un territoire, une agglomération, un bassin de vie.

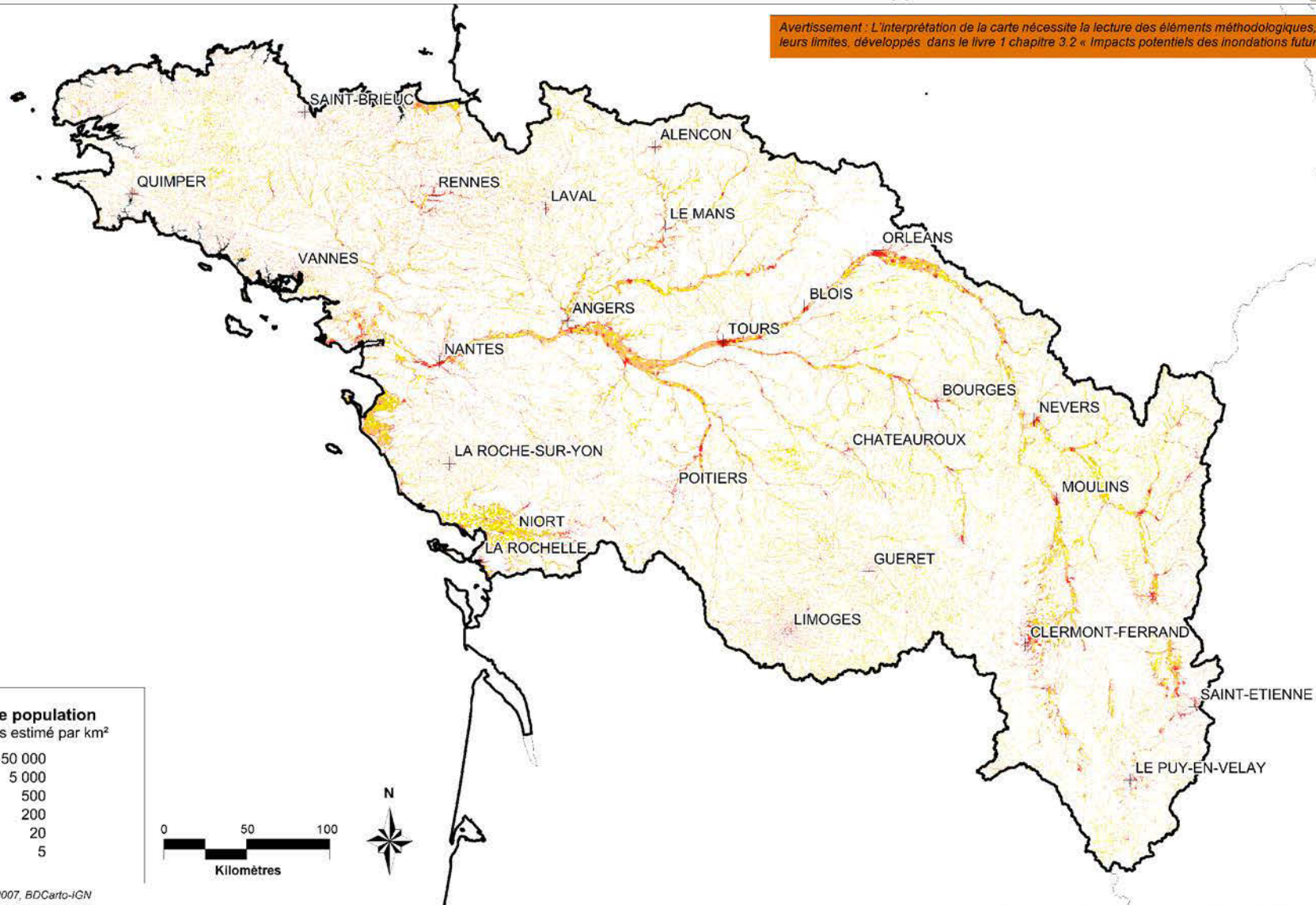


# Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation Débordements de cours d'eau - ruissellements

## Densité de population dans l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles



Avertissement : L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».



### Densité de population Nb habitants estimé par km<sup>2</sup>

- 5 000 à 50 000
- 500 à 5 000
- 200 à 500
- 20 à 200
- 5 à 20
- 1 à 5

0 50 100  
Kilomètres



Données : INSEE 2007, BDCartho-IGN



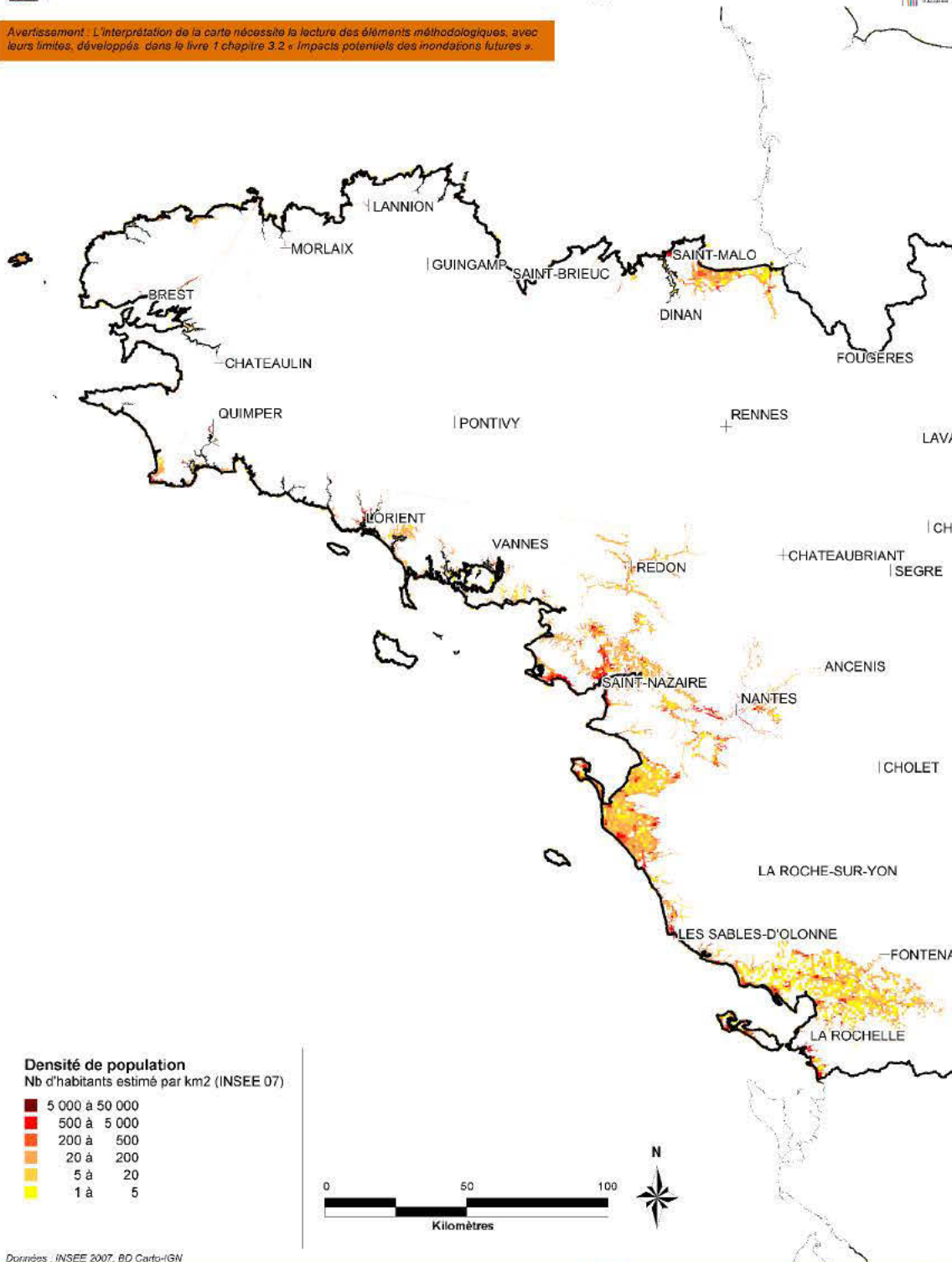


## Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation Submersions marines

Densité de population dans l'Enveloppe  
Approchée des Inondations Potentielles



Avertissement : L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».



DREAL du bassin Loire-Bretagne - octobre 2011

[www.centre.developpement-durable.gouv.fr](http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr)

### 3.2.2.3 Impacts potentiels sur la santé humaine

Les inondations peuvent avoir différents impacts sur la santé humaine. Les décès des personnes en représentent la forme la plus dramatique. Les noyades sont d'autant plus fréquentes que les hauteurs et les vitesses de submersion sont importantes et que les phénomènes se produisent rapidement dans un environnement où les personnes ne disposent pas d'espace refuge. Cependant, d'autres décès peuvent aussi être enregistrés, y compris lors d'inondations lentes. Ceux-ci sont souvent engendrés par des accidents liés à la situation de crise (chutes, électrocution, etc...).

Les atteintes psychologiques sont un autre impact possible. Les personnes ayant subi des inondations sont plus sujettes aux troubles du sommeil, voire aux dépressions.

Les inondations peuvent aussi conduire à des dysfonctionnements des services publics (hôpitaux, la distribution d'eau potable...) qui pourront potentiellement impacter la santé humaine.

Enfin, en post-crise, à la suite d'un événement majeur, des épidémies peuvent se déclarer, notamment à cause de l'accumulation de cadavres d'animaux qui n'auraient pu être traités à temps ou de problèmes d'assainissement.

Les indicateurs suivants ont été arrêtés pour traduire les impacts potentiels des inondations sur la santé humaine :

- **la population habitant dans l'EAIP** : principal indicateur, le nombre d'habitants à l'intérieur de l'EAIP est calculé pour chaque commune à partir des résultats du recensement 2006 de l'INSEE. Le calcul prend en compte l'ensemble des résidents permanents dans l'EAIP (quel que soit le nombre d'étages de l'immeuble), mais ne prend pas en compte la population saisonnière ;
- **la proportion de la population de la commune habitant dans l'EAIP** : cet indicateur rend compte de la sensibilité du territoire à la crise et de sa capacité à rétablir une situation normale après un événement. Seules les communes dont plus 80% de la population habite dans l'EAIP sont représentées. Cet indicateur permet de mettre en évidence les communes qui pourraient être, à leur échelle, très fortement et durablement impactées y compris dans leur fonctionnement quotidien.
- **l'emprise des habitations de plain-pied dans l'EAIP** : cet indicateur permet d'identifier les habitations sans étage refuge situées dans l'EAIP. Par ailleurs, leurs habitants pourront difficilement les réintégrer une fois l'événement passé. L'indicateur est calculé en assimilant les bâtiments d'habitation de hauteur inférieure à 4 mètres à des habitations de plain-pied ;
- **le nombre d'établissements hospitaliers dans l'EAIP** : l'indicateur produit comptabilise le nombre de cliniques, d'établissements hospitaliers, de maisons de retraite médicalisées dans l'EAIP.

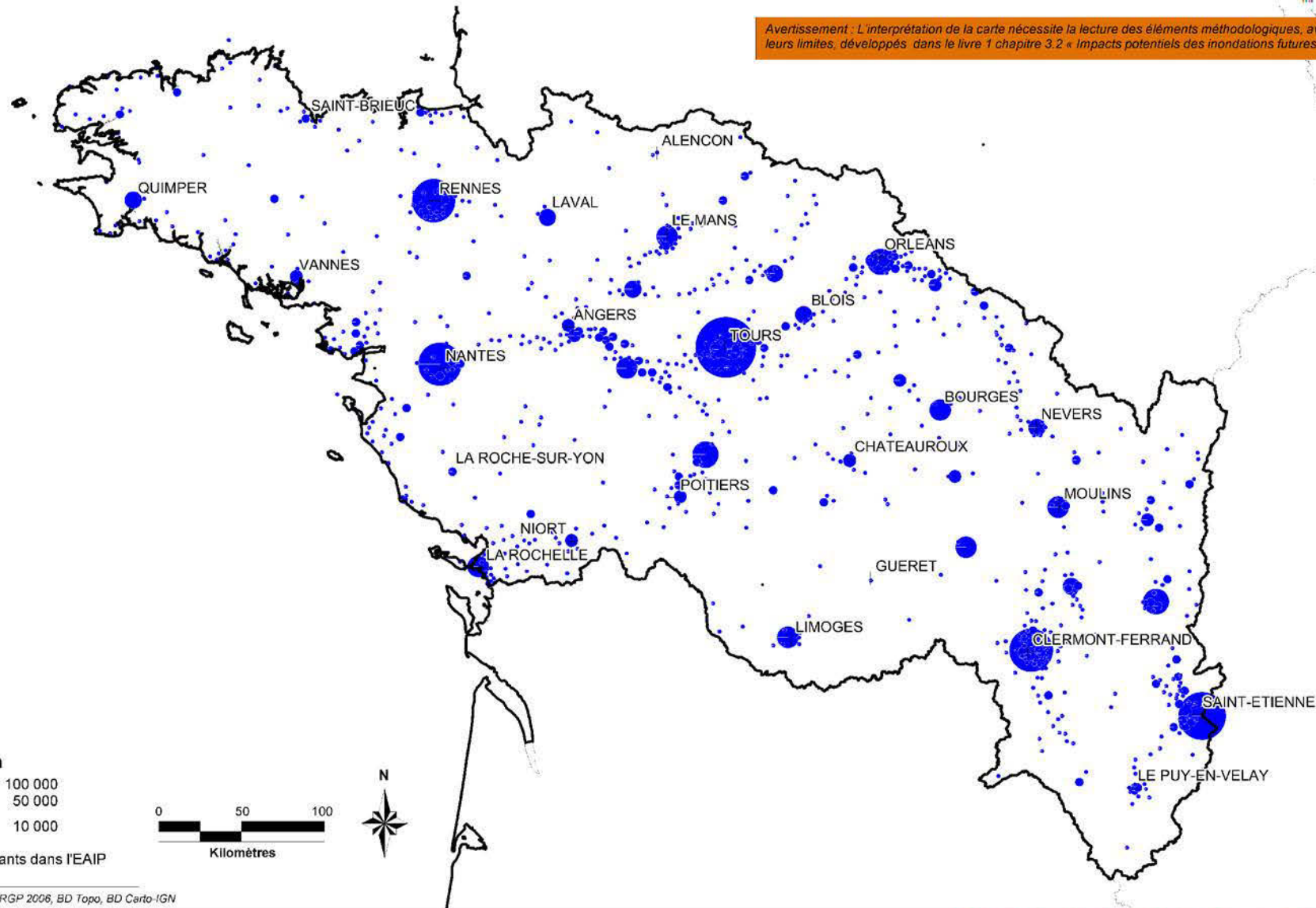


# Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation Débordements de cours d'eau - ruissellements

## Nombre d'habitants dans l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles



Avertissement : L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».



Données : IRIS 2006, RGP 2006, BD Topo, BD Cartho-IGN

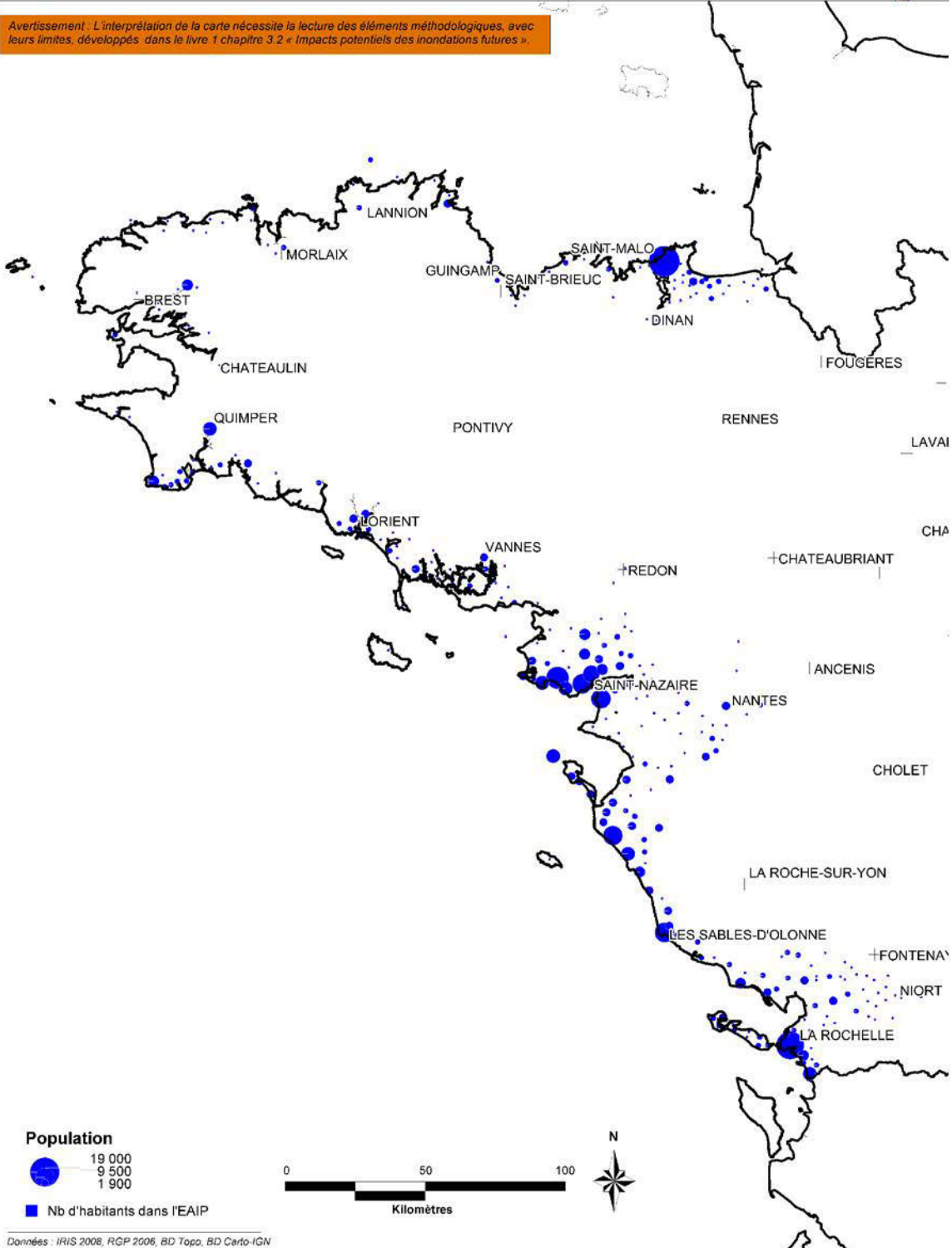


## Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation Submersions marines

Population présente dans l'Enveloppe  
Approchée des Inondations Potentielles



Avertissement : L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».



Données : IRIS 2008, RGP 2006, BD Topo, BD Cartho-IGN

DREAL du bassin Loire-Bretagne - octobre 2011

[www.centre.developpement-durable.gouv.fr](http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr)



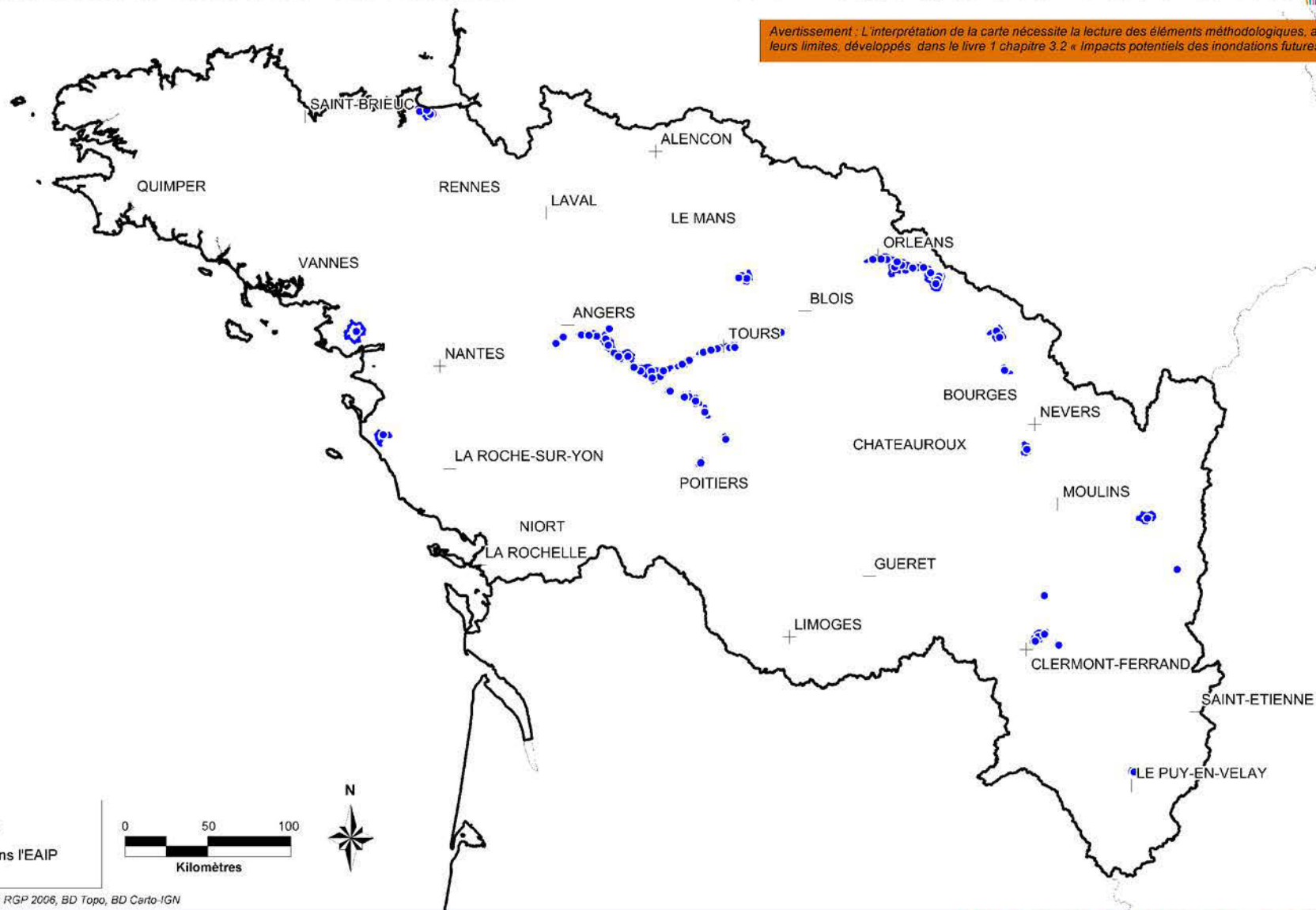


## Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation Débordements de cours d'eau - ruissellements

## Proportion de population communale présente dans l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles



Avertissement : L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».



Données : IRIS 2008, RGP 2008, BD Topo, BD Cartho-IGN



## Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation Submersions marines

Proportion de la population communale présente  
dans l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles



Avertissement : L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».



DREAL du bassin Loire-Bretagne - octobre 2011

[www.centre.developpement-durable.gouv.fr](http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr)

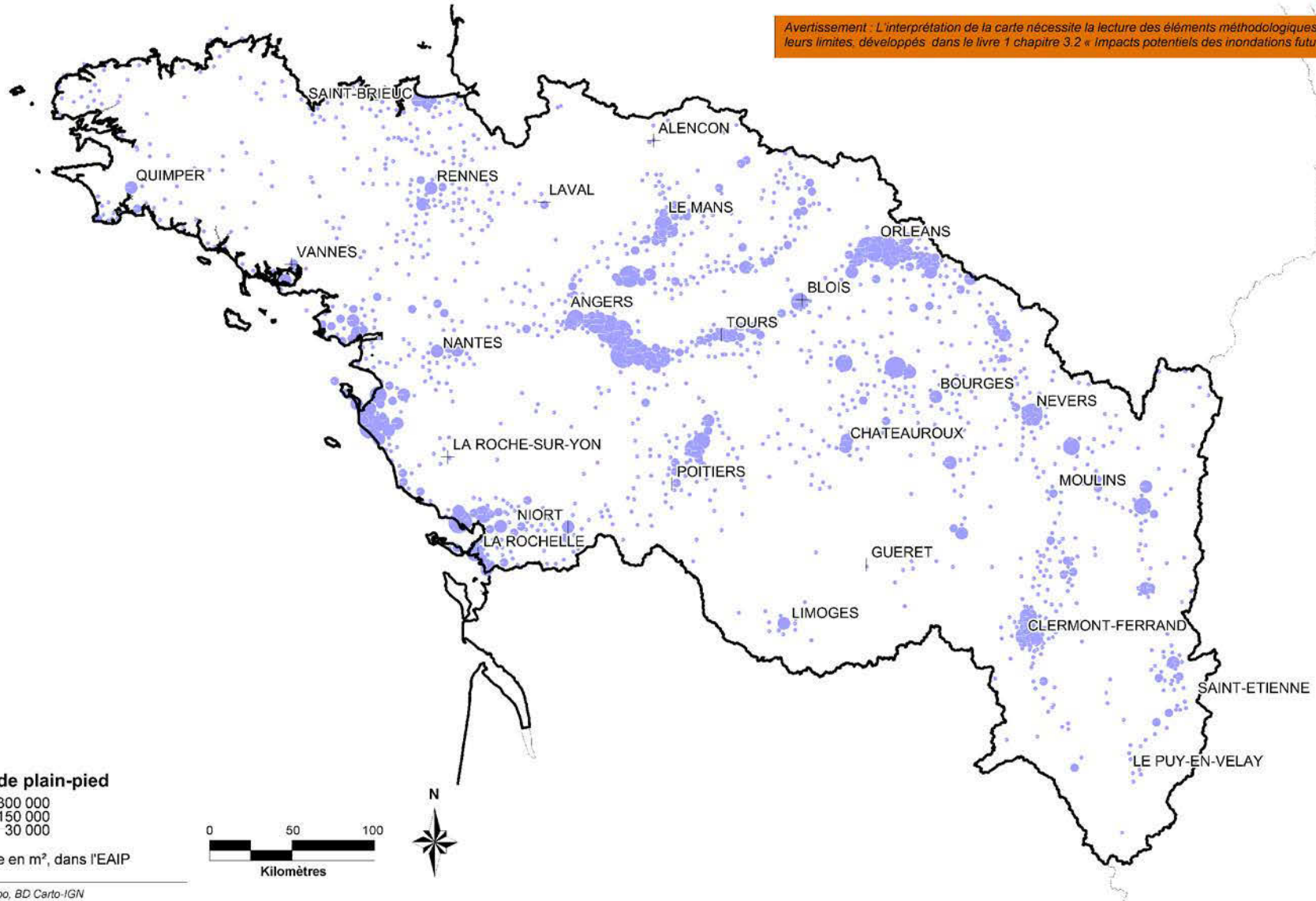


# Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation Débordements de cours d'eau - ruissellements

## Surface de l'habitat de plain-pied dans l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles



Avertissement : L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».



Données : BD Topo, BD Cartho-IGN

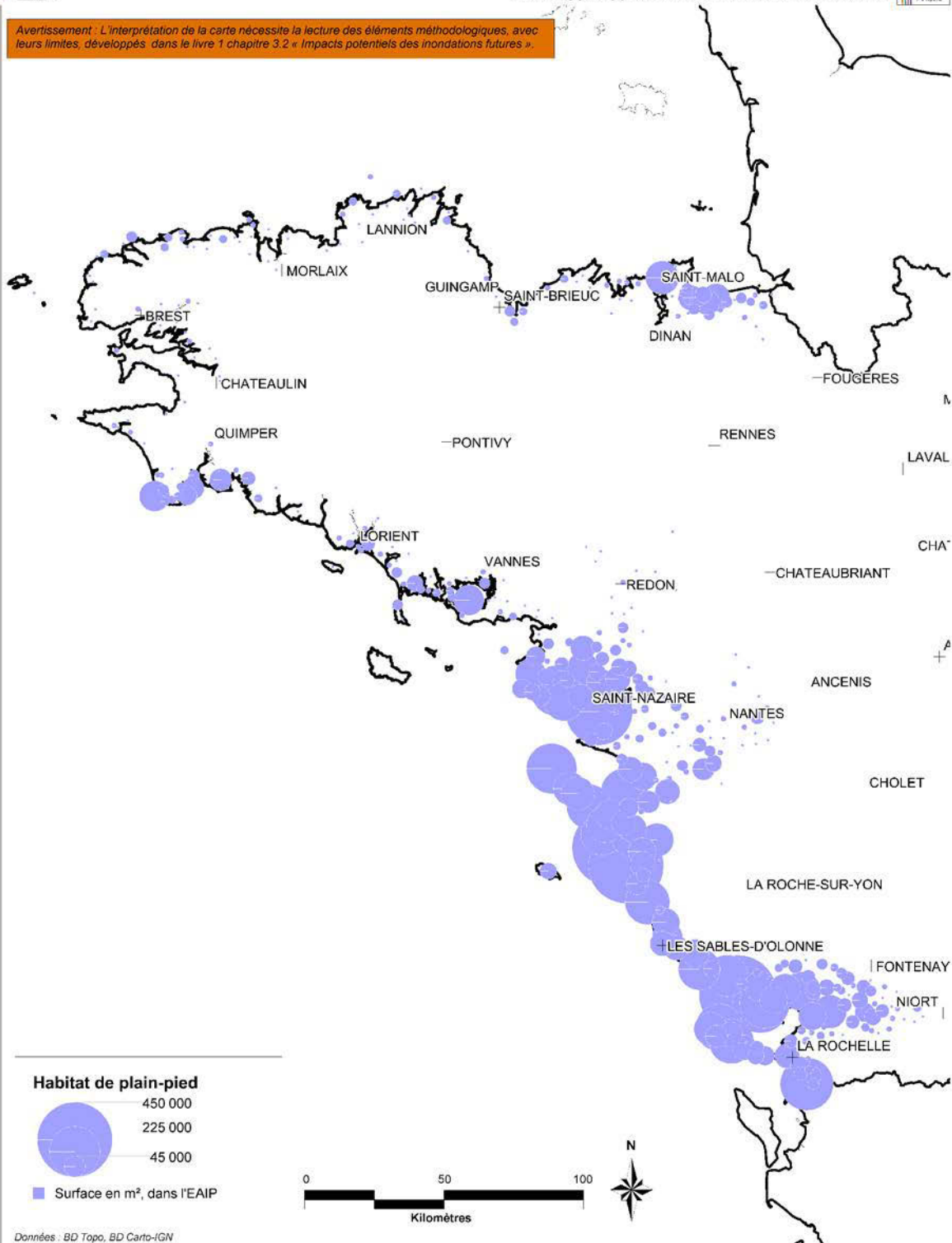


## Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation Submersions marines

Surface de l'habitat de plain-pied dans  
l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles



Avertissement : L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».



DREAL du bassin Loire-Bretagne - octobre 2011

[www.centre.developpement-durable.gouv.fr](http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr)





# Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation

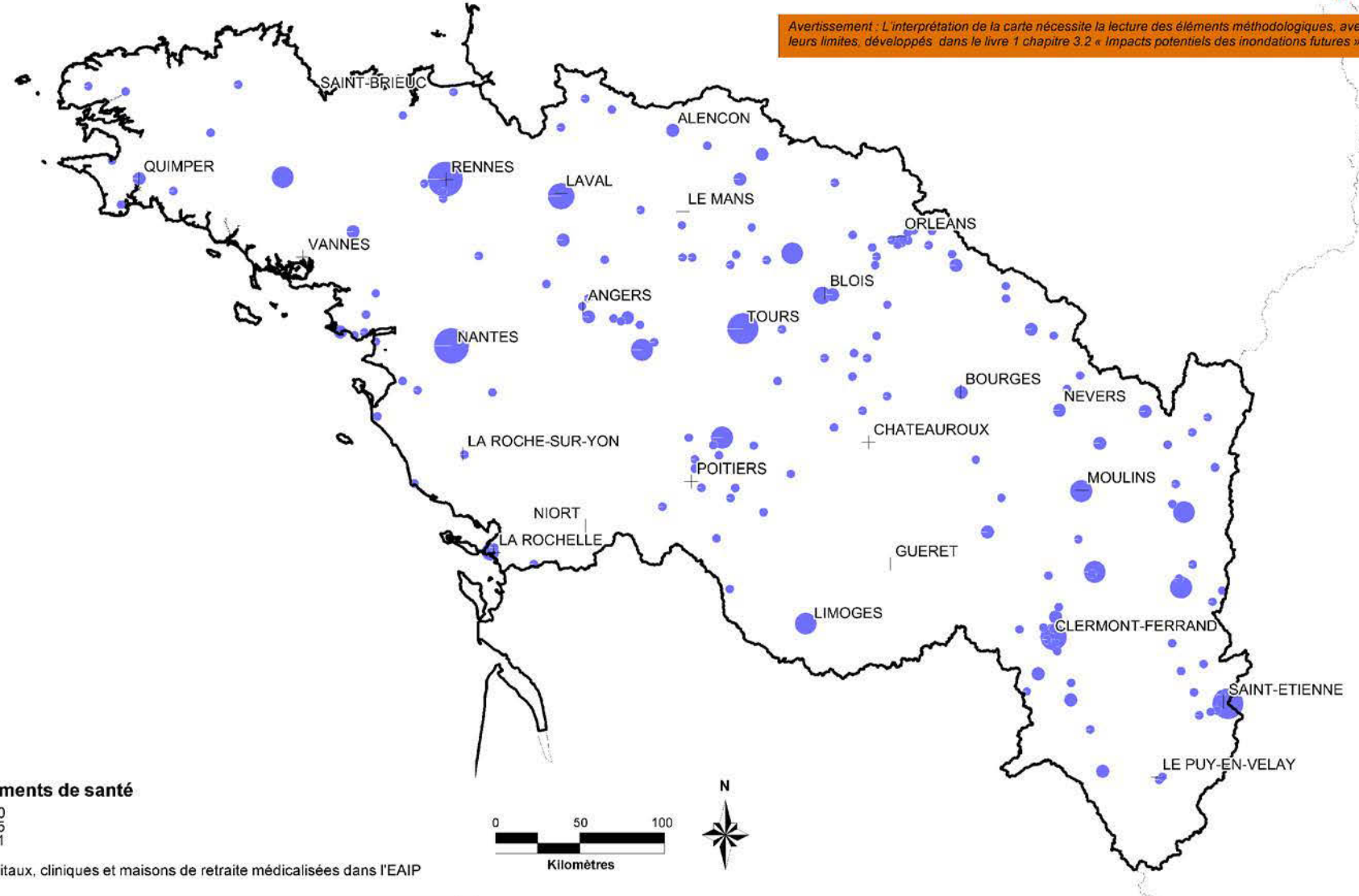
## Débordements de cours d'eau - ruissellements

# Etablissements de santé dans l'Enveloppe

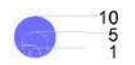
## Approchée des Inondations Potentielles



**Avertissement :** L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».



### Etablissements de santé



■ Nb d'hôpitaux, cliniques et maisons de retraite médicalisées dans l'EAIP

Données : BDTopo, BDCarto-IGN

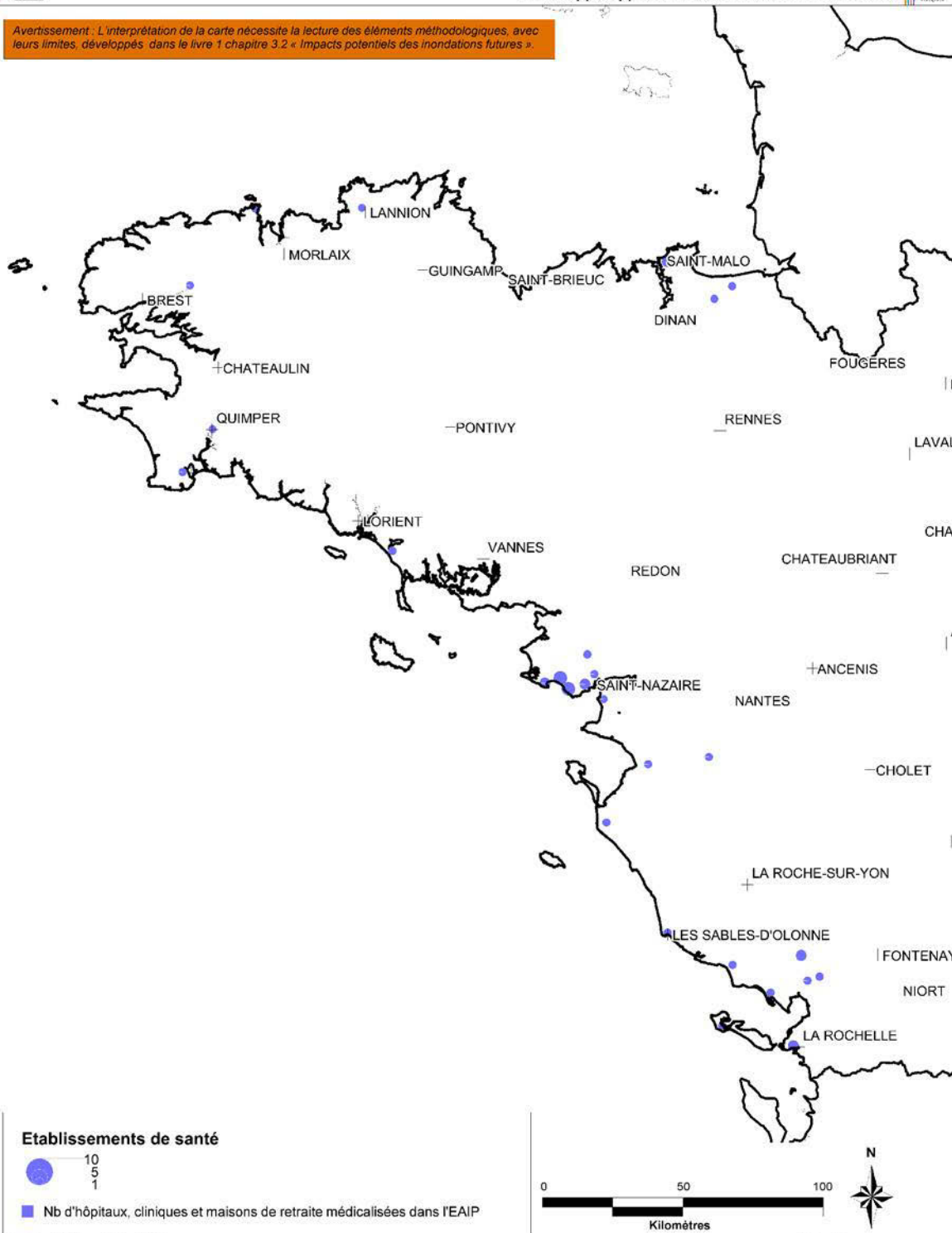


# Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation Submersions marines

## Nombre d'établissements de santé dans l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles



**Avertissement** : L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».



DREAL du bassin Loire-Bretagne - octobre 2011

[www.centre.developpement-durable.gouv.fr](http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr)

### 3.2.2.4 Impacts potentiels sur l'activité économique

Les inondations ont des impacts négatifs sur différents types d'enjeux liés à l'économie :

- les biens (privés ou publics) en zone inondable peuvent être endommagés ;
- les réseaux (de transport, d'énergie, de télécommunication, d'eau...) peuvent dysfonctionner bien au-delà des zones inondées ;
- l'activité économique peut être touchée notamment :
  - ➔ pour les activités situées dans les zones inondées, par des dégâts sur les bâtiments, le matériel, les produits stockés, les cultures,
  - ➔ pour l'ensemble des activités, par des arrêts d'activités suite au dysfonctionnement des réseaux, à l'indisponibilité des personnels, au défaut d'un fournisseur inondé ou dans l'impossibilité de livrer...

La vulnérabilité économique dépend également de la couverture assurantielle qui est variable selon les types de dommages.

L'évaluation de ces impacts est donc particulièrement complexe. Les indicateurs arrêtés dans le socle national pour en donner une première approche sont les suivants :

- **l'emprise totale du bâti dans l'EAIP** : cet indicateur rend compte de l'importance du bâti présent dans l'EAIP et des répercussions potentielles d'une inondation sur les biens ;
- **l'emprise des bâtiments d'activité dans l'EAIP** : cet indicateur permet d'identifier la part du bâti d'activité dans les zones d'activités et les zones industrielles. Les activités disséminées dans le tissu urbain ne sont pas comptabilisées ;
- **le nombre d'emplois dans l'EAIP** : au-delà de l'impact économique, cet indicateur complète l'indicateur sur la population. En effet, la population active peut se trouver sur son lieu de travail, et non dans son lieu d'habitation, lorsqu'une inondation soudaine se produit. Le calcul de l'indicateur est basé sur l'exploitation de la BD Parcellaire. Cependant, la qualité du géoréférencement de cette base n'étant pas homogène, pour un petit nombre de communes identifiées, l'information produite est de moindre qualité. Ceci n'a toutefois pas de conséquence sur l'interprétation globale de la carte ;
- **le nombre d'événements « Catastrophe Naturelle »** : la mise œuvre de la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 modifiée, relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles, fait appel à une solidarité nationale au travers de la prise d'un arrêté reconnaissant l'état de catastrophe naturelle. Un événement peut justifier de plusieurs arrêtés au titre des différents types de phénomènes constatés (coulée de boues, débordement de cours d'eau...) ; l'indicateur comptabilise les événements ayant donné lieu à un ou des arrêtés. Les inondations identifiées comme « Catastrophe Naturelle » peuvent correspondre à des événements assez fréquents par rapport à ceux extrêmes pris en compte dans le cadre de l'EPRI (une pluie décennale peut justifier un arrêté). Leur nombre permet toutefois de donner une indication de la sinistralité d'une commune lors des trente dernières années. Les communes cumulant un nombre d'évènements important sont surtout représentatives d'une vulnérabilité économique pour des évènements fréquents.

- **les linéaires de réseaux de transports dans l'EAIP** : ces linéaires sont comptabilisés à l'échelle des bassins, sans analyse de leur vulnérabilité (les voies ne sont pas nécessairement coupées en cas d'inondation) :
  - ➔ **le linéaire de routes principales** : les routes principales constituent des liaisons entre métropoles et départements. On y trouve l'essentiel du réseau européen qui revêt un caractère stratégique ;
  - ➔ **le linéaire de routes secondaires** : cet indicateur permet de rendre compte de l'atteinte au réseau « local » ;
  - ➔ **le linéaire de voies ferrées** : les principales voies ferrées permettent des grandes liaisons entre agglomérations et constituent, comme les routes principales, des itinéraires stratégiques. Seules les voies ferrées principales ont été considérées.



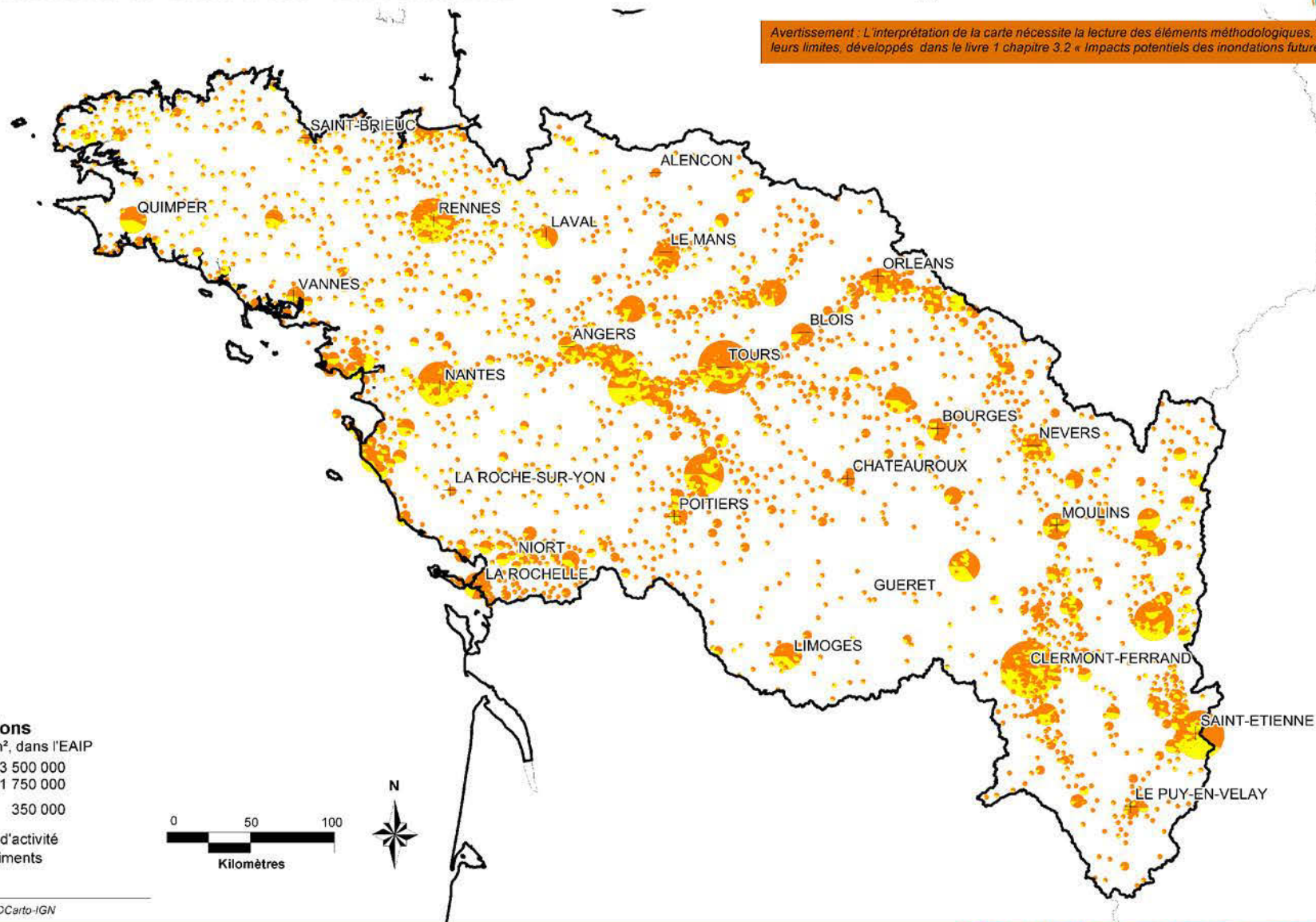


# Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation Débordements de cours d'eau - ruissellements

## Surfaces des constructions dans l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles



Avertissement : L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».



Données : BDTopo, BDCarto-IGN

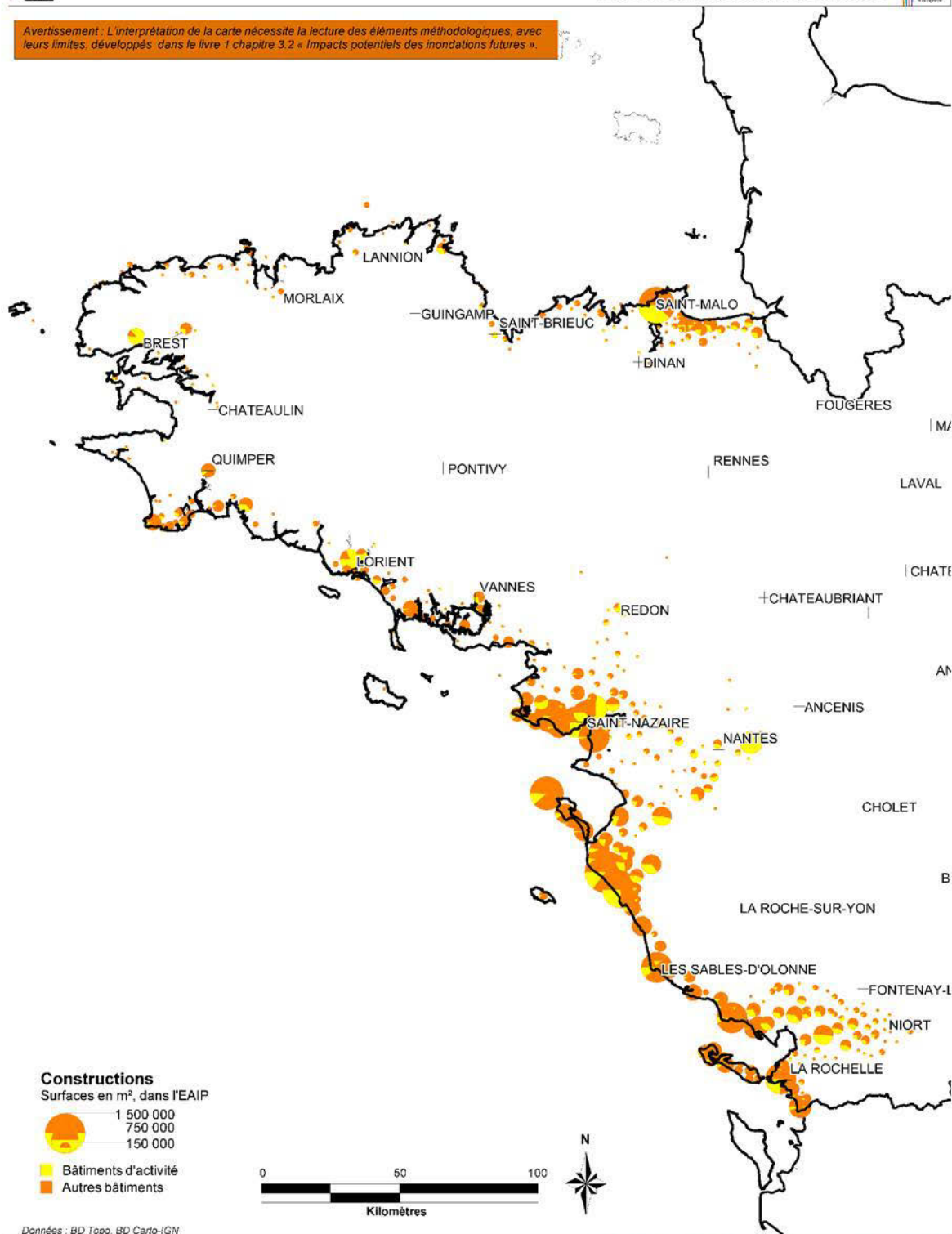


## Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation Submersions marines

### Surfaces des constructions dans l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles



**Avertissement :** L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».



DREAL du bassin Loire-Bretagne - octobre 2011

[www.centre.developpement-durable.gouv.fr](http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr)



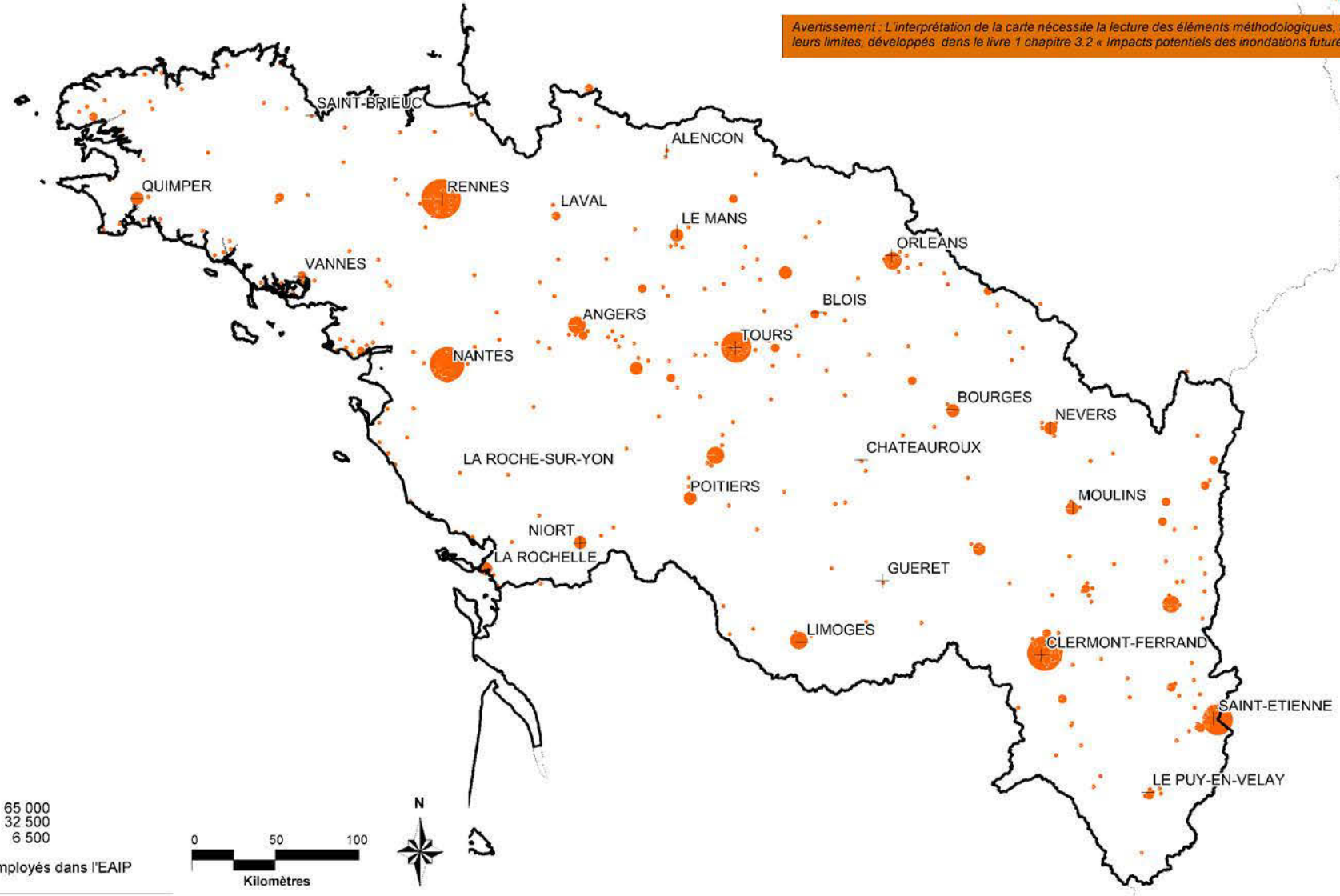
# Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation

## Débordements de cours d'eau - ruissellements

### Nombre d'employés dans l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles



*Avertissement : L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».*



**Emploi**

- 65 000
- 32 500
- 6 500

■ Nb d'employés dans l'EAIP

0 50 100  
Kilomètres



Données : INSEE (BTX-CC-EMP-2007), Majic, BDCarto-IGN



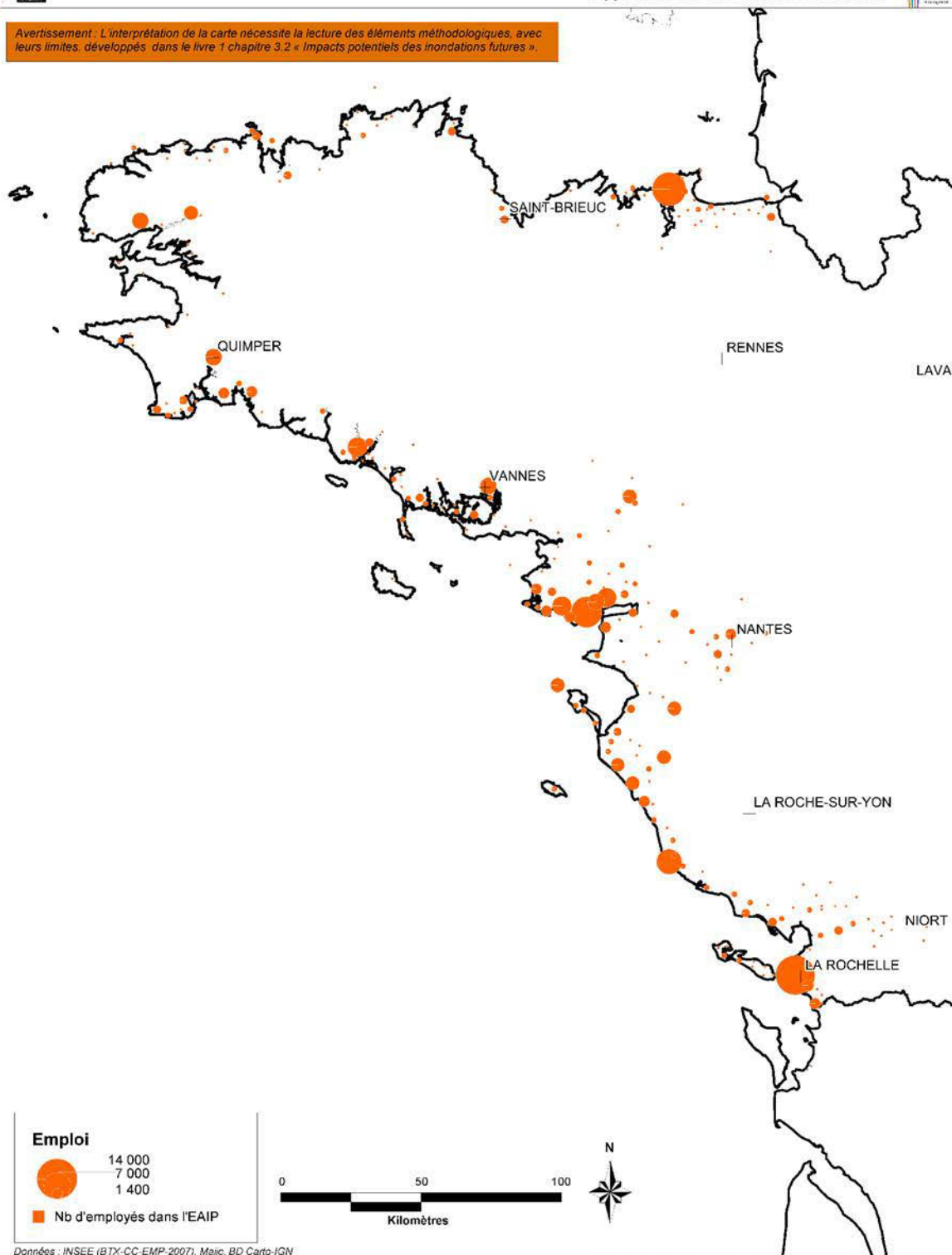


## Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation Submersions marines

Nombre d'employés dans l'Enveloppe  
Approchée des Inondations Potentielles



Avertissement : L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».



Données : INSEE (BTX-CC-EMP-2007), Majsic, BD Cartho-IGN

DREAL du bassin Loire-Bretagne - octobre 2011

[www.centre.developpement-durable.gouv.fr](http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr)



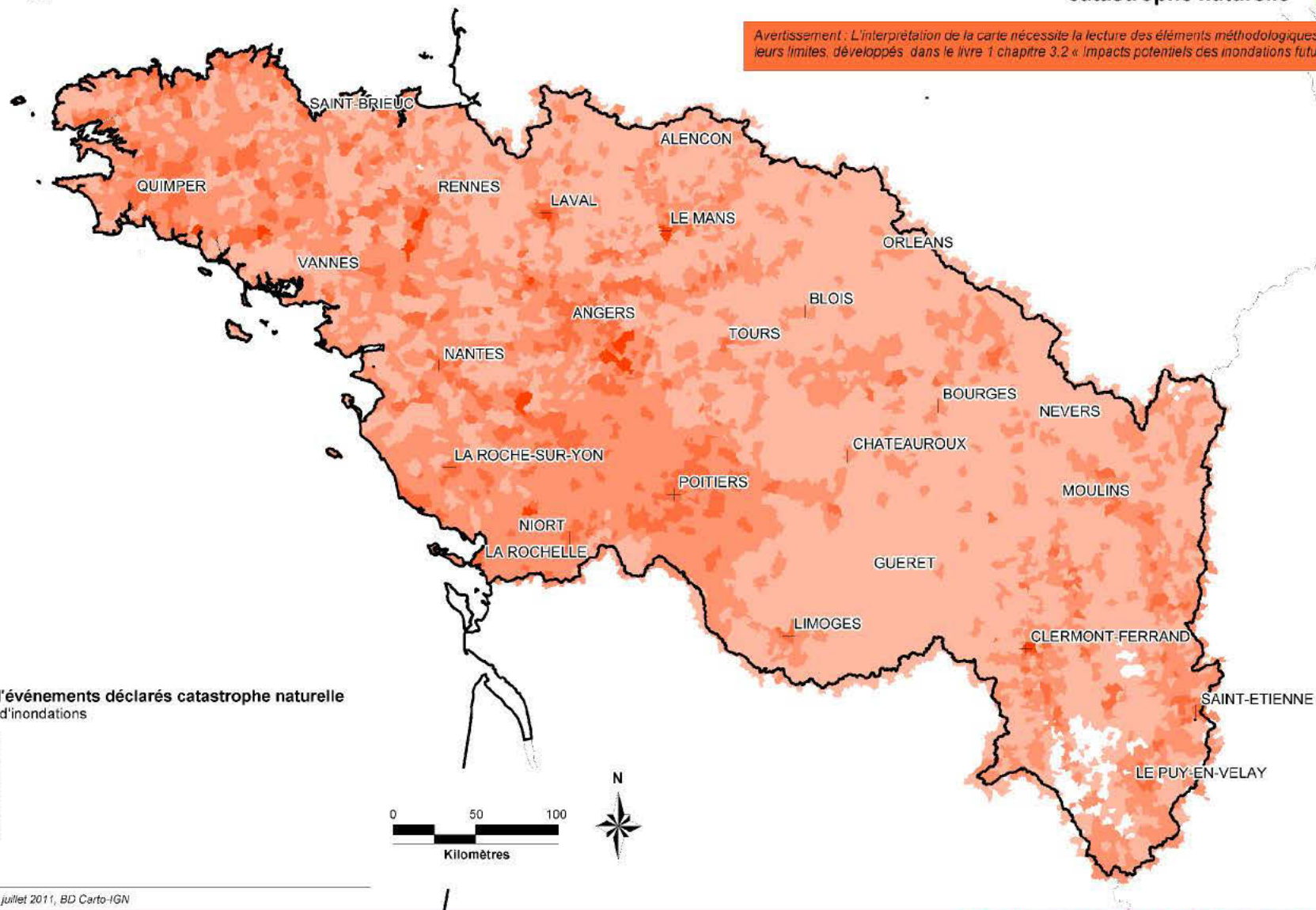


## Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation Tous types d'inondations

Nombre d'événements déclarés  
"catastrophe naturelle"



Avertissement : L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».



Données : Gaspar - juillet 2011, BD Cartho-IGN

### **Linéaires de réseaux de transports dans l'EAIP cours d'eau**

- Routes principales : 3 600 km
- Routes secondaires : 51 700 km
- Voies ferrées : 2 000 km

Lors d'une crue exceptionnelle de la Loire, les atteintes aux réseaux de transports entraîneront une coupure entre le nord et le sud-ouest de la France, qui aura pour effet de saturer le réseau de transport encore disponible (via la Vallée du Rhône).

### **Linéaires de réseaux de transports dans l'EAIP submersions marines**

- Routes principales : 450 km
- Routes secondaires : 9 100 km
- Voies ferrées : 160 km

### 3.2.2.5 Impacts potentiels sur l'environnement

Au-delà des aménagements anthropiques, les lits majeurs des cours d'eau comportent de nombreux milieux écologiques de grand intérêt pour la biodiversité. Si les inondations ont en général un effet bénéfique sur ces milieux, elles peuvent aussi apporter des pollutions qui porteront atteinte à ces espaces.

Pour caractériser les impacts potentiels sur l'environnement, les principales sources de pollution possibles et les principales zones naturelles d'intérêt écologique ont été identifiées. Les sources de pollution sont aussi à rapprocher des autres enjeux présents dans l'EAIP, notamment la population, pour en apprécier l'impact potentiel global. Les indicateurs d'impacts potentiels sur l'environnement sont ainsi :

- **les installations nucléaires de base dans l'EAIP** : les installations nucléaires de base comprennent les réacteurs nucléaires, mais également les grandes installations de préparation, d'enrichissement, de fabrication, de traitement ou d'entreposage de combustible nucléaire, les grandes installations comprenant des substances radioactives ou fissiles, et les grands accélérateurs de particules ;
- **les établissements « Seveso seuil haut » dans l'EAIP** : la nature et l'importance de leurs activités présentent des risques majeurs pour l'environnement, au-delà de l'enceinte des installations. Ces établissements sont soumis à une réglementation spécifique avec en particulier, une maîtrise de l'urbanisation autour des sites. Il en existe plus de 600 sur le territoire national ;
- **les établissements IPPC dans l'EAIP** : les établissements soumis à la directive dite « IPPC » (pour Integrated Pollution Prevention and Control) sont les installations industrielles ou agricoles à fort potentiel de pollution de l'environnement (eau, air, sols...). Il en existe environ 6 000 en France, toutes natures confondues (industries d'activités énergétiques, production et transformation des métaux, industrie minérale, industrie chimique, gestion des déchets, élevage d'animaux, etc. ) ;
- **les stations d'épuration de plus de 10 000 équivalents habitants dans l'EAIP** : les stations d'épuration sont souvent construites dans le lit majeur des cours d'eau et peuvent dysfonctionner en cas d'inondation importante ;
- **les zones Natura 2000 dans l'EAIP** : elles constituent au niveau européen un réseau de sites abritant les habitats d'intérêt communautaire nécessaire à la préservation de la biodiversité ;
- **les ZNIEFF dans l'EAIP** : les zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique concernent les grands ensembles naturels riches et peu modifiés identifiés au niveau régional et les sites d'intérêt biologique remarquable contenant des espèces protégées, rares ou menacées.

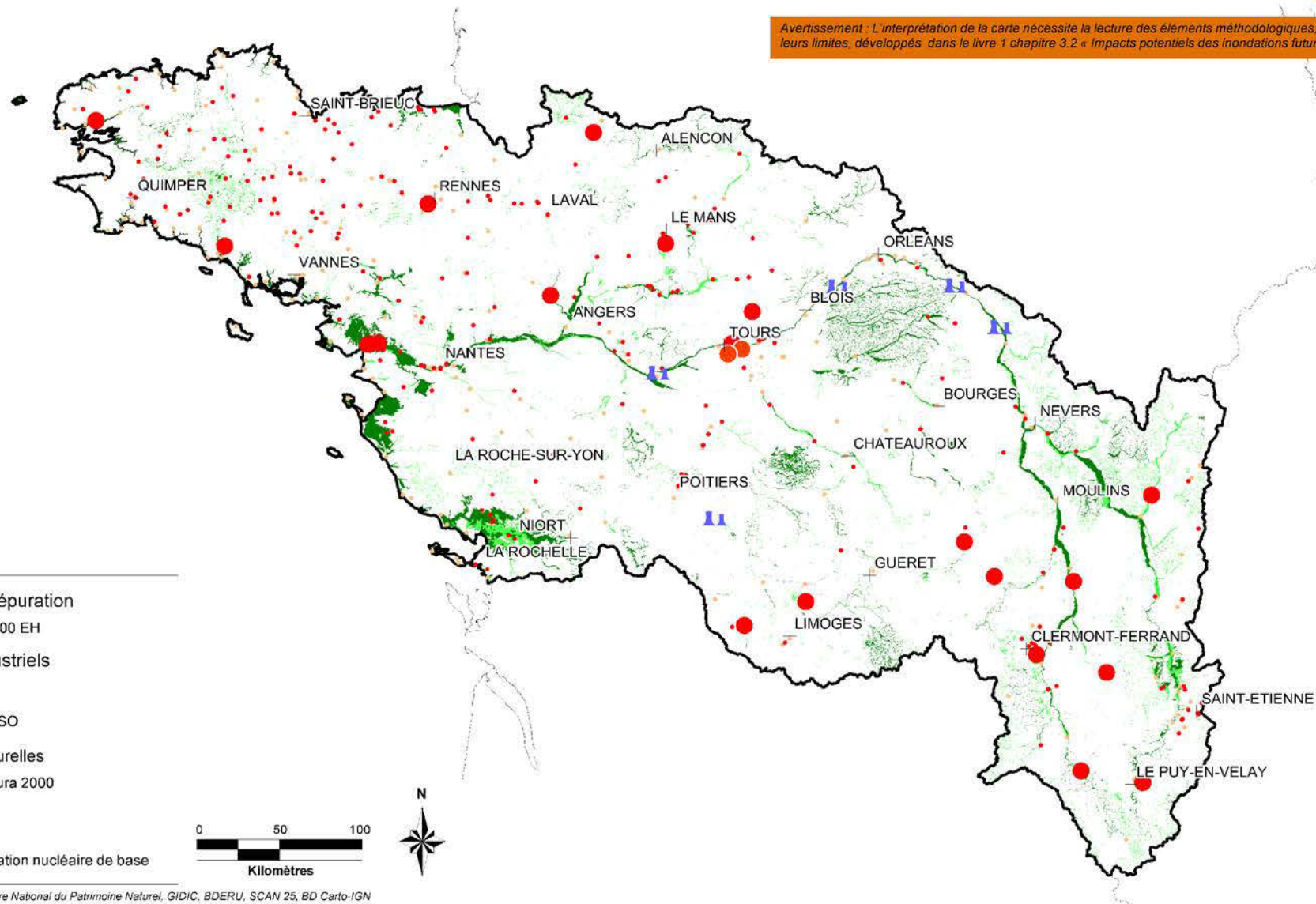


## Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation Débordements de cours d'eau - ruissellements

## Environnement dans l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles



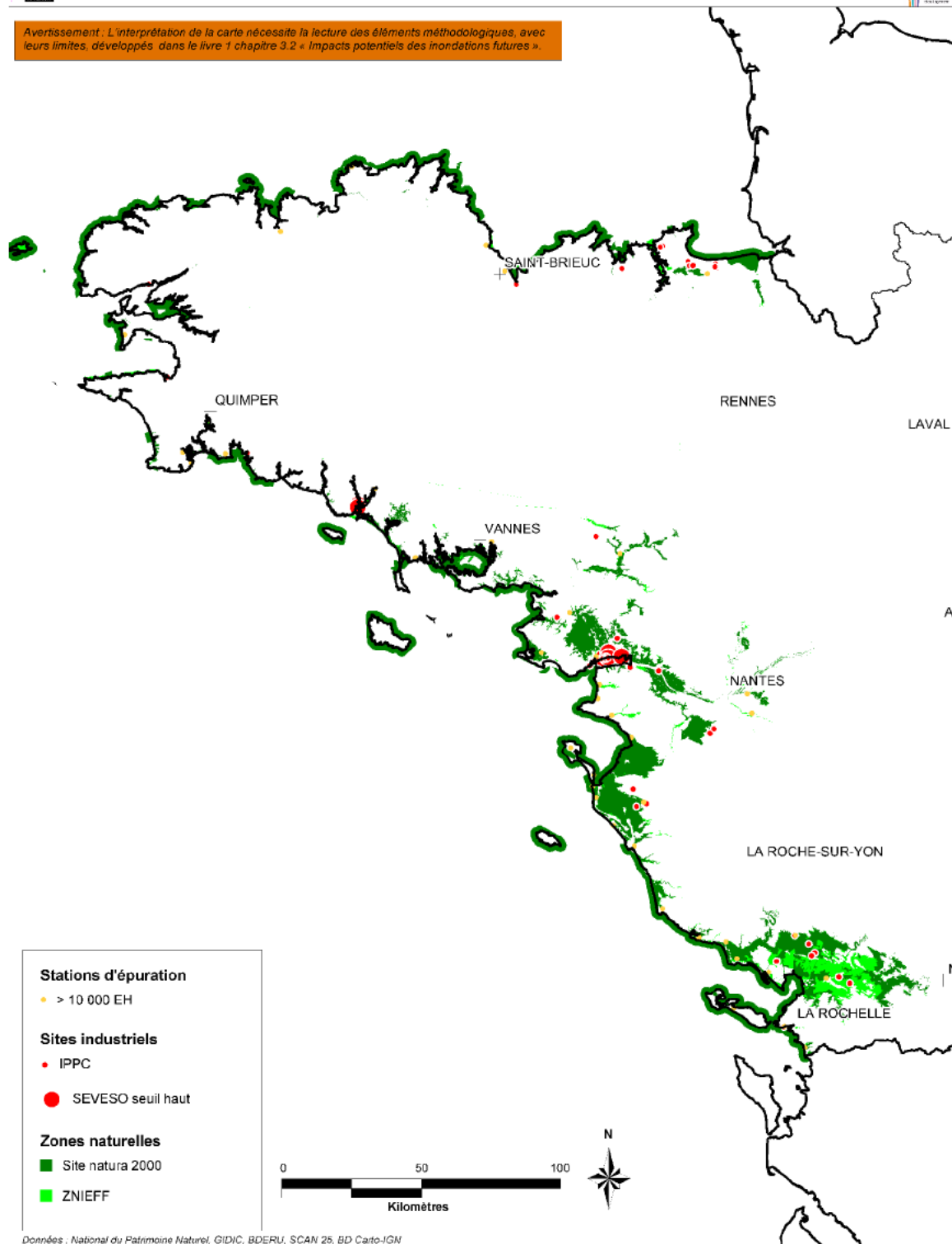
Avertissement : L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».







**Avertissement :** L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « impacts potentiels des inondations futures ».



Données : National du Patrimoine Naturel, GIDIC, BDERU, SCAN 25, BD Cartho-IGN

DREAL du bassin Loire-Bretagne - octobre 2011

[www.centre.developpement-durable.gouv.fr](http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr)

### 3.2.2 6 Impacts potentiels sur le patrimoine

Le patrimoine recouvre le patrimoine culturel (patrimoine bâti historique, collections des musées, ...) ou naturel (flore et faune).

La vulnérabilité aux inondations du patrimoine naturel est examinée au titre des impacts potentiels sur l'environnement. La vulnérabilité du patrimoine culturel est approchée pour l'EPRI à travers le calcul de la superficie du bâti remarquable dans l'EAIP identifié par l'analyse de la BD TOPO® de l'IGN (les châteaux, églises, chapelles et bâtiments religieux divers,...).

Cet indicateur reste très restrictif et ne permet de considérer qu'une partie du patrimoine culturel, sans analyse de sa vulnérabilité à l'inondation. Toutefois, il apporte une première appréciation mettant en évidence la sensibilisé de certains secteurs.

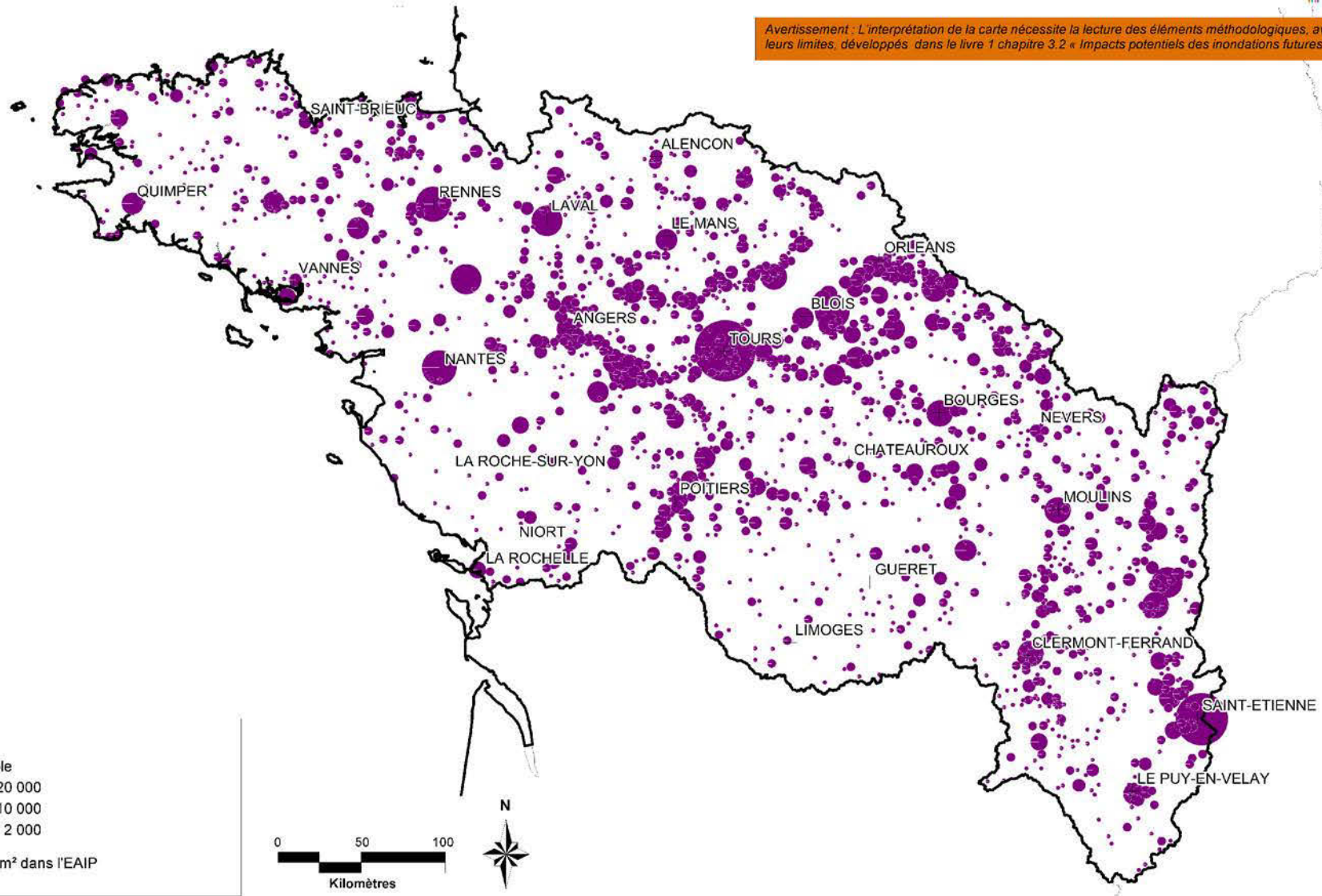


# Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation Débordements de cours d'eau - ruissellements

## Patrimoine dans l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles



Avertissement : L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés, dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».



16

**Patrimoine**  
Bâti remarquable

- 20 000
- 10 000
- 2 000

■ Surface en m<sup>2</sup> dans l'EAIP

Données : BD Topo, BD Cartho-IGN

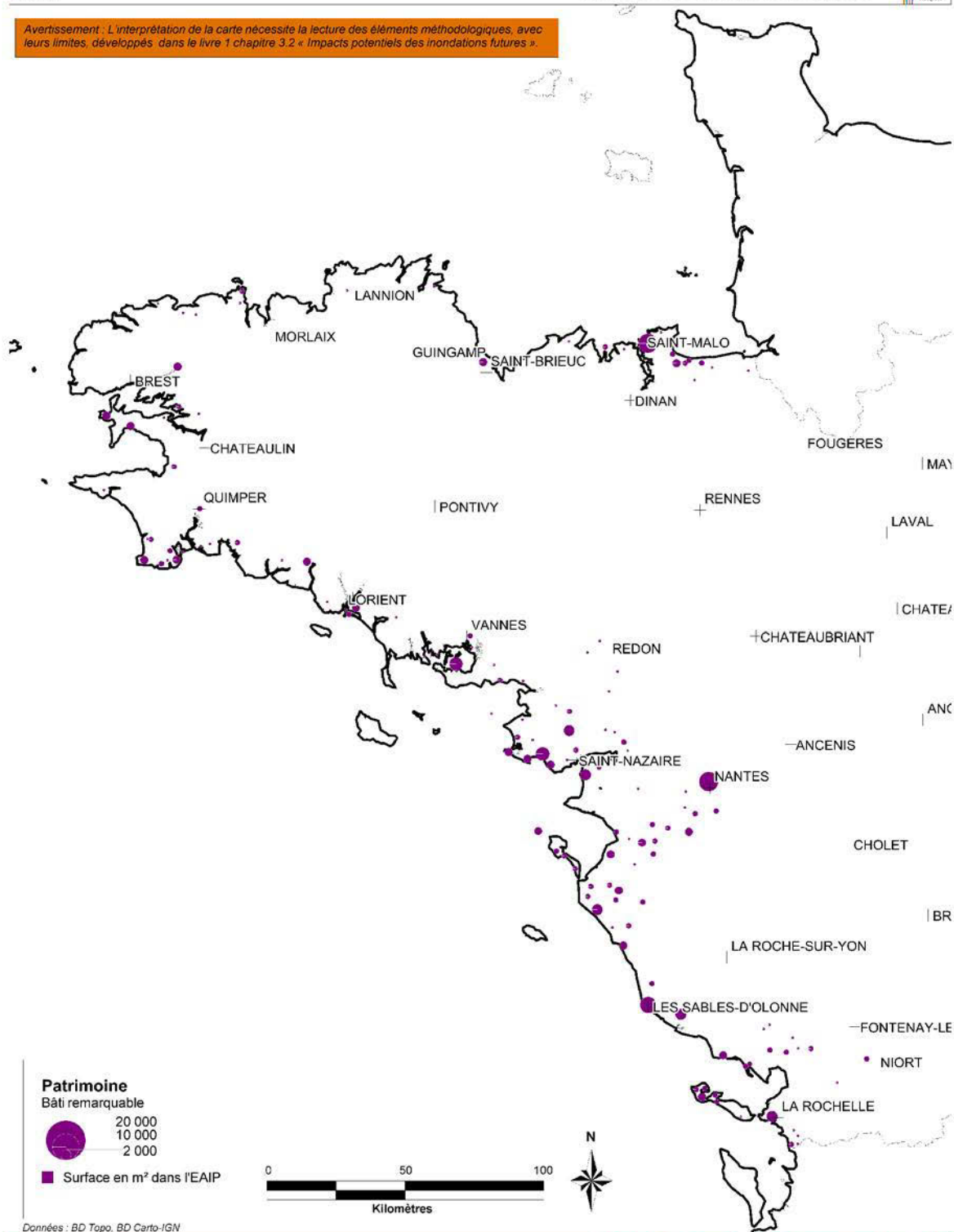


## Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation Submersions marines

## Patrimoine dans l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles



Avertissement : L'interprétation de la carte nécessite la lecture des éléments méthodologiques, avec leurs limites, développés dans le livre 1 chapitre 3.2 « Impacts potentiels des inondations futures ».



DREAL du bassin Loire-Bretagne - octobre 2011

[www.centre.developpement-durable.gouv.fr](http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr)



### 3.3 Les enseignements de l'évaluation des conséquences négatives des inondations

L'étude des inondations du passé et l'analyse des indicateurs relatifs aux impacts potentiels des inondations futures permettent de tirer plusieurs enseignements sur le risque d'inondation pour le district Loire-Bretagne.

- Tout d'abord, les différents indicateurs produits sur la densité de population, la santé humaine et l'économie renvoient une image de l'exposition du bassin au risque d'inondation globalement identique. En particulier, les territoires présentant de fortes concentrations d'enjeux dans l'enveloppe approchée des inondations potentielles restent pour la plupart les mêmes d'un indicateur à l'autre. L'indicateur de **densité de population** est donc un bon intégrateur de l'exposition des territoires au risque.
- Ensuite, l'examen de la densité de population dans l'enveloppe approchée des inondations potentielles montre que le **risque est diffus** et présent sur l'ensemble du bassin, même si l'on constate autour de plusieurs agglomérations, des zones où la concentration des enjeux est plus importante.
- Même si l'EPRI ne traite pas directement de la vulnérabilité des enjeux, elle apporte aussi quelques éléments sur la vulnérabilité des territoires au travers notamment de l'analyse des **surfaces de construction de plain-pied**, et de la part de la population communale dans l'enveloppe approchée des inondations potentielles. Certains secteurs du littoral et certains territoires ruraux, bien que ne laissant pas apparaître des concentrations d'enjeux importantes, voient ainsi révélée leur sensibilité au risque d'inondation. Ils pourraient être durablement impactés dans leur fonctionnement par de tels événements.
- Par ailleurs, l'analyse des inondations du passé souligne la fragilité des populations exposées aux **phénomènes brutaux**, quelle qu'en soit leur origine. Les témoignages ont en effet montré que des pertes en vie humaine pouvaient être attendues lors des submersions marines (Xynthia en 2010), des crues torrentielles (Brive-Charensac en 1980), des ruptures de digues de protection contre les inondations (crues de la Loire au XIX<sup>ème</sup> siècle), et même des ruptures de digues de retenues d'eau (Bretagne au XVIII<sup>ème</sup> siècle).
- Cette analyse historique met également en avant les **crues généralisées de la Loire et des ses affluents**, qui à elles seules pourraient toucher une part importante des territoires fortement exposés au risque.

L'EPRI témoigne finalement de l'importante exposition du bassin Loire-Bretagne au risque d'inondation, par débordements de cours d'eau ou submersions marines. Deux millions de personnes résident en permanence dans les zones potentiellement exposées au risque d'inondation (1,7 millions dans l'EAIP cours d'eau et 0,3 millions dans l'EAIP submersion marine). Si l'analyse réalisée permet d'identifier a priori les territoires qui pourraient être le plus fortement impactés dans l'avenir par des inondations de grande ampleur, il convient aussi de souligner que de nombreux autres territoires seront touchés par des phénomènes plus fréquents avec déjà des dommages conséquents.





## Évaluation préliminaire des risques d'inondation du bassin Loire-Bretagne

Coordination:



DREAL Centre – bassin Loire-Bretagne  
5 avenue Buffon . BP 6407  
45064 ORLEANS CEDEX 2

Tél: 02 36 17 41 41  
Fax: 02 36 17 41 01

[WWW.centre.developpement-durable.gouv.fr](http://WWW.centre.developpement-durable.gouv.fr)