# EVALUATION PRELIMINAIRE DES RISQUES D'INONDATION (EPRI)

## BASSIN SEINE NORMANDIE

Décembre 2011

# Evaluation Préliminaire des Risques Inondation (EPRI) – Bassin Seine-Normandie

La politique française de gestion des risques d'inondation s'inscrit désormais dans un cadre communautaire imposé par la directive 2007/60/CE du Parlement et du Conseil du 23 octobre 2007, visant à réduire les conséquences négatives associées aux inondations.

L'Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation constitue la **première étape** de la mise en œuvre de cette directive. Réalisée à l'échelle de chaque bassin hydrographique, elle a pour objectif d'évaluer les **conséquences potentielles des inondations majeures** sur la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique. Elle s'appuie sur les informations « disponibles ou pouvant être aisément déduites », compte tenu des courts délais de mise en œuvre et de l'étape ultérieure de cartographie.

Cette évaluation, sur laquelle se basera la stratégie nationale de gestion du risque inondation, se doit d'être **homogène à l'échelle nationale** et est donc fondée sur deux approches complémentaires, des informations locales venant compléter une approche homogène systématisée au niveau national .

**L'évaluation des impacts potentiels des inondations futures** est mise en œuvre de manière systématique pour les débordements de cours d'eau et les submersions marines. Un socle national d'indicateurs d'impacts quantitatifs est calculé :

- par la caractérisation d'une emprise potentielle des évènements extrêmes, **l'enveloppe approchée** des inondations potentielles (EAIP). Compte-tenu de la méthode simplifiée de détermination de cette enveloppe, **il ne s'agit en aucun cas d'une carte des zones inondables**,
- par le comptage des enjeux de différentes natures compris au sein de cette emprise.

Cette évaluation des impacts directs des évènements extrêmes ne peut ainsi être considérée que comme une **première approche simplifiée** de la vulnérabilité du territoire examiné.
**L'analyse des évènements du passé et de leurs conséquences** permet de compléter cette évaluation.

Par ailleurs, **les données disponibles au niveau local**, remontées par les collectivités via les EPTB ou les COMITER, permettent de rendre compte des spécificités de certains enjeux ou phénomènes, et d'**intégrer des analyses qualitatives et expertes** à l'évaluation, dans des délais contraints par les échéances européennes.

**Ce document,** arrêté par le préfet coordonnateur de bassin, **n'a pas de portée réglementaire.** Il est un élément de l'exercice imposé par la directive inondation et doit à ce titre être mis à disposition de la Commission européenne.

Cette évaluation permet d'identifier des **poches d'enjeux au sein du bassin**, qui contribueront, dans un second temps, à la sélection des territoires à risques importants d'inondation (TRI). Cette seconde étape associera les parties prenantes dont les collectivités et le comité de bassin pour une sélection définitive en juin 2012.
L'Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation n'est que la première étape d'un long processus devant permettre la mise en place en 2015 d'un plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) à l'échelle du bassin Seine-Normandie, qui se déclinera en « stratégies locales » pour les territoires à risques importants sélectionnés.

# SOMMAIRE

**1. L'EVALUATION PRELIMINAIRE DES RISQUES D'INONDATION : UN DIAGNOSTIC PREALABLE POUR ALLER VERS DES CHOIX PARTAGES, PREMIERE ETAPE DE LA DIRECTIVE INONDATION ..... 12**

1.1. L'OBJECTIF DE « CHOIX PARTAGE » ..... 12
1.2. UNE GOUVERNANCE ADAPTEE A UNE LARGE ASSOCIATION DES ACTEURS ..... 13
1.3. L'EPRI, EVALUATION PRELIMINAIRE DES RISQUES D'INONDATION : UN PREMIER ETAT DES LIEUX HOMOGENE ET PARTAGE ..... 13
1.4. CONTENU ET PRESENTATION DE L'EPRI ..... 14

**2. PRESENTATION DU BASSIN SEINE NORMANDIE ..... 15**

2.1. GEOGRAPHIE DU BASSIN SEINE NORMANDIE ..... 15
*2.1.1. Topographie et occupation du sol. ..... 15*
*2.1.2. Réseau hydrographique du bassin Seine Normandie ..... 16*
*2.1.3. Hydrogéologie du bassin Seine Normandie ..... 18*
*2.1.4. Fonctionnement hydrologique du bassin ..... 20*
*2.1.5. Principales infrastructures artificielles de gestion des inondations ..... 21*
2.2. TYPOLOGIES D'INONDATIONS SUR LE BASSIN SEINE NORMANDIE ..... 23
*2.2.1. Les crues lentes de plaine par débordement ..... 23*
*2.2.2. Les crues rapides ..... 26*
*2.2.3. Les remontées de nappes ..... 27*
*2.2.4. Les submersions marines ..... 28*
2.3. NATURE DES ENJEUX ..... 28
*2.3.1. Enjeux vulnérables au débordement de cours d'eau ..... 28*
*2.3.2. Enjeux vulnérables à la submersion marine ..... 29*
2.4. POLITIQUE DE GESTION DES INONDATIONS CONDUITE DANS LE BASSIN SEINE NORMANDIE ..... 32
*2.4.1. Plan Seine ..... 32*
*2.4.2. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Seine Normandie ..... 33*
*2.4.3. Urbanisme et Plan de Prévention des Risques (PPR) ..... 34*
*2.4.4. Programmes d'Action de Prévention des Inondations (PAPI) et Plan Submersions Rapides (PSR) ..... 35*

**3. ÉVALUATION DES CONSEQUENCES NEGATIVES DES INONDATIONS : PRINCIPAUX RESULTATS A L'ECHELLE DU BASSIN ..... 37**

3.1. OBJECTIFS ET PRINCIPES GENERAUX DE L'EVALUATION ..... 37
3.2. UNITES DE PRESENTATION ..... 38
3.3. EVENEMENTS MARQUANTS D'INONDATION DU PASSE REPRESENTANTS LES DIFFERENTES TYPOLOGIES DE CRUES ..... 40
*3.3.1. Evènements historiques ..... 40*
*3.3.2. Méthodologie de sélection des événements à l'échelle des unités de présentation ..... 46*
3.4. IMPACTS POTENTIELS DES INONDATIONS FUTURES ..... 48

*3.4.1. Évaluation des zones concernées par les phénomènes de débordement de cours d'eau et de submersions marines : constitution des Enveloppes Approchées des Inondations Potentielles (EAIP)* ..... *48*
*3.4.2. Évaluation des impacts potentiels* ..... *54*

**4. UNITE DE PRESENTATION SEINE AMONT** ..... **84**

4.1. EVENEMENTS MARQUANTS D'INONDATION DU PASSE REPRESENTANTS LES DIFFERENTES TYPOLOGIES DE CRUES ..... 84
*4.1.1. Principaux nœuds hydrographiques d'intérêts sur l'unité de présentation Seine-Amont* ..... *84*
*4.1.2. Evénements historiques de référence* ..... *84*
*4.1.3. Crues historiques répertoriées* ..... *96*
4.2. LES IMPACTS POTENTIELS DES INONDATIONS FUTURES ..... 97
*4.2.1. Enveloppe Approchée des Inondations potentielles par débordement de cours d'eau, ruissellement* ..... *97*
*4.2.2. Les Impacts Potentiels des inondations futures* ..... *106*
*4.2.3. Impacts potentiels sur la santé humaine* ..... *106*
*4.2.4. Inondations par rupture d'ouvrage de retenue* ..... *119*
*4.2.5. Autres types d'inondation* ..... *121*
4.3. BIBLIOGRAPHIE ..... 124

**5. UNITE DE PRESENTATION COTIERS NORMANDS** ..... **125**

5.1. EVENEMENTS MARQUANTS D'INONDATION ..... 125
*5.1.1. Principaux évènements marquants d'inondation détaillés* ..... *125*
*5.1.2. Crues historiques répertoriées* ..... *134*
5.2. LES IMPACTS POTENTIELS DES INONDATIONS FUTURES ..... 135
*5.2.1. Inondations par submersions marines* ..... *135*
*5.2.2. Inondations par débordement de cours d'eau, ruissellement, torrents de montagne et ruptures de digues de protection* ..... *146*
*5.2.3. Inondations par remontée de nappes* ..... *157*
*5.2.4. Inondations par rupture d'ouvrage de retenue* ..... *158*

**6. UNITE DE PRESENTATION SEINE-AVAL** ..... **159**

6.1. PRESENTATION DE L'UNITE SEINE-AVAL ..... 159
6.2. EVENEMENTS MARQUANTS D'INONDATION DU PASSE REPRESENTANTS LES DIFFERENTES TYPOLOGIES DE CRUES ..... 164
*6.2.1. Méthodologie de sélection des événements* ..... *164*
*6.2.2. Principaux nœuds hydrographiques d'intérêts sur l'unité de présentation « Seine-Aval»* ..... *164*
*6.2.3. Présentation de crues historiques marquantes représentatives des typologies de crues 166*
*6.2.4. Crues historiques répertoriées* ..... *175*
6.3. LES IMPACTS POTENTIELS DES INONDATIONS FUTURES ..... 176
*6.3.1. Les différents types d'inondations* ..... *176*
*6.3.2. Principaux résultats issus de la méthodologie nationale* ..... *178*
*6.3.3. Impacts potentiels sur la santé humaine* ..... *180*
*6.3.4. Impacts potentiels sur l'activité humaine* ..... *190*
*6.3.5. Impacts potentiels sur le patrimoine* ..... *198*
*6.3.6. Impacts potentiels sur l'environnement* ..... *200*
6.4. REFERENCES ET BIBLIOGRAPHIE : ..... 208

**7. UNITE DE PRESENTATION VALLEES DE MARNE ..... 209**
7.1. PRESENTATION DE L'UNITE VALLEES DE MARNE ..... 209
7.2. PRINCIPAUX EVENEMENTS MARQUANTS D'INONDATION ..... 211
*7.2.1. Evénements historiques de référence ..... 211*
*7.2.2. Crues historiques répertoriées ..... 221*
7.3. LES IMPACTS POTENTIELS DES INONDATIONS FUTURES ..... 222
*7.3.1. les inondations par débordement de cours d'eau, ruissellement ..... 222*
*7.3.2. ..... 251*
*7.3.3. Les inondations par remontée de nappes ..... 252*
*7.3.4. Les inondations par rupture d'ouvrage de retenue ..... 252*
*7.3.5. Les autres phénomènes ..... 255*
*7.3.6. Sélection des données constitutives de l'EAIPce ..... 255*
**8. UNITE DE PRESENTATION VALLEES D'OISE ..... 257**
8.1. PRESENTATION DU TERRITOIRE « VALLEES D'OISE » ..... 257
8.2. EVENEMENTS MARQUANTS D'INONDATION DU PASSE ..... 258
*8.2.1. Méthodologie de sélection des événements à l'échelle des unités de présentation ..... 258*
*8.2.2. Evénements historiques de référence ..... 259*
*8.2.3. Crues historiques répertoriées ..... 275*
8.3. EVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS AU SEIN DE L'UNITE DE PRESENTATION « VALLEES D'OISE » ..... 276
*8.3.1. Inondations par débordement de cours d'eau, ruissellement, torrents ..... 279*
**9. UNITE DE PRESENTATION RIVIERES D'ILE-DE-FRANCE ..... 298**
9.1. PRESENTATION DE L'UNITE RIVIERES D'ILE DE FRANCE ..... 298
9.2. PRINCIPAUX EVENEMENTS MARQUANTS D'INONDATION ..... 299
*9.2.1. Méthode de réalisation ; crues marquantes détaillées ..... 299*
*9.2.2. Références ..... 313*
*9.2.3. Crues historiques répertoriées ..... 314*
9.3. LES IMPACTS POTENTIELS DES INONDATIONS FUTURES ..... 315
*9.3.1. Inondations par débordement de cours d'eau, ruissellement, torrents de montagne et ruptures de digues de protection ..... 315*
*9.3.2. Inondations par rupture d'ouvrage de retenue ..... 349*
*9.3.3. Annexe Evaluation des impacts potentiels des inondations futures ..... 352*
9.4. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ..... 364

# Liste des figures

Figure 1 : Situation du bassin Seine Normandie ..... 15
Figure 2 Occupation des sols ..... 16
Figure 3 : Relief et cours d'eaux principaux ..... 17
Figure 4 Schéma de la géologique du bassin Seine Normandie, vue en coupe (source Piren Seine) ..... 19
Figure 5 Carte de la géologie du bassin (Carte BRGM) ..... 19
Figure 6 : Les lacs-réservoirs gérés par l'EPTB Seine Grands Lacs (Carte GLS) ..... 22
Figure 7 : Influence des perturbations océaniques : elles sont portées par les courants d'ouest et peuvent être bloquées par le massif du Morvan entraînant d'importantes précipitations sur de longues périodes de temps ..... 23
Figure 8 : Zouave du Pont de l'Alma - échelle traditionnelle de mesure de la hauteur de crue à Paris ..... 25
Figure 9 : Phénomène de remontée de nappe (DREAL Basse Normandie) ..... 27
Figure 10 : Appel à projets PAPI 1ère génération ..... 35
Figure 11 : Limites des commissions territoriales du comité de bassin (unités de présentation) ..... 39
Figure 12 : Localisation par typologie des événements d'inondation sur le district Seine-Normandie ..... 41
Figure 13 : Crue de la Seine et de ses affluents : a/ Seine à Troyes ; b/ Seine à Paris au Pont Notre Dame ; c/ Loing à Moret-sur-Loing ; d/ Seine à Sotteville-lès-Rouen (sources : crue1910.fr) ..... 42
Figure 14 : Vent maximal instantané lors des tempêtes du 3 et du 11-12 février 1990 ..... 43
Figure 15 : Submersion marine le 12 février 1990 : à Etretat (Source R. Caspar) / à Fécamp, quartier du Bout-menteux (Source : photo amateur, www.boutmenteux.net) ..... 44
Figure 16 : Inondation du 16-17 juin 1997 : à St Martin de Boscherville/ à La Vaupalière (Source : INA) ..... 44
Figure 17 : Cumul des précipitations en sept mois sur le Bassin Seine Normandie (d'octobre 2000 à avril 2001) (Sources : MétéoFrance, BD Carthage, Carte éditée le 02/03/2011, Conception juillet 2011) ..... 45
Figure 18 : Zones inondées en mars 2011 : à Grentheville, Calvados (Ouest France, 23 mars 2001)/ en Basse-normandie le 22 mars (Source DDT 14, SPC SACN) ..... 46
Figure 19 : Enveloppess Approchées des Inondations Potentielles (EAIP) Cours d'eaux et Submersion marine ..... 53
Figure 20 : Carte de la population dans l'EAIPce ..... 57
Figure 21 : Carte de la population dans l'EAIPsm ..... 58
Figure 22 : Carte de la densité de population à proximité de l'EAIPce ..... 59
Figure 23 : Carte de la densité de population à proximité de l'EAIPsm ..... 60
Figure 24 : Carte de la proportion de population dans l'EAIPce ..... 62
Figure 25 : Carte de la proportion de population dans l'EAIPsm ..... 63
Figure 26 : Carte de l'emprise des habitations de plain-pied incluse dans l'EAIPce ..... 65
Figure 27 : Carte de l'emprise des habitations sans étages incluse dans l'EAIPsm ..... 66
Figure 28 : Carte du nombre d'établissements de santé compris dans l'EAIPce ..... 68
Figure 29: Carte du nombre d'établissements de santé compris dans l'EAIPce ..... 69
Figure 30: Carte du nombre d'emplois dans l'EAIPce ..... 72
Figure 31 : Carte du nombre d'emplois dans l'EAIPsm ..... 73
Figure 32: Carte de l'emprise du bâti total et du bâti d'activité dans l'EAIPce ..... 74
Figure 33 : Carte de l'emprise du bâti total et du bâti d'activité dans l'EAIPsm ..... 75
Figure 34 : Nombre d'arrêtés « Cat Nat » depuis juillet 1982 ..... 76

Figure 35 : Enjeux environnementaux compris dans l'EAIPce ..... 79
Figure 36Enjeux environnementaux compris dans l'EAIPsm ..... 80
Figure 37Carte de la surface d'édifices remarquables dans l'EAIPce ..... 82
Figure 38 Carte de la surface d'édifices remarquables dans l'EAIPsm ..... 83
Figure 39 *Seine Amont - Localisation des évènements retenus pour l'UP Seine Amont* ..... 85
Figure 40 *Seine Amont* - Les inondations de septembre 1866 : sur l'Armançon (Tonnerre) (Source archives Yonne) / à Sens. (Coll. Société archéologique de Sens, Extrait ouvrage Qui l'eût « crue » ?)..... 86
Figure 41 *Seine Amont* - Inondation de janvier 1910 : à Sens (L'Yonne au Petit-Hameau) (source : Coll. L. Lambert) / à Tonnerre ..... 87
Figure 42 *Seine Amont* - Crue de janvier 1955 : vue aérienne de la pointe nord de l'Ile d'Yonne et de la rive gauche (Photographie André Bret, Archives municipales de Sens) / Inondation sur l'Ile d'Yonne (Photographie DR. Coll. Christian Veyrat. (Extrait ouvrage Qui l'eût « crue » ?)..... 89
Figure 43 *Seine Amont* - Crue de l'Yonne de janvier 1982 : le Chalet vélo-sport (Photographie René Mouilla. Diapositive. Musée de Sens)..... 91
Figure 44 *Seine Amont* - Carte des cumuls des précipitations (en mm) d'octobre 1981 à janvier 1982 sur le bassin amont de la Seine. (Source: http://pluiesextremes.meteo.fr Météo France, carte éditée le 2 mars 2011) ..... 92
Figure 45 *Seine Amont* - Crue du Serein d'avril 1998 : à Chablis (Source L'Yonne Républicaine du 30-04-1998)/ au Moulin de Courterolles cerné par les eaux du Serein (Source L'Yonne Républicaine du 29-04-1998)..... 93
Figure 46 *Seine Amont* - Crue de mars 2001 : inondations sur l'Yonne 15 mars à Cravant (DDT 89)/ ruissellement à Milly dans le Chablisien le 12 mars..... 94
Figure 47 *Seine Amont* - Crue de mars 2006 : à Chablis, en face des grands crus. (Yonne républicaine, 13 mars 2006)..... 96
Figure 48 *Seine Amont* - Hydrogramme de crue relevé à Corancy entre le 01/11/2010 et le 30/12/2010..... 98
Figure 49 *Seine Amont* - Hydrogramme de crue relevé à Courlon-sur-Yonne entre le 01/11/2010 et le 30/12/2010..... 98
Figure 50 *Seine Amont* - Enveloppe approchée des inondations potentielles par débordement de cours d'eau ..... 100
Figure 51 *Seine Amont* - Base Catastrophes Naturelles ..... 101
Figure 52 *Seine Amont* - Nombre d'habitants compris dans l'EAIP cours d'eau..... 102
Figure 53 *Seine Amont* - Proportion de la population communale comprise dans l'EAIP cours d'eau..... 103
Figure 54 *Seine Amont* - Habitat de plain-pied compris dans l'EAIP cours d'eau ..... 104
Figure 55 *Seine Amont* - Etablissements de santé dans l'EAIP cours d'eau..... 105
Figure 56*Seine Amont* - Nombre d'employés compris dans l'EAIP cours d'eau ..... 109
Figure 57 *Seine Amont* - Emprise des bâtiments d'activité comprise dans l'EAIP cours d'eau ..... 110
Figure 58 *Seine Amont* - Cartographie des zones de production de Champagne..... 114
Figure 59 *Seine Amont* - Enjeux environnementaux compris dans l'EAIP cours d'eau..... 115
Figure 60 *Seine Amont* - Patrimoine : surface de bâti remarquable dans l'EAIP cours d'eau ..... 116
Figure 61 *Seine Amont* - Principaux ouvrages hydrauliques (Base de données SIOUH)..... 117
Figure 62 *Seine Amont* - Carte des appellations du Chablisien..... 123
Figure 63 *: Côtiers Normands - Localisation des évènements retenus pour l'UP Côtiers Normands* ..... 126

Figure 64 : *Côtiers Normands* - Orage du 7 juillet 1875 : vue générale de Lisieux pendant l'inondation/ Personne échappant à la crue soudaine (Source : Le Monde illustré, journal hebdomadaire 19e année, n°953, 17 juillet 1875) ..... 126
Figure 65 : *Côtiers Normands* - Inondations de décembre 1925 – janvier 1926 : la préfecture à Caen en 1926 (DR) /rue des Jacobins à Caen (Source : carte postale amateur) ..... 127
Figure 66 : *Côtiers Normands* Tempêtes et submersions de février 1990 : le littoral nord de Gouville-sur-Mer : recul du trait de côte malgré la présence de sacs en géotextile protégeant le haut estran / vagues de tempête à Barneville-Carteret (Sources : CG Manche) ..... 128
Figure 67: *Côtiers Normands* - Inondations en Basse-Normandie en mars-avril 2001 : à Pont-l'Evêque (Calvados) (DDE 14) / à Bayeux (photo amateur) ..... 131
Figure 68: *Côtiers Normands* - Précipitations lors de l'épisode du 1/06/2003 (Source MétéoFrance, édité le 2 juin 2003) ..... 132
Figure 69 : *Côtiers Normands* - Orages du 1er juin 2003 : à Trouville-sur-Mer/ sur le quai Fernand-Moureaux (Source : Ouest-France) ..... 133
Figure 70 : *Côtiers Normands* - Inondations à Cherbourg le 5 décembre 2010, débordement de la Divette (Source : http://eurorare.blog.mongenie.com) ..... 133
Figure 71 *Côtiers Normands* - Carte de l'EAIP sm et de l'EAIPce à l'échelle de l'unité de présentation. ..... 135
Figure 72 *Côtiers Normands* - Carte de l'EAIP sm à l'échelle de l'unité de présentation. ..... 136
Figure 73 *Côtiers Normands* - carte du nombre d'arrêtés Cat Nat submersions marines ..... 137
Figure 74 *Côtiers Normands* - carte de la densité de population à proximité de l'EAIP (B) ..... 138
Figure 75 *Côtiers Normands* - carte de la population dans l'EAIPsm (B) ..... 139
Figure 76 *Côtiers Normands* - carte de la proportion de population dans l'EAIP (B) ..... 140
Figure 77 *Côtiers Normands* - carte de l'emprise des bâtiments sans étages dans l'EAIP (B) ..... 141
Figure 78 *Côtiers Normands* - carte du nombre d'établissements hospitaliers dans l'EAIP (B) ..... 142
Figure 79 *Côtiers Normands* - Carte de l'emprise du bâti total et du bâti d'activité dans l'EAIPsm (B) ..... 143
Figure 80 *Côtiers Normands* Carte du nombre d'emplois dans l'EAIPsm (B) ..... 144
Figure 81 Côtiers Normands Carte de la surface d'édifices remarquables dans l'EAIP (B) ..... 146
Figure 82 *Côtiers Normands* Carte de l'EAIPce à l'échelle de l'unité de présentation. ..... 147
Figure 83 *Côtiers Normands* carte du nombre d'arrêtés Cat Nat inondations et coulées de boues (B) ..... 148
Figure 84 *Côtiers Normands* - carte de la densité de population à proximité de l'EAIP (B) ..... 149
Figure 85 *Côtiers Normands* - carte de la population dans l'EAIPce (B) ..... 150
Figure 86 *Côtiers Normands* - carte de l'emprise des bâtiments sans étages dans l'EAIPce (B) ..... 151
Figure 87 *Côtiers Normands* - carte du nombre d'établissements hospitaliers dans l'EAIPce (B) ..... 152
Figure 88 *Côtiers Normands* - Carte de l'emprise du bâti total et du bâti d'activité dans l'EAIPce (B) ..... 152
Figure 89 *Côtiers Normands* - carte du nombre d'emplois dans l'EAIPce (B) ..... 153
Figure 90 *Côtiers Normands* - carte du nombre d'arrêtés Cat Nat inondations et coulées de boues (B) ..... 154
Figure 91 *Côtiers Normands* - Carte représentant les ZNIEFF et zones Natura 200 + IPPC + Seveso AS + STEP dans l'EAIPce + INB (B) ..... 155
Figure 92 *Côtiers Normands* - Carte de la surface d'édifices remarquables dans l'EAIP (B) 156
Figure 93 *Côtiers Normands* – carte de la sensibilité aux remontées de nappes (N) ..... 157

Figure 94 *Côtiers Normands* - carte des barrages de classe A et B ..... 158
Figure 95 *Seine Aval* - Carte des aléas d'érosion des sols en 1999 ..... 162
Figure 96*: Seine Aval* - Localisation des évènements retenus pour la Seine-Aval ..... 165
Figure 97: *Seine Aval* - Rouen sous les eaux lors de la crue de janvier 1910 (Source : Archives Départementales Seine-Maritime)..... 166
Figure 98*: Seine Aval* - Etretat, tempête des 27-28 février 1990 (Source L'Estretatais N° Mars 1990, DDE 76) ..... 167
Figure 99*: Seine Aval* - Ci dessus Extension de la submersion de tempête du 27-28 février 1990 : à Etretat (d'après DDE 76, 1995 ; Costa et Delahaye, 2004). La hauteur d'eau selon les quartiers inondés est représentée en jaune (40 cm), orange (60 cm) et rouge (80 cm)/ sur la commune de Criel-sur-Mer (Sources : Stéphane Costa, Université de Caen, CNRS) ..... 169
Figure 100: *Seine Aval* - Inondation à Saint-Martin-de-Boscherville lors de la crue du 16-17 juin 1997. (Source INA)..... 169
Figure 101: *Seine Aval* - Inondation des quais à Rouen le 25 décembre 1999 (Source : Port Autonome Rouen) ..... 171
Figure 102: Seine Aval - Inondation de mai 2000 : à Duclair (source : Diren) / Barentin, 9 mai 2000 (source INA)..... 172
Figure 103: *Seine Aval* - Inondation de mars-avril sur la Haute-Normandie : à Evreux, mars 2001 (source : DDT 27) , dans la boucle d'Elbeuf (source : DDTM 76) / ..... 173
Figure 104*: Seine Aval* - "Evolution 1974-2001 de la nappe du Bathonien" –à la station de Garcelles-Secqueville (d'après données AESN et BRGM)..... 174
Figure 105 : *Seine Aval* - Enveloppe approchée des inondation spotentielles cours d'eau et ruissellements ..... 179
Figure 106: *Seine Aval* - Enveloppe approchée des inondations potentielles submersions marines ..... 180
Figure 107 : Seine aval – Population estimée dans l'EAIP ce ..... 183
Figure 108 : Seine aval – proportion de population dans l'EAIP ce ..... 184
Figure 109 Seine aval – Batiment d'habitation de plain pied ..... 185
Figure 110 Seine aval – Etablissements de santé dans l'EAIP ce ..... 186
Figure 111Seine aval –Population estimée dans l'EAIPsm ..... 188
Figure 112 Seine aval –Proportion de population dans l'EAIPsm..... 189
Figure 113 Seine aval –Surface de batment d'habitation de plain pied dans l'EAIPsm..... 189
Figure 114 Nombre d'etablissements de santé dans l'EAIP sm ..... 190
Figure 115 Surface de bâtiment d'activité dans l'EAIP ce ..... 193
Figure 116 Emploi dans l'EAIP ce ..... 194
Figure 117 Evènements de type catastrophes naturelles référencés dans la base Cat Nat..... 195
Figure 118 Surface de RDC de bâtiment d'activité dans l'EAIPsm ..... 197
Figure 119 Emploi dans l'EAIPsm ..... 198
Figure 120 Surface de RDC de batiments remarqubles dans l'EAIPce ..... 199
Figure 121 Surface de RDC de batiments remarqubles dans l'EAIPsm..... 200
Figure 122 Surface N2000 dans l'EAIPce ..... 202
Figure 123 Surface ZNIEFF dans l'EAIPce ..... 203
Figure 124 Nombre d'établissements dans l'EAIPce ..... 204
Figure 125 Nombre d'équivalents habitants STEP dans l'EAIPce ..... 205
Figure 126 Surface N2000 dans l'EAIPsm..... 207
Figure 127 Surface ZNIEFF dans l'EAIPsm ..... 208
Figure 128*: Localisation des évènements retenus pour l'UP Vallées de Marne*..... 212
Figure 129 Vallées de Marne- Crue de la Marne en janvier 1910 – (a) Quartier de Madagascar Châlons-sur-Marne ; (b) Gare de Saint-Dizier (source : SPC SAMA)..... 213

Figure 130 *Vallées de Marne- Crue de la Marne à Jâlons en novembre 1924 (source : SPC SAMA)* ..... 214
Figure 131 Vallées de Marne - La Marne au pont de Vitry-en-Perthois en décembre 1947 (source : SPC SAMA) ..... 215
Figure 132 Vallées de Marne - *: Crue de la Marne en janvier 1955 – (a) Pont de Dormans et abords ; (b) Vue aérienne au droit de la commune de Magenta (source : SPC SAMA)* 216
Figure 133 Vallées de Marne - *: Inondations d'avril 1983 – (a) La Marne à Magenta ; (b) La Saulx à Vitry-le-François et Vitry-en-Perthois (source : SPC SAMA)* ..... 217
Figure 134 Vallées de Marne -*: Crue du Chée le 21 décembre 1993 (source : SPC SAMA)* 218
Figure 135 Vallées de Marne -*: Pont de Jaulgonne sur l'Ordrimouille lors de la crue du 9 juillet 2000 (source : J. Douvinet)* ..... 219
Figure 136 Vallées de Marne - *: Débordement de la Marne au Perreux-sur-Marne en mars-avril 2001 (source : L.M. Demey)* ..... 219
Figure 137 Vallées de Marne - *: Inondation du 14 juin 2009 à Chézy-sur-Marne – (a) Rue centrale (source : France3 Picardie ; (b) Place du faubourg (source : auteur inconnu)* ..... 220
Figure 139 : Crue dans le bassin de l'Oise en 1784 : vue de l'abbaye royale de St-Paul de Soissons sous les eaux de la rivière Aisne (aquarelle de J.-L. J. Hoyer (1762-1829), Musée municipal de Soissons) / repère de crue reporté à l'écluse de Venette indiquant le niveau maximum des eaux en 1784 (cliché Jean-Yves Bonnard) ..... 261
Figure 140 : Inondations lors de la crue de 1910 : à Soissons (Rue des Graviers) lors de la crue de l'Aisne en février-mars 1910 / à Creil (Extrémité de la rue Henry Pauquet) lors de la crue de l'Oise en mars 1910 (Source SPCOA) ..... 263
Figure 141 : Crue de l'Oise et l'Aisne en décembre 1993 : confluence Aisne-Oise à Choisy au Bac, (Compiègne- Z I Nord) (Source SPCOA) / Oise à La Fère (Square des Promenades) (Source DDE 02) ..... 265
Figure 142 : Précipitations et débits de l'Oise sur la période du 1ier octobre 1993 au 31 janvier 1994. Précipitations quotidiennes à Ribécourt (Oise) (en noir) (Source : MétéoFrance et Jean-Yves Bonnard). Débits journaliers de l'Oise à Sempigny (Oise) (en bleu) *(Source : Banque Hydro et j-Y Bonnard)* ..... 266
Figure 143 : Crue de l'Oise en janvier-février 1995 : pont Ste Maxence & Environs /à Compiègne (RG Quai Clos des Roses) (Source SPCOA) ..... 267
Figure 144 : Inondations en mars 2001 : Oise à Boran / Aisne à Choisy au Bac (Amont du Pont D66) (Source SPCOA) ..... 269
Figure 145 : Orage du 8 au 10 juin 2007 : vue aérienne de Noyon (photo amateur) /Place de Magny à Guiscard (Courrier Picard) ..... 270
Figure 146 : Episode orageux du 7-8 juin 2007 (Source MétéoFrance) ..... 271
Figure 147 : Crue de l'Oise en janvier 2011 : confluence Oise-Gland à Hirson le 7 janvier à 9h00 : Vue aérienne de Manicamp le 11 janvier 2011 (Journal l'Union) ..... 272
Figure 148 : Carte Antilope : Lame d'eau sur le bassin versant de l'Oise le 7 janvier (donnée et produit fournis par MétéoFrance) ..... 273
Figure 149 : Vallées d'Oise – Nombre de CatNat Inondations et coulées de boues ..... 278
Figure 153 : Vallées d'Oise – Densité de population dans l'EAIPce ..... 286
Figure 154 : Vallées d'Oise – Logement dans l'EAIPce ..... 287
Figure 155 : Vallées d'Oise – Proportion de logement dans l'EAIPce (80%, 90%) ..... 288
Figure 156 : Vallées d'Oise – Emprise des habitations de plain-pied dans l'EAIPce ..... 289
Figure 157 : Vallées d'Oise – Etablissements de santé dans l'EAIPce ..... 290
Figure 159 : Vallées d'Oise – Emplois dans l'EAIPce ..... 293
Figure 160 : Vallées d'Oise – Zones naturelles et sites industriels ..... 295

# Liste des tableaux

Tableau 1: Les étapes de la mise en oeuvre de la directive inondation ..... 14
Tableau 2 : Crues majeures en région parisienne au cours des siècles ..... 25
Tableau 3 : Inondations de référence associées à une typologie ..... 40
Tableau 4 Cours d'eau et nœuds hydrographiques d'intérêt sur l'UP Seine-Amont ..... 84
Tableau 5 Événements de référence sur l'UP Seine-Amont ..... 84
Tableau 6 Barrages constitutifs des aménagements IIBRBS ..... 120

# Liste des encadrés

Encadré 1 : Le PGRI ..... 14

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

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 inondation ».
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 Seine Normandie. 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.
La France dispose déjà d'outils de prévention performants (PPR : Plans de prévention des risques, PAPI : Programmes d'action de prévention des inondations, Plans Grands Fleuves,...), qui sont aujourd'hui mobilisables pour mettre en œuvre la directive inondation. Cette directive constitue une opportunité de faire avancer la politique actuelle, de l'organiser et de la hiérarchiser davantage, tout en responsabilisant ses différents intervenants et en donnant une place de premier plan aux collectivités territoriales.
In fine, l'ambition pour l'État et les parties prenantes, forts du cadre fixé par la directive inondation, est de parvenir à mener une politique intégrée de gestion des risques d'inondation sur chaque territoire, partagée par l'ensemble des acteurs.

## 1.1. L'objectif de « choix partagé »

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'un traumatisme. 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 partagée des risques d'inondation et une vision commune en matière de gestion de ces risques, entre l'État et les collectivités territoriales, et ce à une échelle appropriée. Ainsi, dans la loi de transposition de la directive inondation est inscrite la réalisation concertée d'une stratégie nationale de gestion des risques d'inondation (SNGRI).

La définition et la mise en œuvre de cette stratégie nécessitent une connaissance des risques fondée sur une vision homogène des vulnérabilités à l'échelle nationale et à l'échelle de chaque district, ainsi qu'une gouvernance appropriée à ces mêmes échelles.

## 1.2. Une gouvernance adaptée à une large association des acteurs

A l'échelle nationale, afin de permettre aux parties prenantes associées aux côtés de l'État, au premier rang desquelles les collectivités locales et les acteurs de l'eau, de décider ensemble de cette stratégie et d'encadrer la politique de gestion des risques sur tout le territoire, la Ministre du développement durable a souhaité mettre en place une gouvernance nationale pour la gestion des risques d'inondation, par l'installation le 12 juillet 2011 d'une Commission mixte inondation (CMI), émanant 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, en tenant compte des spécificités et pratiques de chaque territoire, de nouveaux modes de gouvernance se mettent en place, en lien étroit avec le Comité de bassin. Sur le bassin Seine Normandie, l'organisation mise en place est présentée au chapitre sur l'association des parties prenantes.
Les acteurs réunis au sein de ces instances de gouvernance auront donc 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.

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

L'EPRI est fondée sur les mêmes principes et réalisée avec les mêmes méthodes dans chaque district hydrographique. Elle constitue la première étape de la mise en œuvre de la directive inondation qui en compte 4 (cf. tableau 1). Cet état des lieux qu'est l'EPRI permettra d'identifier les territoires sur lesquels l'effort public pour la réduction des conséquences négatives des inondations sera porté en priorité, notamment via le Plan de gestion des risques d'inondation (PGRI, cf. encadré 1) élaboré à l'échelle du district, décliné ensuite dans des stratégies locales.
L'ambition de l'EPRI est double :

- fournir à l'ensemble des acteurs une base technique permettant d'évaluer les impacts des différents types d'inondations sur la santé humaine, l'environnement, le patrimoine et l'activité économique ; cette étape est instruite par les services de l'État ;
- initier une co-construction, par les acteurs territoriaux, des indicateurs de risque pouvant enrichir l'identification des Territoires à Risque Important. Cette étape mobilise l'ensemble des parties prenantes aux côtés des services de l'État.

Compte-tenu de son contenu et de son échelle d'élaboration, l'EPRI n'a pas vocation à être un élément constitutif du porter à connaissance de l'État, mais plutôt un document préparatoire dont l'objectif premier est de permettre de fixer des priorités et des objectifs partagés par tous. Elle est publique, et donne à chacun une vision d'ensemble des conséquences négatives des inondations à l'échelle du district.
Une EPRI nationale fera a posteriori la synthèse de l'ensemble des EPRI des districts, mettant en valeur les événements d'impact national voire européen. Elle alimentera la stratégie nationale de gestion des risques d'inondation.

| Calendrier<br>2011-2015 | Une méthode progressive en 4 étapes | |
|---|---|---|
| 2011<br><br>mi 2012<br><br>2013<br><br>2015 | **1. État des lieux :**<br>Évaluation Préliminaire du Risque sur le district<br>**2. Définition des priorités :**<br>Identification des Territoires à Risque Important<br>**3. Approfondissement des connaissances sur ces priorités :**<br>Cartographie des risques sur les Territoires à Risque Important<br>**4. Définition d'une politique d'intervention sur le district :**<br>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 | Une révision tous les 6 ans |

**Tableau 1: Les étapes de la mise en oeuvre de la directive inondation**

**Cible : 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 un territoire donné.*
*Au service de territoires rendus ainsi plus durables, ce plan à l'échelle de chaque grand bassin 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.*

**Encadré 1 : Le PGRI**

## 1.4. Contenu et présentation de l'EPRI

L'EPRI présente les grandes caractéristiques du district vis-à-vis du risque d'inondation, 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 de notre territoire à ces événements majeurs, qui peuvent se reproduire aujourd'hui dans un contexte de vulnérabilité accrue. Pour compléter ces enseignements, une analyse des enjeux actuels potentiellement exposés est réalisée à partir d'une méthodologie nationale afin d'avoir une vision objective, homogène et systématique.

Le district a été décomposé en plusieurs unités de présentation afin de faciliter la lecture de l'EPRI. Une synthèse des informations est présentée à l'échelle du district (parties 2 et 3) , puis est complétée d'une analyse réalisée pour chacune de ces unités appelées aussi « Zooms territoriaux ».

# 2. Présentation du bassin Seine Normandie

## 2.1. Géographie du bassin Seine Normandie

### 2.1.1. Topographie et occupation du sol.

Le bassin Seine Normandie est un des six grands bassins hydrographiques français : il est composé du bassin de la Seine et des bassins des cours d'eau côtiers normands. Il constitue un district hydrographique au sens de la directive inondation et de la directive cadre sur l'eau et correspond donc à l'échelle de gestion de la ressource en eau, promue par ces directives.
L'Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation est réalisée à l'échelle du bassin Seine Normandie.

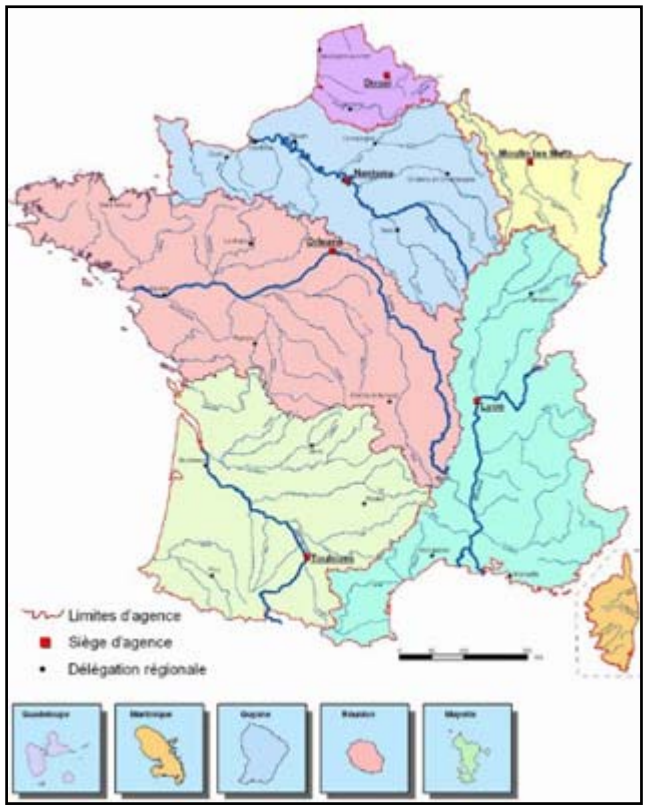



**Figure 1 : Situation du bassin Seine Normandie**

Le bassin Seine Normandie couvre principalement 7 régions administratives (Champagne-Ardenne, Picardie, Bourgogne, Centre, Ile-de-France, Haute Normandie et Basse Normandie) ainsi qu'une petite superficie des régions Bretagne et Lorraine. Il représente 2855 communes pour 20 millions d'habitants (soit environ 30 % de la population française), dont plus de 11 millions dans l'agglomération parisienne. Il comprend également 40% des activités industrielles nationales.

Avec une densité moyenne de population de 200 habitants/km² (double de la moyenne nationale), le bassin de la Seine représente plus du quart de la population française. La population impactée directement ou indirectement en cas d'inondation est un enjeu majeur. Cette population se concentre pour la plus grande part dans l'agglomération parisienne et le

long de l'axe principal de la Seine en aval de Paris jusqu'à Rouen et au Havre. La densité de population croit largement depuis l'amont vers le centre et l'ouest du Bassin. En amont de la région parisienne, les principales agglomérations sont localisées le long des grands affluents, de sorte que la densité de population suit assez fidèlement le tracé des cours d'eau, les interfluves étant caractérisés par des densités de population inférieures à 20 habitants/km². (*La Seine en son bassin, 1998*).

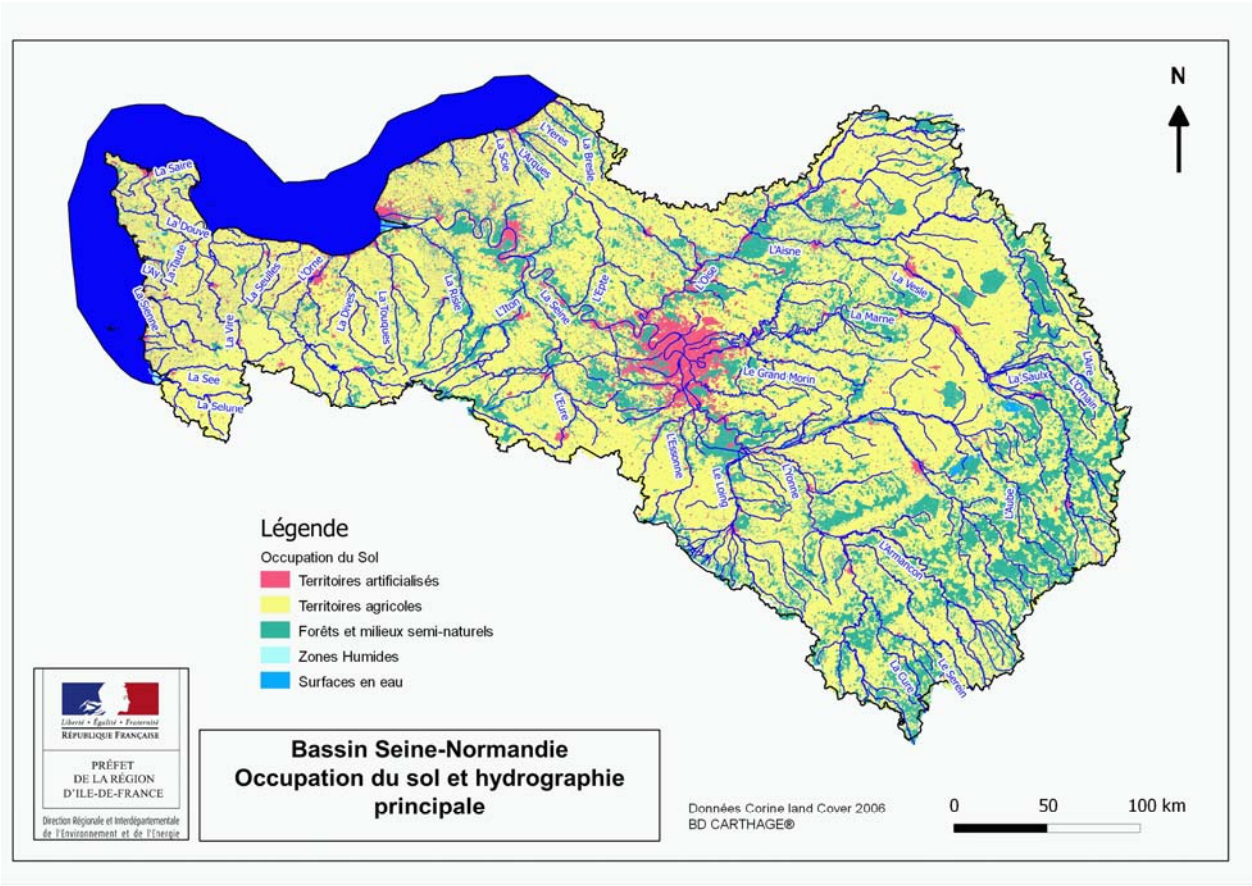



**Figure 2 Occupation des sols**

Les reliefs sont peu accentués avec une altitude moyenne de 160 m. Moins de 1 % du territoire est situé à une altitude supérieure à 550 m, le point culminant à 902 m étant situé aux sources de l'Yonne en Bourgogne.

L'occupation des sols en amont est plutôt agricole et forestière. L'activité agricole est fortement liée à la nature des terrains et a largement contribué à façonner le paysage actuel :

- grandes étendues céréalières de l'est reposant sur des plateaux limoneux,
- élevage et forêt sur les terrains plus argileux et dans le Morvan,
- vignobles en Champagne, Ile-de-France, vallée de Marne et Seine.

### 2.1.2. Réseau hydrographique du bassin Seine Normandie

Le bassin Seine Normandie correspond à un unique district hydrographique au sens des directives cadre sur l'eau et inondation. Il est lui même subdivisé en 5 grands sous-bassins hydrographiques : la Seine amont, la Seine Moyenne, la Marne, l'Oise et les côtiers Normands.
L'Oise prend sa source en Belgique, néanmoins la surface du bassin Seine Normandie hors du territoire national est négligeable, aussi n'est-il pas considéré pour la gestion du risque inondation comme district « international » comme le bassin du Rhin par exemple.

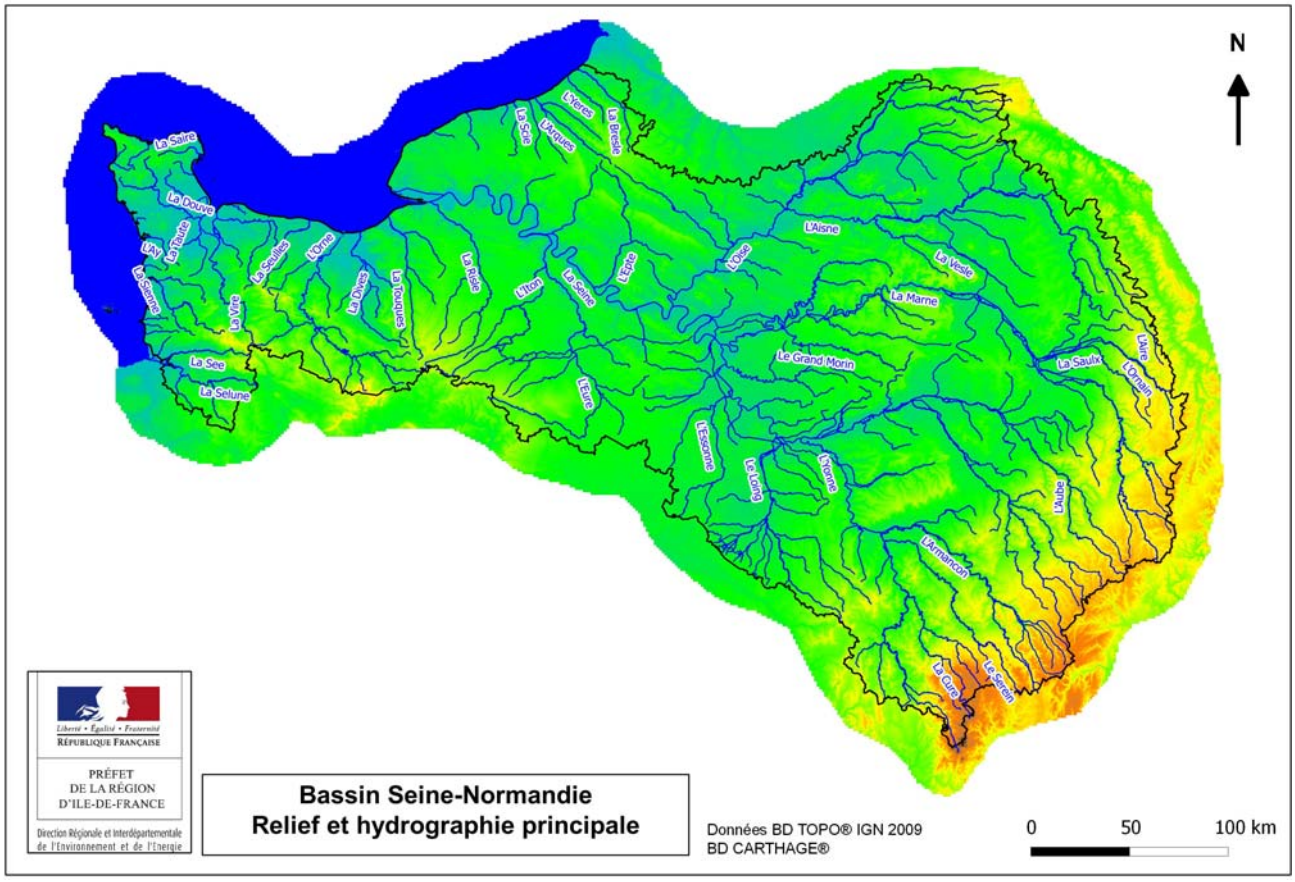



**Figure 3 : Relief et cours d'eaux principaux**

### 2.1.2.1. Réseau hydrographique naturel

Le réseau hydrographique du bassin comprend 55 000 km de cours d'eau pour une surface totale drainée supérieur à 100 000 km$^2$, cours d'eau côtiers Normands compris.
La majeure partie de ce réseau converge vers la Seine qui draine un bassin versant de 78 600 km$^2$ à travers un parcours de 776 km depuis sa source sur le plateau de Langres jusqu'à son estuaire au Havre. Les faibles pentes des cours d'eau (1 à 3 m / 10 km) sont dues aux altitudes modérées. L'écoulement principal est orienté vers l'ouest, la Seine se jetant dans la Manche au Havre. *(Fascicules du Piren Seine : Hydrogéologie du bassin Seine Normandie)*

Le domaine estuarien (eaux saumâtres et influence hydrodynamique de la marée) remonte jusqu'au barrage de Poses sur la Seine Aval, à 166 km en amont de l'estuaire. Ce barrage marque ainsi la séparation entre les domaines marin et fluvial de la Seine.

A l'aval, le littoral du bassin s'étend sur 640 km. La façade maritime normande abrite une trentaine d'exutoires principaux correspondant au petit chevelu hydrographique qui constitue le reste du réseau hydrographique.

#### 2.1.2.2. Canaux et navigation

Le bassin a une forte tradition d'aménagement hydraulique destiné à la navigation, avec près de 1500 km de voies navigables dont environ 450 km de canaux et de rivières canalisées. De nouveaux projets permettant l'extension du réseau navigable sont actuellement à l'étude, avec le projet de mise à grand gabarit de la Seine amont entre Bray-sur-Seine et Nogent-sur-Seine (petite Seine) et le projet de canal Seine-Nord Europe depuis Compiègne. Ce dernier a pour objectif d'assurer une liaison par voies d'eau accessible aux grands convois de plus de 4000 t entre le bassin de la Seine et ceux de l'Escaut et du Rhin. Sa mise en service est prévue pour 2017.

### 2.1.3. Hydrogéologie du bassin Seine Normandie

La pluviométrie moyenne sur l'ensemble du bassin est de 754 mm/an (moyenne sur 1970-2004, source Météo France) dont environ 200 mm/an s'écoulent dans les cours d'eau, soit une valeur faible comparée aux autres bassins français.
L'humidité du bassin provient principalement des vents d'ouest issus de l'Océan Atlantique (climat océanique). Les précipitations maximales annuelles sont généralement enregistrées sur les pourtours du bassin du fait du relief. Les régions côtières du nord-ouest bénéficient d'une pluviométrie de 800 à 1100 mm/an et sur les reliefs sud-est du bassin, la pluviométrie moyenne annuelle est supérieure à 800 mm/an et peut atteindre 1300 mm/an dans le Morvan. Les plateaux du centre du bassin sont moins bien arrosés, avec une pluviométrie allant de 550 mm/an (en Beauce) à 850 mm/an du fait du relief.
A l'exception du Morvan, le régime hydrologique est peu influencé par les chutes de neige. Néanmoins, le gel et la fonte des neiges ont pu jouer un rôle important dans la genèse d'inondations passées (crue de 1910 par exemple, cf. partie 3.3).

Ce régime est dit « pluvial océanique », avec un débit maximal en hiver quand l'évapotranspiration est faible, et minimal en été quand l'évapotranspiration est forte.

Le district Seine et côtiers normands occupe une large partie du bassin sédimentaire de Paris limité sur ses bordures par les terrains anciens du Primaire et du Précambrien qui en constituent le substratum général. La structure géologique du bassin sédimentaire peut être comparée à un empilement "d'assiettes creuses gigognes", les couches les plus récentes correspondent aux assiettes centrales (ère Tertiaire), les plus anciennes aux assiettes extérieures (ère Secondaire). Au centre, situé approximativement en Ile-de-France, l'épaisseur totale des couches sédimentaires avant d'atteindre le socle est de l'ordre de plusieurs kilomètres.

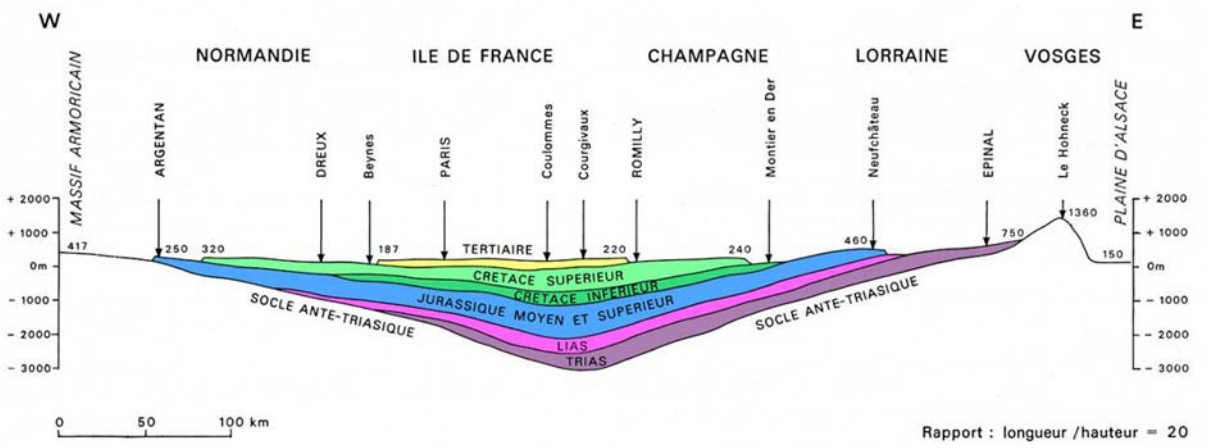



**Figure 4 Schéma de la géologique du bassin Seine Normandie, vue en coupe (source Piren Seine)**

Le bassin Seine-Normandie est donc majoritairement constitué de terrains perméables (craie et calcaires) avec des coefficients d'infiltration élevés. La capacité de rétention de ces terrains étant élevée, les risques d'inondation s'en trouvent atténués.
Néanmoins, des zones de socles peu perméables affleurent à l'amont du bassin (Morvan) et sur la bordure maritime (Basse Normandie). Le chevelu hydrographique y est beaucoup plus dense que dans le reste du bassin.
Enfin, des couvertures de limons et d'argiles quaternaires recouvrent également les formations géologiques plus anciennes en Haute Normandie notamment.

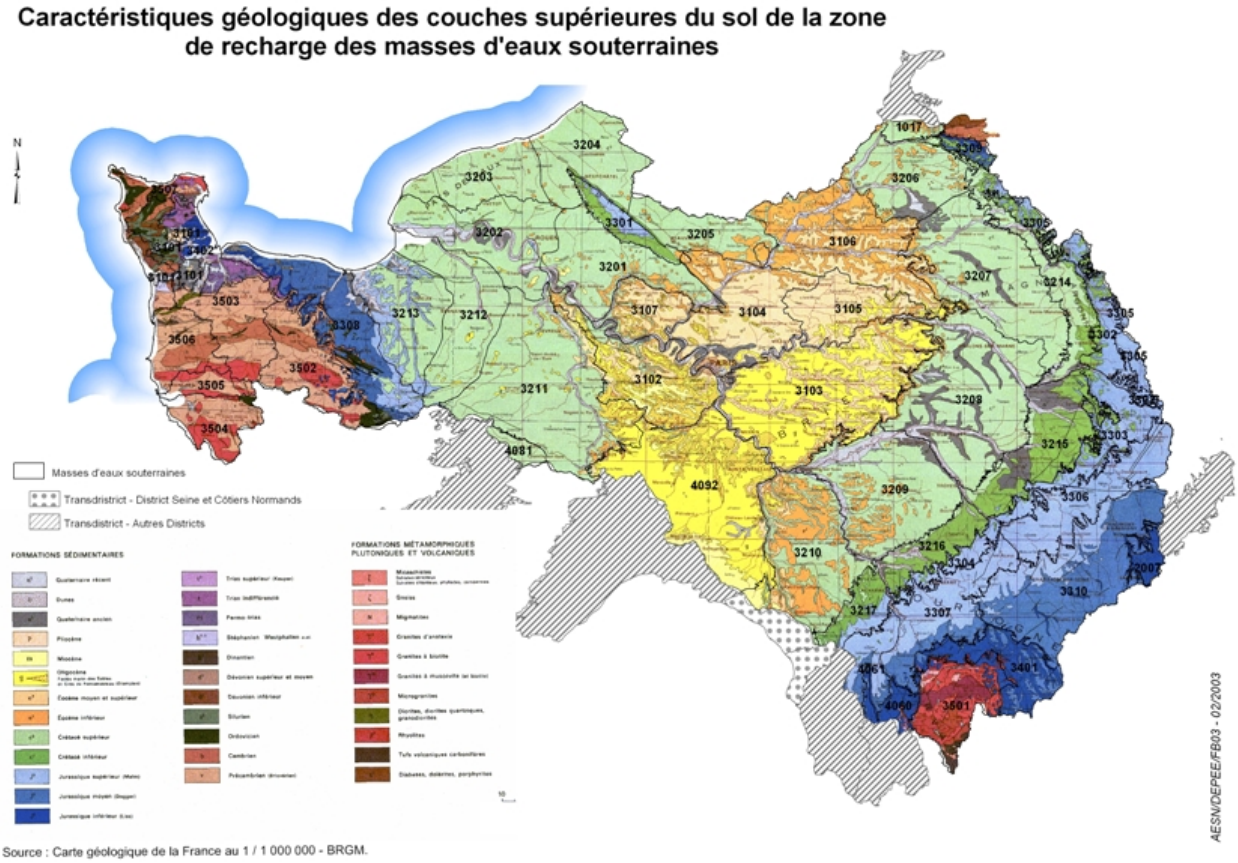



**Figure 5 Carte de  la géologie du bassin (Carte BRGM)**

La géologie du bassin a notamment un impact sur les aménagements hydrauliques qui peuvent y être réalisés. En particulier la zone argileuse imperméable séparant la zone crayeuse centrale du bassin et la côte des bars en Champagne Humide, a été propice à l'implantation des grands barrages réservoirs du bassin en région Champagne-Ardenne.

### 2.1.4. Fonctionnement hydrologique du bassin

Le fonctionnement hydrologique du bassin Seine Normandie présente une relative homogénéité avec un maximum de débit en hiver assez faible, de l'ordre de 40 l/s/km$^2$ bien que des situations contrastées existent localement, au niveau de vallées pouvant présenter de fortes singularités (pentes significatives, fonctionnement karstique, etc.).
A Poses, le débit moyen de la Seine est d'environ 480 m$^3$/s et varie entre un débit de 240 m$^3$/s au mois d'août, soutenu par l'actions des barrages-réservoirs situés en amont de la région parisienne, et un débit de 805 m$^3$/s au mois de février (valeurs moyennes sur 1974-2000). Ces valeurs moyennes sont bien sûr soumises à une importante variabilité inter-annuelle. Les trois dernières crues les plus importantes, en 1910, 1955 et 2001, ont ainsi vu les débits à Poses atteindre 2500, 2300, 2200 m$^3$/s respectivement (*Ducharm A., 2003*).

Les interactions nappes-cours d'eau les plus importantes sont situées dans les alluvions fluviatiles déposées dès le quaternaire, au sein desquelles transitent tous les cours d'eaux principaux du bassin. La contribution des nappes au débit de crue est de l'ordre de 5 à 10%, en fonction de la taille du cours d'eau et de la nature géologique de son bassin versant.

Néanmoins des différences significatives de fonctionnement hydrologique peuvent être constaté en lien avec la rupture géologique entre le bassin sédimentaire et le socle. Cette rupture s'observe aussi bien dans la densité de drainage que dans les interactions nappes-cours d'eau.

Le programme de recherche RexHyss[1] a permis une synthèse des modélisations des impacts futurs des changements climatiques à l'échelle du bassin (*RexHyss, 2009*).
Les principales conclusions indiquent que les étiages futurs seraient plus marqués, mais la tendance concernant les crues est moins précise. Au vu des connaissances actuelles, le changement climatique n'est pas pris en compte dans l'EPRI 2011 pour les inondations par débordement de cours d'eau, ruissellement et remontée de nappes.
Il est en revanche pris en compte pour les risques d'inondation côtière en retenant l'hypothèse d'une remontée moyenne du niveau de la mer de 1 mètre, sur la base des recommandations de l' ONERC[2].
L'annexe 3.2 (Enseignements de la bibliographie existante pour la prise en compte des impacts potentiels du changement climatique) précise ces conclusions et les sources bibliographiques.

---

[1] Le programme de recherche RexHyss est un projet français qui s'est déroulé en deux ans (2007-2008), financé par le ministère de l'écologie et du développement durable. Il a consisté à estimer les impacts du changement climatique sur les ressources en eau et les extrêmes hydrologiques à l'échelle du bassin Seine Normandie, en régionalisant notamment des données nationales.

[2] Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique. A noter que l'élévation du niveau marin a été considérée pour construire l'enveloppe approchée des inondations potentielles.

### 2.1.5. Principales infrastructures artificielles de gestion des inondations

A la suite des crues historiques de 1910, 1924, de l'été 1951 et de 1955, et des sécheresses des années 1920, le département de la Seine, sous l'égide de l'Etat, a engagé un important programme d'aménagement du bassin de la Seine en amont de Paris, par la réalisation de quatre grands barrages de retenue sur la Marne, l'Aube, la Seine et l'Yonne, destinés à assurer, notamment en région parisienne, le renforcement des débits d'étiage du fleuve et une diminution des impacts des inondations. Depuis 1969, la gestion des ouvrages selon cette double mission est assurée par l'Institution Interdépartementale des Barrages Réservoirs du Bassin de la Seine (IIBRBS), également nommé EPTB Seine Grands Lacs depuis leur reconnaissance en tant qu'Etablissement Public Territorial de Bassin.

Les quatre lacs-réservoirs sont situés entre 250 et 300 km à l'amont de Paris, d'une part sur une large auréole argileuse, la Côte des bars, en Champagne Humide, et d'autre part sur le granit imperméable du Morvan. Ils ont été construits dans la deuxième partie du vingtième siècle, entre 1949 et 1991.

- Le lac-réservoir de Pannecière sur l'Yonne situé dans le Morvan en région Bourgogne a été mis en service en 1949. Sa capacité de stockage est de 80 millions de $m^3$.
- Le lac-réservoir Seine, construit en 1966 en dérivation de la Seine, a été renommé en 1967 « lac de la foret d'Orient ». Sa capacité de stockage est de 205 millions de $m^3$.
- Le lac-réservoir du Der Chantecoq (qui englobe le premier réservoir de Champaubert construit dans les années 1930) fut construit entre 1967 et 1974 en dérivation de la Marne et de la Blaise. Il s'agit de la plus grande capacité de stockage du bassin avec 350 millions de $m^3$.
- Le lac-réservoir Aube, construit en dérivation de l'Aube en Champagne Humide, a été mis en service en 1990. Il est en réalité constitué de deux lacs (Amance et Temple) reliés par un canal et constitue une capacité de stockage de 170 millions de $m^3$ avec un débit dérivé pouvant atteindre 135 $m^3/s$.

D'autres réservoirs de volumes moindres sont situés dans le Morvan, dans le bassin de la Cure, en amont de la confluence avec l'Yonne (réservoir des Settons, du Crescent et de Chaumeçon).

La capacité totale de stockage des grands lacs réservoirs de 830 millions de $m^3$ est à comparer au volume transité à Paris au dessus de la cote d'alerte (soit 3,20 m à l'échelle du Pont d'Austerlitz) qui est de l'ordre de 3 à 4 milliards de $m^3$ pour une crue centennale (de type 1910). Ils permettent théoriquement d'abaisser la ligne d'eau de 70 centimètres à Paris pour une crue centennale.

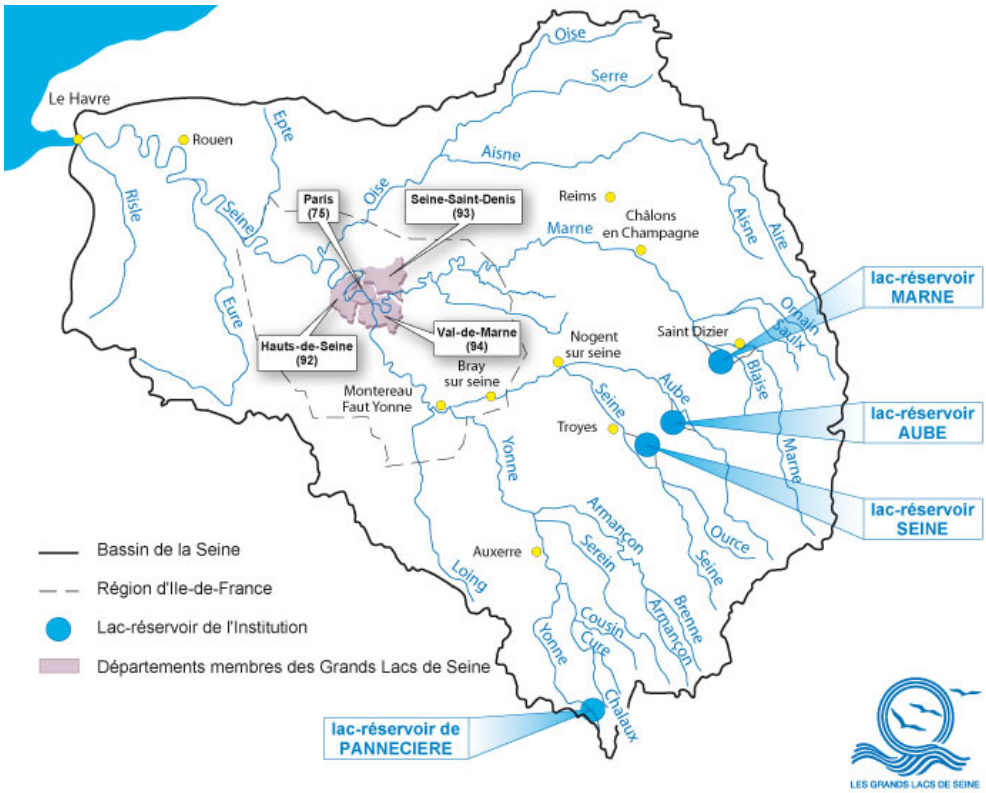



**Figure 6 : Les lacs-réservoirs gérés par l'EPTB Seine Grands Lacs (Carte GLS)**

L'Entente Oise-Aisne, Etablissement public territorial de bassin (EPTB), a pour vocation la lutte contre les inondation et la préservation de l'environnement. Elle réalise notamment des aménagements d'écrêtement des fortes crues sur le bassin de l'Oise dans un contexte partenarial associant les Conseils généraux (ses membres), les Conseils régionaux et l'Etat via des conventions pluriannuelles. La stratégie d'aménagement 2007-2013 définit 7 sites de ralentissement dynamique des crues. Depuis l'automne 2009, deux de ces sites sont opérationnels :

- Le site de Longueil-Sainte-Marie (60) est situé sur l'Oise en aval de Compiègne. Ce dispositif est constitué de casiers latéraux entourant de nombreux plans d'eau susceptibles d'être abaissés préventivement, portant sa capacité utile à 15 millions de $m^3$. Il permet d'éviter 90 millions d'euros de dommages et de pertes économiques à chaque forte crue. (*Entente Oise Aisne, 2011)*
- Le site de Proisy (02) est situé sur l'Oise en amont de la commune de Guise et en amont de la confluence avec l'Asine. Il permet une régulation de l'écoulement et une rétention temporaire du volume d'eau le plus dommageable pour les personnes et les biens situés en aval. Sa capacité de stockage est de 4 millions de $m^3$ et son activation permet une économie de 70 millions d'euros à la société à chaque forte crue. Il a notamment permis la régulation de la crue de l'Oise en janvier 2011 en induisant un abaissement de 55 cm de la ligne d'eau dans la ville de Guise. (*Entente Oise AISNE, 2011*)

Un projet complémentaire de zone de ralentissement dynamique des crues est à l'étude sur le secteur de la Bassée aval en Seine-et-Marne à l'entrée de l'Ile-de-France. Ce site s'étend sur 16 000 ha et correspond à une des plus importantes anciennes plaines inondables en amont de Paris. Le projet consiste à redonner à la Bassée sa fonction de zone de ralentissement des

crues, qu'elle a perdu avec la mise à grand gabarit de la Seine entre Montereau et Bray sur Seine dans les 1970. L'aménagement de 9 casiers de surstockage en amont de la confluence Seine-Yonne, afin d'y stocker temporairement jusqu'à 55 millions de $m^3$ d'eau pompés dans la Seine, permettrait d'éviter que ne se conjuguent une éventuelle crue exceptionnelle de l'Yonne et de la Seine. Il a pour but de compléter l'action des quatre lacs-réservoirs existants pour l'écrêtement des débits de crues et aider à protéger les zones urbanisées des inondations. Le montant d'investissement du projet est estimé à environ 500 millions d'euros et est soumis à la fin de l'année 2011 à un débat public organisé par la commission nationale du débat public.

## 2.2. Typologies d'inondations sur le bassin Seine Normandie

D'une façon générale, les principaux types de fonctionnement hydrologique de crues présentés ci-après co-existent sur le bassin. Ce paragraphe en précise les principales caractéristiques météorologiques et hydrologiques. Les évènements représentatifs de ces typologies de crues ayant marqué le territoire sont décrits plus en détail au sein:

- du chapitre « Evénements marquants d'inondation du passé représentants les différentes typologies de crues » pour la description du phénomène hydrologique (chapitre 3.3),
- des chapitres dédiés aux unités de présentation pour les impacts de ces inondations.

### 2.2.1. Les crues lentes de plaine par débordement

D'ampleurs régionales (mai 1836, septembre 1866, novembre 1924, décembre 1947, février 1958, janvier 2011), voire de bassin (1910, 1955, 2001), ces crues sont dues à des pluies océaniques hivernales soutenues (parfois dès novembre), apparaissant dans plusieurs têtes de bassin, et affluant ensemble vers l'aval dont certains secteurs peuvent être fortement urbanisés et le siège d'une activité économique intense.

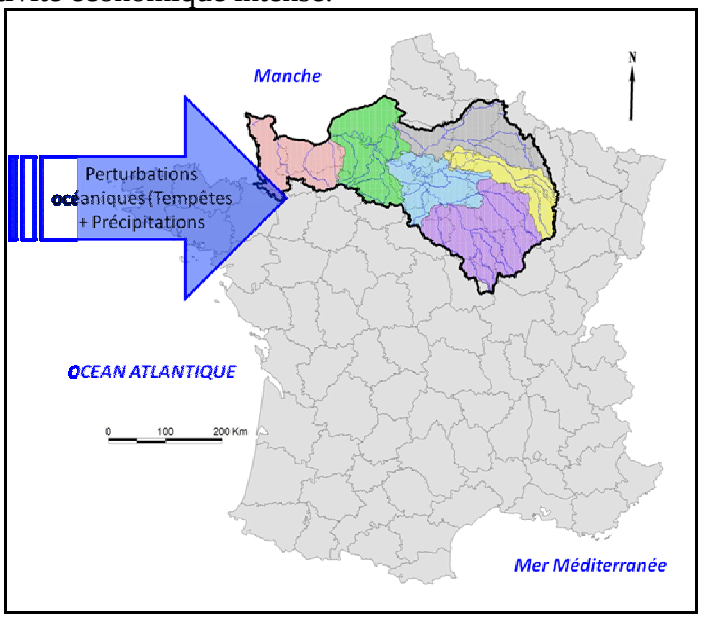



**Figure 7 : Influence des perturbations océaniques : elles sont portées par les courants d'ouest et peuvent être bloquées par le massif du Morvan entraînant d'importantes précipitations sur de longues périodes de temps**

Ces pluies conduisent à des cumuls de pluviométrie importants sur plusieurs semaines. La longueur de l'épisode induit une saturation progressive des sols. Le bassin devient plus réactif pour les derniers épisodes pluvieux, c'est-à-dire que le ruissellement devient plus important. Le ruissellement est par ailleurs influencé par l'humidité initiale des sols et la température. En effet, le gel des sols conduit à un ruissellement accru puisque l'infiltration n'est plus possible, tandis que la fonte des neiges apporte une quantité d'eau supplémentaire qui vient alimenter les cours d'eau.

La montée des eaux est lente avec notamment des temps de transfert vers l'agglomération parisienne généralement compris entre 4 et 11 jours et des durées d'inondations importantes (de plusieurs semaines à 2 mois pour la crue de 1910).

Ces crues ont lieu surtout en hiver et au printemps.

Elles concernent :

- **le bassin de l'Oise et de l'Aisne**, au fonctionnement hydrographique cohérent et indépendant du bassin de la Seine amont (excepté pour l'aval) : février-mars 1784, novembre 1882, février-mars 1910, janvier 1920, janvier 1926, février 1958, décembre 1993 et janvier 1995.

- **l'Aube, la Seine et la Marne**, cours d'eau influencés dès le milieu du XX$^{ème}$ siècle par les lacs-réservoirs : 1658, 1740, 1784, 1802, 1836, 1861, 1866, 1910 (3), 1924 (2), 1955, 1982, 1983, 1993, 1995.
  Les crues de la Seine ayant le plus marqué l'histoire à l'échelle du district sont sans aucun doute les crues de 1658, 1740, 1802, 1910 et 1955. Celle de janvier 1910, très bien documentée notamment par le rapport Picard, est présentée plus en détail dans les chapitres relatifs aux zooms aux échelles des sous-bassins (chapitres 4 à 9).
  Pour la Marne, citons les crues de février 1784 (générale sur le bassin), octobre-novembre 1840 (haut bassin), février 1844, janvier 1881 (Grand Morin), novembre 1882, janvier 1910, janvier 1920, janvier et surtout novembre 1924, novembre 1944, décembre 1947-janvier 1948, janvier 1955, février 1958 (Grand Morin), avril-mai 1983, décembre 1988 (Grand Morin) et décembre 1993.

  Les mêmes crues additionnées d'autres crues parfois plus importantes ont aussi marqué les autres sous-bassins. Pour la Haute-Seine, on peut citer les crues de décembre 1802, mai 1836, janvier 1861, 1873, novembre 1896, janvier 1910, janvier 1924, novembre 1944 et janvier 1955.

- **le Loing et l'Yonne** à l'aval de Pannecière, bassins présentant des temps de réactions courts, inférieurs à ceux du précédent ensemble ; mai 1836, 1846 (Loing) , 1856 (Loing), septembre 1866, novembre 1896, janvier 1910 (2), janvier 1924, janvier 1955, 1982, 1995, janvier 2001, et janvier 2011 sur le haut bassin de l'Yonne.

- **les affluents de la Seine** à l'amont et à l'aval du barrage de Poses : Epte, Andelle, Eure, Risle Pour la Seine en aval de la confluence Seine Oise, on peut citer pour Bezons, Mantes et Vernon, les crues de février-mars 1658, mars 1876, janvier 1910, janvier 1920 et janvier 1955.

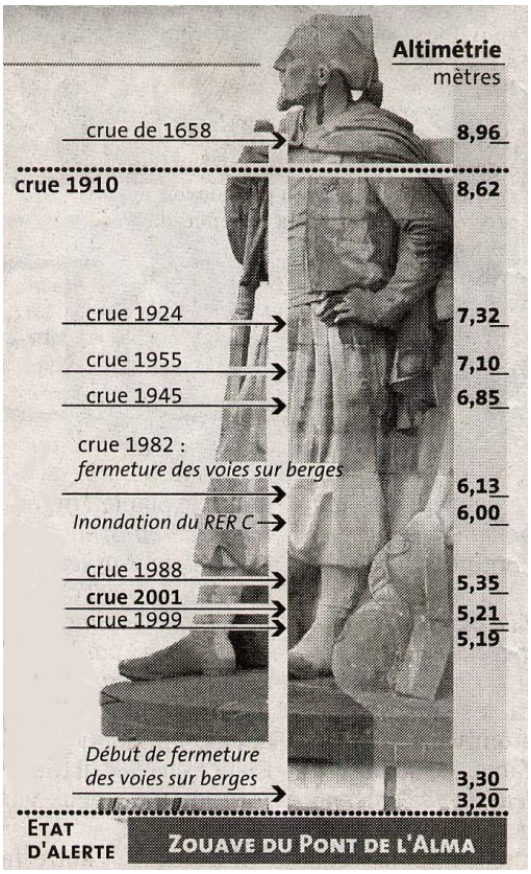



**Figure 8 : Zouave du Pont de l'Alma - échelle traditionnelle de mesure de la hauteur de crue à Paris**

– **les côtiers normands** avec les crues de décembre 1925 et janvier 1926 notamment sur l'Orne aval.

La crue la plus importante sur l'ensemble du bassin date de février-mars 1658 : elle correspondrait à un niveau d'eau de 8,96 m à l'échelle du Pont d'Austerlitz soit 34 cm au dessus de celle de 1910. Au 17ème siècle, on enregistra en particulier 3 crues exceptionnelles en 9 ans.

| Siècle | Nombre de crues majeures en région parisienne[3] |
|---|---|
| 17è | 5 |
| 18è | 6 |
| 19è | 13 |
| 20è | 9 (dont celle de 1910) |

**Tableau 2 : Crues majeures en région parisienne au cours des siècles**

[3] Est considérée comme crue majeure une crue ayant atteint un niveau supérieur à 6m à l'échelle du pont d'Austerlitz à Paris.

### 2.2.2. Les crues rapides

Les crues rapides sont caractérisées par de fortes intensités de pluie sur des durées courtes, inférieures à la journée. Elles surviennent principalement en été, et ont des impacts sur des petits bassins qui présentent des temps de concentration faibles (inférieurs à 12-24 h).
Les crues peuvent également survenir suite à un cumul pluviométrique relativement faible en saison hivernale notamment du fait de la saturation des sols.

Le ruissellement urbain constitue un élément marquant de la typologie des inondations : l'imperméabilisation croissante des sols par l'urbanisation réduit les temps de réaction des bassins versants qui peuvent être parfois déjà courts. Il aggrave fortement les effets des crues rapides et peut notamment provoquer des dégâts économiques et humains. Les inondations peuvent provenir alors de l'incapacité des réseaux d'eaux pluviales à évacuer de grands quantités d'eau. Ce phénomène peut d'ailleurs aussi concerner les réseaux des grandes agglomérations en cas de crues lentes majeures, l'eau empruntant toutes les voies souterraines possibles (carrières, tunnels des réseaux de transport, etc.).

Par ailleurs, le ruissellement rural est associé à des problèmes d'érosion des sols et se traduit souvent par des coulées de boues. Ce phénomène est accentué l'hiver lorsque les sols sont à nu.

En Seine Normandie, les crues rapides concernent plutôt l'amont de petits bassins versants, ruraux ou urbains, dont les cours d'eau ont des temps de réaction courts. Elles se produisent sur certains fleuves côtiers normands ainsi que certains affluents de la Seine aval, et principalement en tête de bassins versants comme ceux de l'amont de l'Oise, de l'Aisne et de l'Aire ou de l'Yonne. Leur genèse peut y être de l'ordre de quelques heures (notamment sur l'Yonne et l'Aube).

Les versants de Basse Normandie, de Haute Normandie et de Champagne (bassins[4] de la Marne et de l'Aisne) sont également exposés à des ruissellements importants, phénomène qui peut survenir toute l'année en cas d'orage sur des pentes fortes et des terrains argileux ou artificialisés, en particulier dans les zones urbaines ou périurbaines.

Les zones les plus dangereuses sont celles exposées à des crues torrentielles ou des coulées de boue. On citera notamment en Haute Normandie les versants du Pays de Caux (par exemple sur le bassin de la Lézarde) et l'Austreberthe.

En Basse-Normandie des phénomènes mortels ont également pu se produire dans le Nord Cotentin sur de petits bassins côtiers très réactifs comme la Valance ou sur le bassin de la Touques notamment en 1875 à Lisieux et en 2003 à Trouville-sur-Mer

[4] Exemples de cours d'eau : Cubry, Darcy , Ordrimouille, Clignon, Dolloir ; bassins viticoles, du Perthois, du Tardenois, commune de Chezy sur Marne...

### 2.2.3. Les remontées de nappes

Les inondations par remontées de nappe sont liées à une géologie spécifique ; sur le bassin Seine Normandie, elles sont situées principalement en Normandie et Picardie. Ces phénomènes y sont lents et localisés. De nombreuses remontées de nappes ont été observées lors de la crue de janvier à mars 1910 (rapport Picard, 1910), mais aussi d'avril-mai 1983 sur le bassin de la Marne, ainsi qu'en décembre 1999 et janvier-mars 2001, concomitamment aux inondations de la Somme.

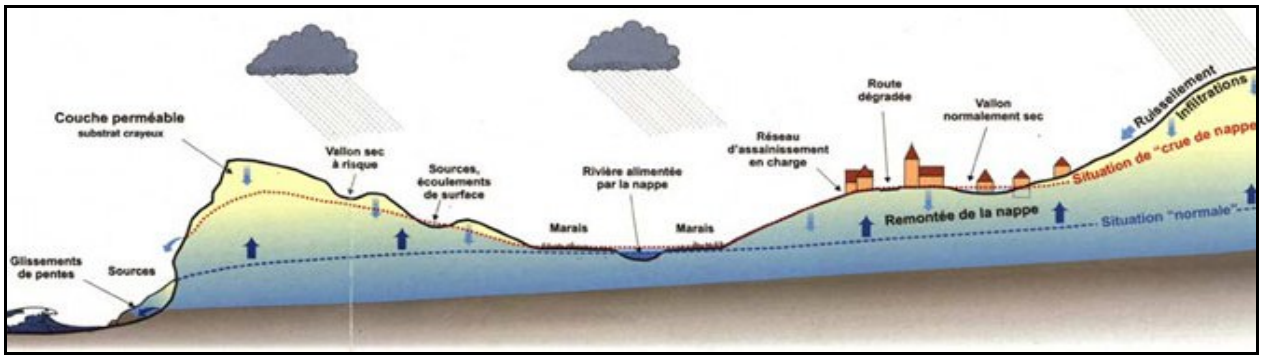



**Figure 9 : Phénomène de remontée de nappe (DREAL Basse Normandie)**

L'apport des pluies efficaces soumet la nappe à des variations saisonnières et à des variations pluriannuelles très sensibles. Les séries d'années pluvieuses (ex. 2000-2001) peuvent ainsi provoquer une forte remontée de la nappe. La nappe affleure alors et des sources temporaires apparaissent. La principale conséquence du phénomène de remontée de la nappe est l'apparition d'inondations.très locales généralement. (caves, mais aussi maisons et magasins noyés, chaussée dégradée, etc…). Lorsque celles-ci se manifestent, elles peuvent persister plusieurs mois.

Certains paramètres sont particulièrement importants dans le déclenchement et la durée de ce type d'inondation :

- une suite d'années à pluviométrie excédentaire, entraînant des niveaux de plus en plus élevés même en été,
- une amplitude importante de la variation annuelle du niveau de la nappe,
- le volume contributif relatif de la nappe par rapport au ruissellemnt sur le bassin versant hydrogéologique.considéré.

Par ailleurs les nappes accentuent les conséquences des inondations par débordement de cours d'eau. D'une part, la nappe remonte lors de l'élévation du niveau du cours d'eau, des débordements peuvent apparaître sur les coteaux. D'autre part la décrue est ralentie du fait dela vidange très lente de la nappe.

Le bureau de ressources géologiques et minières (BRGM) actualise actuellement la carte nationale des zones sensibles aux remontées de nappes.[5]

[5] Travaux du BRGM sur le site suivant : http://www.inondationsnappes.fr/

### 2.2.4. Les submersions marines

Trois régions du bassin possèdent une façade maritime, mais la façade maritime de la Picardie a été considérée au titre du bassin Artois Picardie. Les submersions marines du passé ont généralement été limitées à certains secteurs, néanmoins, les zones de submersion potentielles sont relativement étendues sur les façades maritimes en dehors des secteurs Hauts Normands, pour lesquels les falaises ont une hauteur proche de 100 m.

Une série d'influences maritimes peuvent provoquer l'inondation de zones littorales : surcote marine, action des vagues, ruptures de défense contre la mer. Elles sont généralement associées à des tempêtes, dans un régime océanique, avec des facteurs aggravants liés à la conjonction de surcote maritime, de forte marée et d'éventuelles crues océaniques.

Les submersions du passé, notamment liées à la tempête Xynthia (février 2010) ont été à l'origine de nombreux dommages notamment en Normandie.

Sur l'ensemble du littoral normand, de nombreuses digues (béton ou maçonnées) de taille significative ont été édifiées afin de protéger le littoral. Néanmoins, l'évaluation des dommages futurs de l'EPRI considère globalement ces digues comme transparentes. (*voir chapitre 3, pour des éléments de méthodologie*).
Dans les zones littorales en accrétion sédimentaire comme la baie du Mont Saint Michel ou la baie des Veys les endiguements successifs ont créé des polders protégés par plusieurs lignes de défense.
A l'inverse un linéaire non négligeable du littoral normand, notamment sur le département de la Manche, n'est protégé que de simples cordons dunaires parfois en forte érosion aggravant d'autant plus les risques de submersion de vastes zones basses

Par ailleurs, sept communes littorales, situées en Seine Maritime et dans le département de la Manche sont aussi répertoriées comme ayant été soumises au risque tsunami (site www.tsunamis.fr). Ce risque n'est pas pris en compte par l'EPRI.

## 2.3. Nature des enjeux

Les deux principaux types d'inondations prévisibles sur le district sont liés aux débordements de cours d'eau et à la submersion marine.

### 2.3.1. Enjeux vulnérables au débordement de cours d'eau

Dans les reliefs de Haute-Normandie et de Picardie, la cinétique des crues a été à plusieurs reprises dans le passé à l'origine de la perte de vies humaines.

Dans les secteur de plaine, les enjeux sont davantage liés aux biens implantés dans les zones inondables, sans pouvoir exclure de potentielles pertes en vie humaines. Le danger immédiat lié aux crues lentes peut être circonscrit dans la mesure où des plans de secours sont mis en place et appliqués dans un délai adapté et où l'ensemble des mesures de prévision et d'alerte sont mises en oeuvre. Néanmoins les crues successives peuvent se propager rapidement du fait de l'état initial du sol et des cours d'eaux.

Le bassin Seine Normandie est le support de l'activité de plus de 17 millions de travailleurs et du tiers du produit intérieur brut (PIB) français. L'impact potentiel d'une crue majeure sur l'économie est de dimension au moins nationale, voire européenne.

En Île-de-France qui compte près de 12 millions d'habitants, 880 000 personnes seraient directement inondées par une crue comparable à celle de janvier 1910. Les tissus économiques et industriels, les réseaux de transport, énergétiques et de production d'eau particulièrement développés autour de l'axe Seine concentrent les principaux pouvoirs économiques, financiers et politiques du pays. Ce sont parmi les principaux moteurs, très vulnérables, de l'économie française. La capitale accueille chaque année plus de 27 millions de touristes dont 18 millions d'étrangers.[6]

En janvier 1910, une crue de la Seine inonda de nombreuses rues parisiennes et 20 000 immeubles, touchant environ 200 000 habitants de la ville. Le 22 janvier, le métro parisien fut à son tour sous les eaux. La Seine mit 45 jours à retrouver un niveau en-dessous du seuil d'alerte (3.20m).

Dans une étude conduite par l'IIBRBS (1998), les dégâts directs générés par une crue dont le débit serait identique à celui de la crue de janvier 1910 ont été évalués en Ile-de-France à une valeur de l'ordre de 12.5 milliards d'euros (actualisation 2008 des résultats de 1998) sans compter les impacts sur les réseaux. Ce montant de dégâts serait ramené à 6 milliards d'euros grâce à l'action des lacs-réservoirs et des protections locales (digues et murettes).

Pour une crue équivalente à celle de 1910, les aménagements qui ont été réalisés dans le bassin de la Seine depuis 1910 permettraient en effet de diminuer d'un mètre environ la hauteur d'eau atteinte par la Seine à Paris. 30 cm seraient ainsi gagnés grâce aux travaux d'amélioration de l'hydraulicité réalisés après 1910 (rehausse des ponts, creusement du lit de la Seine à l'entrée et à la sortie de Paris) et 70 cm grâce à l'action d'écrêtement des crues par les barrages-réservoirs construits entre 1950 et 1990

Enfin, compte tenu de l'ampleur des dommages attendus, les délais de remise en état seront inévitablement très longs et handicaperont le redémarrage des activités du territoire pour une durée qui pourrait aller au-delà du semestre.

Les enjeux sanitaires et environnementaux sont également particulièrement exposés. Après celle de Chicago, la station d'Achères est la plus grosse station d'épuration au monde. Sa mise en arrêt impliquerait un déversement de quantités considérables d'effluents pollués. D'une manière générale, les enjeux écologiques liés aux industries et aux sites de stockages qui pourraient être inondés sont potentiellement élevés. L'existence d'une activité d'extraction de granulats, en facilitant les connectivités hydrauliques nappe-cours d'eau, renforce les risques de pollution de nappes en cas d'inondation de sites industriels sensibles.

### 2.3.2. Enjeux vulnérables à la submersion marine

Les enjeux potentiellement impactés par une submersion marine sont d'autant plus vulnérables que ces inondations peuvent être très rapides. Si un événement similaire à

[6] Source : Mairie de Paris : www.paris.fr

Xynthia se produisait en période estivale, l'augmentation saisonnière de la population le long du littoral laisserait craindre un bilan qui pourrait être lourd sur le plan humain.

Par ailleurs, pour ces événements, les dommages potentiels sur l'économie restent importants. Les activités liées à la mer sont particulièrement exposées, notamment la conchyliculture, la pêche, le tourismeet les ports de commerce sont particulièrement exposées, ainsi que celles qui se sont implantées le long du littoral comme les centrales nucléaires de Paluel, Penly en Seine-Maritime pour leurs besoins en eau de refroidissement

La vulnérabilité de ces enjeux (constructions légères, infrastructure de transports, absence d'ouvrages de protection en Basse Normandie, installations humaines en zone de déferlement des vagues, etc.), leur nécessaire proximité de la mer, la prise en compte du risque qui peut être faible, mais également leur poids dans l'économie locale voire nationale (Port 2000, Port d'Antifer, centrales nucléaires..) rendent leur prise en compte fondamentale.

L'intensité du phénomène de marée sur la façade du bassin est exceptionnelle : de l'ordre de 5 mètres à Cherbourg, elle s'amplifie dans le golfe normand-breton pour atteindre 14 mètres dans la baie du Mont Saint-Michel, découvrant à marée basse un vaste estran qui constitue une particularité forte du littoral bas-normand, en particulier dans sa partie occidentale. L'amplitude des marées de vive-eaux dans l'estuaire de la Seine est de l'ordre de 8 m au Havre et un marnage à Rouen de 3.3 m. L'amplitude du marnage moyen des marées de vives-eaux atteint sur le littoral haut-normand 8.5 m au Tréport et peut dépasser pour des vives-eaux exceptionnelles 10 m au Tréport.

La grande majorité des territoires dominés par la mer a été progressivement gagnée sur le milieu marin par poldérisation, travaux hydrauliques ou remblais. Ces terrains situés sous le niveau des marées centennales restent pour l'essentiel soit des zones naturelles soit des zones vouées à l'agriculture (préférentiellement au pacage le long du littoral du Calvados et de la côte Est de la Manche, au maraîchage le long des côtes Ouest de ce département).

Néanmoins les aménagements urbains y sont, depuis le XIXe siècle de plus en plus fréquents. L'implantation des infrastructures et bâtiments dans le cadre de stations balnéaire telle que Deauville, Trouville ou Cabourg en Basse-Normandie, Etretat, Mers-les-Bains, Le Tréport en Haute-Normandie mais également le développement de ports de commerce ou de pêche telle que Le Havre, Dieppe ou Cherbourg n'ont fait que s'accélérer au cours du siècle dernier, gagnant les espaces dunaires en basse-normandie mais également les marais arrière littoraux.

Ces terrains situés sous le niveau de la mer sont à l'heure actuelle protégés, soit naturellement, soit artificiellement. Néanmoins l'érosion littoral et/ou le manque d'entretien des ouvrages de protection augmentent les risques de submersions pour ces enjeux toujours plus nombreux et vulnérables.

Ces dernières années, sous l'impulsion des travaux du GIEC (Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Evolution du Climat), les connaissances sur le changement climatique ont largement progressé. Une de ses conséquences directes est la montée du niveau des mers et des océans.

Selon le GIEC, le niveau de la mer s'est élevé de 0,12 à 0,22 m au XX$^{e}$ siècle à l'échelle du globe. En 2007, il envisageait une hausse comprise entre 18 cm et 59 cm pour 2100. Des

valeurs beaucoup plus élevées (de 0,7 m à 1,9 m) ont été évoquées récemment par certains scientifiques.

Actuellement, les modèles ne prévoient aucune modification à venir du régime des tempêtes en lien avec les changements climatiques. Aussi les modifications des risques hydrauliques littoraux ne peuvent-ils être étudiés pour l'instant que sous l'angle de l'élévation du niveau de la mer.

La marée contrôle la vidange des fleuves côtiers, des marais et des aquifères littoraux. Si l'homme réussit à endiguer les effets directs de la surélévation marine (érosion et submersion par tempête), il paraît difficile, en l'état des connaissances techniques actuelles, qu'il puisse en maîtriser les effets induits notamment sur les nappes, et donc sur l'hydraulique globale des milieux. Le niveau des nappes devrait monter dans les zones basses de la frange littorale, concomitamment avec celui de la mer. De la même façon, les capacités de vidange des zones estuariennes et des marais côtiers devraient diminuer en période de crue.

De manière plus générale, la surélévation de la mer devrait influer sur les processus et paramètres suivants :

- la fréquence et la durée des inondations ;
- l'augmentation générale du risque d'érosion;
- l'augmentation de la fréquence des inondations directes par la mer ;
- la salinité des eaux souterraines littorales.

Au regard de l'occupation actuelle de la frange côtière et des perspectives de surélévation de la mer, un bilan des activités susceptibles d'être influencées peut d'ores et déjà être dressé.

- L'agriculture : certains territoires sont menacés par l'érosion et la submersion marine, d'autres le sont par la sur-inondabilité hydraulique (nappe, cours d'eau).
- L'urbanisme : de nombreux bâtiments sont actuellement situés sous le niveau des plus hautes eaux marines.
- L'économie : de nombreuses activités industrielle et artisanales sont potentiellement submersibles.
- L'alimentation en eau potable des populations littorales : Le déplacement du biseau salé pourrait perturber l'exploitabilité des ressources en eau souterraine littorales. Certaines collectivités balnéaires sont déjà fortement contraintes. Les principales réserves en eau souterraine du département de la Manche sont localisés dans des marais dont certains sont situés sous le niveau des plus hautes eaux marines .

## 2.4. Politique de gestion des inondations conduite dans le bassin Seine Normandie

La politique menée dans le bassin est impulsée par la réglementation nationale et communautaire relative à la gestion des inondations et se trouve renforcée par des actions d'initiatives locales ou co-pilotées par l'Etat.

### 2.4.1. Plan Seine

Le principe d'un plan d'aménagement global de la Seine (Plan Seine) est né en 2005 de la volonté du gouvernement de se doter de plans d'actions sur l'ensemble des grands fleuves français, suite aux inondations répétées de 2002 et 2003.

Établi pour la période 2007-2013, le plan Seine concerne la Seine et ses affluents. Il implique l'ensemble des acteurs de l'eau du bassin et met en perspective les différentes actions, en développant leurs impacts positifs à l'échelle du bassin et en maîtrisant leurs effets cumulés, notamment en matière de biodiversité, au profit d'une gestion durable du fleuve. Il poursuit certains travaux et études déjà engagés répondant à ces enjeux et initialise de nouveaux projets. Il s'intègre aux autres politiques publiques menées dans le domaine de l'eau et des milieux aquatiques dont notamment l'action des conseils régionaux dans le cadre de leurs actions propres ou d'une coopération interrégionale, le 9ème programme de l'Agence de l'eau, le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) du bassin Seine Normandie.

Sa mise en œuvre repose sur un partenariat fort entre l'Etat, les Régions Haute Normandie, Basse-Normandie, Ile-de-France, Champagne-Ardenne, Picardie et Bourgogne, l'Agence de l'Eau Seine Normandie et les acteurs concernés (Entente Oise-Aisne, Entente Marne, Grands Lacs de Seine, VNF, etc.), qui se concrétise pour les opérations à caractère interrégional, dans un contrat de projets interrégional Etat-Régions (CPIER) signé par l'ensemble des partenaires.

La réduction des effets d'une crue majeure sur la Seine constitue un des principaux axes du Plan Seine.
L'objectif des projets inscrits au plan est ainsi de réduire la vulnérabilité des biens et des personnes exposés au risque d'inondation, de maintenir et de restaurer les champs naturels d'expansion de crues et de favoriser les dispositifs de ralentissement dynamique des crues (actions complémentaires permettant de ralentir les ruissellements, d'atténuer l'accélération des eaux dans les lits des cours d'eau, de dériver les écoulements vers les annexes fluviales et de mobiliser temporairement les espaces de stockage pour écrêter la crue). Le bon état des milieux étant un facteur favorisant la prévention des inondations, les actions proposées présentent un caractère complet intégrant la diminution du risque d'inondation, la réduction de la vulnérabilité et des mesures de préservation des milieux.

Le plan Seine propose notamment de poursuivre et renforcer la mise en œuvre de sept programmes d'aménagement et de prévention des inondations (PAPI) pour limiter le risque lié aux inondations de l'amont à l'aval du bassin Seine-Normandie :

- sur le bassin de la Seine dans le secteur de la plaine alluviale de la Bassée pour reconstituer et renforcer les capacités naturelles de stockage d'eau en période d'inondation de la plaine afin de réduire les effets d'une crue majeure sur le bassin de la Seine,

- sur les bassins de l'Oise et de l'Aisne pour la mise en œuvre d'un programme d'écrêtement des fortes crues de l'Oise et de l'Aisne, devant aboutir à l'horizon 2013 à la réalisation d'ouvrages pour réguler au mieux les flux qui proviennent des hauts bassins sur 7 sites, au plus près des enjeux locaux. Ces opérations sont accompagnées d'actions de restauration et d'entretien des cours d'eau.
- sur le bassin de l'Armançon,
- sur le bassin de la Marne,
- sur les bassins de la Lézarde et de l'Austreberthe en Haute-Normandie,
- sur le secteur de Honfleur en Basse-Normandie.

### 2.4.2. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Seine Normandie

La politique de gestion des inondations est menée en coordination avec celle de la gestion des eaux à l'échelle du bassin Seine Normandie dans le cadre du SDAGE. Le SDAGE 2010-2015, premier plan de gestion élaboré et approuvé dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), fixe les « orientations fondamentales d'une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau et les objectifs de qualité et de quantité des eaux »[7].
Le SDAGE 2010-2015 du bassin de la Seine et des cours d'eau Côtiers Normands définit les orientations fondamentales répondant aux enjeux du bassin identifiés à l'issue de l'état des lieux réalisé en 2004 :

- Protéger la santé et l'environnement – améliorer la qualité de l'eau et des milieux aquatiques
- Anticiper les situations de crises, inondations et sécheresse.

Le volet « Inondations » du SDAGE Seine Normandie est décliné dans un défi spécifique, le Défi 8 : Limiter et prévenir le risque inondation, et comporte cinq orientations fondamentales :

- Améliorer la sensibilisation, l'information préventive et les connaissances sur le risque inondation ;
- Réduire la vulnérabilité des personnes et des biens exposés au risque d'inondation ;
- Préserver et reconquérir les zones naturelles d'expansion de crues
- Limiter les impacts des ouvrages de protection contre les inondations qui ne doivent pas accroître le risque à l'aval (en privilégiant notamment le ralentissement dynamique des crues et les méthodes « douces »);
- Limiter le ruissellement en zone rurale et en zone urbaine pour réduire les risques d'inondation.

En effet, les aménagements de protection contre les inondations peuvent avoir des effets directs sur le fonctionnement des cours d'eau et des milieux associés (dont les zones humides) et leurs régimes hydrologique et hydraulique (déstabilisation des lignes d'écoulement, érosion des berges, accélération des débits…) et donc sur la biologie des milieux aquatiques (cours d'eau et milieux associés).
Le rétablissement de la continuité écologique (par la création de passes à poissons, la suppression de seuils ou l'arasements d'ouvrages par exemple) est l'une des priorités

[7] Article L. 212-1 du code de l'environnement

affichées dans le SDAGE (Défi 6 : protéger et restaurer les milieux aquatiques et humides) et dans le programme de mesures qui lui est associé.
Le programme de mesures (PDM) définit les actions nécessaires à mettre en place afin d'atteindre les objectifs fixés par le SDAGE.
La plupart des actions du programme de mesure du bassin (2010-2015) reste co-pilotée par l'Etat et les acteurs locaux réunis au sein de structures locales de concertation et de décision en matière de gestion des eaux.

Une mise à jour de l'état des lieux du bassin Seine Normandie doit être réalisée pour fin 2013, en vue de la préparation du prochain SDAGE 2016-2021.
Le Plan de Gestion des Risques d'Inondations (PGRI) devra être élaboré au même moment que le SDAGE 2016-2021. Il devra intégrer le volet inondations du SDAGE.

Le bassin Seine-Normandie est particulièrement dynamique dans la mise en œuvre des schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) puisque 27 démarches de SAGE ont été engagées sur le bassin[8]. Ces documents et leur élaboration en concertation au sein des Commissions Locales de l'eau (CLE) permettent aux acteurs locaux de définir ensemble (tous usagers de l'eau confondus) les enjeux et objectifs de leurs territoires.

### 2.4.3. Urbanisme et Plan de Prévention des Risques (PPR)

En 1982, la loi relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles (loi n° 82-600 du 13 juillet 1982) a institué le plan d'exposition aux risques (PER) pour inciter notamment les assurés à la prévention. En 1995, les plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) les ont remplacés. La loi Barnier (loi n°95-101 du 2 février 1995) visait à renforcer et à unifier l'action de prévention.

La mise en œuvre de cette politique de prévention relève d'une compétence partagée, impliquant les services déconcentrés de l'Etat, les collectivité territoriales, d'autres ministères mais aussi les citoyens, chacun intervenant dans son domaine.

Les plans de prévention des risques d'inondation (PPRI) ont pour objectif de réduire l'exposition au risque ainsi que la vulnérabilité des biens et des personnes. Ils sont élaborés sous l'autorité du préfet en associant les collectivités locales dans une démarche de concertation.
Les PPRI approuvés par le préfet sont annexés, après enquête publique et approbation, aux Plan Locaux d'Urbanisme (PLU) en tant que servitude d'utilité publique.

Ils définissent les zones d'exposition aux phénomènes naturels prévisibles, directs ou indirects, et caractérisent l'intensité possible de ces phénomènes.
A l'intérieur de ces zones dites « d'aléa », les PPRI réglementent l'utilisation des sols, la façon de construire, l'usage et la gestion des zones à risques dans une approche globale du risque. Les réglementations s'appliquent tant aux futures constructions qu'aux constructions existantes dans le but de maîtriser et réduire leur vulnérabilité.

Les risques de submersion marine et d'érosion du trait de cote sont traités au sein de Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL)

[8] Consultation des informations sur les SAGE sur le site http://www.gesteau.eaufrance.fr/

Même en l'absence de Plan de Prévention des Risques, le Plan Local d'Urbanisme (PLU) peut définir les zones à risques et les règles spécifiques à respecter : les collectivités territoriales sont tenues de prendre en compte les risques dans l'élaboration de leurs documents d'urbanisme, sur la base des éléments portés à leur connaissance par l'Etat.

### 2.4.4. Programmes d'Action de Prévention des Inondations (PAPI) et Plan Submersions Rapides (PSR)

Les programmes d'actions de prévention contre les inondations (PAPI) ont été lancés en 2002. Ils ont pour objet de promouvoir une gestion intégrée des risques d'inondation en vue de réduire leurs conséquences dommageables sur la santé humaine, les biens, les activités économiques et l'environnement.

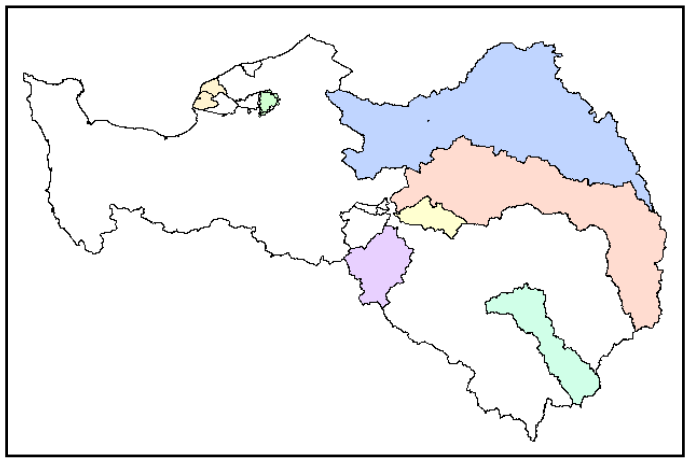


**Figure 10 : Appel à projets PAPI 1ère génération**

Outil national de contractualisation entre l'État et les collectivités, le dispositif PAPI permet la mise en oeuvre d'une politique globale, pensée à l'échelle du bassin de risque. Le nouvel appel à projets PAPI lancé en 2011 doit permettre le maintien de la dynamique instaurée par le premier appel à projets de 2002. Il constitue également un dispositif de transition devant préparer la mise en œuvre de la directive inondation. Il s'inspire donc aussi bien des précédents projets PAPI et du bilan qui en a été fait que du futur cadre de la politique de gestion des inondations tel qu'il est défini par la directive.
Il est caractérisé par la volonté de promouvoir une gestion globale et équilibrée du risque inondation, pensée à l'échelle d'un bassin de risque cohérent au regard de l'aléa et des particularités du territoire considérés, et intégrée aux politiques de gestion de l'eau et d'urbanisme**.**

Rendu public le 17 février 2011, l'objectif du Plan Submersions Rapides (PSR) est d'inciter les différents territoires à bâtir des projets de prévention des risques liés aux submersions marines, aux inondations par ruissellement ou crues soudaines et aux ruptures de digues fluviales ou maritimes. De la protection des habitations, à la sécurité des barrages et des digues en passant par l'amélioration des systèmes d'alertes et de vigilance, ce plan décline les actions de l'Etat pour assurer la sécurité des personnes dans les zones exposées aux phénomènes brutaux de submersions rapides. Le PSR a notamment vocation à financer, dans

un cadre partenarial et contractuel, la modernisation des ouvrages de protection contre les submersions marines et fluviales.

A la différence des PAPI, qui peuvent être centrés principalement sur la réduction des dommages aux biens, les actions du PSR s'adressent prioritairement à l'amélioration de la sécurité des personnes.

Les deux dispositifs contribuent à la mise en œuvre de la directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, en favorisant l'émergence à la fois d'acteurs locaux forts et de stratégies locales de prévention des inondations.

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

## 3.1. Objectifs et principes généraux de l'évaluation

L'évaluation préliminaire des risques d'inondation, mise en œuvre pour chacun des districts hydrographiques, a pour objectif d'évaluer les risques potentiels des inondations sur la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique. Elle s'appuie sur les informations « disponibles ou pouvant être aisément déduites » et en particulier sur les informations sur les inondations du passé.
L'EPRI constitue le premier **état des lieux** de l'exposition au risque inondation réalisé sur l'ensemble du territoire français. Il s'agit avant tout de partager un **diagnostic commun** à l'ensemble du territoire, visant **les conséquences potentielles des phénomènes extrêmes**. L'approche retenue vise à identifier les enjeux potentiellement exposés à ces phénomènes. Ces enjeux sont rarement appréhendés comme des indicateurs d'impacts dans notre politique de gestion des risques qui, jusqu'alors, s'intéresse davantage à la réduction de l'aléa qu'à l'évaluation de ses conséquences.
Cette évaluation, sur laquelle se basera la stratégie nationale de gestion du risque inondation, se doit d'être **homogène** à l'échelle nationale.

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 évènements passés significatifs en terme d'impacts ont été identifiés à partir des informations disponibles au sein des services de l'État. Certains de ces évènements ont été choisis pour illustrer les types de phénomènes et d'impacts, la liste des évènements identifiés et leurs caractéristiques étant reportée en Annexe.
En parallèle de l'élaboration de l'EPRI, une base de données nationale regroupant l'ensemble de la documentation sur ces évènements est en cours de constitution et sera progressivement renseignée pour approfondir et capitaliser la connaissance des évènements passés.

- **l'évaluation des impacts potentiels des inondations futures :**

Cette évaluation est mise en œuvre de manière systématique pour les débordements de cours d'eau (y compris les petits cours d'eau et les cours d'eau intermittents) et les submersions marines.

Afin d'assurer l'homogénéité de l'évaluation de ces impacts, le principe de la construction d'un **socle national d'indicateurs d'impacts** a été retenu, sur la base de deux critères :

- disponibilité d'informations les plus complètes et homogènes que possible au niveau national. Ainsi, certaines bases de données disponibles au niveau local n'ont pas été reprises dans le socle national ; elles pourront cependant être valorisées pour un apport complémentaire d'informations qualitatives.
- pertinence de l'indicateur pour illustrer l'exposition au risque de l'une des quatre catégories d'enjeux (santé humaine, environnement, patrimoine culturel et activité économique).

Ce tronc commun de l'évaluation de l'impact potentiel des inondations, constitué majoritairement d'indicateurs quantitatifs, est complété par la **connaissance locale** qui permet de rendre compte des spécificités de certains enjeux ou phénomènes, et d'intégrer des analyses qualitatives et expertes dans des délais contraints par les échéances européennes.

L'objectif d'homogénéité de l'approche a conduit à utiliser des méthodes simplifiées. Les indicateurs du socle national sont ainsi calculés selon le principe suivant :

- caractérisation d'une emprise potentielle des évènements extrêmes avec des méthodes simplifiées : **l'enveloppe approchée des inondations potentielles (EAIP)**,
- **comptage des enjeux** de différentes natures dans cette emprise.

Cette évaluation des impacts directs des évènements extrêmes ne peut ainsi être considérée que comme une **première approche simplifiée** de la vulnérabilité du territoire examiné :

- les **caractéristiques** de l'aléa (intensité, cinétique, probabilité d'atteinte) ne sont pas prises en compte,
- les **indicateurs** proposés ne prennent en compte ni la vulnérabilité intrinsèque des enjeux, ni leur évolution dans les décennies à venir,
- les **impacts indirects** ne sont pas quantifiés.

Pour les types d'inondations pour lesquels il n'est pas possible à ce stade de fournir une enveloppe des inondations potentielles, tels que les ruissellements en versant ou les ruptures de barrages par exemple, ces indicateurs ne sont pas calculés. Seule la connaissance disponible est prise en compte.

**Les méthodes employées et les résultats obtenus comportent certaines limites qui sont clairement explicitées dans la suite du document. Ils constituent cependant l'analyse la plus complète et la plus détaillée du risque inondation à l'échelle nationale qui ait été réalisée à ce jour.**

Le présent chapitre présente une synthèse des résultats de cette évaluation à l'échelle du bassin. Le détail et l'analyse de ces résultats, complétés par les connaissances locales, sont présentés ensuite pour chacune des unités (cette décomposition en unités ayant vocation à faciliter la lecture du présent document).

## 3.2. Unités de présentation

Le présent document présente des zooms sur certaines crues historiques et les appréciations des risques potentiels futurs à l'échelle des périmètres des Commissions Territoriales du comité de bassin (COMITER), aussi appelés unités de présentation dans la suite du document. Ces commissions territoriales sont au nombre de 6 pour le bassin Seine Normandie :

- Vallées d'Oise
- Vallées de Marne
- Seine Amont
- Rivières d'Ile-de-France
- Seine Aval
- Rivières de Basse Normandie

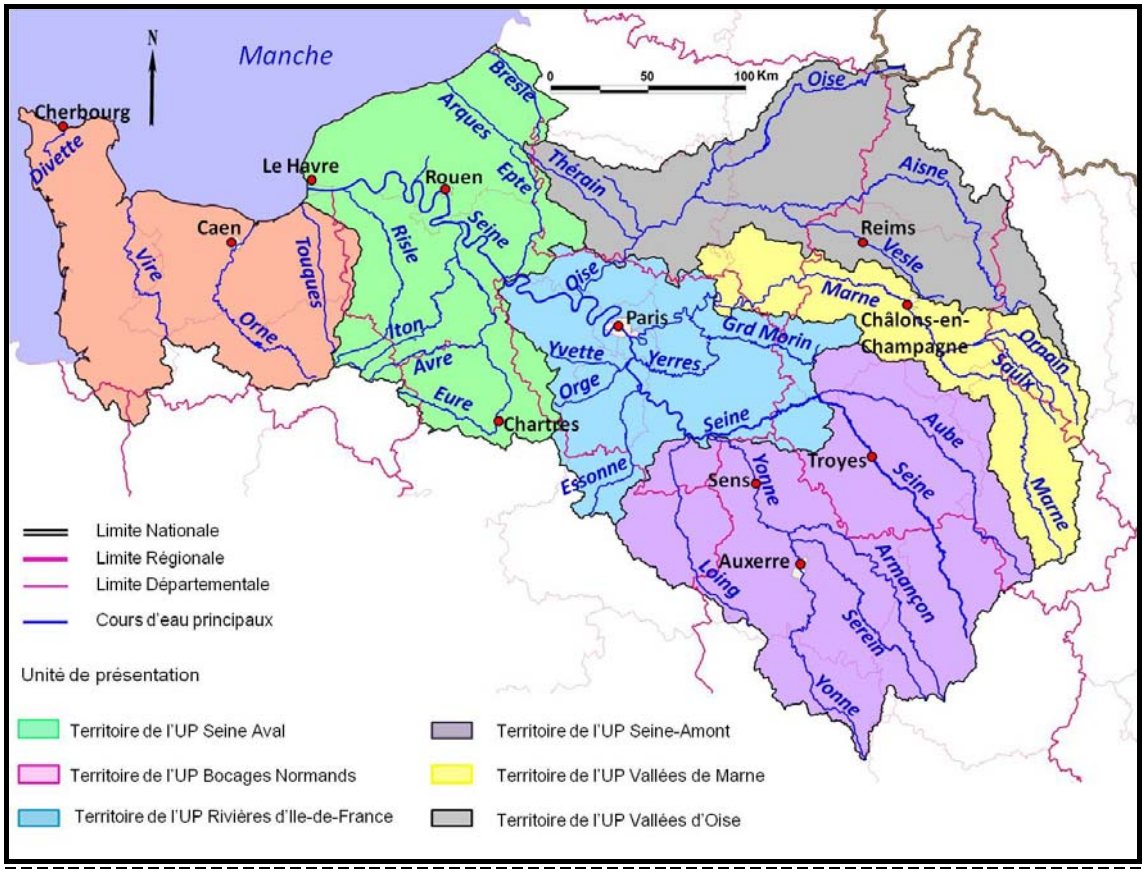



**Figure 11 : Limites des commissions territoriales du comité de bassin (unités de présentation)**

## 3.3. Evénements marquants d'inondation du passé représentants les différentes typologies de crues

### 3.3.1. Evènements historiques

Le district Seine-Normandie a connu par le passé différentes inondations. Elles sont ici illustrées à travers quelques événements représentatifs, qui témoignent des phénomènes à l'œuvre pour chaque type d'inondation présenté précédemment. Il est à noter que certaines inondations survenant dans le district sont issues d'événements concomitants. Par exemple, au niveau de l'estuaire de la Seine, lors d'épisodes de fortes marées et de tempêtes, une submersion marine peut survenir et entraîner le débordement de cours d'eau.
Nous avons retenu un événement de référence pour illustrer chacune des quatre typologies de crues et inondations présentées au chapitre 2.2 (cf. tableau 2). Ces événements seront plus amplement détaillés dans les unités de présentation concernées. Seules les descriptions générales concernant l'ensemble du district ne seront pas reprises (conditions hydrométéorologiques).

Ces événements ont touché le bassin Seine Normandie à diverses échelles. L'événement de janvier 1910 a affecté l'ensemble du district suite à des précipitations intenses générales. L'ensemble des côtes du district sont exposées au risque de submersion marine. Les inondations de février 1990 ont particulièrement touché le littoral normand et constituent l'événement de présentation pour le bassin Seine-Normandie pour cette typologie. Les épisodes de crues soudaines engendrées usuellement par des orages sont des phénomènes plus localisés. L'inondation de St-Martin-de-Boscherville en juin 1997 illustre cette typologie de crue. Enfin, les remontées de nappe de mars-avril 2001 ont atteint des niveaux records en termes de hauteur d'eau, d'étendue du phénomène et de période de submersions. Ce sont essentiellement la Haute et Basse Normandie ainsi que la Picardie qui ont été affectées par cette inondation.

| Régime hydro-climatique | Type de submersion | Evénement | Date |
|---|---|---|---|
| Régime océanique | Débordement de cours d'eau | Crue de la Seine et de ses affluents de janvier 1910 | Janvier 1910 |
| Régime océanique | Submersion marine | Tempêtes de février 1990 sur la Côte d'Albâtre et la Côte Ouest de la Manche provoquant des submersions marines | Février 1990 |
| Orage d'été | Débordement de cours d'eau et ruissellement | Crue du 16-17 juin 1997 de St-Martin-de-Boscherville | 16-17 juin 1997 |
| Régime océanique | Remontée de nappe | Inondation de mars-avril 2001 sur la Normandie, Picardie | Mars-avril 2001 |

**Tableau 3 : Inondations de référence associées à une typologie**

La carte suivante permet de localiser ces quatre événements majeurs au sein du bassin.

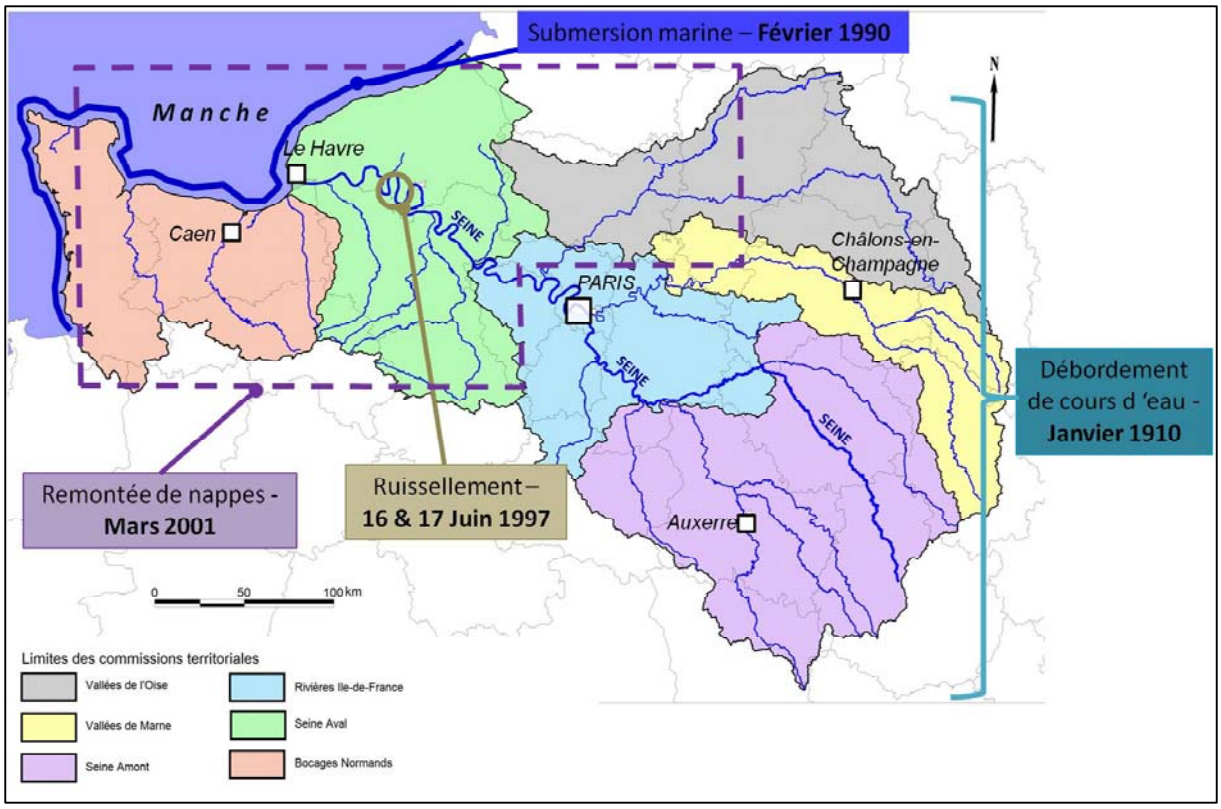



**Figure 12 : Localisation par typologie des événements d'inondation sur le district Seine-Normandie**

## La crue de débordement de la Seine et de ses affluents de janvier 1910

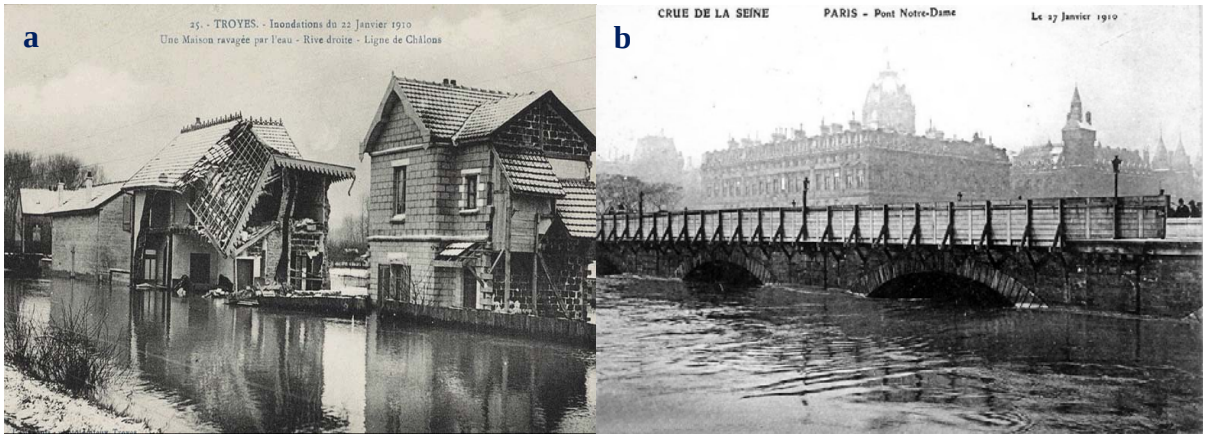


**Figure 13 : Crue de la Seine et de ses affluents : a/ Seine à Troyes ; b/ Seine à Paris au Pont Notre Dame ; c/ Loing à Moret-sur-Loing ; d/ Seine à Sotteville-lès-Rouen (sources : crue1910.fr)**

En janvier et février 1910, la Seine déborde largement de son lit. La crue de 1910 est un événement majeur de par son intensité et les dégâts engendrés. Cette crue est également la référence de crue centennale[9] dans le cadre des dispositifs de prévention du risque inondation par débordement de la Seine.

La fin de l'année 1909 est très humide avec 450 mm de précipitations sur trois mois. Le mois de janvier 1910 est caractérisé par des précipitations de pluie et de neige abondantes sur l'ensemble du bassin de la Seine : un cumul des précipitations de l'ordre de 300 mm dans la partie haute du bassin versant, de l'ordre de 110 mm dans la partie centrale, et de l'ordre de 280 mm sur la Seine aval. Les pluies du 18 au 21 janvier ruissellent du fait des sols saturés.

Une onde de crue se développe sur la Seine, mais également sur la Marne. Deux ondes de crues se forment sur l'Yonne. Les pics de la Seine amont et de l'Yonne se sont cumulés provoquant une crue extraordinaire sur la région parisienne. Cet événement sera plus amplement détaillé dans chaque unité de présentation puisque ses effets ont été différents en région parisienne, en amont et en aval du bassin versant, l'influence de la mer jouant un rôle en Seine Aval. L'épisode de janvier 1910 provoque des crues centennales sur un grand nombre de cours d'eau du bassin Seine Normandie.

Par ailleurs, il est important de souligner que ce n'est pas la crue la plus importante connue dans les temps historiques. En février 1658, la hauteur atteignait 8.96 m au Pont d'Austerlitz à Paris, soit un peu plus de 30 cm que celle de 1910.

[9] Crue centennale : crue dont le débit a une chance sur cent chaque année d'être dépassé

## Les submersions marines en février 1990 sur le littoral Normano-Picard

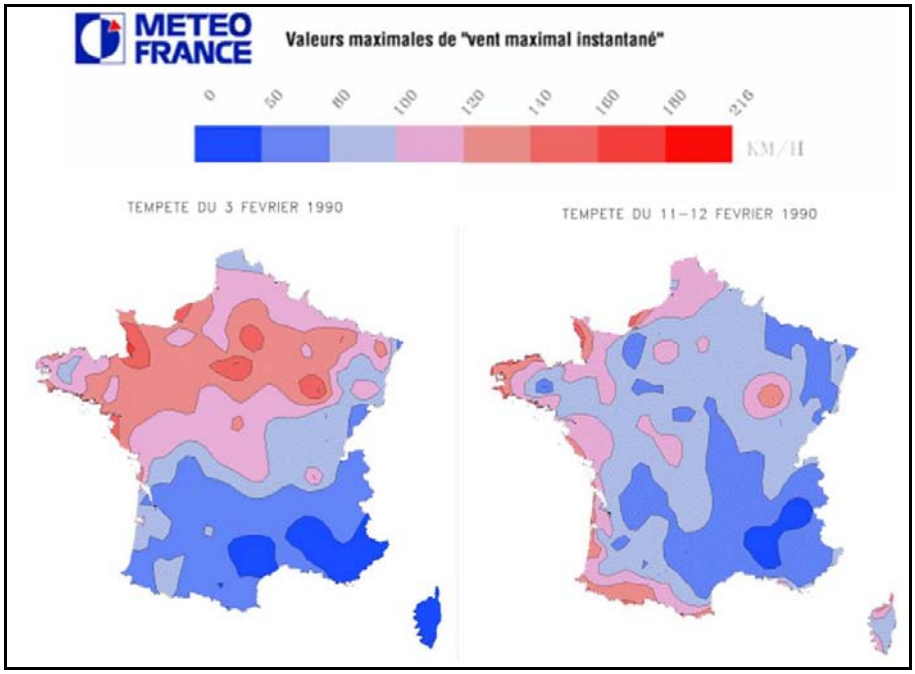



**Figure 14 : Vent maximal instantané lors des tempêtes du 3 et du 11-12 février 1990**

Les côtes haut-normandes et picardes, comprises entre l'estuaire de la Seine et la baie de Somme, présentent une vulnérabilité historique vis-à-vis des submersions marines. La période 1967-1990 fut en particulier marquée par une multiplication d'événements parfois sévères (Caspar, 1990)[10] dont on craint le retour, notamment dans la perspective d'une hausse du niveau marin au cours des prochaines décennies. Les inondations par la mer dues aux tempêtes (« submersions de tempête ») résultent pour la plupart, sur ce littoral, de la conjonction d'une surcote à la marée et d'une forte agitation marine.

Ainsi, en février 1990, le littoral de la côte d'Albâtre est frappé par plusieurs tempêtes qui ont fragilisé les plages dans un premier temps et provoqué ensuite des submersions marines en plusieurs secteurs. Le premier événement au mois de février 1990 demeure parmi les plus ventés qu'ait connus le nord-ouest de la France au cours du XX$^{ème}$ siècle (Figure 12). Les autres tempêtes se distinguent par une série d'inondations désastreuses les 11, 26, 27 et 28 février qui affectent l'ensemble des sites à risque sur le littoral de la côte d'Albâtre. La surcote due aux conditions météorologiques atteint ainsi 1.50 m au Tréport. Ces submersions seront détaillées dans l'historique des événements retenus en Seine Aval et Rivières de Basse Normandie.

[10] Caspar R., 1990 : Marées de tempête dans le N-W de la France. Neptunia, Amis des musées de la Marine, Paris, 178, 8-15.

**Figure 15 : Submersion marine le 12 février 1990 : à Etretat (Source R. Caspar) / à Fécamp, quartier du Bout-menteux (Source : photo amateur, www.boutmenteux.net)**

## L'inondation du 16-17 juin 1997 à St-Martin-de-Boscherville

**Figure 16 : Inondation du 16-17 juin 1997 : à St Martin de Boscherville/ à La Vaupalière (Source : INA)**

Le 16 juin 1997, un orage violent éclate au droit de la petite vallée de l'Austreberthe à l'ouest de Rouen. Des pluies diluviennes s'abattent en quelques heures provoquant un intense ruissellement et des coulées de boue qui déferlent sur la commune de St-Martin-de-Boscherville. Trois personnes périssent, piégées dans leur véhicule emporté par les flots. Le nord-ouest du district Seine-Normandie (de la Basse-Normandie jusqu'au département de l'Aisne) est particulièrement exposé aux épisodes orageux violents engendrant des crues soudaines. Cet événement sera plus détaillé dans le volet historique concernant les inondations survenues sur le territoire de l'unité de présentation Seine Aval.

## Les remontées de nappe de mars-avril 2001 sur la Normandie et la Picardie

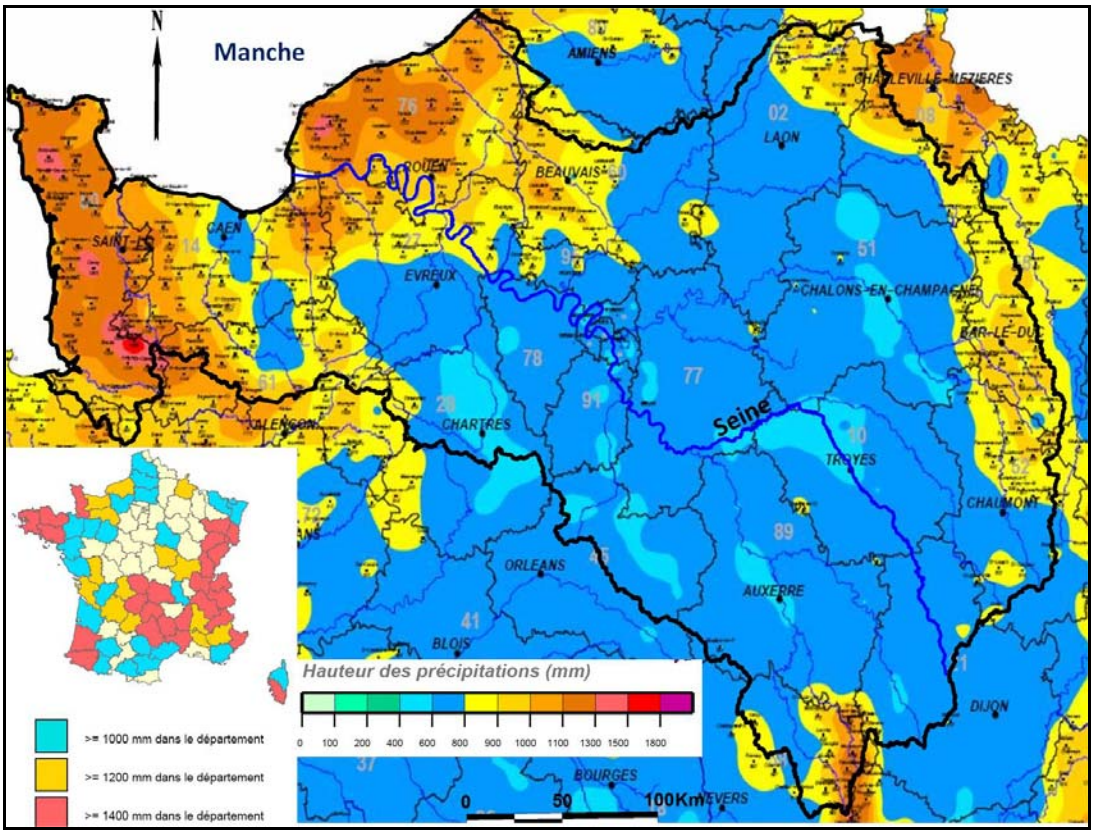



**Figure 17 : Cumul des précipitations en sept mois sur le Bassin Seine Normandie (d'octobre 2000 à avril 2001) (Sources : MétéoFrance, BD Carthage, Carte éditée le 02/03/2011, Conception juillet 2011)**

En mars-avril 2001, des inondations généralisées surviennent sur une grande partie de la Normandie et de la Picardie. Les niveaux atteints sont ainsi très souvent supérieurs aux maxima observés au cours des 30 dernières années, la nappe ayant parfois remonté localement de plus de 10 mètres. En mars, le bassin Seine Normandie n'est pas affecté pareillement par les inondations, mais partout le débit des rivières est très élevé. Les volumes d'eau écoulés au cours du mois sont très largement supérieurs à la normale puisqu'ils s'échelonnent entre deux et quatre fois la moyenne climatologique.

Ces inondations s'expliquent par l'importance des précipitations ayant touché la région normande depuis octobre 2000, faisant suite à une année humide (Figure 8). Sur la période d'octobre 2000 à avril 2001, l'ensemble du bassin affiche une pluviométrie largement supérieure à la moyenne climatologique, généralement comprise entre 600 et 1400 mm. Des valeurs exceptionnelles sont mesurées sur les régions côtières de la Manche et sur un large quart nord-ouest du bassin.

Parmi les régions les plus humides, où l'excédent varie de 75 à plus de 100 % de la moyenne climatologique, on peut citer :
- les zones côtières du Cotentin, le Bessin et le pays d'Auge,
- le nord du département de l'Eure et l'ensemble de celui de la Seine-Maritime,
- le bassin de l'Oise à l'ouest d'une ligne Reims - Saint-Quentin,
- les régions s'étendant du Vexin normand à la plaine de France.

Dès les premiers jours de mars, l'activité pluvieuse se réactive et persiste sur l'ensemble du bassin durant tout le mois. On observe 20 à 25 jours de pluie supérieure à 1 mm sur la plupart des postes d'observations, ce qui constitue souvent un record historique. Les hauteurs d'eau quotidiennes les plus conséquentes, parfois supérieures à 30 mm, s'observent sur la Bourgogne le 13 mars (avec, localement, plus de 50 mm sur le Morvan). La lame d'eau mensuelle dépasse 100 mm sur l'ensemble du bassin, 150 mm au nord d'une ligne Alençon - Evreux - Paris - Reims, et 200 mm sur les collines du sud du Cotentin, le Roumois, le sud du Pays de Caux et le Morvan. Il pleut ainsi deux à trois fois plus que la moyenne climatologique sur la plupart des régions, et localement plus de trois fois de part et d'autre d'un axe Caen - Reims. Le mois de mars n'a jamais été aussi humide depuis le début des observations à Caen, Rouen, Evreux, Beauvais, Paris, Reims, Langres et Auxerre.

**Figure 18 : Zones inondées en mars 2011 : à Grentheville, Calvados (Ouest France, 23 mars 2001)/ en Basse-normandie le 22 mars (Source DDT 14, SPC SACN)**

En avril 2001, l'hydraulicité[11] des rivières reste très élevée, comprise entre 1.5 et 3.5 sans connaître toutefois des poussées comparables aux crues de mars. Les très forts écoulements des cours d'eau entraînent des effets bien supérieurs au traditionnel effet de chasse d'eau de l'hiver.

A travers tout le bassin Seine-Normandie, des milliers de personnes subissent des sinistres.

### 3.3.2. Méthodologie de sélection des événements à l'échelle des unités de présentation

Le recensement des inondations historiques a porté sur les cours d'eau principaux de chaque unité ainsi que sur certaines rivières ayant subies des évènements exceptionnels. Les nœuds hydrographiques d'intérêts sont définis en considérant les principales zones d'enjeux, et selon les sources documentaires disponibles. Pour les petits cours d'eau, les informations concernant les zones aval sont favorisées afin de pouvoir intégrer les affluents et dans le cas des bassins côtiers les influences maritimes.

[11] Rapport du débit moyen mensuel d'un cours d'eau au débit moyen mensuel inter-annuel calculé sur une longue période.

Les événements historiques caractéristiques des typologies de crues détaillés dans les chapitres 4 à 9 (5 à 10 max.) ont été retenus en deux phases. Dans un premier temps, un inventaire des inondations importantes survenues dans le passé est réalisé (cf. en annexe la liste des inondations sous forme de tableau excel), à partir des informations recueillies dans les sources documentaires. Cet inventaire recense les inondations remarquables soit au sens de l'aléa soit au sens des impacts. En général les inondations dont la période de retour est inférieure à dix ans ne sont pas prises en compte, sauf dans le cas d'impacts exceptionnels.

Dans un deuxième temps, les événements historiques les plus marquants et caractéristiques de l'unité territoriale ont été sélectionnés selon différents critères :

- L'hydrologie : Il s'agit de prendre en compte les événements de forte intensité (cotes et/ou débits maximaux).
- L'extension spatiale : Les inondations s'étendent à plusieurs bassins ou sont relatives à des phénomènes météorologiques de grande ampleur.
- La typologie : Il est pertinent d'étudier des crues de typologies différentes, parmi les crues océaniques, les crues d'orage, les inondations par submersion marine ou par remontée de nappe.
- Les conséquences socio-économiques : Les dommages (pertes humaines, dommages matériels, économiques, environnementaux, etc.) causés par les crues sont importants.
- Le choix comme crue de référence dans les documents officiels (PPR, AZI).
- La dernière crue majeure survenue encore en mémoire, comme février et mai 1999 par exemple.

## 3.4. Impacts potentiels des inondations futures

### 3.4.1. Évaluation des zones concernées par les phénomènes de débordement de cours d'eau et de submersions marines : constitution des Enveloppes Approchées des Inondations Potentielles (EAIP)

#### 3.4.1.1. Objectifs, principes généraux et limites

L'objectif poursuivi est de pouvoir calculer les indicateurs d'impacts sur l'emprise potentielle des évènements extrêmes. Il s'agit donc d'abord d'approcher le contour de ces évènements en mobilisant en premier lieu l'information immédiatement disponible (atlas, cartes d'aléas des PPR, etc.), et en la complétant si nécessaire par des études complémentaires. Les Atlas des Zones Inondables (AZI) réalisés par l'approche hydrogéomorphologique et les contours d'inondations historiques extrêmes disponibles ont été mobilisés comme approche des évènements extrêmes recherchés.
Un complément d'information a été apporté par des méthodes simplifiées basées sur l'analyse de la géologie et de la topographie.

Le contour final obtenu par superposition de ces données donne une enveloppe permettant de comptabiliser les enjeux. Cette enveloppe est appelée EAIP (Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles).
Deux EAIP ont ainsi été élaborées sur l'ensemble du territoire national :

- **EAIPce pour les inondations par débordements de cours d'eau**, y compris les débordements des petits cours d'eau à réaction rapide (thalwegs secs), les inondations des cours d'eau intermittents et les inondations des torrents de montagne (à partir d'une superficie de bassin versant de quelques $km^2$),
- **EAIPsm pour les inondations par submersions marines.**

Pour élaborer les EAIPce et EAIPsm, d'une manière générale **l'effet des ouvrages hydrauliques (barrages et digues de protection) n'est pas considéré** (on considère les ouvrages comme transparents). Les EAIPce et EAIPsm intègrent les zones inondées presque permanentes comme les lits mineurs, estuaires, lacs, étangs...

*Avertissements et limites :*
La méthode employée génère des incertitudes qui peuvent être, selon les secteurs, relativement importantes (surestimation des emprises, ou au contraire sous-estimation). Les EAIP, qui fusionnent des sources d'information d'échelle et de précision variables, doivent être considérées avec précaution. **Les EAIP ne constituent pas une cartographie de zones inondables** au sens administratif ou réglementaire et ne doivent donc pas être confondues avec les documents suivants :

- 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 devront être réalisées dans la seconde étape de la mise en œuvre de la directive inondation.

**Les EAIP ne peuvent donc pas être utilisées dans les procédures administratives ou réglementaires.** En outre, étant données les échelles des données mobilisées, **les EAIP ne doivent pas être utilisées à une échelle supérieure au 1/100 000.**
Par ailleurs, ces enveloppes ne permettent pas de qualifier l'intensité des phénomènes potentiels. Or les conséquences des phénomènes peuvent être très différentes selon en particulier la cinétique des évènements (délai d'alerte) et leur intensité (hauteurs, vitesses de submersion par exemple).

**En prenant en compte ces limites, les EAIP constituent aujourd'hui les enveloppes les plus complètes pour évaluer, à l'échelle des bassins et à l'échelle nationale, les conséquences potentielles des inondations extrêmes.**

#### 3.4.1.2. Phénomènes considérés, données et hypothèses mobilisées pour l'EAIP « cours d'eau »

L'EAIP « cours d'eau » représente l'emprise potentielle des débordements de cours d'eau, y compris les petits cours d'eau à réaction rapide, les cours d'eau intermittents et les thalwegs secs, ainsi que les torrents de montagne. L'approximation méthodologique est que l'emprise obtenue contient les emprises potentielles des inondations suite à des ruptures de digues de protection contre les inondations.

L'EAIP cours d'eau[12] ne prend pas en compte les ruissellements en versant (coulées de boues et ruissellements localisés en dehors des talwegs) ainsi que 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 de ces inondations urbaines, dès lors qu'elles sont associées à des thalwegs fortement marqués topographiquement, qu'ils soient ou non drainés par un système d'assainissement ou de gestion des eaux pluviales.
L'enveloppe approchée des inondations potentielles pour le débordement de cours d'eau est construite en fusionnant les informations suivantes pour dessiner une emprise :

- **la synthèse de l'ensemble de la connaissance cartographique disponible** au format SIG concernant les zones inondables au sein des services de l'Etat (Atlas des Zones Inondables, Plan de prévention des risques d'inondation, autres données locales : données historiques comme les emprises des plus hautes eaux connues, études diverses...),
- des informations qui ont permis de compléter les données existantes, soit pour en combler les manques (cours d'eau pour lesquels aucune connaissance n'est disponible), soit pour prendre en compte des évènements plus importants que ceux connus (cas où la seule connaissance disponible est inférieure ou égale à un évènement centennal). Ces compléments sont constitués :

[12] L'utilisation des données nationales au format SIG (EXZECO et BD Charm du BRGM) comme éléments de constitution de cette enveloppe a nécessité des ajustements locaux, dans la mesure des possibilités. Ces analyses ont été menées par les DREAL appuyées techniquement par le réseau des CETE. Les mobilisations des couches géologiques et Exzeco ont été in fine retraitées par le réseau des CETE sous coordination technique du CETE d'Aix en Provence, à des fins d'homogénéisation aux échelles des districts et nationale

- d’une part des informations disponibles sur la géologie **:** la **couche des alluvions récentes** donne dans la plupart des cas des indices intéressants d'inondabilité pour les cours d’eau importants, elle a été d’une manière générale mobilisée;
- d’autre part de **l'évaluation des zones basses hydrographiques : il s’agit d’une détection automatisée des talwegs,** résultat de l'application d'une méthode à grand rendement géographique, la méthode EXZECO (EXtraction des Zones d’ECOulement – application développée par le CETE Méditerranée et mise en œuvre conjointement avec le CETMEF, voir le principe détaillé en annexe). Cette méthode permet de compléter l'information notamment pour les têtes de bassin non couvertes par la connaissance actuelle, pour lesquelles les cartes géologiques fournissent peu ou pas d'information. Basée pour l’EPRI 2011 sur une approche uniquement topographique, elle permet d'identifier les thalwegs drainant une superficie supérieure à un seuil donné mais n'intègre encore aucune donnée hydrologique (pluviométrie, caractéristique des sols...). Les emprises EXZECO des bassins versants amonts compris entre 0.1 et 1 $km^2$ n’ont pas été retenues, de même que, localement, pour certains bassins versants compris 1 et 10 $km^2$ pour des raisons d’artefacts de calculs (notamment dans les secteurs peu pentus). Ce volet sera à investiguer davantage dans le cadre de la révision de l’EPRI prévue tous les 6 ans.

Sans exhaustivité les risques suivants liés aux inondations ne sont également pas pris en compte dans l’EAIP sur le bassin Seine-Normandie:

- les inondations de caves par remontées souterraines des nappes d’accompagnement des fleuves, mis à part certaines données disponibles ponctuellement en Ile-de-France. Elles peuvent pourtant s’étendre sur 1 à 2 km autour de la Seine par exemple et sont liées aux infiltrations dues à la porosité des parois et au passage des câbles et des canalisations dans les fondations ;
- les remontées des eaux d'égouts (liées aux fuites de canalisations, à la présence de regards ou d'installations en contrebas de chaussée, aux orages violents,..) ;
- les ruissellements urbains de surface, hors talwegs, qui surviennent lors de précipitations de forte intensité ;
- les ruissellements en versants :
  - Néanmoins, à titre d’information, le SDAGE Seine Normandie de 1996 incluait une carte présentant les zones de risques de ruissellement agricole et urbain importants. Cette carte a été reprise dans le Schéma directeur de prévision des crues du bassin. Les zones les plus dangereuses sont celles exposées à des crues torrentielles ou à des coulées de boue. On y retrouve notamment le pays de Caux, la région Parisienne et une grande partie de la Basse Normandie. Cette carte élaborée à dire d’expert est présentée en annexe ;
  - Une étude complémentaire de 2005 propose une cartographie des zones sensibles au ruissellement et à l’érosion en partant d’un modèle utilisant des terrain et de pluie[13]. On y retrouve la plaine de Caen, la Haute-Normandie, l’Ouest de la vallée de Marne, les alentours de Laon, la Champagne et le Morvan.
- les inondations par rupture de canalisation d’eau ou d’ouvrage ;

- les phénomènes physiques liés au débit des cours d'eau : Paris est par exemple traversé par 38 ponts. Certains, susceptibles d'être en charge en cas de crue rare, peuvent créer des emprises d'inondation potentielles importantes, non évaluées et prises en compte à ce jour.

**Les digues de protection contre les inondations** ont été considérées comme transparentes pour l'élaboration de l'EAIP. Ce scénario permet de considérer également les zones qui, bien que protégées pour certaines catégories d'évènements, pourraient être submergées en cas de défaillance des ouvrages ou d'évènement extrême supérieur à l'objectif de protection. L'approximation faite est que le potentiel sur-aléa causé par la rupture d'une digue de protection est contenu dans l'emprise de l'EAIP. L'EAIP considérant ces ouvrages transparents englobe donc autant que possible les effets d'une potentielle rupture d'ouvrage de protection.

**Les impacts potentiels du changement climatique** sur les inondations par débordement de cours d'eau ne sont pas pris en compte dans la constitution de l'EAIP cours d'eau, étant donné qu'aucune tendance claire ne se dégage (cf. Annexe 3.2[14]).

Une analyse critique de l'enveloppe approchée des inondations potentielles a été réalisée par les DREAL avec l'appui du réseau des CETE, qui a procédé à des compléments afin d'harmoniser les productions à l'échelle nationale. Les couches géologiques, ou des zones fournies par EXZECO ont en particulier été écartées localement si les connaissances existantes montraient que ces enveloppes étaient bien supérieures aux évènements extrêmes.

#### 3.4.1.3. Phénomènes considérés, données et hypothèses mobilisées pour l'EAIP « submersion marine »

L'EAIP « submersions marines » représente l'emprise potentielle des inondations par submersions marines et rupture d'ouvrages de protection contre les submersions marines.
L'EAIP ne prend pas en compte 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 ci-dessous pour dessiner une emprise :

- **la synthèse de l'ensemble de la connaissance cartographique disponible** au format SIG 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 un niveau donné, constitué du niveau marin centennal auquel est ajouté un mètre pour la prise en compte des effets du changement climatique. 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 hauteurs de submersion ni vitesses d'écoulement ;

[14] Une partie des annexes sur les méthodologies porte spécifiquement sur la prise en compte du changement climatique (Annexe 3.2 – Enseignements de la bibliographie existante pour la prise en compte des impacts potentiels du changement climatique)

- des informations sur la géologie (**couche des alluvions maritimes récentes**) disponibles sur le littoral.

**Les ouvrages de protection** et les protections naturelles de zones basses (cordons dunaires par exemple) n'ont d'une manière générale pas été pris en considération. Toutefois, dans certaines parties aval des fleuves ou de leurs affluents, des barrages ou des écluses ont été édifiés pour soustraire ces cours d'eau aux intrusions marines et permettre une régulation des zones amont (soutien d'étiage, évacuation des crues continentales). Dans certains cas, ces ouvrages assurant une très forte protection sur des territoires situés en amont, ces territoires ont été soustraits de l'enveloppe.

**L'impact du changement climatique** a été pris en compte dans les résultats de l'étude Vulnérabilité du Territoire National aux Risques Littoraux, en considérant une rehausse du niveau de la mer d'un mètre pour l'ensemble des côtes, en cohérence avec l'hypothèse extrême du GIECC à l'horizon 2100 (cf. Annexe 3.2, Enseignements de la bibliographie existante pour la prise en compte des impacts potentiels du changement climatique).

Une fois l'ensemble de ces informations recueillies, une analyse critique a été réalisée en DREAL pour constituer l'enveloppe approchée des inondations potentielles. Les zones basses littorales en particulier ont pu être écartées ou amendées, pour prendre en compte des données topographiques plus précises ou des niveaux extrêmes différents, de même pour les couches géologiques si les connaissances existantes montraient qu'elles étaient bien supérieures aux évènements extrêmes.

#### 3.4.1.4. Résultats obtenus

La carte ci-après montre la superposition des EAIP « submersions marines » et « cours d'eau ». Les enveloppes pour la submersion marine se superposent à l'embouchure des cours d'eau, certains secteurs étant soumis aux deux risques potentiels d'inondations. Il peut néanmoins arriver que l'attribution de la submersion aux deux origines soit le fait des méthodes employées (basées sur l'observation de la topographie et de la géologie, et non des phénomènes), et ne reflète pas la réalité.
L'identification de l'origine précise de la submersion étant cependant quelquefois difficile, une analyse basée sur la connaissance du terrain et des phénomènes pourra être faite si cela s'avère nécessaire lors de l'étape de cartographie.

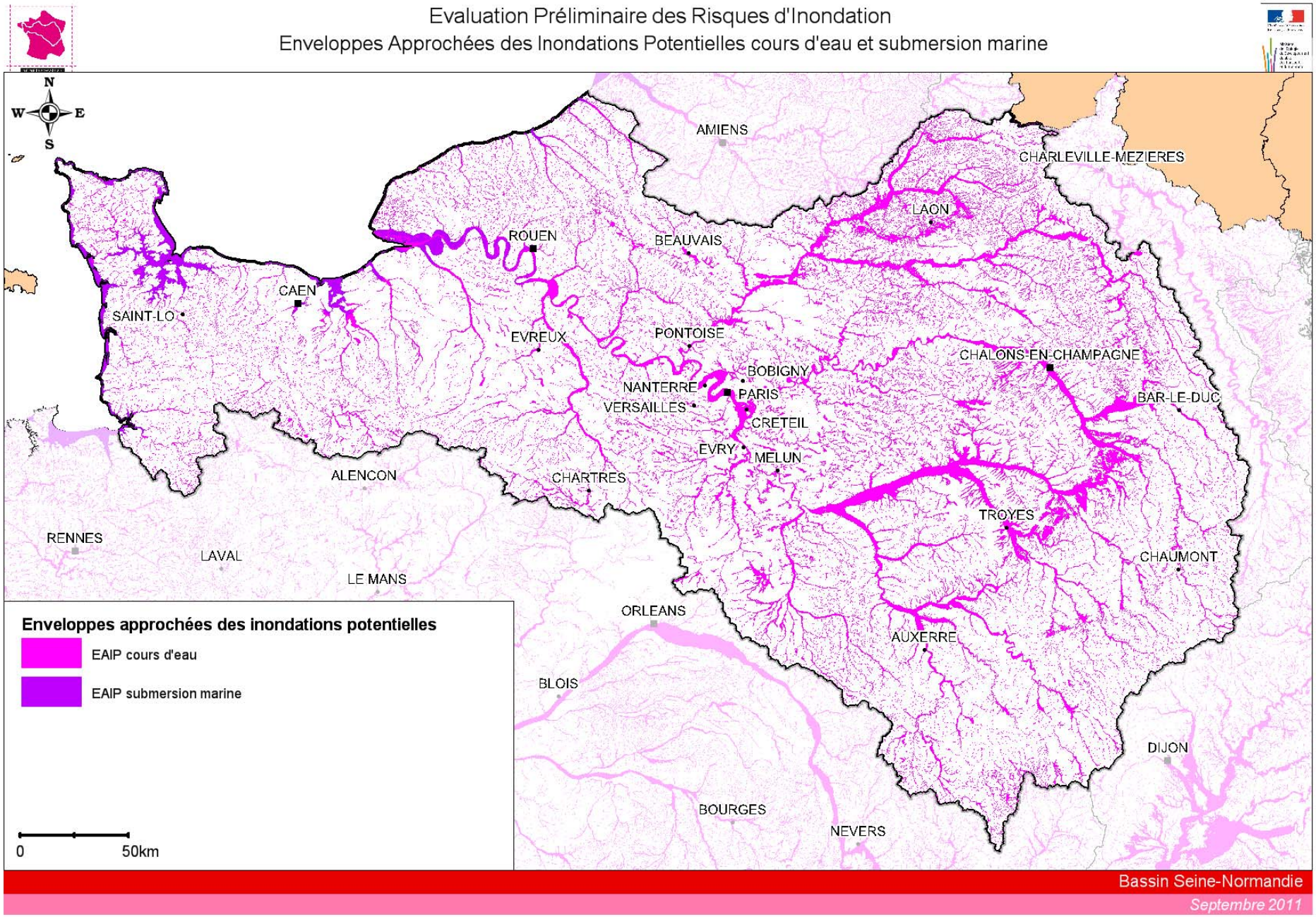



**Figure 19 : Enveloppess Approchées des Inondations Potentielles (EAIP) Cours d'eaux et Submersion marine**

### 3.4.2. Évaluation des impacts potentiels

**Le socle national d'indicateurs :**

Pour garantir l'homogénéité de l'analyse, un tronc commun d'indicateurs au niveau national a été défini. Les indicateurs s'appuient donc sur les bases de données disponibles à l'échelle nationale (la plupart des indicateurs est calculée à partir de la BD TOPO® de l'IGN).

Il n'existe pas de base de données rendant compte de la vulnérabilité des différentes cibles de la directive aux risques d'inondation. En revanche des bases de données sur les enjeux existent : bâti, population, routes, … Pour la construction d'indicateurs, il a été considéré que la simple présence d'un enjeu dans l'EAIP est représentative d'une vulnérabilité, ce qui constitue une approximation plus ou moins fiable selon les critères considérés : sur un nombre important d'enjeux (la population par exemple), on peut considérer l'indicateur comme pertinent. En revanche sur des enjeux très ponctuels, le résultat est plus discutable.

Bien que des enjeux hors des EAIP puissent être impactés (effets dominos dus par exemple aux impacts sur les réseaux), aucune méthode simple n'existe aujourd'hui pour les qualifier. L'analyse se limite uniquement aux enjeux directement impactés dans l'enveloppe de l'EAIP. Enfin, l'évolution prévisible de l'implantation des enjeux en zone inondable dans les prochaines décennies n'est pas prise en compte dans le calcul de ces indicateurs. Elle est appréciée localement en complément des résultats obtenus.

**Toutefois, les résultats de ces indicateurs constituent la donnée la plus complète à l'échelle nationale pour l'évaluation des impacts potentiels des inondations extrêmes, nécessaire à la vision d'ensemble homogène recherchée pour l'EPRI.** Ces indicateurs sont calculés, sauf indication contraire, à l'échelle de la commune.

Par ailleurs, certains enjeux, qui ne font pas l'objet de carte dans le présent document, ont également été identifiés comme présentant un intérêt particulier pour l'EPRI. Il s'agit notamment des musées, bibliothèques, centres de secours, ... Le manque de disponibilité et d'homogénéité à l'échelle nationale ainsi qu'à l'échelle du bassin conduit à ne pas pouvoir les représenter. De nombreux effets indirects sont également difficilement mesurables et ne peuvent être appréciés que qualitativement.

**Des éléments de connaissance locale** permettent de compléter ces premiers éléments d'appréciation et sont intégrés le cas échéant au sein des chapitres dédiés aux six commissions territoriales du bassin Seine Normandie, appelés « unités de présentation » dans ce document.

#### 3.4.2.1. Impacts potentiels sur la santé humaine

Les impacts des inondations sur la santé humaine peuvent être très différents selon les phénomènes d'inondation, et selon leur intensité et leur cinétique.

Les premiers effets des inondations sur la santé comprennent le décès par noyade mais également les accidents liés à la situation de crise (chutes, électrocution, etc.). Ces risques de décès ou de blessures sont d'autant plus importants que les hauteurs et les vitesses de submersion sont importantes, et que les phénomènes se produisent rapidement.

Pour les plus grands cours d'eau du bassin, qui présentent des cinétiques de réaction plus lentes, et pour les hauteurs de submersion moins élevées, le risque de mortalité est plus faible mais des risques potentiels élevés existent pour la santé humaine, du point de vue physique (problème d'approvisionnement en eau potable,…) mais aussi psychologique, notamment du fait de la durée pendant lesquels les logements sont rendus inhabitables, des ruptures d'activités pouvant entraîner des pertes d'emplois, etc.
En outre, les inondations peuvent avoir des conséquences indirectes sur la santé humaine par le biais du dysfonctionnement des services publics tels que la santé, la prise en charge sociale, l'éducation, qui peuvent être impactés en cas d'évènement majeur. Les impacts potentiels des inondations sur la santé humaine ont été évalués à partir des indicateurs suivants, qui prennent seulement en compte la population directement impactée, sans distinction selon la gravité des phénomènes d'inondation :

- **La population habitant dans l'EAIP.** La population dans les zones concernées est le principal indicateur d'impact sur la santé humaine mais indique également une vulnérabilité de l'activité économique. Le nombre d'habitants à l'intérieur de l'EAIP cours d'eau est calculé pour chaque commune, de même pour l'EAIP submersion marine, à partir des résultats du recensement 2006 de l'INSEE (pour les communes concernées par les deux phénomènes, les habitants sont donc comptabilisés pour chacun des phénomène). Le calcul prend en compte l'ensemble des résidents permanents habitant dans l'EAIP, mais ne prend pas en compte la population saisonnière.
- **La densité de population dans l'EAIP ou en bordure de l'EAIP.** Cette carte fournit la densité de population (à partir de la carte nationale produite par l'INSEE), représentée uniquement sur l'emprise des EAIP cours d'eau et submersion marine. Étant donnée l'échelle de représentation de la densité de population (le pixel de 1 km²), la densité visible sur l'emprise de l'EAIP peut concerner la population à l'intérieur ou en bordure de l'EAIP.
- **La proportion de la population de la commune habitant dans l'EAIP.** Cette proportion rend compte de la sensibilité du territoire, et de sa capacité à rétablir une situation normale rapidement après un évènement (soit, la résilience du territoire). Seules les communes dont la proportion de la population habitant dans l'EAIP dépasse les 80% de la population communale sont représentées. Cet indicateur permet de mettre en valeur les communes qui seraient, à leur échelle, très fortement impactées en cas d'évènement.
- **L'emprise des habitations de plain-pied dans l'EAIP**. Cet indicateur permet d'identifier les habitations sans étage situées dans l'EAIP. Cette information est particulièrement importante dans le cas de phénomènes rapides (submersions rapides, ruptures d'ouvrages), car leurs habitants peuvent se retrouver pris au piège dans leur habitation, sans possibilité de se réfugier à un étage hors d'eau. En outre, leurs habitants ne peuvent réintégrer facilement leur logement une fois l'évènement passé, de nombreux biens y étant endommagés. L'indicateur est calculé en considérant les bâtiments d'habitation de hauteur inférieure à 4 mètres.
- **Le nombre d'établissements hospitaliers dans l'EAIP**. La présence d'établissements hospitaliers dans l'EAIP est problématique à double titre : ils peuvent devenir inaccessibles en cas d'inondation, à un moment où le nombre de blessés peut être important, et leur population est particulièrement vulnérable et difficile à évacuer. L'indicateur produit comptabilise le nombre de cliniques et d'établissements hospitaliers dans l'EAIP (les établissements thermaux ne sont pas pris en compte).

Étant donnée l'automatisation du calcul, les établissements en bordure de l'EAIP peuvent être comptés ou non selon la position de leur centroïde (point de géo-référencement).

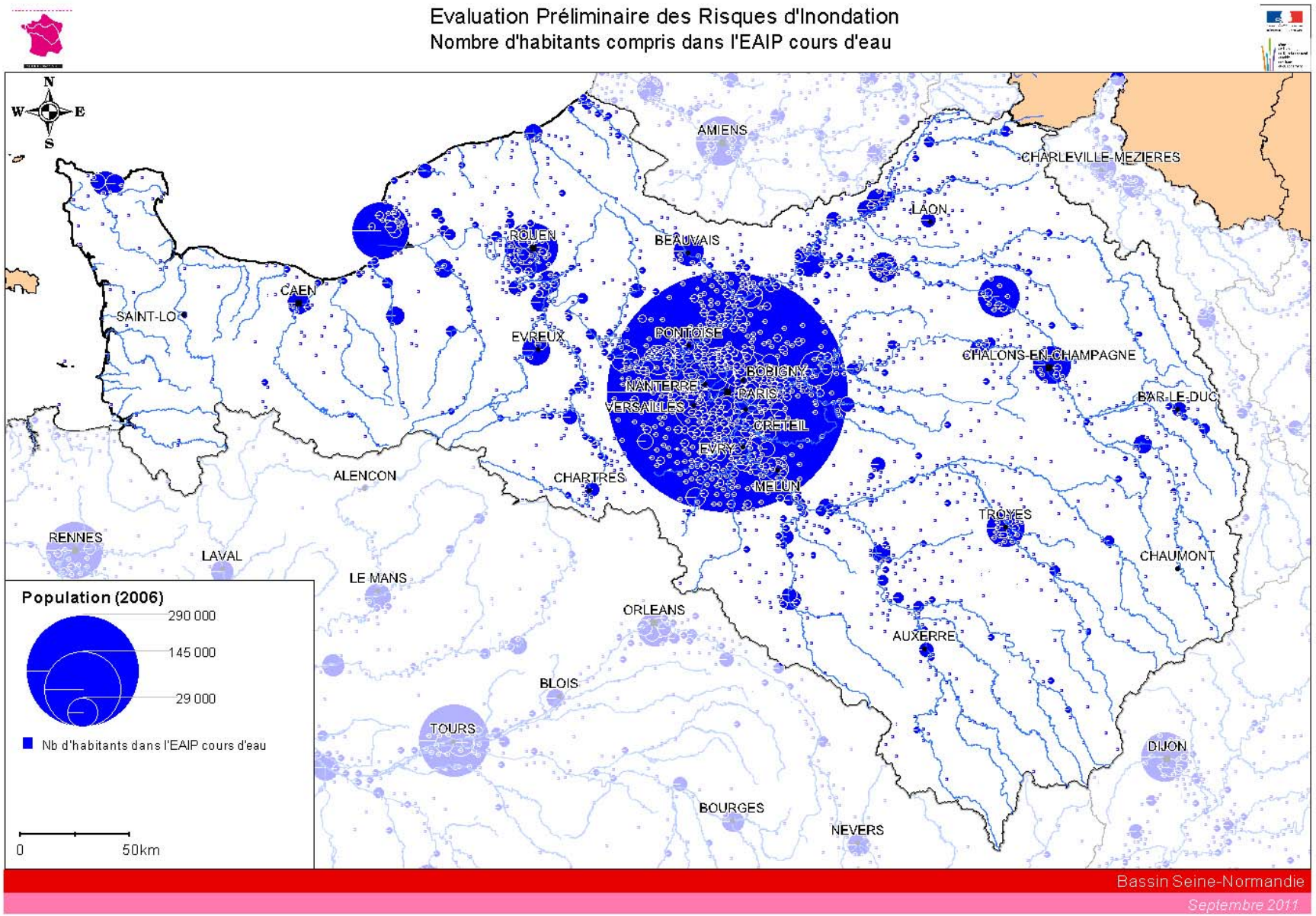



**Figure 20 : Carte de la population dans l'EAIPce**

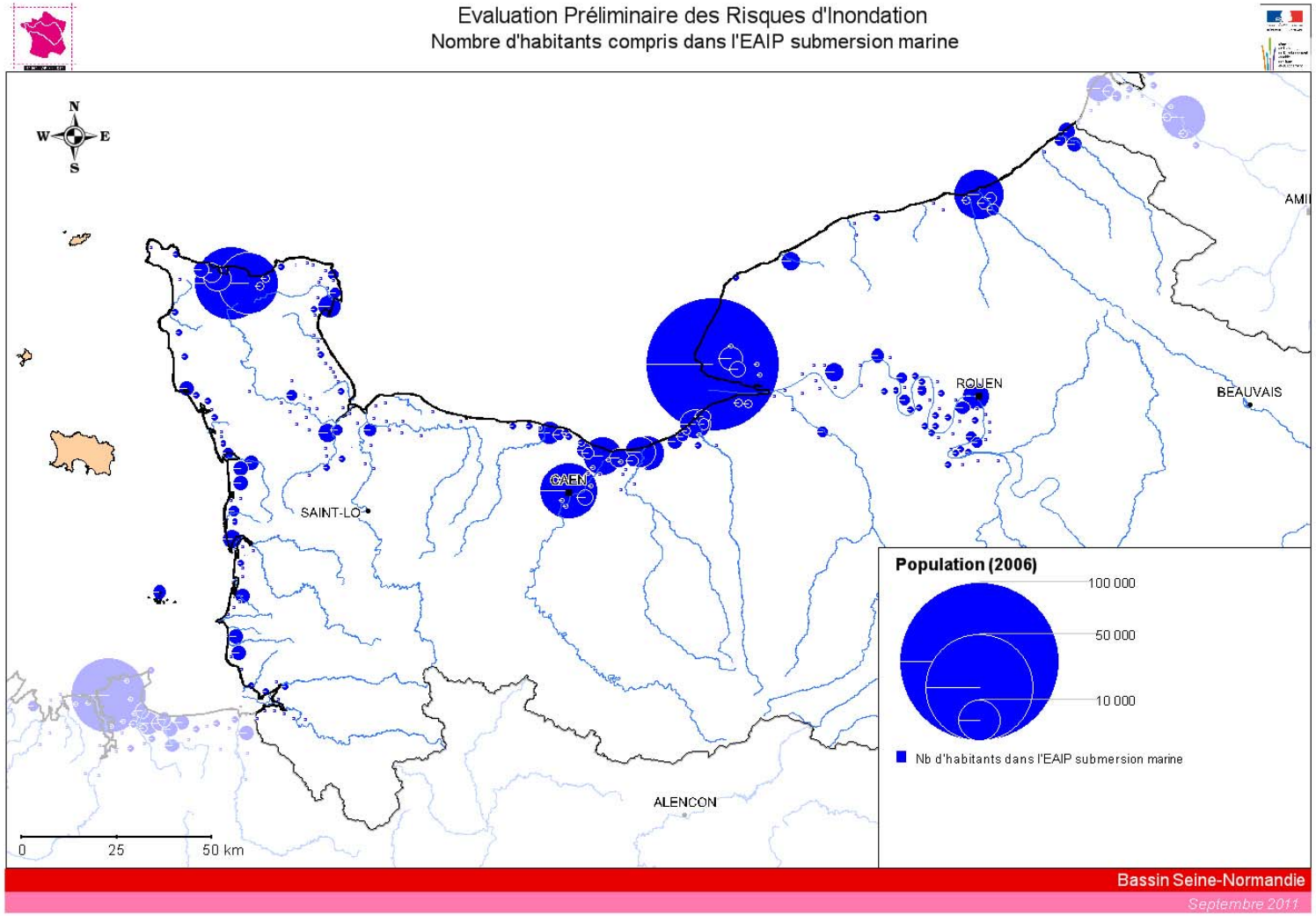



**Figure 21 : Carte de la population dans l'EAIPsm**

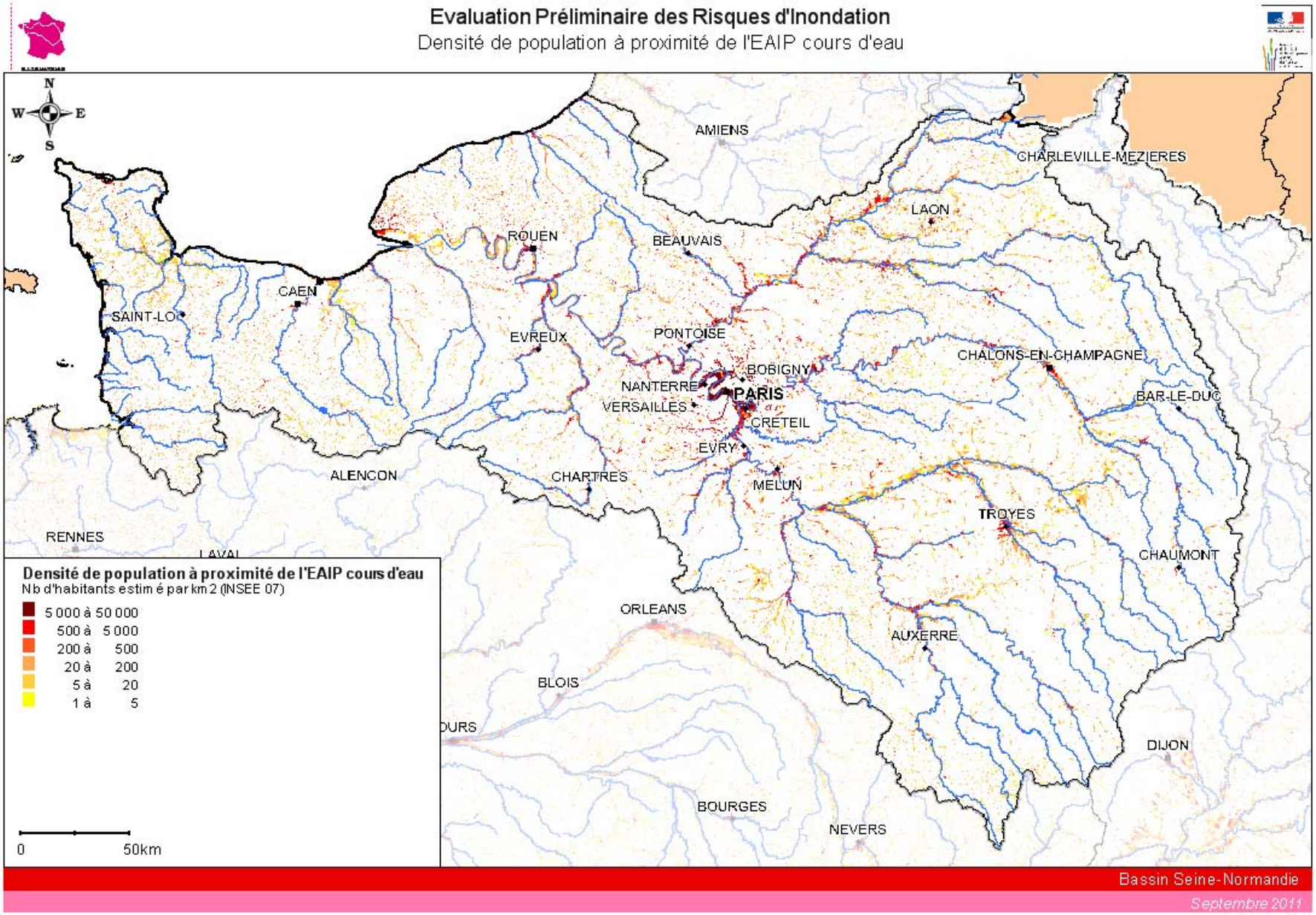



**Figure 22 : Carte de la densité de population à proximité de l'EAIPce**

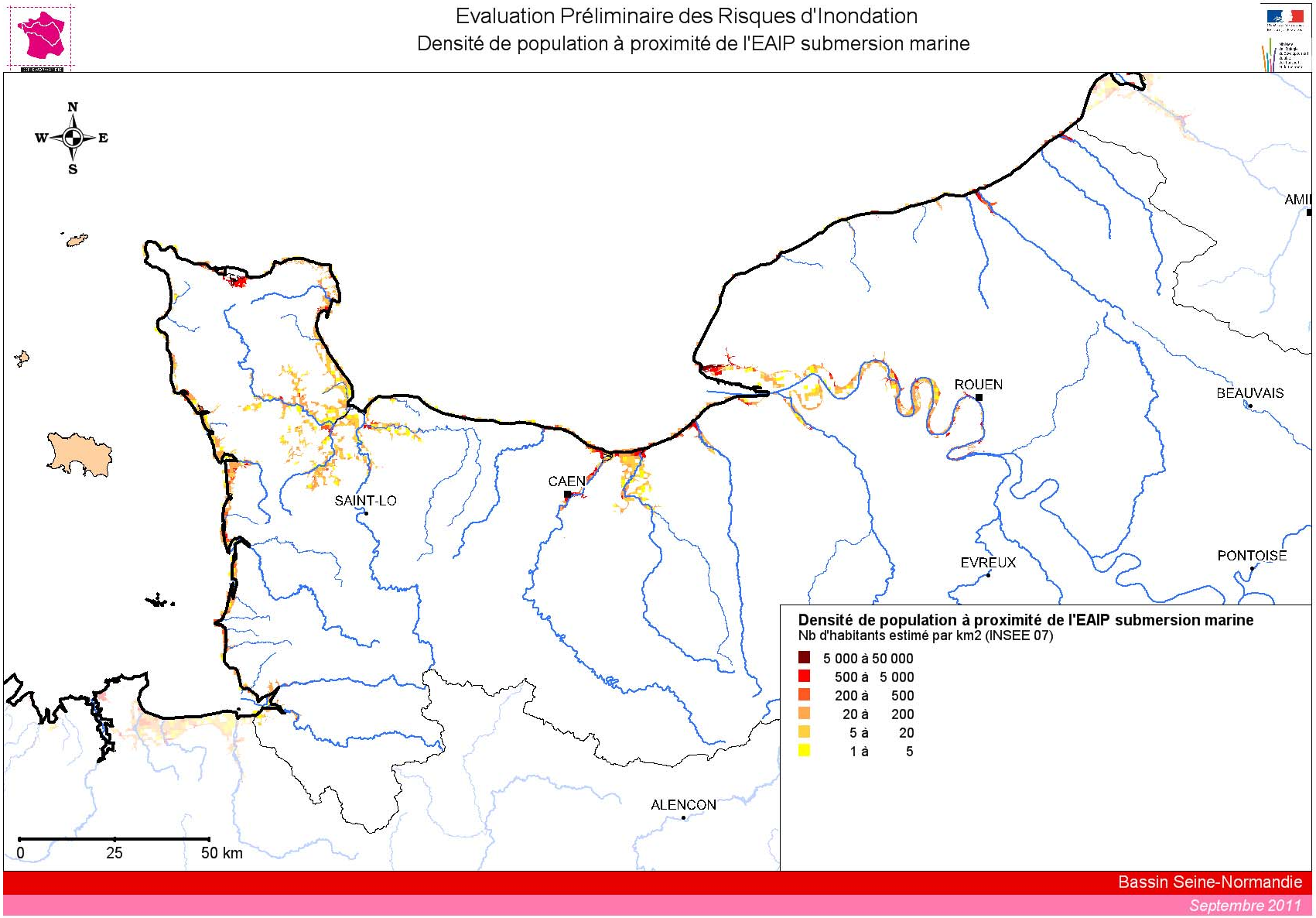



**Figure 23 : Carte de la densité de population à proximité de l'EAIPsm**

La population potentiellement la plus impactée sur le bassin Seine Normandie, de même qu'à l'échelle nationale, se situe tout d'abord en région parisienne.
D'autre part, les axes Seine, Oise et Marne se détachent nettement, ainsi que les secteurs de Reims, Evreux et Caen.

L'indicateur de densité de population comprise dans l'EAIP « cours d'eau » fait ressortir les mêmes axes principaux. Après la région parisienne, Rouen puis les secteurs du Havre, de Chalons en Champagne et de Troyes sont les plus denses. D'autres pôles apparaissent également, comme Reims ou Evreux.

Bien que les grandes tendances migratoires de la population soient orientées vers l'ouest et le sud de la France, les secteurs denses du bassin compris dans l'EAIP sont également des secteurs phares du tissu économique et des bassins d'emploi constituant des pôles attractifs.

A l'horizon 2030, les prévisions de soldes migratoires de population à l'échelle des régions du bassin (source INSEE) ne montrent pas de tendances susceptibles de modifier significativement les résultats de l'EPRI à l'échelle du bassin. En revanche, certains mouvements de population au sein des régions peuvent *a priori* être plus susceptibles de modifier la pré-disposition du territoire aux risques.

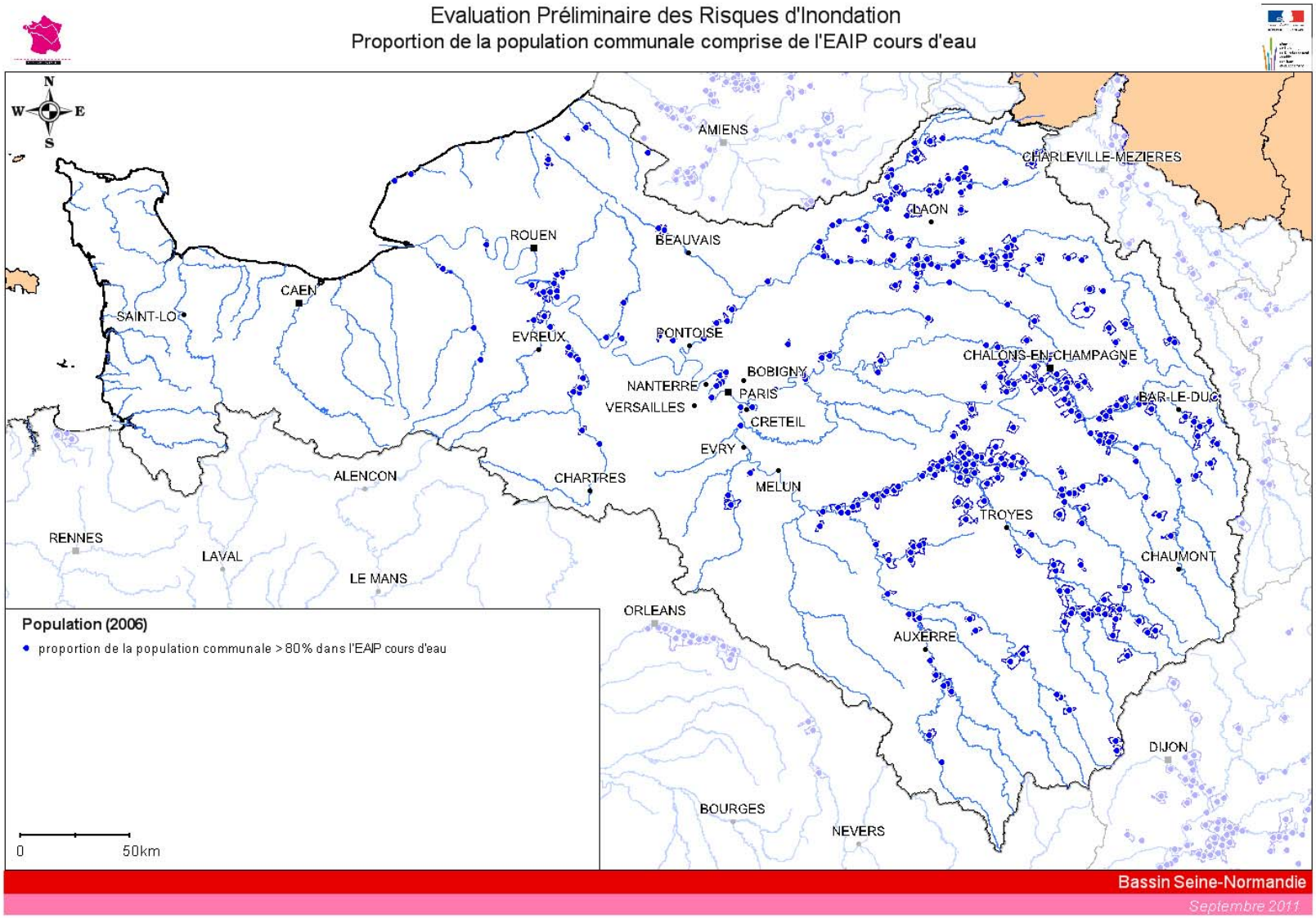



**Figure 24 : Carte de la proportion de population dans l'EAIPce**

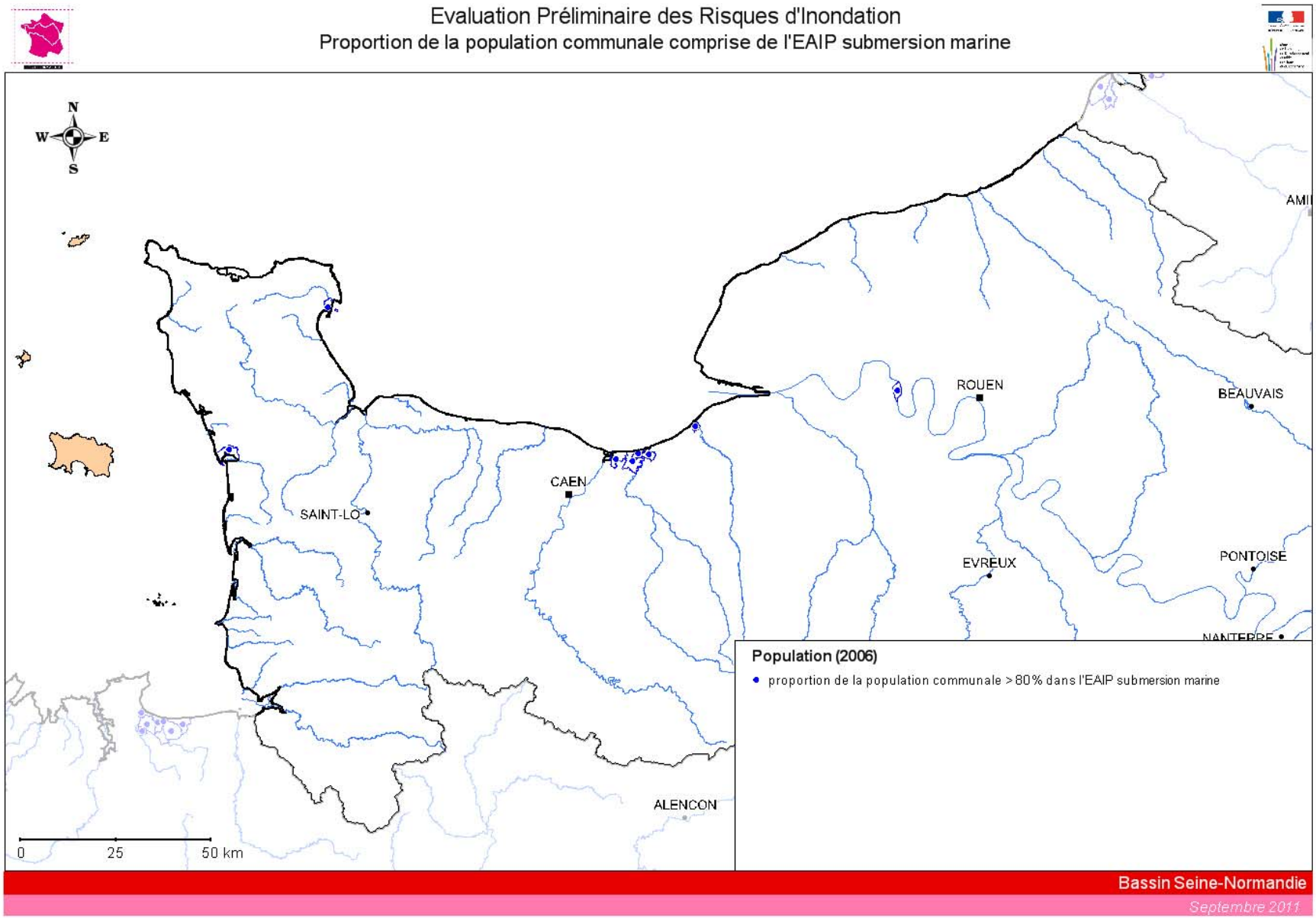



**Figure 25 : Carte de la proportion de population dans l'EAIPsm**

La carte suivante montre les habitations de plain-pied comprises dans l'EAIP « cours d'eau ».
La cinétique des crues peut être particulièrement rapide du fait du relief sur les secteurs suivants : mis à part les ruptures de barrage :

- Yonne,
- Cours d'eaux et talwegs Normands

Cette cinétique, conjuguée à l'incapacité de se rendre dans les étages refuges peut rendre la population particulièrement vulnérable.

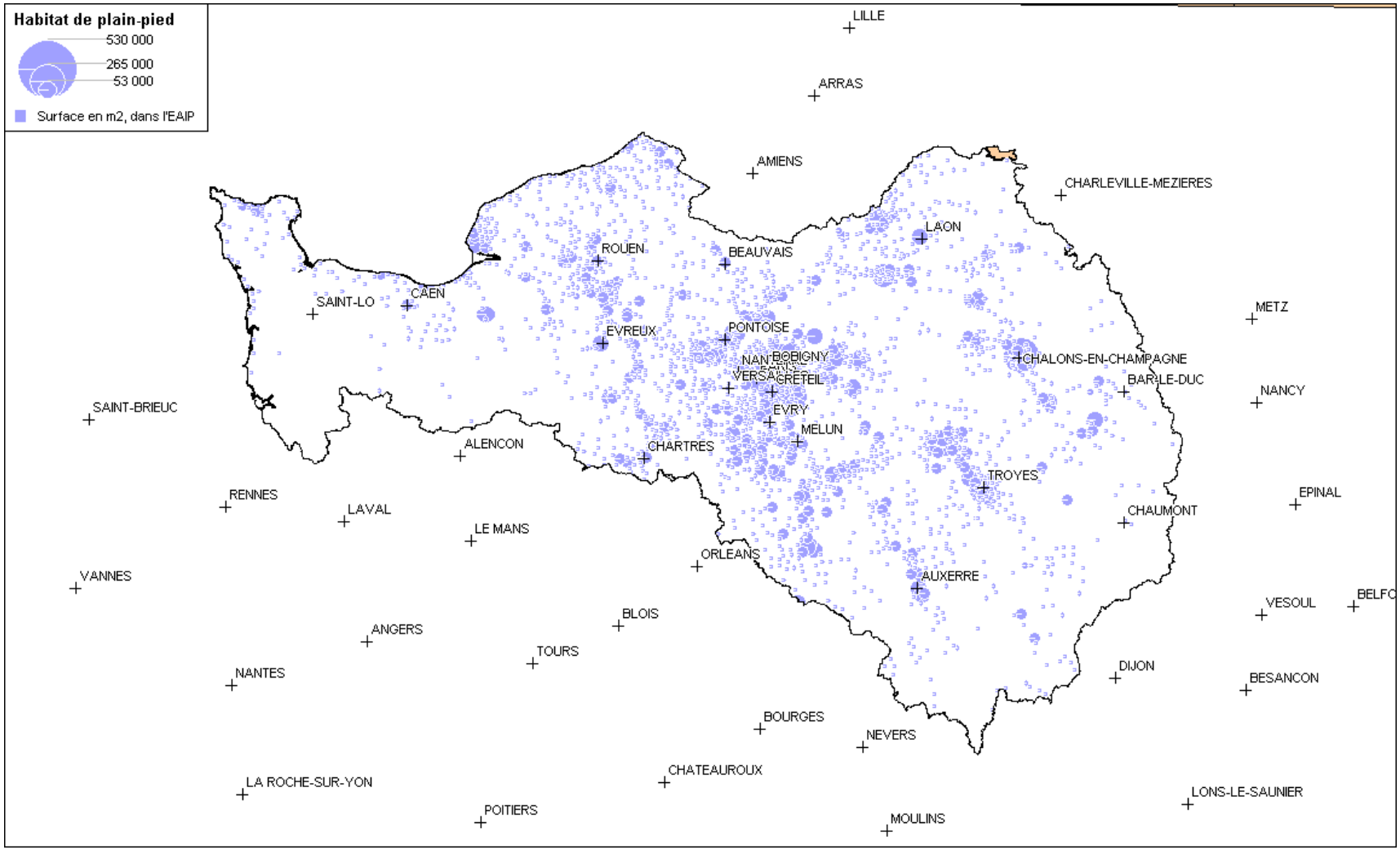



**Figure 26** : **Carte de l'emprise des habitations de plain-pied incluse dans l'EAIPce**

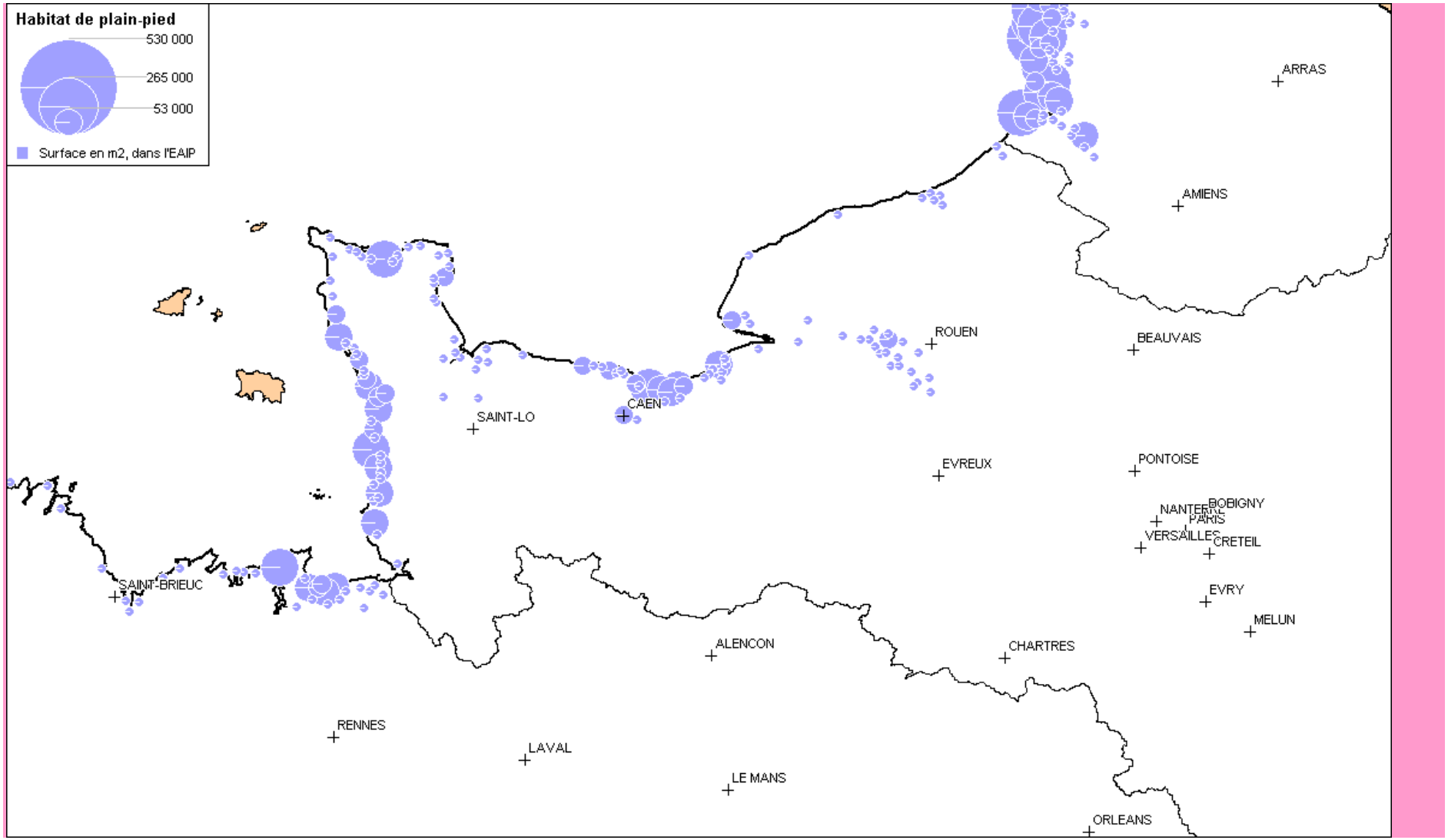



**Figure 27 : Carte de l'emprise des habitations sans étages incluse dans l'EAIPsm**

Les habitations de plain-pied comprises dans l'EAIP « submersion marine » sont principalement situées sur le littoral de Basse Normandie : le relief des falaises y est en effet moins marqué qu'en Haute Normandie et ne joue pas le même rôle d'écran aux submersions marines.

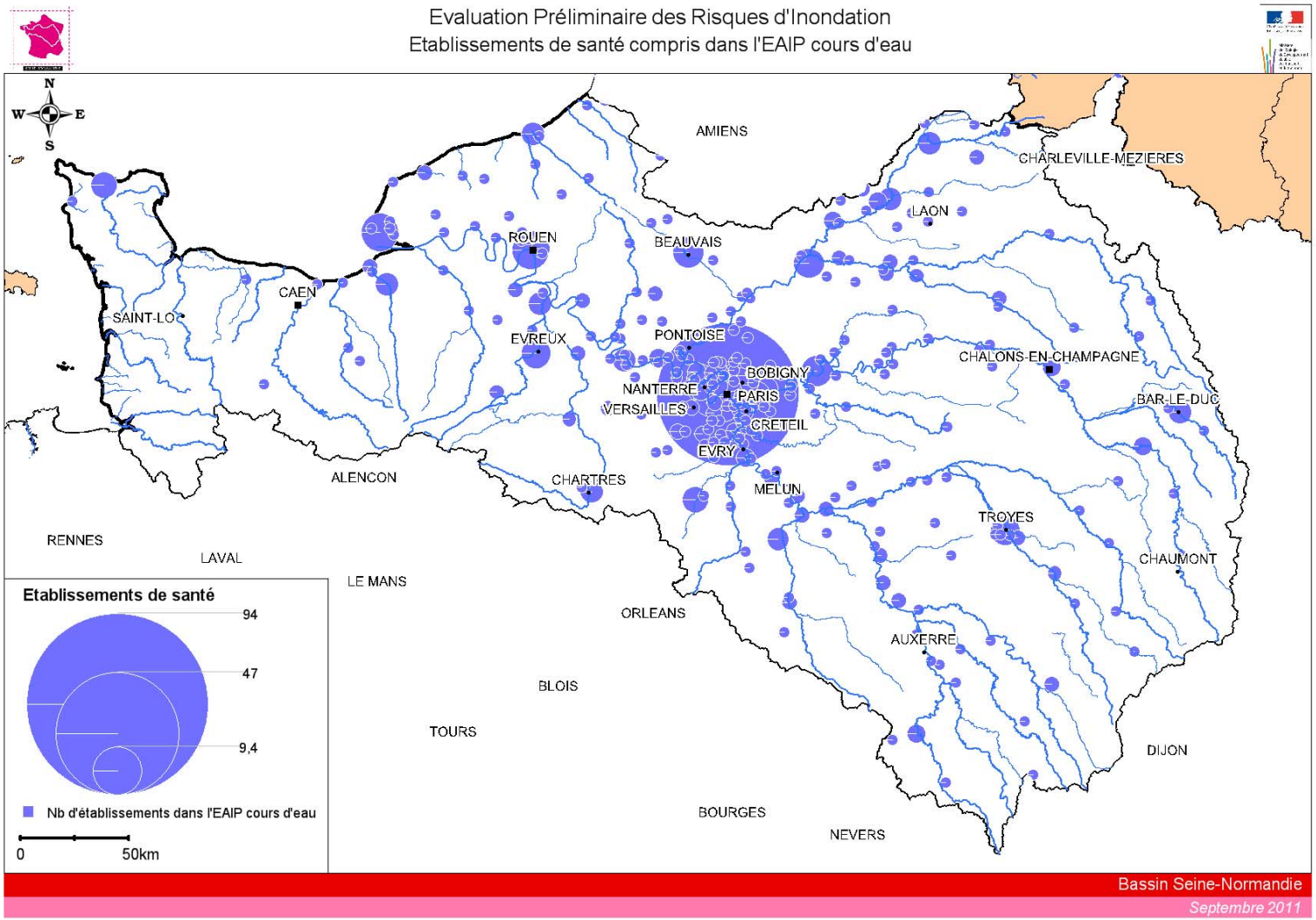



**Figure 28 : Carte du nombre d'établissements de santé compris dans l'EAIPce**

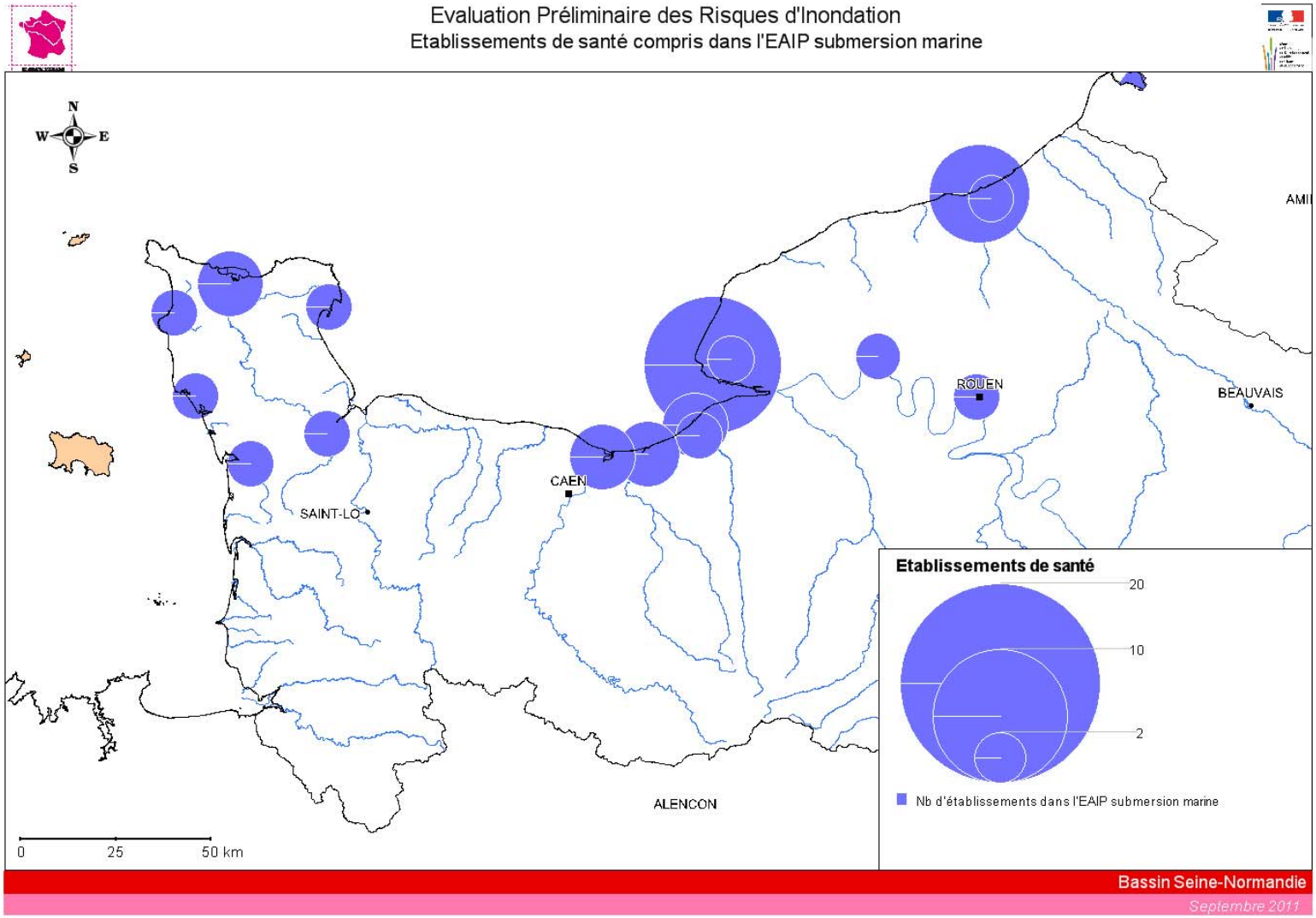



**Figure 29: Carte du nombre d'établissements de santé compris dans l'EAIPce**

#### 3.4.2.2. Impacts potentiels sur l'activité économique

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

- l'ensemble des biens (privés ou publics) en zone inondable peut être atteint directement ;
- les réseaux (de transport, d'énergie, de télécommunication, d'eau...), au delà de leur vulnérabilité physique directe à l'inondation, sont le plus souvent fortement vulnérables étant donnée leur interdépendance ;
- l'activité économique, peut être particulièrement vulnérable aux inondations. On peut sans être exhaustif citer les différents types d'impacts suivants :
  - pour les activités situées dans les zones inondées : impacts sur les bâtiments, le matériel, les produits stockés, les cultures agricoles, qui peuvent conduire à des pertes directes et des pertes d'exploitation,
  - pour l'ensemble des activités : rupture d'activité potentielle suite à la rupture ou au dysfonctionnement des réseaux, à l'indisponibilité des personnels inondés, au défaut de fonctionnement d'un fournisseur inondé...

La vulnérabilité des activités dépend également de leur couverture assurantielle, variable selon les différents types de dommages.
L'évaluation de ces impacts potentiels est donc particulièrement complexe étant données ces différentes natures d'atteintes.
Les indicateurs du socle national proposés pour donner une première approche de ces impacts potentiels 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 donc 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 le bâti total. Il permet surtout de mettre en valeur les zones d'activités et zones industrielles, les activités disséminées dans le tissu urbain n'étant pas comptabilisées.
- **Le nombre d'emplois dans l'EAIP**[15]. Cet indicateur rend compte d'une vulnérabilité de l'activité économique, mais également d'une vulnérabilité de la population. En journée, la population active est située en majorité sur son lieu de travail et non sur son lieu d'habitation, et peut donc être directement impactée sur celui-ci.
- **Le nombre d'évènements « Cat Nat ».** La loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 modifiée relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles a pour but l'indemnisation des biens assurés suite à une catastrophe naturelle par un mécanisme faisant appel à une solidarité nationale. Un même évènement d'inondation peut justifier plusieurs arrêtés « Cat Nat » (au titre de différents types de phénomènes). Les évènements d'inondation identifiés comme « Cat Nat » peuvent recouvrir des évènements assez fréquents par rapport aux évènements extrêmes pris en compte dans

[15] Ce calcul est basé sur l'exploitation de la BD Parcellaire, qui est plus ou moins bien géo-référencée selon les communes. L'information produite est donc de qualité médiocre pour un petit nombre de communes (ces dernières sont identifiées sur une carte spécifique pour qualifier la valeur de l'indicateur produit).

le cadre de l'EPRI (par exemple, une pluie décennale peut justifier un arrêté « Cat Nat »). Le nombre d'évènements « Cat Nat » 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 du bassin, sans analyse de leur vulnérabilité en cas d'inondation (ces 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, constituant l'essentiel du réseau européen. Ce réseau revêt un caractère stratégique.
  - **Le linéaire de routes secondaires**. Cet indicateur permet de rendre compte de l'atteinte au réseau « courant ».
  - **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.

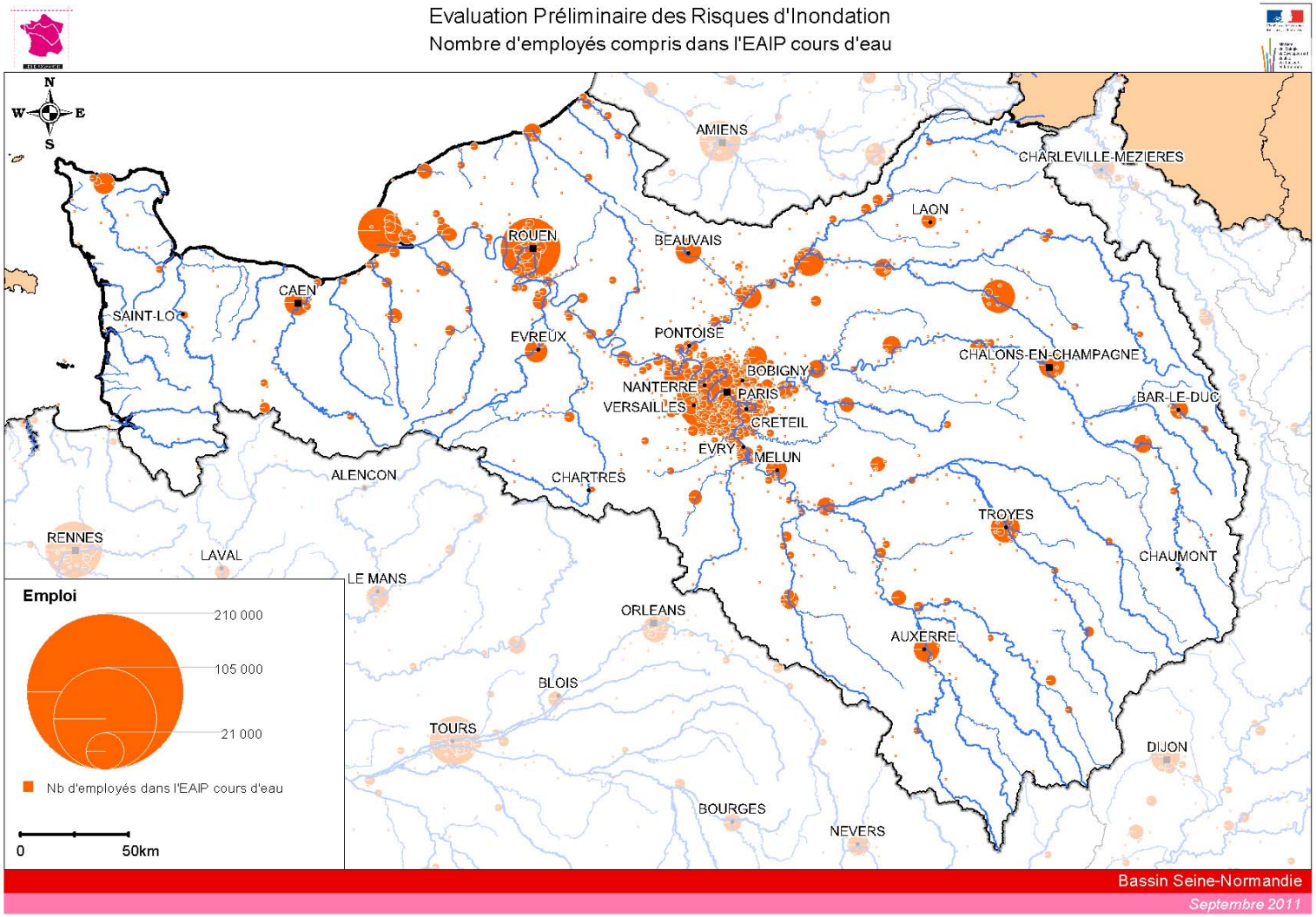



**Figure 30: Carte du nombre d'emplois dans l'EAIPce**

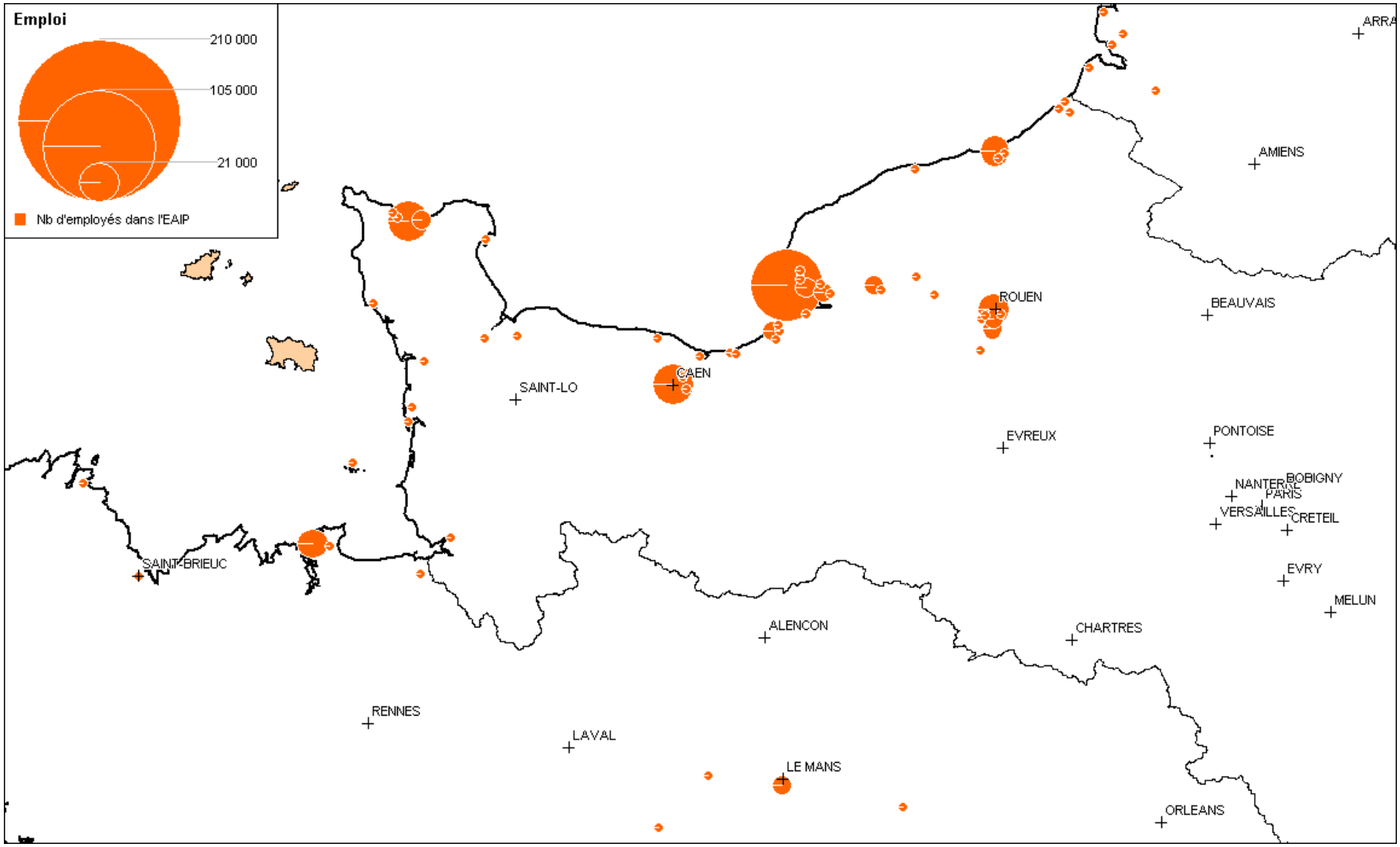



**Figure 31 : Carte du nombre d'emplois dans l'EAIPsm**

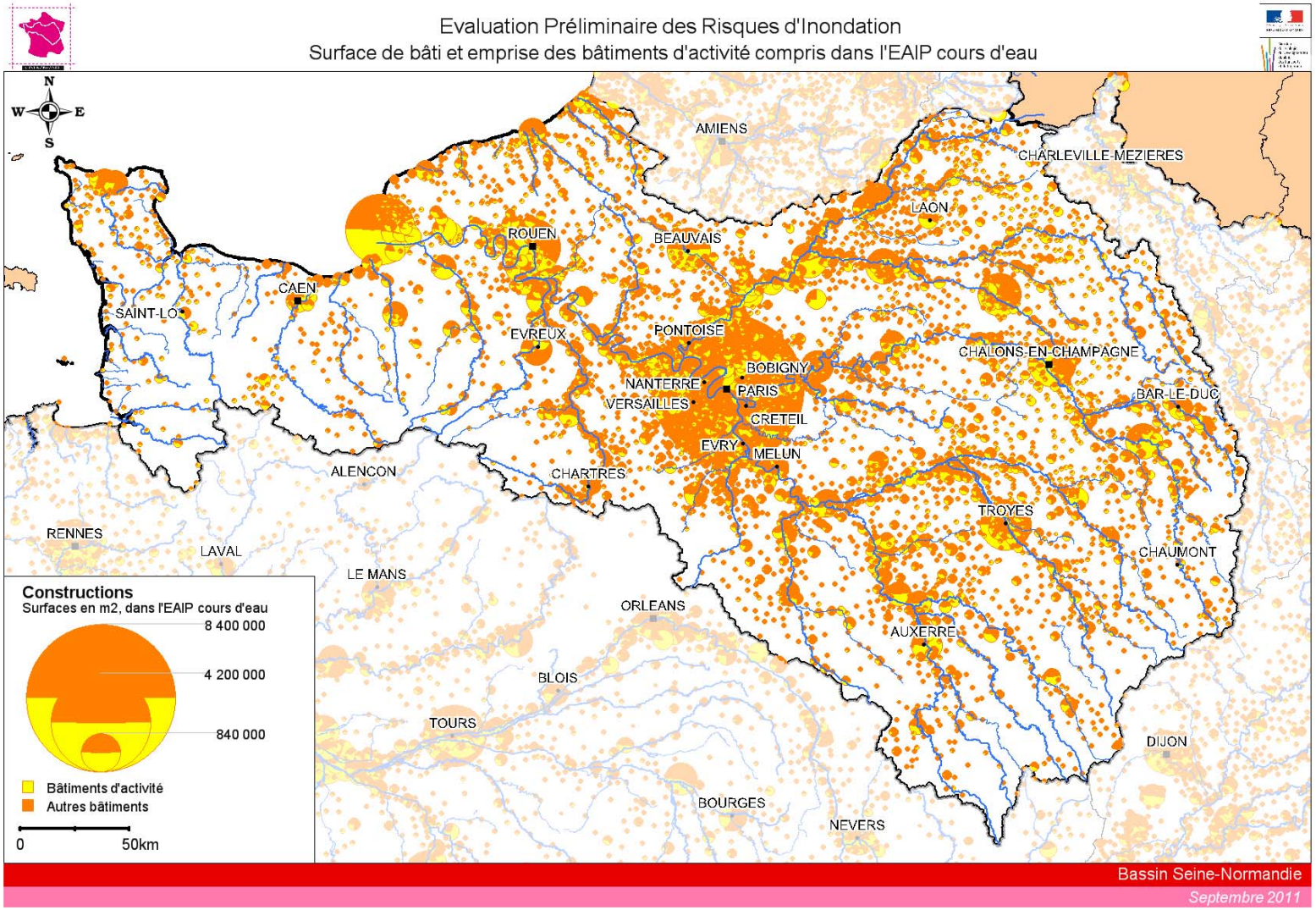



**Figure 32: Carte de l'emprise du bâti total et du bâti d'activité dans l'EAIPce**

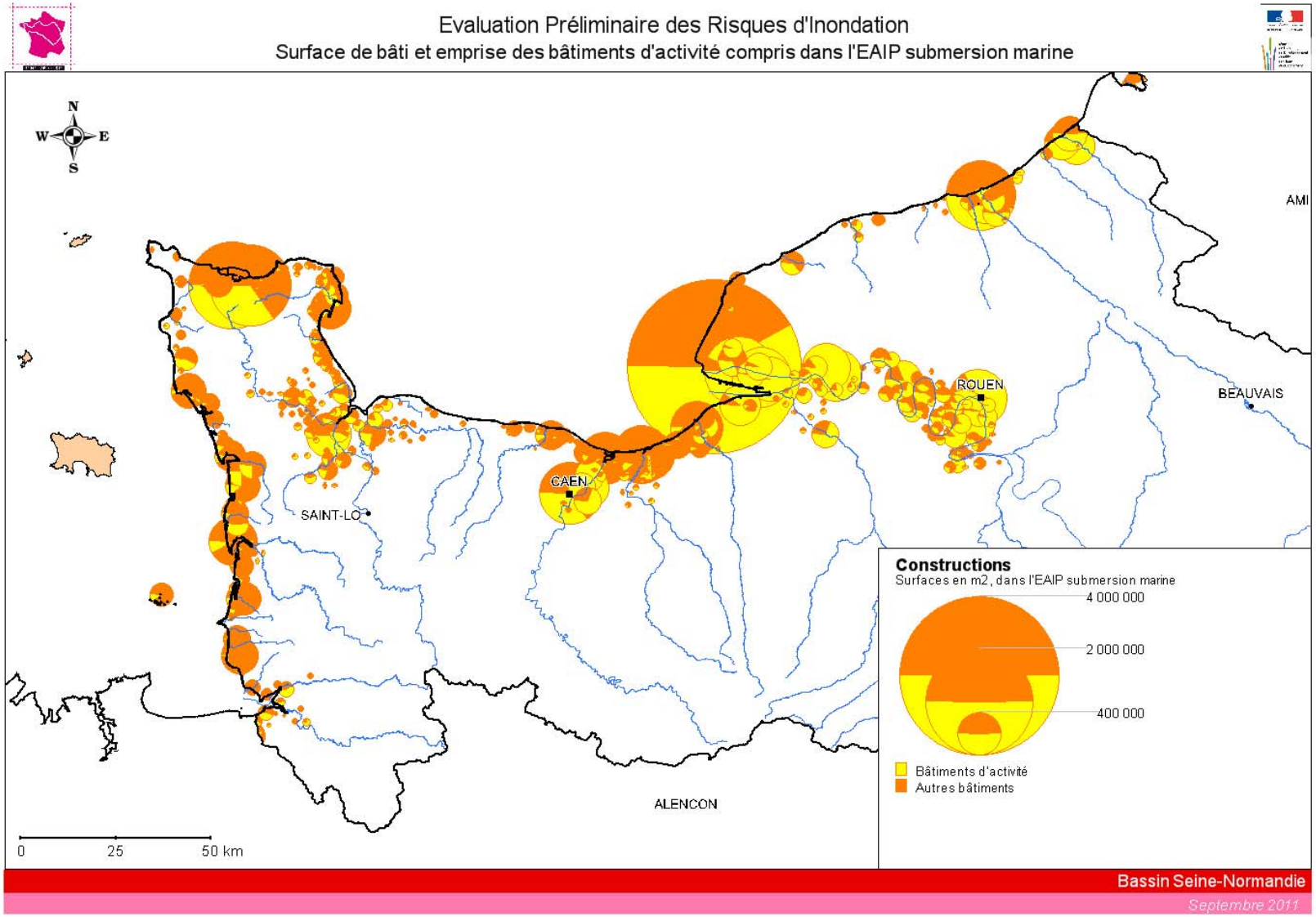



**Figure 33 : Carte de l'emprise du bâti total et du bâti d'activité dans l'EAIPsm**

La figure suivante, présentant les communes ayant déclaré des arrêtés « Cat Nat »[16] relatifs au risque inondation (par une crue de débordement de cours d'eau, par ruissellement et coulée de boue, et par marée de tempête) permet de mettre en évidence les secteurs les plus exposés.

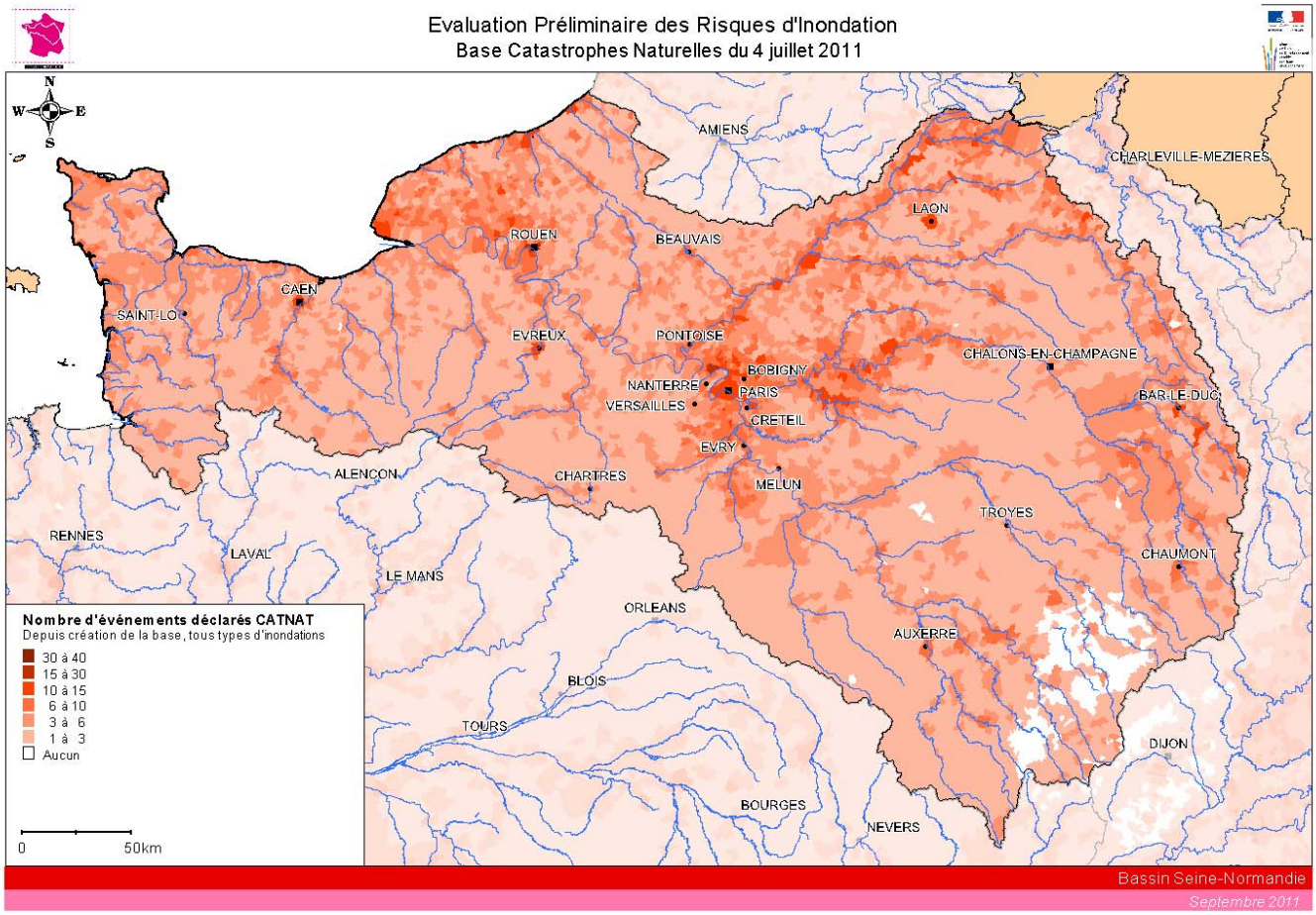



**Figure 34 : Nombre d'arrêtés « Cat Nat »[17] depuis juillet 1982**

Cette carte constitue une grille de lecture pour déterminer les secteurs les plus exposés depuis juillet 1982. Cependant les grandes inondations du bassin de la Seine se sont déroulées avant cette date, ce qui biaise les résultats de la carte et fait ressortir les inondations par ruissellement (exception faite du bassin de l'Oise et de l'Aisne qui ont connu deux crues centennales en 1993 et 1995).

Les communes établies sur les principaux cours d'eau sont les plus touchées. Les communes littorales ont également déclaré un grand nombre d'arrêtés « Cat Nat ». Aux risques de débordement de cours d'eau, de ruissellement et de coulée de boue, s'y ajoute le risque de submersion marine provoquée par les marées de tempêtes.

[16] « Cat Nat » : système français d'indemnisation des catastrophes naturelles

[17] Une plage de couleur a été choisie plutôt que des symboles proportionnels pour représenter le nombre d'arrêtés afin de faciliter la lecture de la carte.

### 3.4.2.3. Impacts potentiels sur l'environnement

Les inondations, en tant que phénomène naturel, sont pour certaines gammes de crues d'un impact très positif sur l'environnement. Elles permettent les connexions hydrauliques entre le lit mineur des cours d'eau et les annexes hydrauliques que sont les bras morts, les noues ou les zones humides. L'inondation régulière des zones humides permet le maintien de leurs caractéristiques fonctionnelles, ce qui constitue un enjeu fort au regard de leurs fonctions : maintien de la qualité de l'eau grâce à leurs capacités d'épuration, rôle de tampon lors d'inondations ou de sécheresses, réservoir de biodiversité.
Étant donné l'objectif de l'EPRI, la caractérisation de ces impacts positifs n'a pas été recherchée.
Ces espaces naturels sont en revanche vulnérables aux risques de pollution induit par des inondations lorsque celles-ci affectent des sources de pollution, majoritairement anthropiques.
Pour la caractérisation des impacts négatifs des inondations sur l'environnement, les principales sources de pollution potentielle et les principales zones naturelles protégées ont été identifiées :

- **les installations nucléaires de base dans l'EAIP.** Ces installations représentent un risque majeur pour les populations et l'environnement en cas de dysfonctionnement, tout en revêtant une importance stratégique pour le territoire national. Les INB 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. 126 INB[18] sont comptabilisées au 31 décembre 2010.
- **Les établissements Seveso seuil haut dans l'EAIP :** ces établissements, dont la nature et l'importance des activités ou des substances présentes représentent des risques majeurs pour l'environnement, 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 » (Integrated Pollution Prevention and Control directive, 1996/61/CE) sont les installations industrielles ou agricoles à fort potentiel de pollution de l'environnement dans son ensemble (eau, air, sols...). Il en existe environ 6000 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 généralement construites dans ou en bordure des lits majeurs, et peuvent être vulnérables en cas d'inondation importante.
- **Les zones Natura 2000 dans l'EAIP.** Elles regroupent au niveau européen les sites ayant une grande valeur par les espèces ou les habitats exceptionnels qu'elles contiennent, dans un objectif de préservation de la biodiversité. L'effet négatif potentiel d'une crue est lié à la contamination de ces zones par des pollutions lorsque la crue a inondé une source de pollution située en amont.

[18] Pour des raisons techniques ou juridiques, le nombre d'INB n'est pas automatiquement lié à un nombre de réacteurs (une même usine du cycle de combustible peut recouvrir plusieurs INB, et une INB peut être composée d'un ensemble de réacteurs).

- **Les ZNIEFF dans l'EAIP.** Les zones nationales d'intérêt écologique faunistique et floristique concernent les sites ou les ensembles naturels contenant des espèces végétales ou animales rares et menacées ou des habitats remarquables. De la même façon, l'effet négatif potentiel d'une crue est lié à la contamination de ces zones par des pollutions lorsque la crue a inondé une source de pollution située en amont.

Il n'a pas été fait de sélection des zones protégées les plus sensibles au vu de la proximité d'une source de pollution potentielle. L'ensemble des espaces naturels remarquables est donc considéré comme potentiellement vulnérable. D'autre part, la vulnérabilité des sites potentiellement polluants et le type de pollution éventuelle n'a pas été pris en compte.

En revanche, le fait de superposer sur une même carte les installations sensibles car représentant une source de pollution qui peut potentiellement être véhiculée par une crue et les zones naturelles particulièrement sensibles à ce type de pollution donne une indication sur la vulnérabilité des zones naturelles considérées.

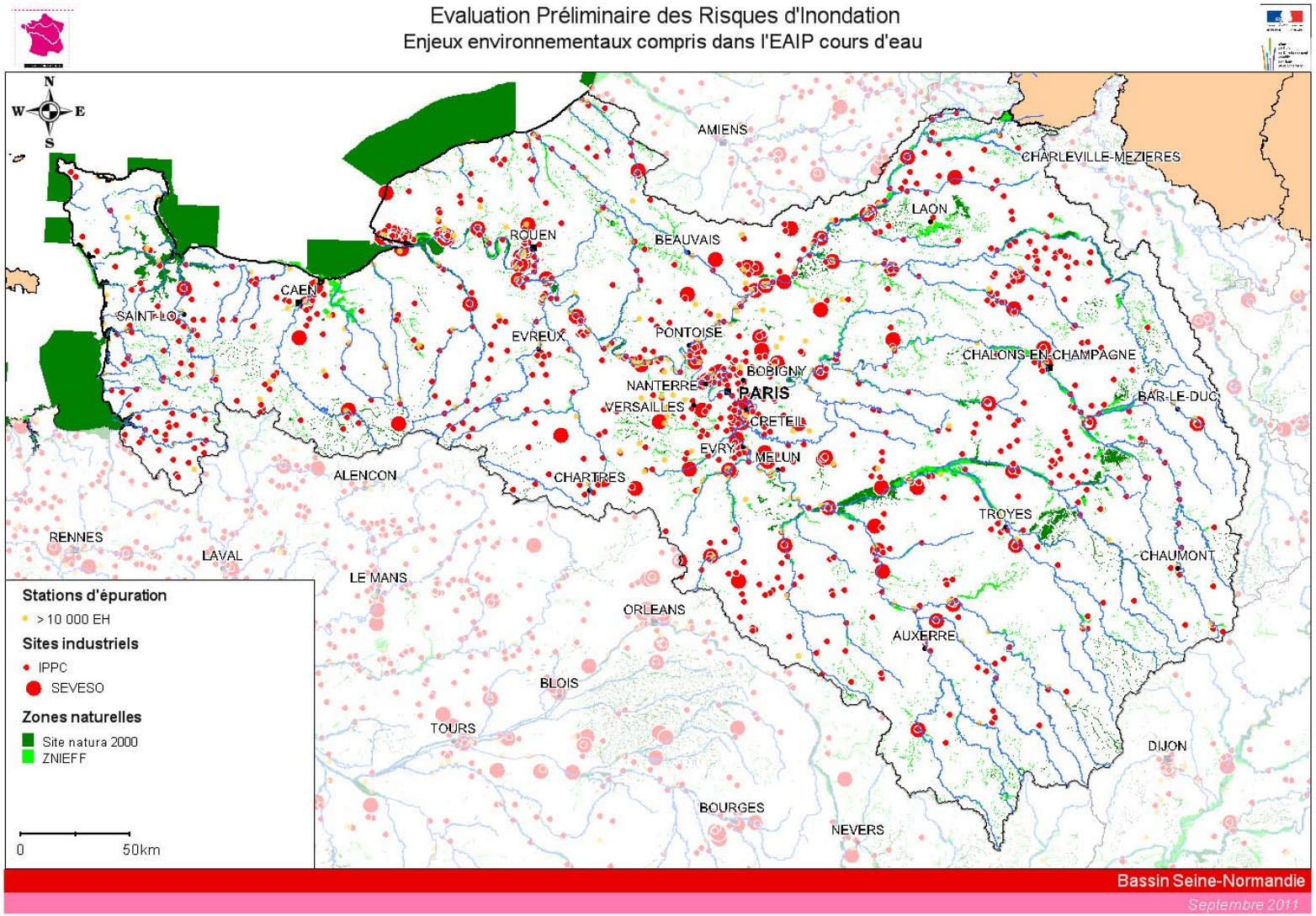



**Figure 35 : Enjeux environnementaux compris dans l'EAIPce**

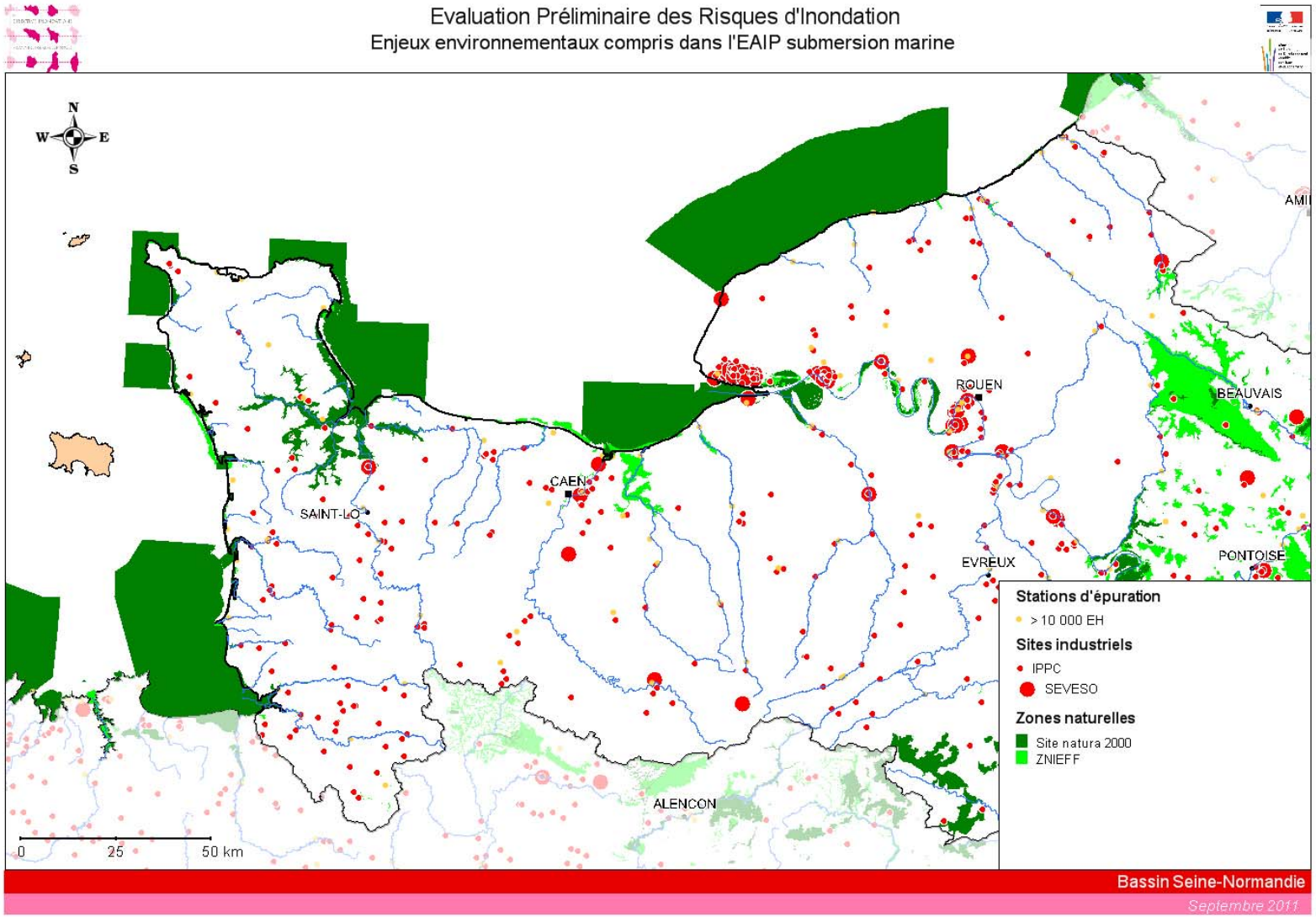



**Figure 36Enjeux environnementaux compris dans l'EAIPsm**

#### 3.4.2.4. Impacts potentiels sur le patrimoine

Le patrimoine recouvre le patrimoine culturel (qu'il soit matériel ou immatériel : patrimoine bâti, collections des musées, ...) ou naturel (flore et faune, paysages). Les impacts potentiels des inondations sur ce patrimoine doivent être anticipés, car ce sont des biens irremplaçables.

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**. Le bâti remarquable est identifié par l'analyse de la BD TOPO® de l'Institut Géographique National (IGN) qui permet d'identifier les châteaux, églises, chapelles et bâtiments religieux divers.
Cet indicateur est très restrictif car :

- il ne permet de considérer qu'une partie du bâti constituant notre patrimoine culturel,
- aucune analyse de sa vulnérabilité à l'inondation n'est réalisée
- il ne prend pas en compte le patrimoine non bâti (œuvres d'art et documents dans les musées non considérés comme bâtiments remarquables,…).

Toutefois, il permet d'avoir une première appréciation de certains secteurs sensibles.

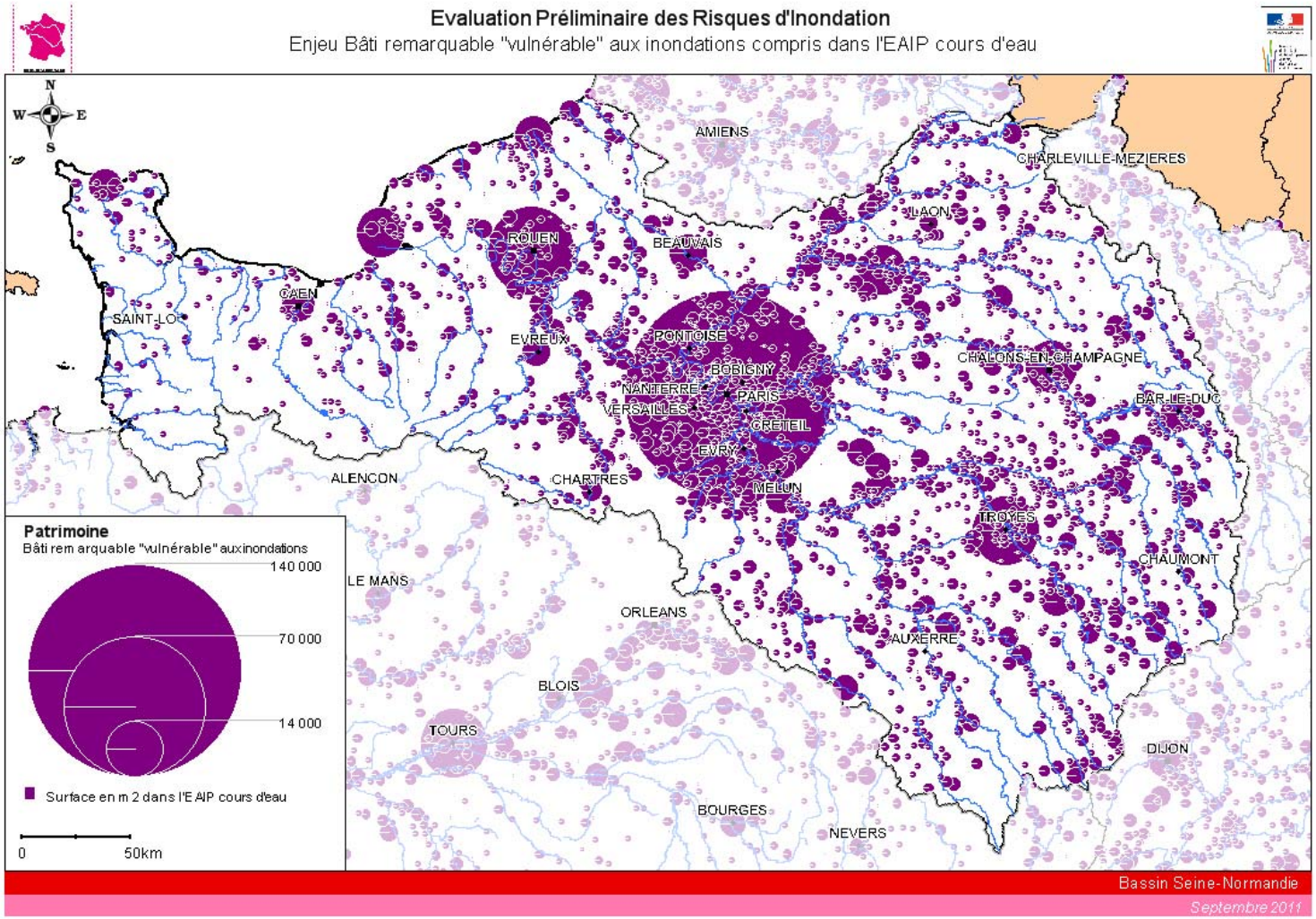



**Figure 37Carte de la surface d'édifices remarquables dans l'EAIPce**

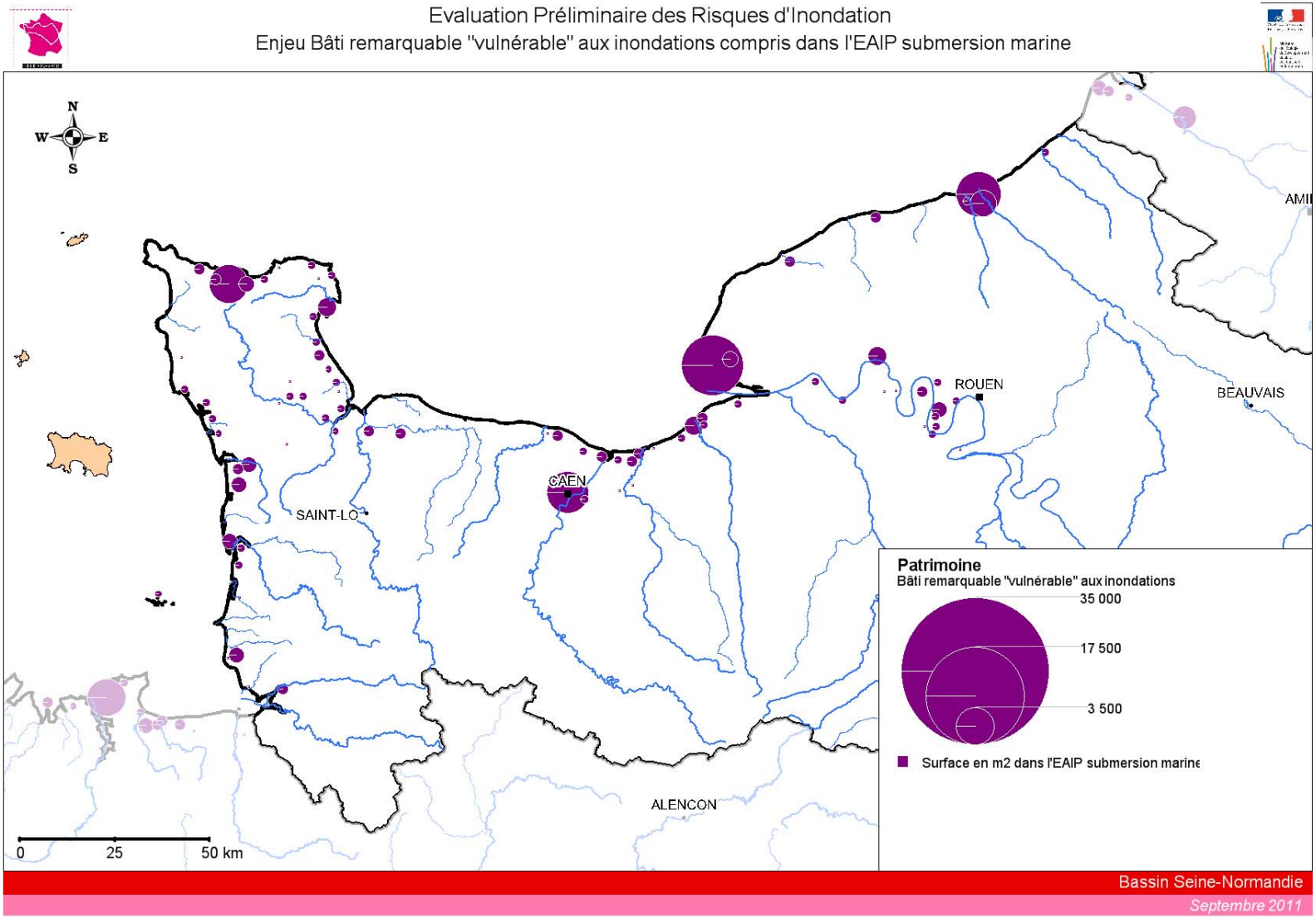



**Figure 38 Carte de la surface d'édifices remarquables dans l'EAIPsm**

# 4. Unité de présentation Seine Amont

## 4.1. Evénements marquants d'inondation du passé représentants les différentes typologies de crues

### 4.1.1. Principaux nœuds hydrographiques d'intérêts sur l'unité de présentation Seine-Amont

**Tableau 4 Cours d'eau et nœuds hydrographiques d'intérêt sur l'UP Seine-Amont**

| Secteur | Cours d'eau | Nœuds hydrographiques d'intérêts |
|---|---|---|
| Seine Amont | Seine | Châtillon-sur-Seine, Troyes |
| | Aube | Bar-sur-Aube |
| Yonne | Yonne | Auxerre, Sens, Clamecy |
| | Armançon | Tonnerre, St-Florentin, Semur-en-Auxois |
| | Serein | Chablis |
| | Brenne | Montbard |
| Loing | Loing | Montargis, Moret-sur-Loing |

### 4.1.2. Evénements historiques de référence

**Tableau 5 Événements de référence sur l'UP Seine-Amont**

| Régime hydro-climatique | Type de submersion | Événement | Date |
|---|---|---|---|
| Régime océanique | Débordement de cours d'eau | Crue dans le bassin de la Seine et de l'Yonne de septembre 1866 | 24 au 28 septembre 1866 |
| Régime océanique | Débordement de cours d'eau | Crue de la Seine et de ses affluents de janvier 1910 | Janvier 1910 |
| Régime océanique | Débordement de cours d'eau | Crue de la Seine et de ses affluents de janvier 1955 | Janvier 1955 |
| Régime océanique | Débordement de cours d'eau | Crues dans le bassin de la Seine de janvier 1982 | Janvier 1982 |
| Régime océanique et orage | Débordement de cours d'eau et ruissellement | Crue dans le bassin de l'Yonne d'avril 1998 | Avril-mai 1998 |
| Régime océanique | Débordement de cours d'eau et remontée de nappe et ruissellement | Crue généralisée des cours d'eau dans le bassin de la Seine de mars 2001 | Mars 2001 |
| Régime océanique | Débordement de cours d'eau et ruissellement et remontée de nappes | Crues des cours d'eau de Bourgogne du 9 au 13 mars 2006 | 9 au 13 mars 2006 |

Les évènements de référence (Tableau 6), font l'objet d'une présentation particulière touchant à leurs caractéristiques météorologiques, hydrauliques et présentant leurs conséquences en

termes de dommages aux personnes et aux biens. Ces événements ont été sélectionnés du fait de leur ampleur et afin de présenter les différentes typologies de crues rencontrées sur le bassin (Figure 39). L'ensemble des crues importantes ne sont donc pas décrites. Un tableau plus exhaustif présentant les crues importantes figure en annexe.

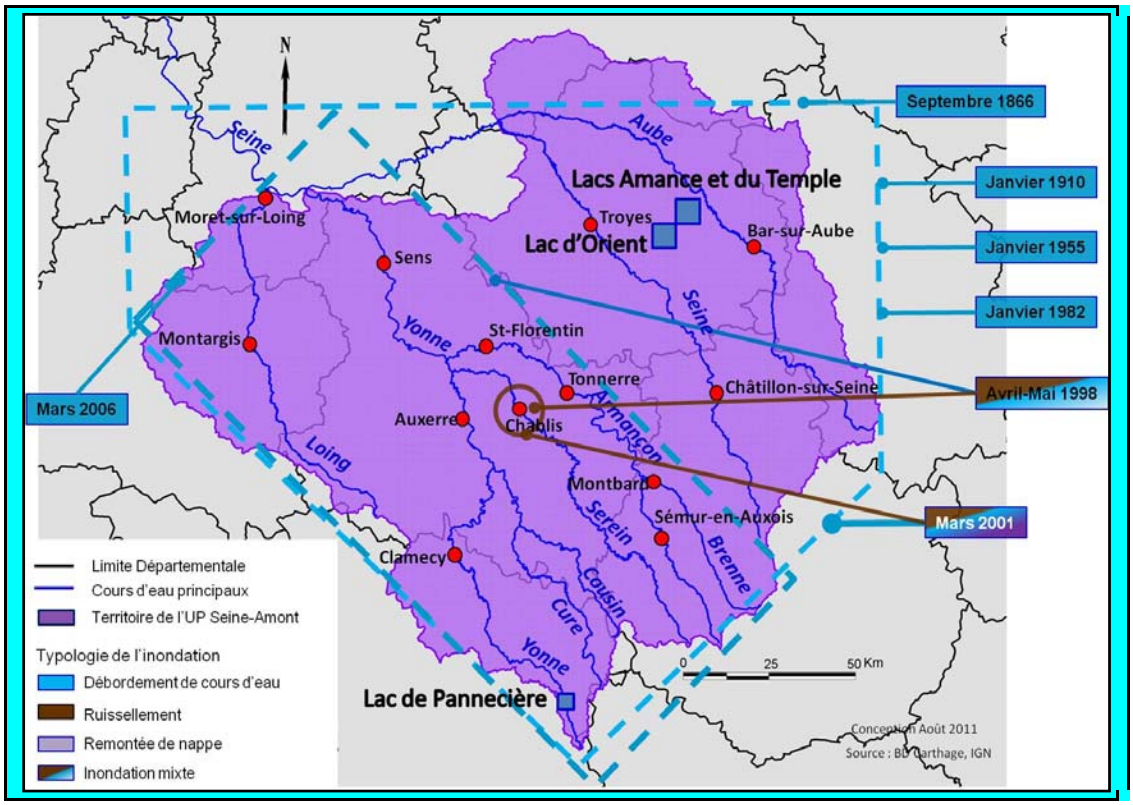



**Figure 39** ***Seine Amont - Localisation des évènements retenus pour l'UP Seine Amont***

#### 4.1.2.1.La crue dans le bassin de la Seine et de l'Yonne du 24 au 28 septembre 1866

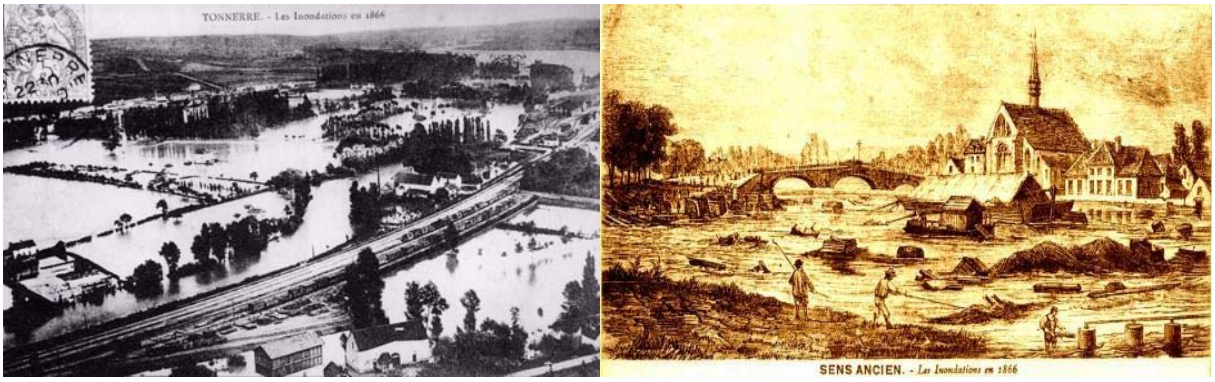



**Figure 40 *Seine Amont* - Les inondations de septembre 1866 : sur l'Armançon (Tonnerre) (Source archives Yonne) / à Sens. (Coll. Société archéologique de Sens, Extrait ouvrage Qui l'eût « crue » ?)**

La crue de septembre 1866 est la plus forte depuis 1613 sur l'Armançon en aval de la confluence avec la Brenne. Les informations disponibles sur cette crue sont cependant peu nombreuses. Les laisses de crues sont environ 40 cm au dessus de celles de la crue de 1910 dans la vallée moyenne de l'Armançon (entre la confluence avec la Brenne et Tonnerre). La crue du 28 septembre 1866 est supérieure à la crue centennale à Tonnerre. Cette crue est une des trois plus importantes depuis l'an 1779 avec celles de 1836 et 1910. Dans certains secteurs, la crue de 1866 atteint les plus hautes eaux connues depuis deux siècles. Elle est particulièrement violente sur les cours de l'Armançon et du Serein.
La crue est consécutive à cinq jours de pluies diluviennes venant après une période de précipitations continues. Le socle granitique du Morvan est quasi-imperméable favorisant le ruissellement des pluies et des eaux de dégel.

Le débit a été estimé à 1 000$m^3$/s à Lézinnes par l'ingénieur de l'époque ; cette estimation a cependant été revue à la baisse par la suite et portée à 650 $m^3$/s à Aisy-sur-Armançon. Un calcul simplifié de débit permet, à partir des observations et de l'estimations du débit de la crue de janvier 1910 à Aisy-sur-Armançon (370$m^3$/s), d'estimer le débit de la crue de septembre 1866 à 520 $m^3$/s à Ancy-le-Libre.

Les observations du passage de la pointe de crue en différents points du cours d'eau permettent d'estimer la vitesse de propagation à 4,5 km/h contre 3 à 3,5 km/h en 1910. Dans le journal du Sénonais du 26 septembre 1866, on peut lire « *Du haut du campanile de la tour de la cathédrale, on aperçoit comme un bras de mer du milieu duquel surgissent des bouquets d'arbres, quelques meules de blé et le beau faubourg de Saint-Paul presqu'entièrement envahi par les eaux... Le couvent de Ste Colombe est complètement entouré par les eaux... Le service des omnibus de la gare est interrompu depuis ce matin, et l'on ne communique plus qu'en bateau ou sur des hautes charettes. Les tuyaux de gaz ont été crevés sous l'effort des eaux, et ce soir la ville doit être privée de son éclairage ordinaire* ».

| **Particularité hydro-météo (genèse, intensité)** | **Zones inondées** | **Impacts** |
|---|---|---|
| Cinq jours de fortes précipitations après une période pluvieuse continue | Bassin versant de l'Yonne et de la Seine | Nombreuses habitations inondées, coupure de gaz, infrastructures coupées |

### 4.1.2.2. Crue de la Seine et de ses affluents en janvier 1910

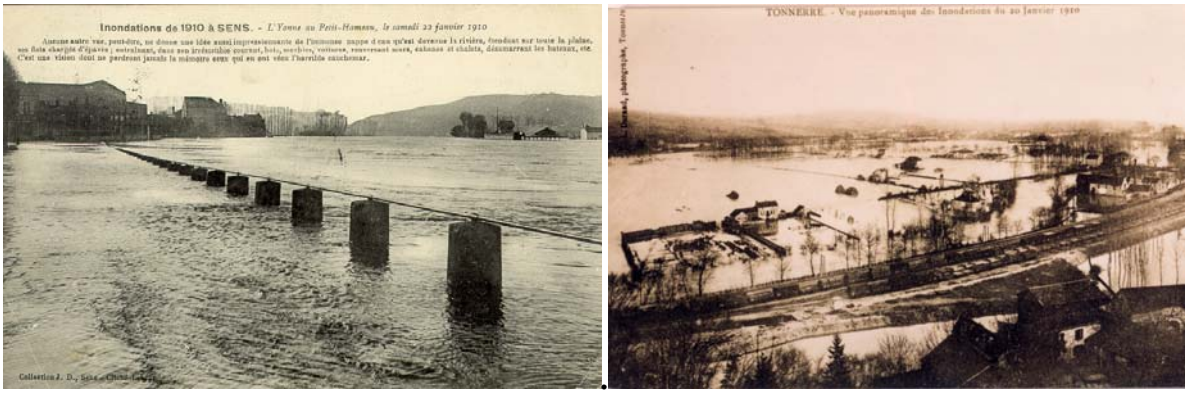



**Figure 41 *Seine Amont* - Inondation de janvier 1910 : à Sens (L'Yonne au Petit-Hameau) (source : Coll. L. Lambert) / à Tonnerre**

Des pluies importantes (excédent de pluie de l'ordre de 50% par rapport à la moyenne pour cette période) dès l'automne 1909 provoquent une hausse importante des niveaux de la Seine, de l'Aube et de la plupart des cours d'eaux de l'unité de présentation. En janvier 1910, après une première semaine sèche et froide qui a gelé les sols, trois épisodes pluvieux exceptionnels se succèdent. Sur le territoire du SPC SAMA, plus de la moitié des pluies enregistrées en janvier tombe en quatre jours (du 18 au 21) et sature rapidement un sol déjà gorgé d'eau.

A Châtillon-sur-Seine, on relève 143 mm de pluie (du 9 au 27 janvier), dont 83 mm pour la période du 18 au 21. A Troyes le cumul du mois de janvier est de 96 mm, dont 25 mm pour la seule journée du 19, et à Château-Chinon il tombe 120 mm entre le 4 et 7 janvier. On relève 120 mm de pluie à Château-Chinon, 94 mm à Montbard et 78 mm à Joigny, ce qui correspond respectivement à des pluies de temps de retour 20, 100 et plus de 150 ans. *"En même temps se produisent des crues extraordinaires de la Haute-Seine et de la Marne"* (Rapport Picard) : 82 mm de hauteur de pluie à Bar-sur-Seine (T=100 ans) et 79 mm à Chaumont (T=50 ans). Entre le 23 et le 25 janvier, une nouvelle dépression apparaît : des pluies modérées mais quasi-uniformes ont lieu sur l'ensemble du bassin versant de la Seine. En deux jours, 20 mm sont relevés à Auxerre, 23 mm à Avallon et 36 mm à Bar-sur-Aube.

L'Yonne et le Loing, principalement, développent une crue subite qui contribue à l'ampleur de l'inondation à Paris. *«Suivant la terminologie de Belgrand, dans une bonne partie du bassin de la Seine, au 1er novembre, le point de ruissellement pour les terrains imperméables, le point de saturation pour les terrains perméables étaient déjà à peu près réalisés. Mais il fallut attendre des pluies (ou neiges) abondantes en décembre, et surtout en janvier pour amener la crue. […] Quoi qu'il en soit, les pluies du 28 novembre au 9 décembre, et du 15 au 31 décembre 1909 avaient occasionné en décembre des crues ordinaires. […] Les torrents d'eau tombés du 18 au 21 [janvier], pendant 4 jours, déterminèrent une crue exceptionnelle et presque subite de l'Yonne et du Loing».*[19]

Le période de retour de la crue est estimée entre 100 et 180 ans selon les secteurs. La crue à Sens dure 19 jours. Le paroxysme de la crue dure plusieurs heures, avec des niveaux importants pendant plusieurs jours. A titre de comparaison, le maximum de la crue de 1955 est dépassé pendant quatre jours lors de la crue de 1910. Le débit de l'Yonne est de 1 100

19 *M. Nouailhac – Pioch et M. (ED. Maillet)*

$m^3/s$, sa période de retour est de 120 ans. L'Yonne est rentrée dans son lit cinq semaines après les premiers débordements.

*« La décrue amorcée, un autre danger guette les habitants sinistrés : le risque d'épidémies, plus particulièrement de fièvre typhoïde. Le Conseil supérieur d'hygiène, sur instruction du ministère de l'Intérieur, transmet des consignes. Selon une note adressée au préfet le 28 janvier, « il faut par tous les moyens convaincre la population que dans ces régions inondées, aucune eau n'est plus potable, que toute eau contient actuellement et contiendra longtemps encore des germes de maladie et de mort, qu'en user sans la faire bouillir est une imprudence grave ». Une liste d'instructions doit être copiée par les élèves et commentée par les instituteurs : l'eau et les légumes ne doivent pas être consommés sans avoir bouilli, une habitation qui a été inondée doit être assainie, c'est-à-dire débarrassée des vases, boues et immondices qui seront traités à la chaux vive, tandis que le sol et les murs grattés seront recouverts de chaux et les paillasses souillées, brûlées… En parallèle, les familles sinistrées doivent faire la liste des dommages et pertes subis.»*[20]

| **Particularité hydro-météo (genèse, intensité)** | **Zones inondées** | **Impacts** |
|---|---|---|
| Succession d'épisodes pluvieux sur un sol saturé | Bassin versant de la Seine et de l'Yonne | Infrastructures routières et ferroviaires coupées, nombreuses habitations inondées |

[20] Source Nathalie Hadrbolec *Crue de 1910 à Auxerre : L'Yonne se déchaîne hors de son lit* publié dans En Bourgogne

### **4.1.2.3.** Crue de la Seine et de ses affluents de janvier 1955

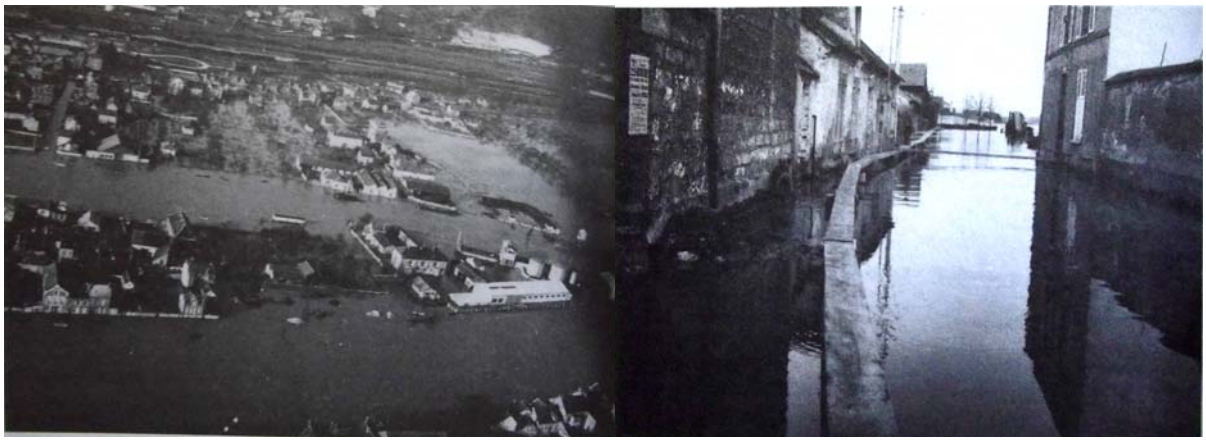


**Figure 42 *Seine Amont* - Crue de janvier 1955 : vue aérienne de la pointe nord de l'Ile d'Yonne et de la rive gauche (Photographie André Bret, Archives municipales de Sens) / Inondation sur l'Ile d'Yonne (Photographie DR. Coll. Christian Veyrat. (Extrait ouvrage Qui l'eût « crue » ?)**

Les perturbations pluvieuses actives se succèdent rapidement, après un brusque redoux. Dès lors, il pleut sans interruption notable durant sept jours. Les quantités quotidiennes ne présentent pas de valeurs exceptionnelles, mais le cumul devient conséquent de jour en jour : 50 à 100 mm de la région Centre à l'Ile-de-France et au département de la Marne, 100 à 150 mm sur la plupart des autres régions, et 150 à 250 mm sur le relief du Morvan.

L'inondation est provoquée non seulement par les pluies mais aussi par la fonte des neiges accumulées avant le brusque redoux des températures. Les sols rendus imperméables par le gel en début d'épisode aggravent fortement le phénomène de ruissellement. L'amont des bassins à l'est d'une ligne Auxerre (Yonne) - Troyes (Aube) - Saint-Dizier (Haute-Marne), voit ainsi écouler 150 à 200 mm d'eau, et jusqu'à 300 mm sur les bassins morvandiaux, durant ces sept jours, provoquant des débordements généralisés.

« Le Sénonais Libéré » (édition du mercredi 19 janvier 1955) cite :
*« En 48 h, l'Yonne a monté, à Sens, d'environ un mètre. La crue qui, dès jeudi 13 janvier, s'annonçait inévitable, s'aggrave dans la journée de vendredi où, à 20 h 30 la cote relevée près de l'église St-Maurice s'inscrivait à 2.53 m. Mais ce furent surtout les deux journées de samedi et dimanche qui firent naître la plus grande inquiétude. De plus en plus boueux et limoneux, le flot gonfla inexorablement pour atteindre 3.87m dimanche soir à 18 h 30.*

*Lundi 17 au matin, la cote de 3.50m était enregistrée et il était généralement admis qu'elle atteindrait 3.60m. En réalité elle se maintint toute la journée à 3.50m et il faut espérer que ce sera là le niveau maximum de cette crue qui approchera ainsi celle de 1923 (3.70 m) et laissera loin, heureusement d'ailleurs, celle de 1910 (4.40m)*

*Dimanche 15 après-midi, des milliers de Sénonais sont allés contempler la tristesse qui se dégage du quartier d'Yonne, dont une grande partie est sous les eaux. La plupart des caves sont évidemment inondées mais aussi, ce qui est plus grave, de nombreuses habitations des bords de l'Yonne dont les habitants doivent être ravitaillés par bateaux .Quelques-uns seulement ont été évacués et dans la salle de Justice de Paix transformée rapidement en dortoir, une vingtaine de lits sont à la disposition de ceux qui n'aurait pu être recueillis par des parents ou des voisins.*

*Dès la première heure d'ailleurs, la municipalité avait pris les dispositions nécessaires pour apporter toute l'aide désirable aux sinistrés. En permanence le corps des sapeurs pompiers est sur les lieux ainsi que le personnel de la Ville de Sens et des Ponts et Chaussées. Pour donner un exemple de l'effort réalisé, précisons que 2 000 parpaings ont été utilisés à l'édification d'environ 800 m d'étroits passages au dessus de l'eau ».*

« Le Sénonais Libéré » (édition du samedi 22 janvier 1955) cite :
*« Après avoir atteint lundi 16 la cote maximale de 3.52m, l'Yonne a amorcé sa décrue. L'apparition du froid permit à la rivière de regagner rapidement son lit. »*

Le débit de cette crue est estimé à 250 $m^3/s$ au droit de Tonnerre pour une durée de retour de 15 ans. La durée de retour sur le bassin de la Seine est estimée entre 50 et 100 ans. Le débit maximum de la crue de l'Yonne de 1955 est comparable au débit maximum de 1924 à Sens. Des travaux de dragages ont abaissé le maximum de 0.20 cm en 1955. Le Loing n'a subit qu'une crue moyenne en 1955 (inférieure aux crues de 1945 et 1910).

| **Particularité hydro-météo (genèse, intensité)** | **Zones inondées** | **Impacts** |
|---|---|---|
| Précipitations et fonte des neiges. Période de retour de 17 ans à Sens | Bassin versant de la Seine et affluents | Caves et habitations inondées |

Source : *Qui l'eût « crue » ? : La crue de 1910 à Sens*, Ville de Sens, 2010

4.1.2.4.Crue dans le bassin de la Seine de janvier 1982

**Figure 43 *Seine Amont* - Crue de l'Yonne de janvier 1982 : le Chalet vélo-sport (Photographie René Mouilla. Diapositive. Musée de Sens)**

*« Du 1er septembre au 31 décembre 1981, 500 à 1 000 mm d'eau se déversent sur les régions situées à l'est d'une ligne Avallon (Yonne) - Saint-Dizier (Haute-Marne), avec un effet orographique bien marqué. Ces cumuls représentent 1.5 fois la moyenne climatologique sur les départements de la Côte-d'Or et de la Haute-Marne, et restent un peu inférieur à la moyenne sur le reste du bassin. Le temps pluvieux débute dès l'équinoxe, avec un passage perturbé actif les 21 et 22 septembre, notamment sur une large moitié sud-est du bassin de la Seine en amont de Paris, où 30 à 60 mm sont généralement mesurés.*

*Les pluies se renforcent sensiblement au cours du mois d'octobre, donnant une lame d'eau mensuelle de 150 à 200 mm sur le bassin de la Marne en aval d'Epernay, et de 150 à 250 mm à l'est d'une ligne Avallon (Yonne)- Troyes (Aube) - Saint-Dizier (Haute-Marne). Le seuil des 300 mm est même franchi au cœur du Morvan (325 mm à Empury, dans la Nièvre). Ainsi, ce mois affiche une pluviométrie largement supérieure au double de la moyenne climatologique de l'Ile-de-France au nord-ouest de la Champagne, et sur les départements de la Côte-d'Or et de la Haute-Marne. Il pleut intensément du 10 au 16, avec un cumul de 50 à 100 mm d'ouest en est.*

*Les passages pluvieux se succèdent ensuite rapidement tout au long du mois de décembre, avec 100 à 200 mm sur la majeure partie des régions, et 50 à 75 mm supplémentaires sur l'amont du bassin de la Marne et les bassins morvandiaux. Cette situation perdure en début d'hiver jusqu'à la mi janvier. La période du 15 décembre au 11 janvier se montre*

*particulièrement humide. Les quantités quotidiennes n'affichent pas de valeurs remarquables, mais le volume des précipitations prend de l'ampleur de jour en jour. Le cumul varie ainsi de 175 à 250 mm sur les reliefs de la bordure sud-est. Le record est détenu par le poste de Gien-sur-Cure, dans la Nièvre, avec 268 mm durant ces 28 jours, dont 93 mm au cours de la dernière semaine.*

*Les sols se saturent ainsi rapidement dès les premiers jours de décembre, et l'écoulement devient important en fin de période. Suivant le schéma habituel, les crues débutent sur la partie amont du réseau hydrographique de la Seine dès la fin du mois de décembre, et les pluies soutenues de la dernière semaine provoquent des débordements de cours d'eau généralisés»*[21].

A Tonnerre, la crue atteint la cote de 3.05 m pour un temps de retour de 10 ans. Le débit maximal naturel mesuré à Troyes est de 250 $m^3/s$ (contre 450 en 1910, 410 en 1955). Le temps de montée de la Seine à Troyes est de quatre jours. Une dizaine d'habitations proches des quais à Auxerre est inondée.

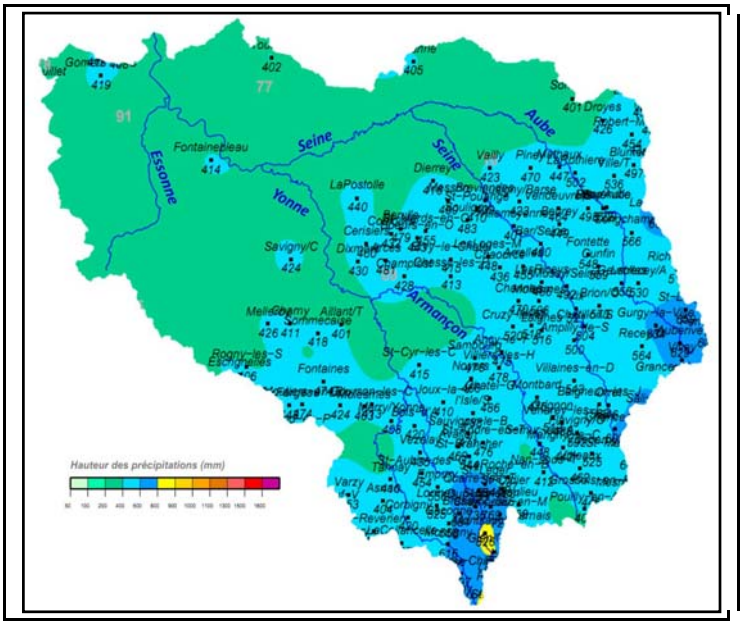



**Figure 44 *Seine Amont* - Carte des cumuls des précipitations (en mm) d'octobre 1981 à janvier 1982 sur le bassin amont de la Seine. (Source: http://pluiesextremes.meteo.fr Météo France, carte éditée le 2 mars 2011)**

| **Particularité hydro-météo (genèse, intensité)** | **Zones inondées** | **Impacts** |
|---|---|---|
| Succession d'épisodes pluvieux sur un sol saturé. Période de retour de 12 ans à Sens | Bassin de la Seine | Entreprises, habitations et caves inondées |

21 Source MétéoFrance PluiesExtrêmes

### **4.1.2.5.** Crue dans le bassin de l'Yonne d'avril-mai 1998

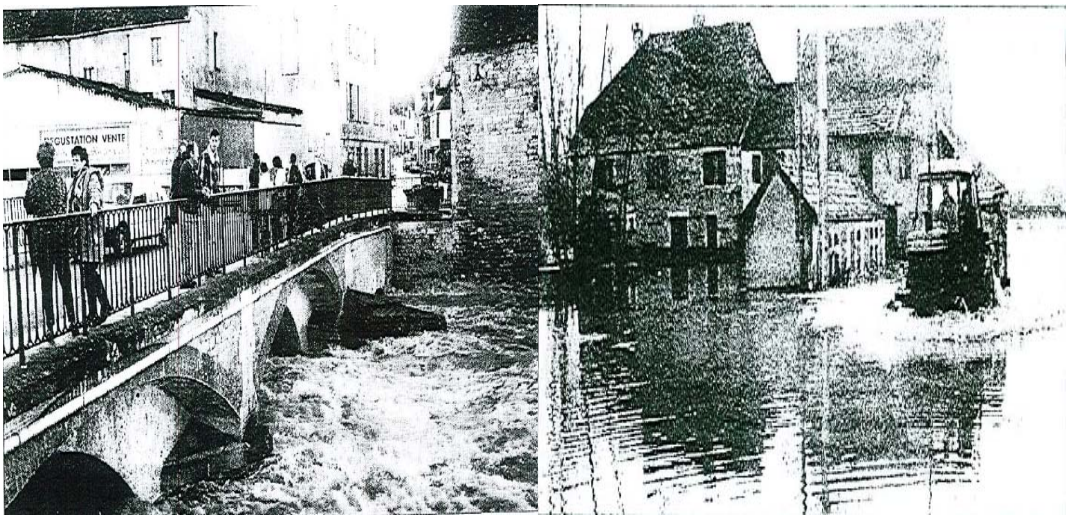



**Figure 45 *Seine Amont* - Crue du Serein d'avril 1998 : à Chablis (Source L'Yonne Républicaine du 30-04-1998)/ au Moulin de Courterolles cerné par les eaux du Serein (Source L'Yonne Républicaine du 29-04-1998)**

Les précipitations d'avril 1998 sont très excédentaires. Elles représentent trois à quatre fois les précipitations moyennes d'avril, parfois plus. Les trois décades sont abondamment arrosées. Chaque décade totalise des quantités supérieures aux normales mensuelles. Les épisodes pluvieux importants se sont produits les 3, 6, 15, 17, 25 et 26 avril, avec des quantités journalières comprises entre 10 et 20 mm, voire plus. La pluviométrie moyenne sur le haut bassin versant (Armançon, Brenne) est de 91 mm sur neuf jours dont 48 mm pour la seule journée du 26 avril.

Ce sont les pluies des 25, 26 et dans une moindre mesure, celles du 27 avril qui sont déterminantes. Elles sont violentes et continues, avec un épicentre dans la nuit du 26 au 27 avril. Sur ces trois jours, il tombe plus d'eau qu'au cours d'un mois d'avril normal. C'est cet épisode qui génère la crue par sa soudaineté, sa durée et son intensité. Survenant sur des sols déjà bien imprégnés par les pluies antérieures, cela a favorisé le ruissellement. Les durées de retour des pluies des 25 au 27 avril sont estimées entre 8 et 12 ans par Météo France. Pris isolément, l'épisode pluvieux déclencheur des crues n'est pas exceptionnel. Ce qui est exceptionnel, par contre, c'est le total cumulé du mois qui est voisin des fréquences cinquantennales. Sur certains postes, il s'agit même de records historiques pour un mois d'avril, et ce depuis le début du siècle (Montbard, Châtillon-sur-Seine).

Les quantités d'eau tombées de façon continue du 1$^{er}$ au 18 avril ont saturé le terrain et les pluies de l'épisode pluvieux des 25-27 avril ont ruisselé. C'est ce dernier épisode qui a joué le rôle déclencheur, car étant soudain, intense et durable. La progression des précipitations vers le nord, selon l'axe d'écoulement principal a favorisé l'intensité du pic d'écoulement. L'ensemble des cours d'eau du bassin de la Seine ont réagi aux pluies des 25 et 26 avril, mais dans une proportion différente. Ce sont les bassins de l'Armançon et du Serein qui ont subi les crues les plus fortes. Sur les têtes de bassins de l'Armançon et du Serein, la crue d'avril 1998 a une fréquence proche de la trentennale. A l'aval, les durées de retour sont estimées à 15 ans.

La commune la plus touchée a été l'Isle-sur-Serein : 45 foyers, des commerces et des exploitations agricoles ont été affectées. Le quai de l'Yser à l'Isle-sur-Serein est recouvert d'un mètre d'eau. L'inondation est accompagnée de coulées de boue principalement sur le Serein avec d'importants ruissellements sur le Chablisien. Les services de secours ont lancé une centaine d'intervention pour les personnes ou les animaux d'élevage.

| **Particularité hydro-météo (genèse, intensité)** | **Zones inondées** | **Impacts** |
|---|---|---|
| Episode déclencheur du 25-27 avril de 80 mm en 36 h sur l'Yonne (20<*T*<100 ans selon les secteurs). Précédé d'une forte pluviométrie (*T*=50 ans) sur la période du 1 au 18 avril | Armançon, Serein, Yonne, Loing et affluents | Coupures d'électricité, dix personnes évacuées à Aisy sur Armançon. Une trentaine de personnes évacuées dans le département de l'Yonne, bovins évacués, une centaine de maisons touchées. Chômage technique pour certaines entreprises. Ruissellement dans le Chablisien. Nombreuses routes coupées, 19 communes ont fait l'objet de déclaration « Cat Nat » sur le Serein |

### **4.1.2.6.** Crue généralisée des cours d'eau du bassin de la Seine de mars 2001

**Figure 46 *Seine Amont* - Crue de mars 2001 : inondations sur l'Yonne 15 mars à Cravant (DDT 89)/ ruissellement à Milly dans le Chablisien le 12 mars**

Après un hiver doux et modérément pluvieux, une série de perturbations pluvieuses va progressivement saturer les sols dès le début du mois de mars. La pluviométrie enregistrée durant le mois de mars et principalement durant les deux premières décades est exceptionnelle puisqu'elle représente entre + 80 et + 210% de la moyenne climatologique. Il est en effet tombé 208.4 mm à Château-Chinon ou encore 143 mm à Auxerre. Il est tombé, durant la première décade de mars, l'équivalent du cumul mensuel du mois, ce qui a engendré une saturation totale des sols. Les pluies intenses du 13 mars en après-midi et soirée (35 mm à Semur, 40 mm à Saulieu) provoquent une forte montée des eaux sur de nombreux cours d'eau. La poursuite d'une pluviométrie parfois soutenue (0 à 10 mm) les jours suivants ne facilite pas la décrue des rivières.

Les précipitations abondantes du mois de mars ont engendré d'importantes crues sur une grande partie des cours d'eau de l'unité de présentation Seine Amont. Début mars, l'ensemble des rivières du département accuse une montée de leur débit sans qu'il y ait toutefois de débordement notable. C'est le contexte d'un ultime épisode pluvieux le 13 mars après un fort cumul pluviométrique (à Auxerre : 58 mm du 1er au 12, puis 22.2mm le 13) qui engendre une montée générale des eaux.

La Cure, le Cousin, le Beuvron et l'Yonne connaissent une forte crue de période de retour 50 ans, un peu inférieure à celle de 1955. Les maximums mesurés sur l'Yonne, à Gurgy le 15 mars, 400 $m^3/s$, où à Cézy, 800 $m^3/s$, sont exceptionnels. La montée des eaux de l'Yonne a duré dix jours. L'Armançon et ses affluents connaissent une crue similaire à celle de 1998 en tête de bassin et un peu inférieure à celle de 1982 en aval. La crue de la Brenne, à Montbard, dépasse la fréquence trentenale et l'Armançon à Aisy connaît une crue de fréquence cinquantennale. A Brienon, la crue présente une période de retour de 20 ans. Il en est de même pour le Serein qui connaît une crue de période de retour supérieure à 20 ans à l'aval de Chablis.

Une centaine de maisons sont inondées. Les pompiers ont procédé à l'évacuation d'une trentaine de personnes. Les précipitations ont particulièrement ruisselé au niveau du Chablisien créant des ravines au droit des vignes. Les crues du Serein dans la région de l'Isle-sur-Serein et Guillon, en Avallonnais, et de l'Armançon dans le Tonnerrois ont provoqué des dégâts très importants.

| **Particularité hydro-météo (genèse, intensité)** | **Zones inondées** | **Impacts** |
|---|---|---|
| Série de perturbations pluvieuses qui saturent le sol. | Bassin versant de la Seine | Routes coupées, habitations et commerces inondés, Trentaines de personnes évacuées |

#### 4.1.2.7. Crue des cours d'eau de Bourgogne du 9 au 13 mars 2006

**Figure 47 *Seine Amont* - Crue de mars 2006 : à Chablis, en face des grands crus. (Yonne républicaine, 13 mars 2006)**

Un épisode de neige exceptionnel lors du week-end du 5 mars (20 à 30 cm de neige, plus sur certains secteurs), suivi par des pluies importantes et un radoucissement marqué, ont entraîné des crues importantes sur la région Bourgogne. Sur la Seine amont, la crue a dépassé le niveau décennal. Sur le bassin du Serein, des crues importantes sont relevées, comprises entre la quinquennale et la décennale. L'Armançon a connu une crue inférieure à la quinquennale. Le Cousin et ses affluents ont connu des crues fortes, supérieures à la quinquennale voire décennale.

Le canton de Noyers s'est retrouvé coupé en deux. « *Tous les villages de la vallée du Serein sont traversés par un large torrent.* ». Une femme enceinte et un homme d'une soixantaine d'années vivant dans un hameau de la commune de Cézy ont du être évacués. Six habitations se sont retrouvées encerclées par les eaux de l'Yonne.

| **Particularité hydro-météo (genèse, intensité)** | **Zones inondées** | **Impacts** |
|---|---|---|
| Fortes pluies et fonte des neiges | Seine amont et bassin versant de l'Yonne | Inondations de caves. Perturbation de la circulation. Evacuation de deux personnes. |

#### 4.1.2.8. Crues historiques répertoriées

Un tableau des crues historiques est présenté en annexe en complément de ces éléments détaillés. Il initie la création d'une base nationale de données historiques des crues à venir qui aura vocation à perdurer et être complétée.

### 4.1.3. Crues historiques répertoriées

Le tableau des crues historiques est présenté en annexe en complément de ces éléments détaillés. Il initie la création d'une base nationale de données historiques des crues à venir qui aura vocation à perdurer et être complétée.

## 4.2. Les impacts potentiels des inondations futures

### 4.2.1. Enveloppe Approchée des Inondations potentielles par débordement de cours d'eau, ruissellement

La cinétique des crues dépend de la morphologie des bassin versants concernés. En premier lieu, le relief influe sur les vitesses d'écoulement et la pluviométrie, d'autre part les types de sols rencontrés sur le linéaires induisent selon leur nature un ruissellement plus ou moins prononcé.

*Les têtes de bassins, sont concernées par les cinétiques les plus rapides. En effet, les bassins drainés présentent des superficies faibles et des pentes marquées et les cours d'eau réagissent donc très rapidement aux apports des nombreux ruisseaux drainant le secteur et concentrant les ruissellements. En ce qui concerne l'unité Seine amont, on retrouve ce type de phénomène sur les têtes de bassins de l'Aube et de la Seine (en amont de Bar-sur-Aube et de Bar-sur-Seine) et d'une manière générale sur l'Yonne et ses nombreux affluents en amont de Joigny (la Cure et le Cousin, le Serein, l'Armançon). C'est en particulier le cas du Cousin et de la Cure dont le type de crue procède d'un régime torrentiel. En particulier sur le secteur Yonne amont, le relief du Morvan est le premier obstacle rencontré par les perturbations arrivant de la côte atlantique. Cela se traduit par des précipitations orageuses et des cumuls pluviométriques particulièrement importants. C'est donc le lieu de la genèse des évènements les plus soudains qui sont difficiles à anticiper et qui peuvent mettre en danger les personnes qui pourraient être surprises par une brusque montée des eaux.*
Au fur et à mesure que les pentes s'adoucissent et que les vallées s'ouvrent les cinétiques de crues sont de moins en moins rapides. On rencontre dans un premier temps des crues intermédiaires. C'est le cas du Loing et de ses affluents jusqu'à Montargis, de l'Yonne à l'aval de Joigny ou encore de la Seine et de l'Aube avant leur confluence.

On retrouve finalement des événements à cinétique lente caractéristique des grands fleuves de plaine. Les pointes de crues sont atteintes après un temps de montée plus important et les crues sont plus étalées dans le temps. Les risques associés à ce type de crues sont de nature différente puisque ces phénomènes sont prévisibles. Ces crues sont plus dommageables, a contrario, pour les biens qui restent inondés sur des périodes plus importantes.

*Pour illustrer ces éléments, il est intéressant de suivre le transfert d'une crue tout au long de son parcours par la présentation d'hydrogrammes de crues (évolution des débits en fonction du temps) en divers points successifs du bassin. La crue de novembre/décembre 2010, dernière crue importante sur le secteur concerné est à ce sujet intéressante. Entre le 01 novembre et le 30 décembre 2010 trois évènements pluvieux successifs concernent l'unité.*
*On constate sur l'hydrogramme relevé à la station de Corancy, la plus en amont du bassin versant de l'Yonne, que la rivière réagit très rapidement à ces pluies. On observe ainsi trois pointes de crues successives et disjointes. La seconde crue observée débute le 05/12/2010 à 09h35 pour attendre son maximum le lendemain à 20h00. L'hydrogramme est très pointu et la rivière retrouve rapidement un débit proche de son débit initial. Cette station est assez caractéristique des crues rapides de tête de bassin.*

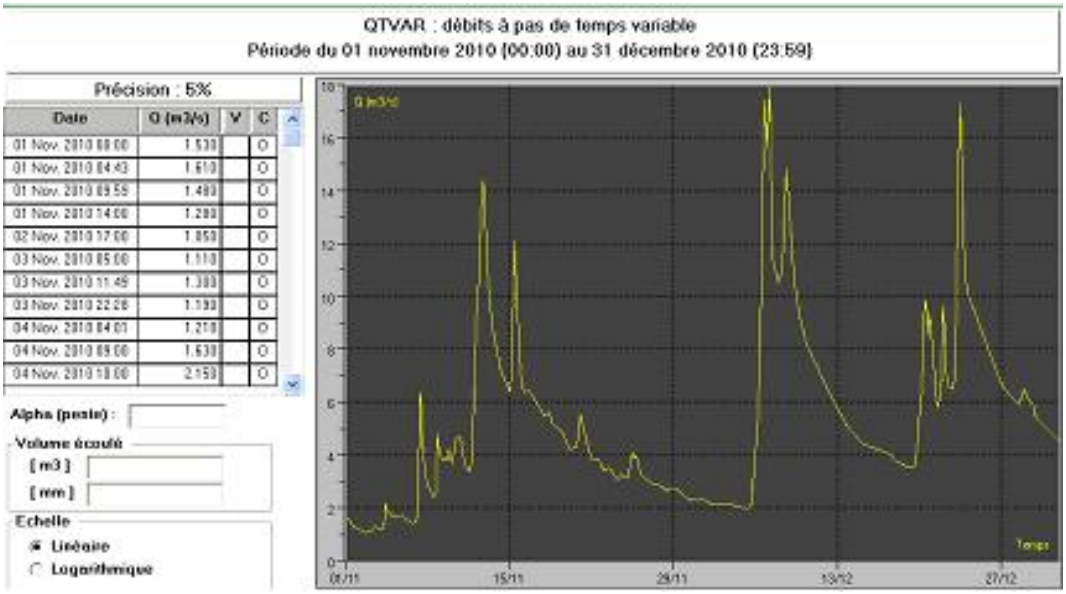



**Figure 48 *Seine Amont* - Hydrogramme de crue relevé à Corancy entre le 01/11/2010 et le 30/12/2010**

*En se déplaçant vers l'aval, on illustre aisément le changement de régime de crue. On observe ainsi le même graphique cette fois-ci relevé à Courlon-sur-Yonne bien à l'aval de la station de Corancy et juste à l'amont de la confluence de l'Yonne et de la Seine (Figure 49). L'Yonne a déjà reçu la contribution de ses principaux affluents et notamment de l'Armançon.*

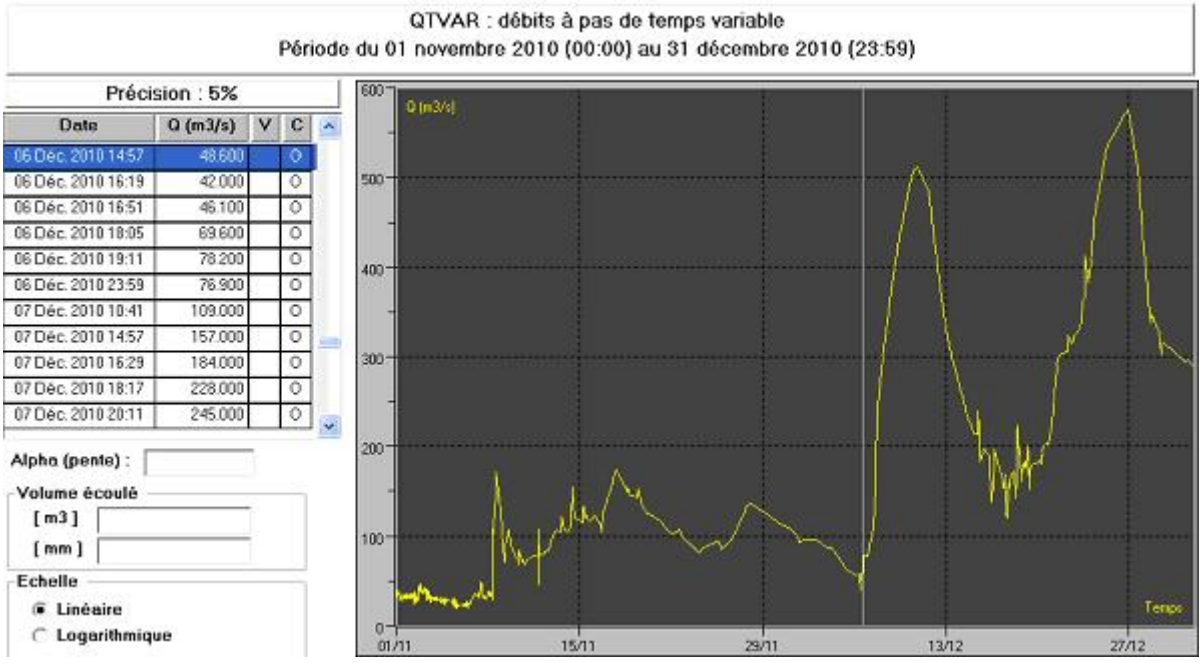



**Figure 49 *Seine Amont* - Hydrogramme de crue relevé à Courlon-sur-Yonne entre le 01/11/2010 et le 30/12/2010**

On remarque tout d'abord que le premier pic de crue a été lissé et que les deux pics suivant ne sont plus totalement disjoints. La rivière réagit plus lentement ici, puisque la seconde pointe de crue est observée le 10 décembre à 20h soit 4 jours après de début de l'événement, le 06 décembre à 15h. D'une manière générale, la forme de l'hydrogramme est plus arrondi que le précédent et la période de hautes eaux est plus importante. On remarque finalement que la

pointe de crue observée le matin du 05 décembre à Corancy n'est retrouvée que le lendemain à Coulon-sur-Yonne, les riverains ont donc pu être alertés.

L'analyse présentée ci-dessus est très rapide et pour être scientifiquement valable, elle devrait considérer les contributions de l'ensemble des affluents concernés. En particulier le décalage des pointes de crues sur les rivières concernées perturbe la démonstration directe de l'étalement dans le temps du phénomène.

L'enveloppe Approchée des Inondations Potentielles (Figure 50) considère bien ces différents aléas. En particulier, les données géologiques permettent de caractériser l'emprise des lits majeurs potentiellement mobilisés en crues et les données EXZECO complètent la connaissance dans les têtes de bassins et les thalwegs secs.

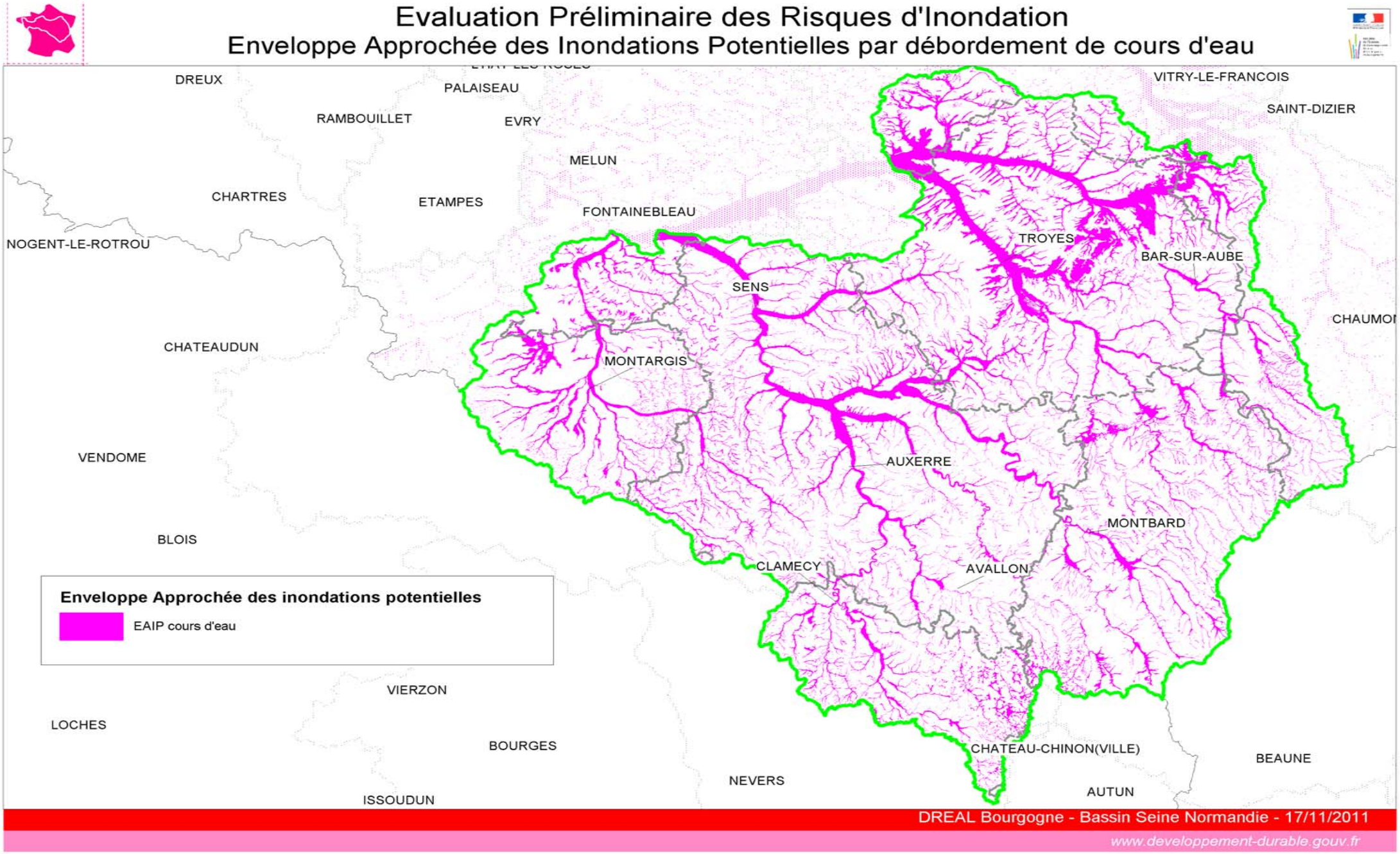



**Figure 50 *Seine Amont* - Enveloppe approchée des inondations potentielles par débordement de cours d'eau**

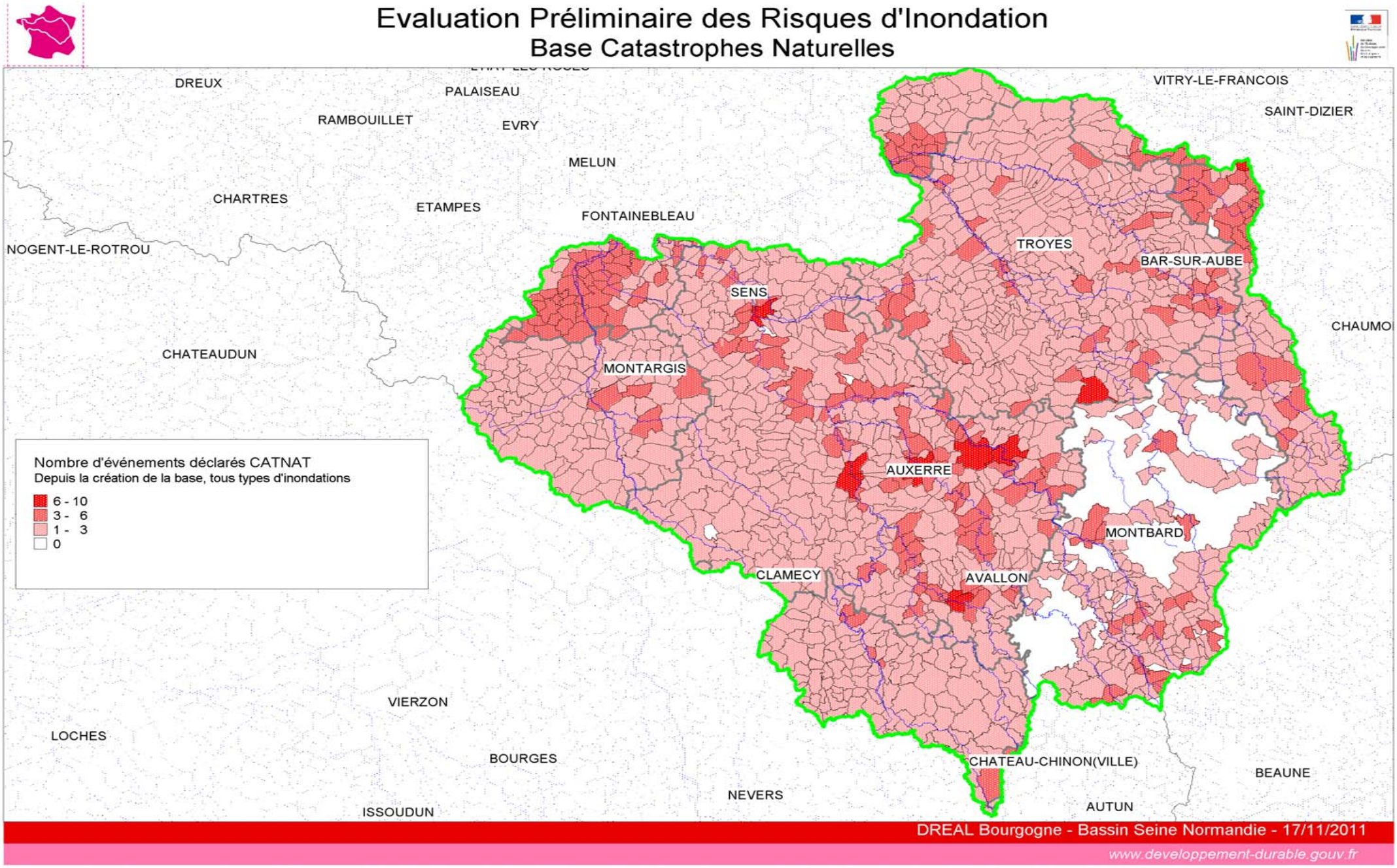



**Figure 51 *Seine Amont* - Base Catastrophes Naturelles**

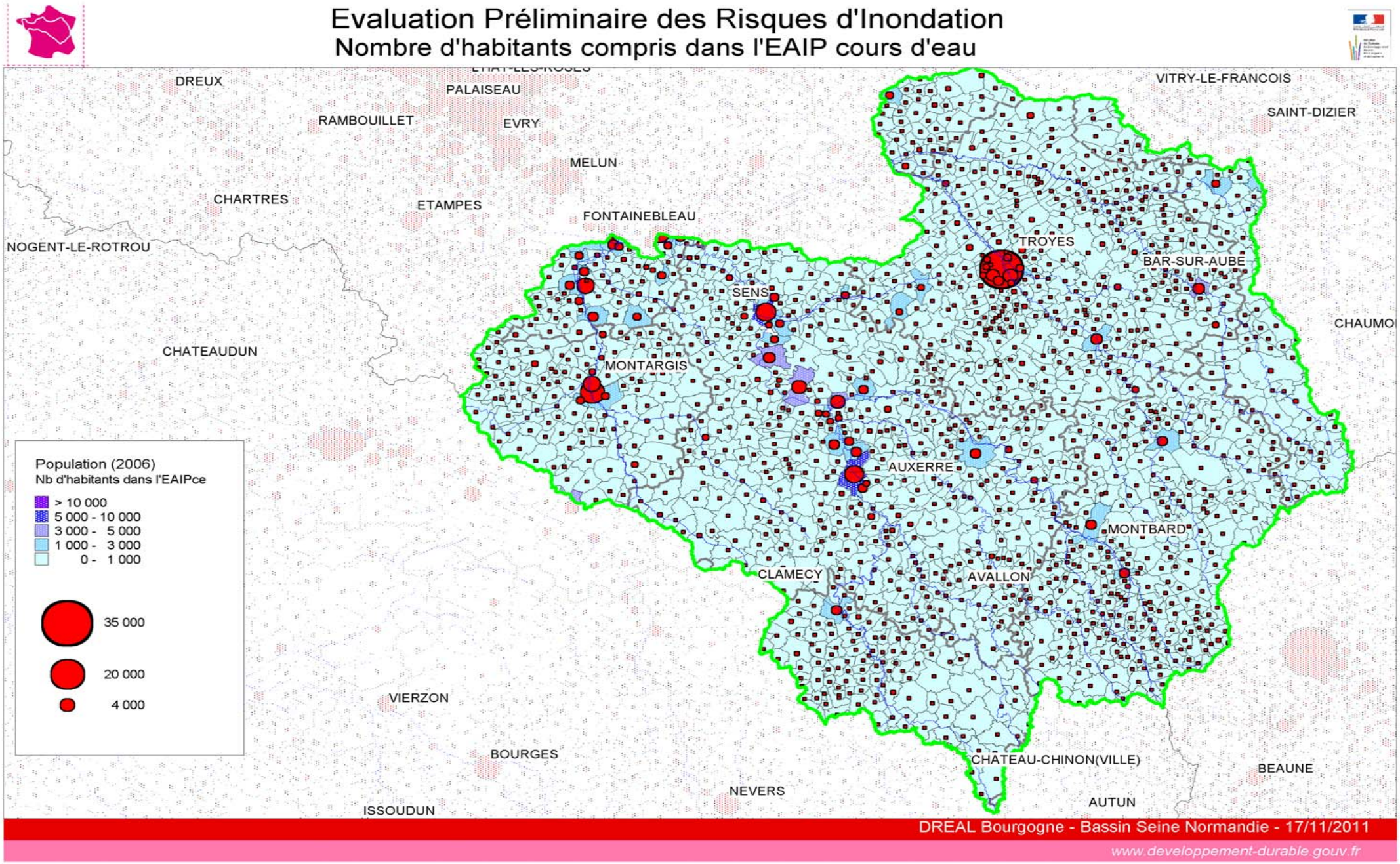



**Figure 52 *Seine Amont* - Nombre d'habitants compris dans l'EAIP cours d'eau**

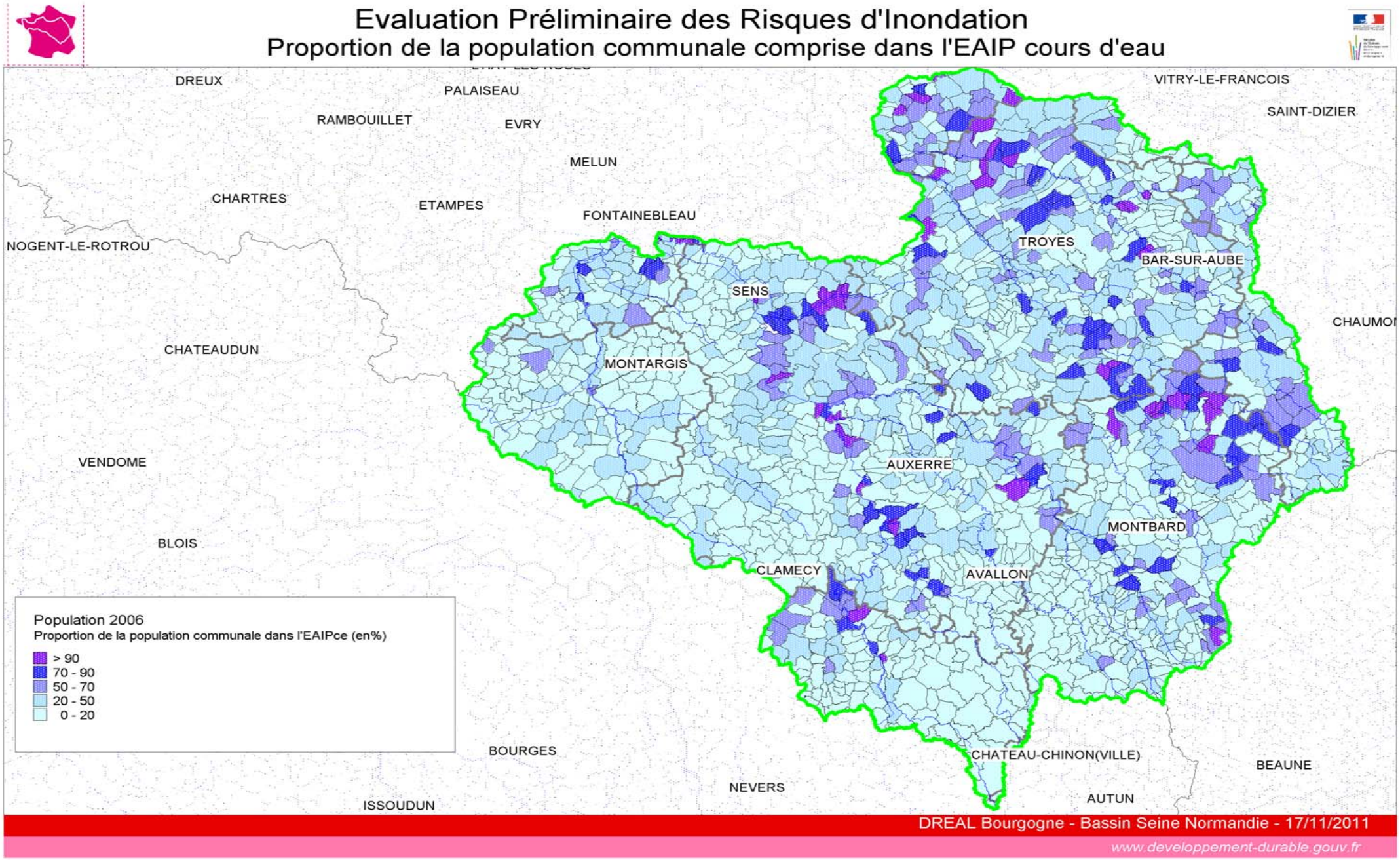



**Figure 53 *Seine Amont* - Proportion de la population communale comprise dans l'EAIP cours d'eau**

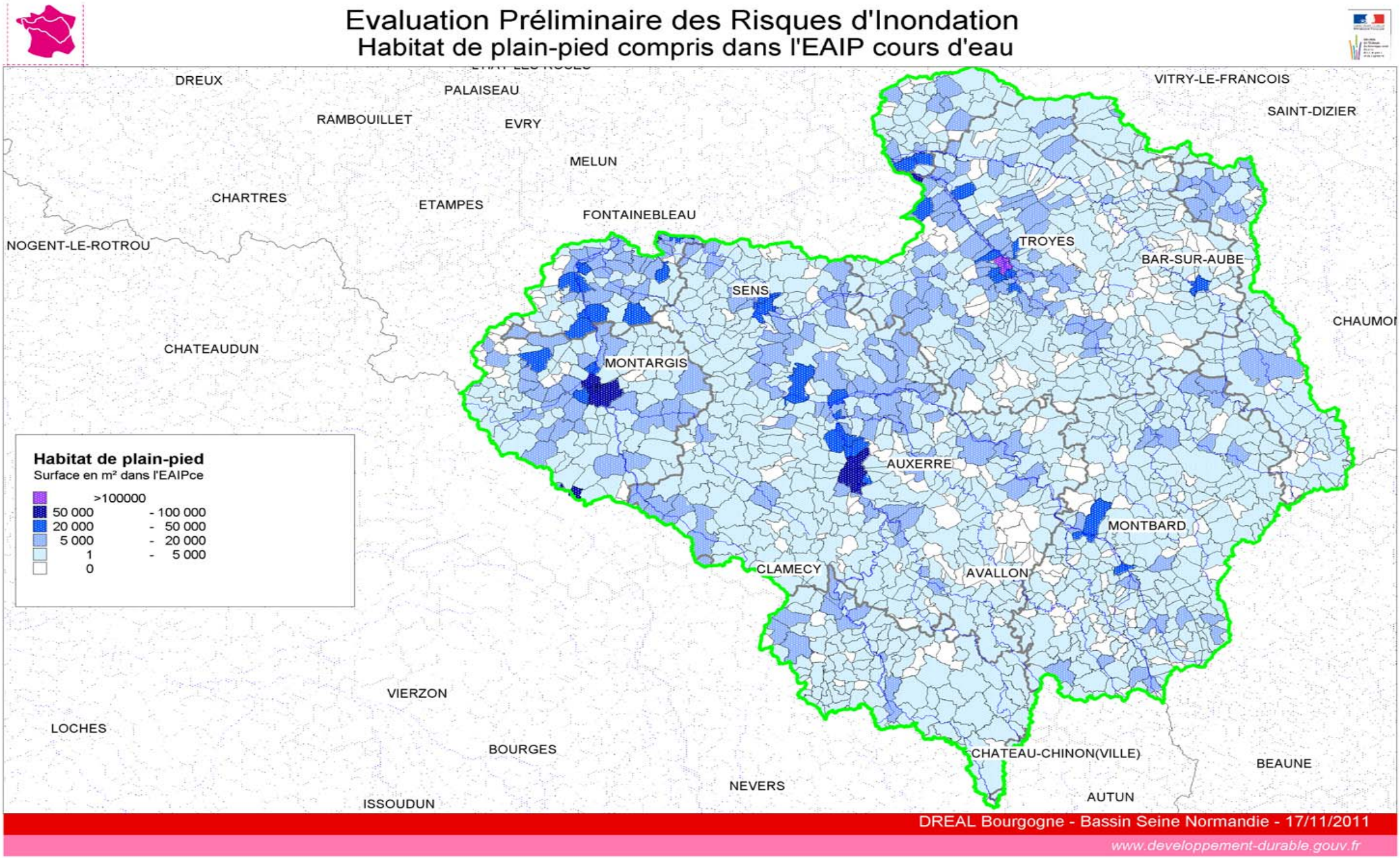



**Figure 54 *Seine Amont* - Habitat de plain-pied compris dans l'EAIP cours d'eau**

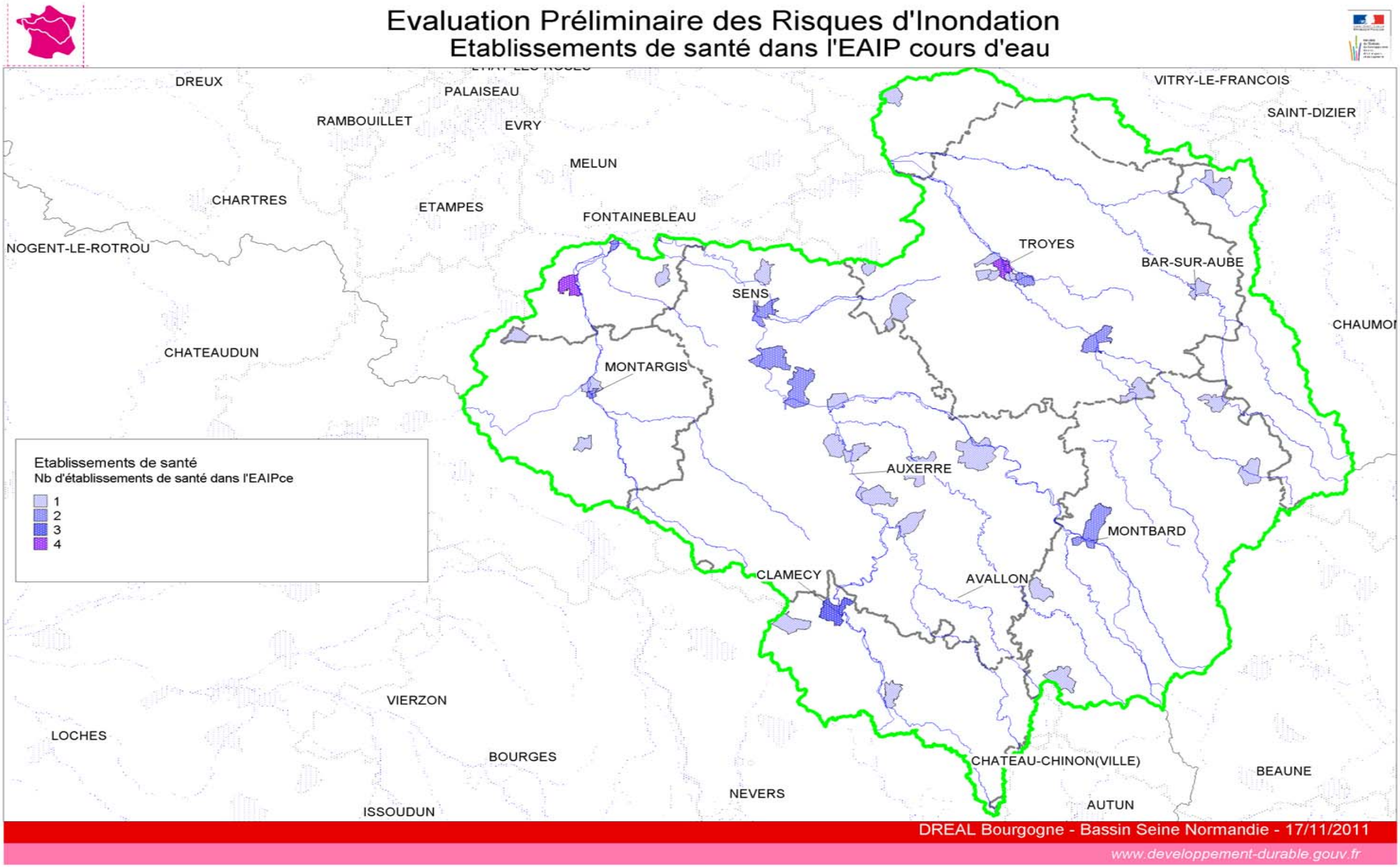



**Figure 55 *Seine Amont* - Etablissements de santé dans l'EAIP cours d'eau**

### 4.2.2. Les Impacts Potentiels des inondations futures

La mobilisation de l'indicateur nombre d'arrêtés de catastrophe naturelle par commune (Figure 51) permet d'introduire judicieusement l'ensemble de l'analyse. Cet indicateur est présenté paragraphe 3.4.2.2.

D'une manière générale, la majorité des communes de l'unité Seine amont sont concernées par 1 à 3 évènements ayant fait l'objet d'un arrêté de reconnaissance catastrophe naturelle. Seules les têtes de bassin de l'Yonne, du Serein et de la Seine (à l'exception notable de Châtillon sur Seine) n'ont pas fait l'objet d'arrêtés CATNAT. On constate une répétition d'évènements sur le bassin de l'Yonne et de ses affluents : Serein, Cure et Armançon (y compris la tête de bassin concernée par des phénomènes de ruissellement sur versant) ainsi que sur le Loing en sa partie aval au niveau de l'agglomération de Nemours. On peut citer par ailleurs quelques communes ayant fait l'objet d'arrêtés CATNAT à répétition : Sens (8 évènements), Tonnerre et Chablis (7 évènements), Auxerre, Les Riceys et Avallon (6 évènements).

On peut finalement constater que le nombre d'évènements CATNAT ne peut être aisément corrélé avec la densité ou le nombre d'enjeux sur le territoire puisque des communes relativement peu importantes du point de vue des populations et des activités économiques hébergées, comme les Riceys, ont pu faire l'objets de nombreux arrêtés.

### 4.2.3. Impacts potentiels sur la santé humaine

L'analyse de l'indicateur densité de population (cf Figure 22 : Carte de la densité de population à proximité de l'EAIPce, paragraphe 3.4.2.1) permet une introduction intéressante du volet santé humaine puisque la densité faisant apparaître le caractère urbain ou rural des territoires, il s'agit d'un indicateur d'enjeux intégrateur. En outre les secteurs les plus denses seront, en temps de crise ceux posant les plus importantes problématiques d'évacuation et d'hébergement d'urgence.
Cette analyse fait apparaître un territoire largement rural avec des densités majoritairement inférieures à 300 habs/km². L'ensemble des secteurs denses ou moyennement denses sont situés à proximité immédiate des cours d'eau principaux (Yonne, Seine et Loing) ou le long de leurs affluents, notamment l'Armançon. Cela s'explique essentiellement par des raisons historiques liées à l'utilisation de la voie d'eau, de l'énergie hydraulique (moulins) et de la ressource en eau (eau potable, pêche). L'agglomération troyenne, traversée par la Seine, présente les densités les plus fortes avec des maxima proches de 6500 hab/km². Les secteurs les plus densément peuplés ne sont pas épargnés par les risques d'inondations potentielles puisque une large partie du centre urbain dense de la commune est située dans l'EAIP. On relève par ailleurs, l'axe Auxerre et Sens avec des densités globalement élevées tout au long de l'Yonne. Au droit de sa confluence avec l'Armançon, le secteur présente des densités supérieures à 1000 habs/km² et les agglomérations de Sens et d'Auxerre traversées par l'Yonne ont des densités de l'ordre de 5000 hab/km² dans les secteurs les plus denses. Finalement l'axe Loing traverse en particulier les agglomérations de Nemours et Montargis présentant des densités de l'ordre de 3000 à 5000 habs/km². De la même manière que précédemment la vallée du Loing entre Montargis et Nemours laisse apparaître une plus forte présence humaine.

L'analyse des impacts potentiels des inondations sur la santé humaine est évidemment à considérer comme primordiale dans l'objectif de faire apparaître des poches d'enjeux, outre la population totale présente dans l'EAIPce (Figure 52), la proportion de population en zone inondable par rapport à la population totale du secteur (Figure 53) ainsi que la surface de planchers de bâtiments d'habitation de plain-pied (Figure 54) seront mobilisés. L'ensemble de ces indicateurs est présenté paragraphe 3.4.2.1.

L'agglomération de Troyes, parcourue par de nombreux cours d'eau, à l'origine de son développement et de sa prospérité : fleuve, canaux, rus, traversins, se détache largement avec une population en zone potentiellement inondable estimée à plus de 47 000 personnes, soit 37% de la population totale de l'agglomération. A l'échelle de la communauté d'agglomération, les principaux contributeurs identifiés sont les communes de Troyes, Saint-André-les-Vergers, et Saint-Julien-les-Villas. Par ailleurs, dans le Grand Troyes, environ 20% des surfaces habitables appartiennent à des habitations de plain-pied. Pour la seule commune de Troyes ce pourcentage reste inférieur, autour de 10%.

L'agglomération de Montargis avec 20 000 personnes en zone potentiellement inondable est la seconde poche de population principalement concentrée dans les communes de Montargis (10 000 personnes dans l'EAIPce) et Chalette-sur-Loing (6000 personnes dans l'EAIPce). A l'échelle de l'agglomération, 30% des planchers habitables sont situés dans des habitations de plain-pied avec, en particulier, des pourcentages importants pour les communes de Vimory (70% des surfaces), d'Amilly (60% des surfaces)et de Villemandeur (55% des surfaces) .
Suivent ensuite trois secteurs équivalents avec une population de l'ordre de 10 à 15 000habitants dans l'EAIPce : l'Auxerois, le Sénonais et le Nemourois. D'après l'INSEE, la communauté de l'Auxerrois est la 5ème communauté de communes de la région Bourgogne avec une population totale de 62 000 personnes soit 18% de la population Icaunaise. 14 000 personnes, soit 23% de la population du secteur vivent dans un secteur potentiellement inondable, avec de fortes disparités entre les communes. Ainsi la commune d'Auxerre est moins touchée en proportion avec environ 17% de ses habitants dans l'EAIPce, mais ces proportions atteignent des niveaux plus importants jusqu'à 60 et 65% pour les communes de Moneteau et Appoigny. Par ailleurs, à l'échelle de l'agglomération, 25% des surfaces habitables appartiennent à des bâtiments de plain-pied. Vient ensuite la communauté de commune du Sénonais, seconde agglomération de l'Yonne d'après l'INSEE avec 40 000 habitants, soit 13% de la population du département. Environ 12000 personnes, soit 30 % de la population de la communauté de communes sont potentiellement inondables dont notamment 30% des habitants de la commune de Sens. La proportion de surfaces d'habitats de plain pied est relativement faible puisqu'elles ne représente que 15% des surfaces habitables. Finalement, la communauté de communes Pays de Nemours est moins peuplée que les deux agglomérations précédente avec une population totale de l'ordre de 26 000 habitants, cependant 43% de cette population soit environ 11 000 personnes habitent dans le périmètre de l'EAIPce. Les planchers inondables de bâtis de plain-pied sont en proportion relativement importants avec 20% et en particulier quasiment 40% pour la commune de Saint-Pierre-les-Nemours.

On retrouve le long de l'Yonne entre Auxerre et Sens les communes de Villeneuve-sur-Yonne, avec 3200 personnes dans l'EAIPce, Joigny avec 4000 personnes dans la zone potentiellement inondable et Migennes avec 4500 habitants dans l'EAIPce. Ces communes appartiennent à des communautés de communes et même à des bassins de vie distincts. L'INSEE parle même de bassins de vie autonomes, c'est à dire qu'ils « offrent une gamme de

services et des emplois en nombre et en qualité suffisants, [pour permettre] aux populations résidentes un « approvisionnement » très majoritairement local ».

En complément de ces poches présentant des populations en zone inondable importantes, on peut relever des secteurs très largement touchés en proportion malgré une population dans l'EAIPce moindre. Le secteur nord-est de l'unité, autours des lits majeurs de la Seine et de l'Aube est ainsi globalement très concerné en proportion par les inondations. Légèrement à l'amont de ce secteur, Bar-sur-Aube ressort avec plus de 60% de sa population dans la zone inondable potentielle de l'Aube, soit près de 3000 habitants. D'autre part, les communes riveraines de la Seine et de l'Ource, avant leur confluence sont fortement concernées. Au droit de cette confluence, on retrouve notamment la commune de Bar-sur-Seine dont 84% de la population vit dans l'EAIPce, soit près de 3000 habitants.

Finalement, l'analyse de l'indicateur nombre d'établissements hospitaliers dans l'EAIPce (Figure 55) permet de faire apparaître une autre facette de la vulnérabilité de ces secteurs en considérant des établissements fortement vulnérables dont l'évacuation en temps de crise reste très complexe à opérer. Cet indicateur est présenté paragraphe 3.4.2.1. On retrouve en particulier le secteur Troyen, qui avec une concentration de 8 établissements hospitaliers potentiellement inondables, pourrait rencontrer de sérieuses difficultés à assurer, en temps de crise, son rôle de pôle de santé local. On retrouve, par ailleurs, les secteurs identifiés préalablement, le Nemourois (4 établissements dans l'EAIPce), Montargis (3 établissements) et l'Auxerrois (3 établissements).

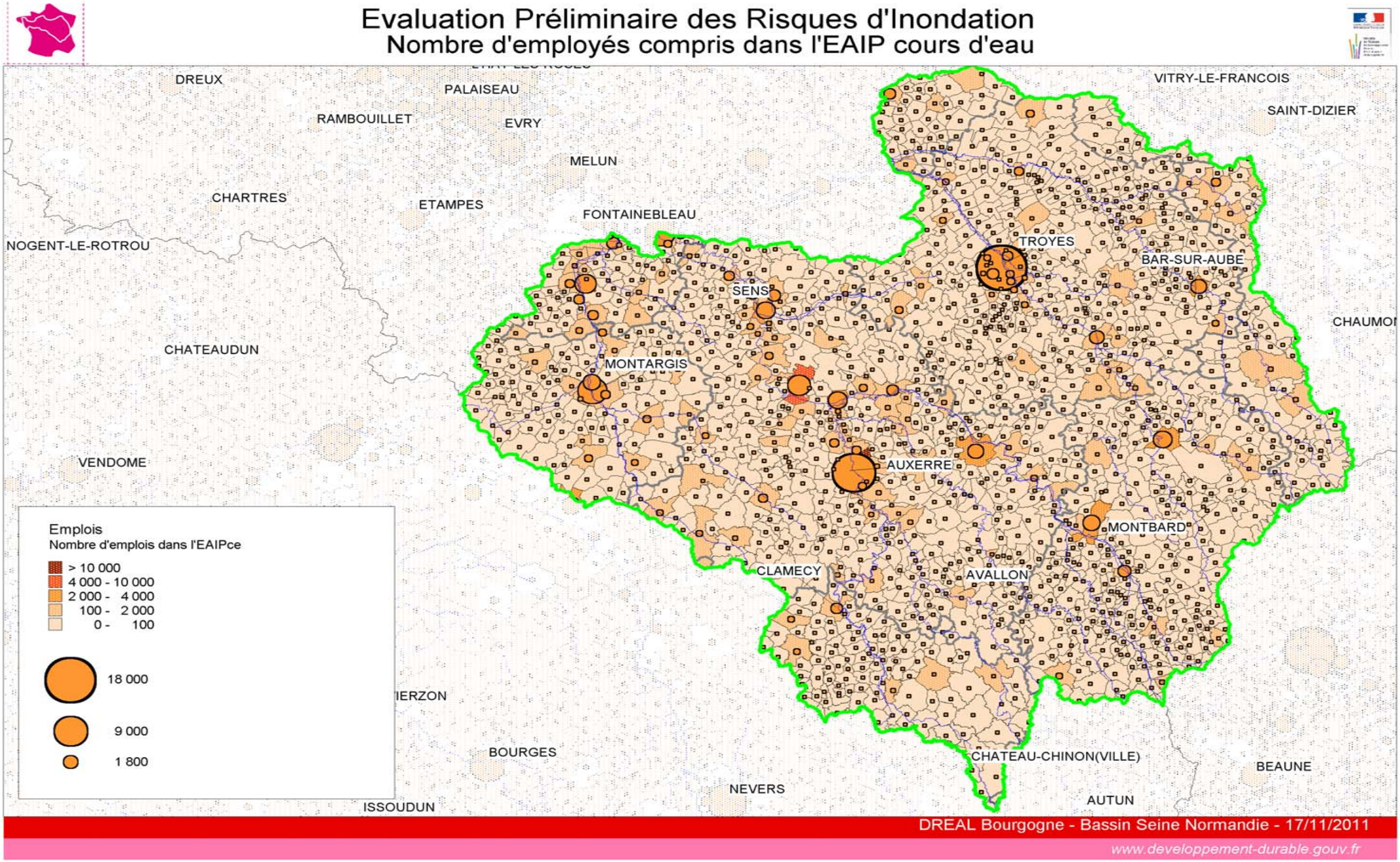



**Figure 56*Seine Amont* - Nombre d'employés compris dans l'EAIP cours d'eau**

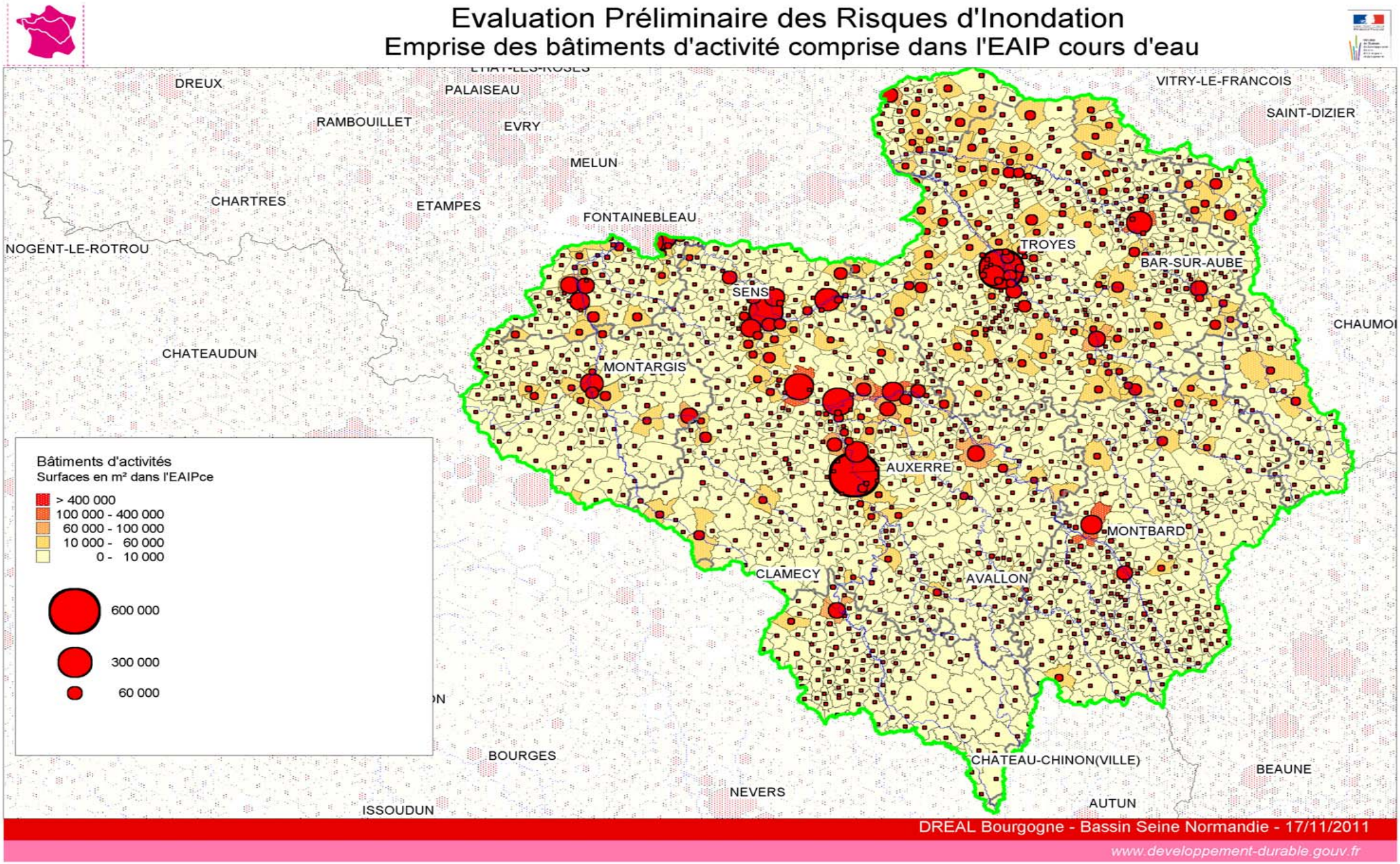



**Figure 57 *Seine Amont* - Emprise des bâtiments d'activité comprise dans l'EAIP cours d'eau**

#### 4.2.3.1.Impacts potentiels sur l'activité économique

Les impacts potentiels sur les activités économiques sont étudiés via deux indicateurs : le nombre d'emplois en zone potentiellement inondable (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) et la surface de bâtiments d'activités en rez-de-chaussée dans la zone potentiellement inondable (Figure 57). Ces deux indicateurs sont présentés paragraphe 3.4.2.2

En premier lieux, le Grand Troyes se détache avec plus de 20 000 emplois en zone inondable pour une surface de bâtiments d'activité de plus de 900 000 m². La ville de Troyes contribue à hauteur de 80 % des emplois en zone potentiellement inondable de l'agglomération soit environ 24 000 emplois dans l'EAIPce. Fin 2006, avec 18 300 salariés occupés dans l'industrie, hors intérimaires, la zone d'emploi de Troyes est la deuxième zone industrielle de Champagne-Ardenne. Elle regroupe près d'un emploi salarié de l'industrie champardennaise sur cinq. L'industrie de la zone d'emploi de Troyes présente une grande diversité, les industries des équipements mécaniques et les industries agroalimentaires constituant les deux principaux secteurs en fournissant chacun 13 % des emplois du territoire. En dépit des importantes suppressions d'emploi enregistrées depuis de nombreuses années, l'industrie textile et l'habillement constituent toujours une spécificité du territoire avec la présence de plusieurs marques de renom telles que Lacoste du groupe Devanlay ou Petit-Bateau. L'industrie de la chimie est également bien représentée à travers le plus grand établissement de la zone : les établissements Kléber, fabricant de pneumatiques pour les engins agricoles. Les industries agroalimentaires comptent aussi plusieurs grands établissements sur le territoire. Finalement, Troyes est considérée comme la capitale européenne des magasins d'usine et de négoce.

L'Auxerrois est la seconde agglomération de l'unité avec environ 16 000 emplois en zone inondable et 840 000 m² de bâtiments d'activité. La grande majorité des emplois en zone inondable, 14 000 emplois soit 85 %, sont concentrés dans la ville centre d'Auxerre. Cela reste cohérent avec les informations fournies par l'INSEE, à l'échelle de l'aire urbaine les emplois sont largement centralisés sur la commune centre Auxerre (68% du total), les communes d'Appoigny et de Monéteau étant, par ailleurs, les deux pôles d'emplois secondaires du secteur. L'économie du secteur est largement tertiaire puisque le domaine concentre les ¾ des emplois de l'aire urbaine. En particulier, les secteurs de l'administration ( 14.6%) et de la santé 13.8% sont les plus développés. Le secteur industriel est particulièrement peu présent (17.8% des emplois) pour une aire urbaine de cette importance. Si les principaux employeurs du domaine tertiaire que sont le centre hospitalier et le centre hospitalier spécial ne sont pas situés dans l'emprise de l'EAIPce, les trois principaux employeurs industriels du secteurs, Davey Bickford (plus de 500 employés), Général Trailers (environ 500 employés et Hermès Métal (plus de 400 employés) sont tous situés dans la zone approchée des inondations.

La communauté de communes de Montargis est le troisième secteur de l'unité regroupant 10 000 emplois en zone potentiellement inondable et environ 280 000 m² de surface d'activité dans l'EAIPce. Le secteur est moins polarisé sur la ville centre que les deux précédents, puisque Montargis ne regroupe que 7000 emplois soit 65% des emplois en zone potentiellement inondable du secteur. Un second pôle, la commune de Chalette-sur-Loing regroupe 2500 emplois soit 24 % des emplois de la communauté de commune. Un écart important peut être relevé entre les surfaces d'activités en rez-de-chaussée dans l'EAIPce et le nombre d'emplois. En effet, si le secteur de Montargis est la troisième poche d'enjeux de l'unité en terme de nombre d'emplois en zone potentiellement inondable, il est bien moins

important que le secteur du Sénonais en terme de surface de bâtiments d'activité en RDC dans l'EAIP. On remarque, en effet, la tendance inverse sur le secteur du Sénonais qui est le troisième pôle en termes de surface avec près de 690 000 m² pour seulement 5 500 emplois dans l'EAIPce.
D'après l'INSEE, au sein de l'aire urbaine de Sens, les emplois sont répartis entre les communes de Sens, 3000 emplois soit 50% du total, et Saint Clément 1600 emplois soit 30% du total. L'économie y est plus équilibrée qu'à Auxerre avec un secteur commercial important 16% des emplois et un secteur industriel plus présent 23%. Le plus important employeur de l'aire urbaine, le centre hospitalier de Sens, n'est pas situé en zone potentiellement inondable. Les principaux employeurs du secteur industriel Valéo Vision (600 employés à Saint Clément), et les deux sites de Pirelli (Prysmian) à Paron (500 employés) et à Gron (350 employés) sont à l'opposé situés en zone potentiellement inondable.

Le secteur de Nemours préalablement identifié à partir des indicateurs précédant, se détache finalement avec environ 6 000 emplois en zone potentiellement inondable pour une surface de 330 000m² de bâtiments d'activité. On note, comme à Montargis et à Sens, une agglomération bipolarisée sur les communes de Nemours (4000 emplois en zone potentiellement inondable soit 65 % du total) et Bagneaux-sur-Loing avec environ 1 000 emplois dans l'EAIPce.

Outre ces agglomérations, on retrouve les communes du secteur Yonne/Armançon entre Sens et Auxerre déjà identifiées auparavant. En particuliers, les communes de Joigny (4500 emplois et 240 000m² de surface d'activité en RDC dans l'EPRI), Migennes (3000 emplois et 250 000m²), et Saint Florentin (1000 emplois et 130 000 m²) sont des pôles d'emplois importants.

Finalement, apparaissent des communes isolées qui n'avaient pas été identifiées par l'analyse des indicateurs santé humaine en raison d'une population en zone inondable faible comprise entre 2000 et 3500 habitants. La commune de Châtillon-sur-Seine regroupe ainsi environ 3000 emplois dans l'EAIP avec une surface d'activité a contrario faible d'environ 30 000m². Sur le bassin de l'Armaçon, les principaux pôles d'habitats et d'activités sont retrouvés avec Montbard (2700 emplois et 136 000m² de surface d'activité en rez-de-chaussée) et Tonnerre (2250 emplois en zone potentiellement inondable et 90 000m²). On retrouve les communes de Bar-sur-Aube ( 2300 emplois en zone potentiellement inondable et 90 000m²) et Bar-sur-Seine (1800 emplois en zone potentiellement inondable et 90 000m²). Deux communes, Brienne-le-Château et Foissy-sur-Vannes, sont remarquables puisqu'elles présentent des surfaces en rez-de-chaussées de bâtiments d'activité en zone inondables importantes respectivement 180 000m² et 190 000m² malgré un nombre d'emplois dans l'EAIPce faible par rapport aux principales poches d'enjeux du secteur avec respectivement 1200 et 96 emplois.

Au delà des indicateurs précédemment analysés, la vulnérabilité des infrastructures de transports aux aléas inondation, puisqu'elle est susceptible d'aggraver localement la crise mais aussi de la propager, est un indicateur complémentaire intéressant. En particulier, on retrouve dans l'EAIPce les infrastructures routières des agglomérations importantes de Troyes, Auxerre, Montargis et Nemours. Des axes de transports principaux sont par ailleurs perturbés par les inondations potentielles, on retrouve ainsi les axes autoroutiers A5, A6, A19 et A77 ainsi que les lignes ferroviaires Troyes/Paris et Montbard/Paris. Des nœuds du réseau de transport sont par ailleurs dans l'EAIPce, c'est le cas en particulier de Migennes ou Vergigny avec la jonction de l'axe PLM avec de nombreuses dessertes locales ou encore de

La Brosse Montceaux au croisement de ligne LGV et de la ligne PLM. On retrouve certains échangeurs importants dans l'EAIPce à Corbeilles, Joigny, Saint Denis et Dordives.
Si la perturbation des axes principaux peut avoir des conséquences importantes sur le territoire, ceux-ci restent bien souvent, par construction, hors d'eau. A l'inverse le réseau routier secondaire est plus souvent inondé et s'avère donc un indicateur de risque pertinent localement. 8 700 000 km de linéaire de routes secondaires sont situés dans l'EAIPce, il s'agit principalement des axes de dessertes locaux des grandes vallées inondables.

Il reste à considérer les enjeux agricoles sur le territoire Seine amont. Ne disposant pas d'indicateurs de risques propres à ces thématiques, l'économie agricole du secteur ne peut être approchée que par une analyse généraliste, limitée dans un premier temps, aux départements de l'Aube et de l'Yonne qui composent la majorité de l'unité. On y retrouve un paysage agricole orienté vers les productions végétales avec respectivement 211 165 et 223 410 hectares plantés en céréales ainsi que 61 025 et 84 060 hectares de cultures oléagineuses. Les productions animales sont moins représentées. On retrouve ainsi peu de prairies dans ces deux départements, avec seulement 125 350 hectares recensés au total en 2009 à comparer aux 412 900 hectares de prairies en Saône-et-Loire par exemple.
L'économie agricole du secteur peut être précisée par des éléments qualitatifs décrivant les contributions des autres départements concernés. La partie Nivernaise de l'unité Seine, semble ainsi principalement axée sur les cultures animales et en particulier bovines, la façade ouest du département de Haute Marne et le nord du département de Côte d'Or présentent majoritairement des cultures céréalières et oléoprotéagineuses.
L'unité a par ailleurs la particularité de concentrer d'importantes productions viticoles, avec de nombreuses AOP de Chablis et de Champagne. Dans l'Aube et l'Yonne, un total de 13590 hectares de vignes AOP sont plantées et cette valeur ne prend pas en compte les surfaces viticoles dans le département de la Marne. En effet, la plupart des vins de Champagne proviennent du département de la Marne, de la vallée de la Marne (jusqu'à l'Ouest de Château-Thierry), et sur une série de terroirs à cheval sur les terrains Tertiaires et Crétacés (Avize, Vertus, Sézanne...)Figure 58. Les champagnes de l'Aube sont donc considérés comme particuliers du fait de leur caractère excentré et méridional par rapport aux autres Champagnes. L'aire des champagnes de l'Aube regroupe des communes voisines des Riceys, dont Bar-sur-Seine et Bar-sur-Aube.

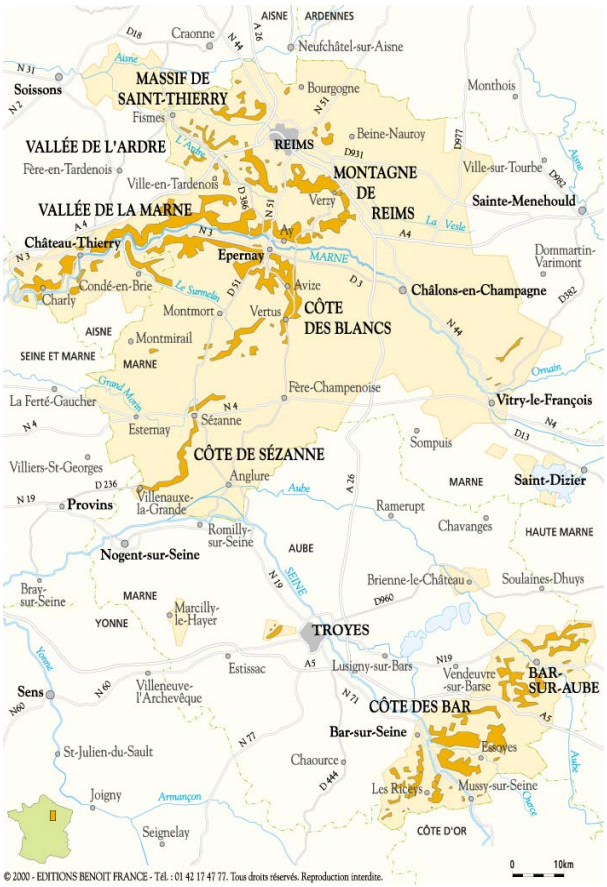



**Figure 58 *Seine Amont* - Cartographie des zones de production de Champagne**

L'impact économique de l'agriculture représente pour les seuls département de l'Yonne et de l'Aube un résultat de 1 813.53 millions d'euros en 2009.

Il sera intéressant, à terme, de faire apparaître la proportion de ces cultures et exploitations concernées par les inondations potentielles. En effet, dans les secteurs potentiellement inondables leur vulnérabilité n'est plus à démontrer. D'une manière générale, on retrouve, dans les lits majeurs des grands cours d'eau, un paysage historiquement prairial qui tend à laisser une place de plus en plus importante aux cultures, profitant ainsi des bonnes caractéristiques agronomiques de ces sols. Cette mutation est favorisée par la rentabilité croissante des grandes productions céréalière, notamment de maïs. Contrairement aux prairies, en particulier si celles-ci ont conservées un caractère naturel, ces grandes cultures supportent difficilement le passage des crues surtout si les durées de submersions sont importantes. L'incidence des inondations sur l'agriculture doit être considérée en fonction de la saison, l'impact des crues de printemps étant évidemment plus fort.

A contrario il est certain que les dispositifs agricoles ont un impact direct sur le fonctionnement hydraulique des bassins versants. Les dispositifs de drainage, d'irrigation et les ouvrages de protection agricoles peuvent, en effet, avoir un impact marqué sur les niveaux d'eau et sur la cinétique des crues. Finalement, les conditions d'exploitations de certains secteurs peuvent induire des coulées de boue (*cf* 4.2.5).

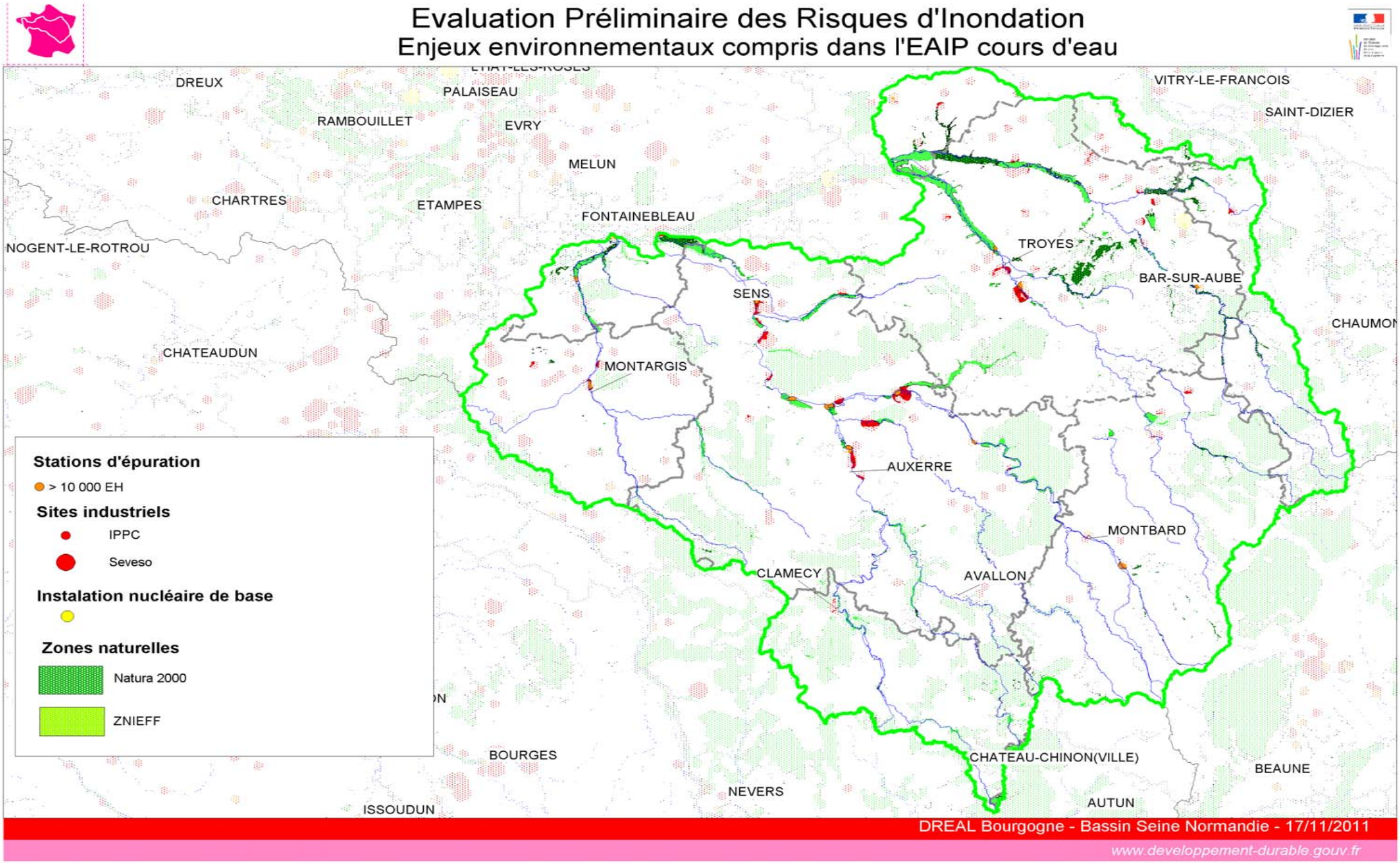



Figure 59 *Seine Amont* - Enjeux environnementaux compris dans l'EAIP cours d'eau

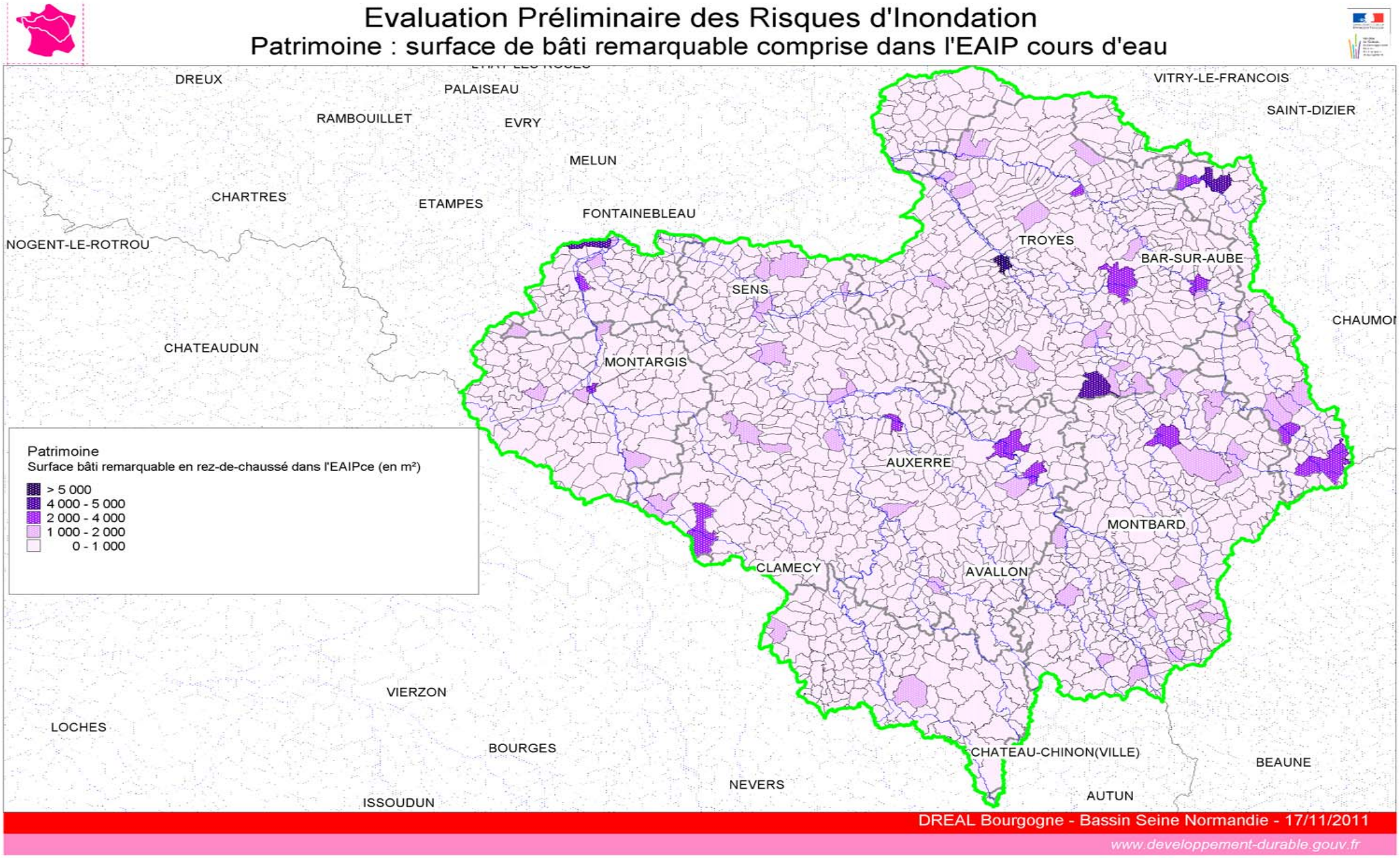



Figure 60 *Seine Amont* - Patrimoine : surface de bâti remarquable dans l'EAIP cours d'eau

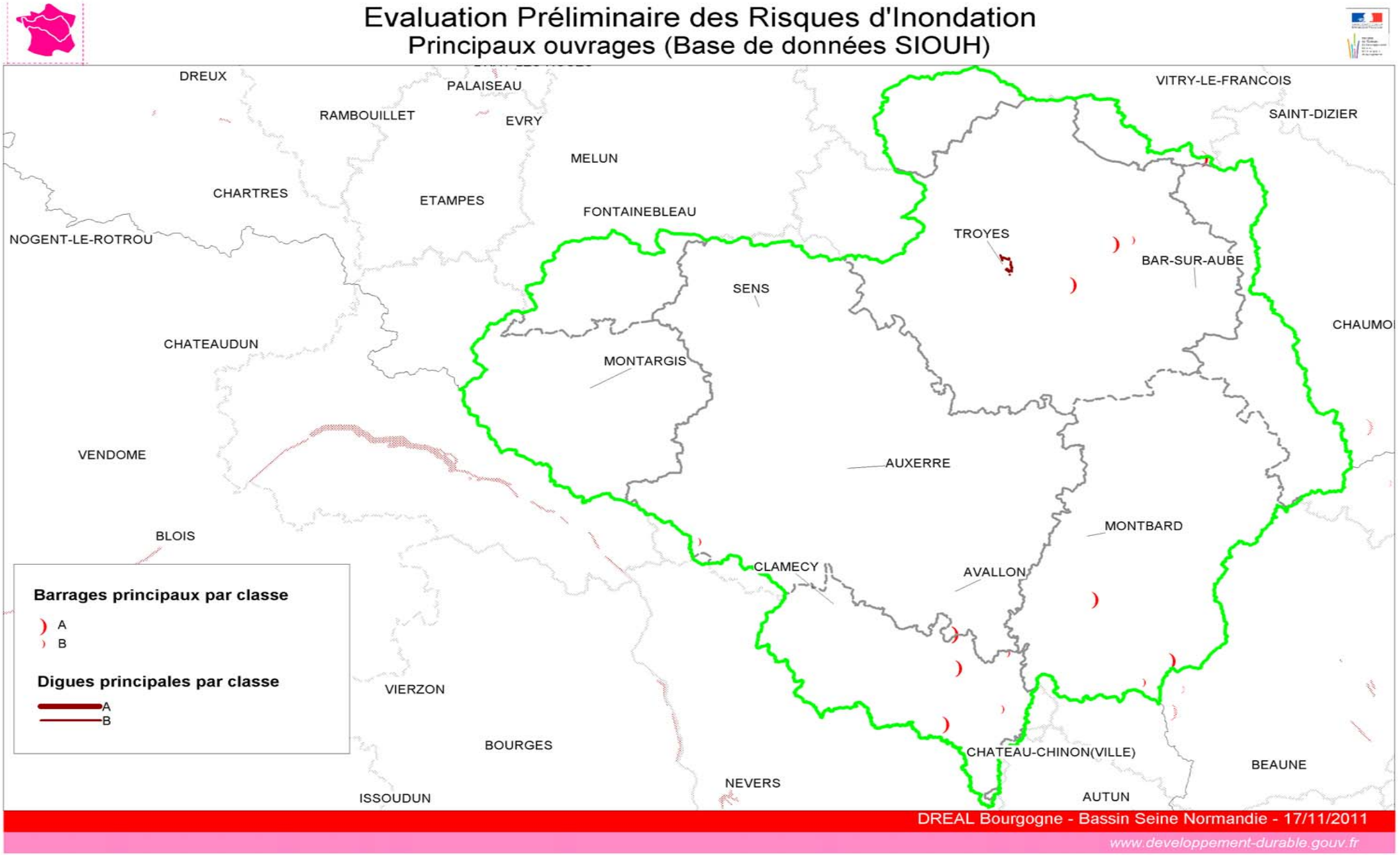



Figure 61 *Seine Amont* - Principaux ouvrages hydrauliques (Base de données SIOUH)

#### 4.2.3.2.Impacts potentiels sur l'environnement

L'analyse des indicateurs surfaces Natura 2000 et surfaces de ZNIEFF dans l'EAIPce (Figure 59) permet de retrouver les principaux secteurs naturels remarquables de l'unité : les plaines alluviales de l'Yonne, de l'Armaçon, de la Cure et du Cousin, les milieux forestiers de l'Auxois, du Chatillonais ou encore la forêt d'Othe, et les milieux bocagers comme le Morvan. Deux parcs naturels régionaux sont présents dans l'unité, le PNR du Morvan et le PNR de la Forêt d'Orient. D'autre part, l'unité est concernée par le futur parc national entre Champagne et Bourgogne qui devrait voir le jour dès 2012.

A première vue, l'impact des inondations sur l'ensemble de ces milieux est plutôt considéré comme positif. En effet, le passage des crues fertilise les sols et permet le renouvellement de milieux humides et notamment des marres et des points d'eau, terrains favorables pour des espèces protégées d'amphibiens. Le passage des crues favorise par ailleurs le renouvellement des forêts par la suppression d'espèces insuffisamment adaptées favorisant ainsi la biodiversité.

Les crues de printemps pourraient tout de même présenter un impact plus négatif sur les milieux puisque leur équilibre naturel est logiquement perturbé par le passage de la crue en période de reproduction et de croissance de la flore. Cependant, la flore et la faune de ces milieux y sont adaptées, on assiste par exemple à des secondes pontes chez de nombreuses espèces d'oiseaux nichant au sol dans les secteurs inondables. D'une manière générale, plus les milieux sont équilibrés et riches et plus le retour à la normale est aisé.

Si les crues sont naturellement supportées par les milieux naturels dans leur ensemble, les aménagements humains sur les secteurs inondables peuvent aggraver les conséquences négatives des inondations par effet domino. Ainsi, l'aménagement agricole de ces secteurs modifie les caractéristiques des milieux. Par exemple, les sols labourés laissés à nus sont plus sensibles à l'érosion et les quantités de limons déplacés et déposés à l'aval sont donc anormalement importantes. D'autres part la présence de nombreuses installations potentiellement polluantes, IPPC, SEVESO, STEP, en zone inondable peut induire, outre des arrêts d'usines des transferts de pollution vers les milieux naturels. En particulier, le secteur Troyen concentre une soixantaine d'établissements dangereux, les secteurs Auxerre et Sens 35 établissements et le secteur de Nemours, 24 établissements. Même si les volumes d'eau importants s'écoulant en période de crue augmentent les capacités de dilution associés, les volumes transités peuvent être très importants. Cependant, les crues pourraient avoir un effet « chasse d'eau » et donc un impact positif sur des milieux touchés par des pollutions diffuses.

La seule installation nucléaire de base présente sur l'unité est le centre de stockage de déchets de Soulaines Dhuys. Le site n'est pas situé dans l'EAIPce.

Finalement, ce sont parfois les aménagements réalisés en matière de prévention des risques et de réduction de la vulnérabilité qui peuvent avoir les impacts les plus forts sur les milieux naturels. Par exemple, la construction de digues agricoles réduisant la fréquence des inondations induisent outre une perturbation du fonctionnement des milieux la consommation de nouveaux espaces restés naturels par l'agriculture.

#### 4.2.3.3.Impacts potentiels sur le patrimoine

Troyes se détache très largement avec 14 000 m² de surfaces de bâti remarquable vulnérable dans l'EAIPce (Figure 60). Malgré la guerre et les incendies, la ville a pu conserver un riche patrimoine architectural et urbain. En effet, de nombreux édifices sont protégés au titre des monuments historiques de France. La ville de Troyes en compte 42 dont 35 regroupés sur le « Bouchon de Champagne » et 21 monuments classés, soit le plus haut niveau de protection. Depuis les années 1950, la ville a mis en place un plan de protection du patrimoine historique. Deux autres communes présentent d'importantes surfaces de bâti remarquables en zone potentiellement inondables : Montier en Der (5000m²) et Les Riceys (4600 m²).

Finalement, l'importance du secteur de Semur-en-Auxois n'est pas traduite par l'analyse directe des indicateurs qui ne considèrent qu'une partie des édifices remarquables. 260 hectares, dans le centre ville et la partie basse de la commune sont classés secteur sauvegardé (loi Malraux). La réalisation d'un PPRN sur cette commune à permis d'identifier des aléas inondations fort pour la crue centennale dans la partie basse, impactant ainsi largement une zone d'habitat ancien datant majoritairement du XVIIIème et du XIXème siècle. Par ailleurs, la présence en zone inondable de l'entreprise LP3 Conservation, spécialisée dans la restauration d'œuvre d'art doit être noté. Il n'existe en effet que peu de sites comparables à l'échelle européenne.

### 4.2.4. Inondations par rupture d'ouvrage de retenue

L'unité Seine amont est concernée par la présence de 13 ouvrages importants (8 ouvrages de classe A et 5 classes B : Figure 61) avec en particulier trois barrages en révision spéciale : Pont et Massène, Pannecière et le canal d'amenée Seine. Jusqu'à l'échéance prévisionnelle des travaux de confortement (2012 pour Pannecière, 2014 pour le canal d'amené à la Seine et 2017 pour Pont et Massène), le fonctionnement de ces ouvrages sera fortement perturbé. Une présentation rapide des caractéristiques des ouvrages présents sur l'unité Seine amont est fournie en annexe. Les ouvrages gérés par l'IIBRBS font l'objet d'une présentation plus précise en Annexe **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

A l'exception des barrages de l'IIBRBS ainsi que dans une moindre mesure le barrage des Settons, les ouvrages n'ont pas pour destination première le stockage de volumes de crues et n'ont donc a priori pas vocation à modifier les écoulements. Par ailleurs, les barrages écrêteurs de crues sont, par construction, transparents pour les évènements majeurs qui dépassent leurs objectifs de prévention. Les impacts potentiels des ouvrages en temps de crue restent donc principalement les conséquences dommageables liées à leurs ruptures potentielles.
A l'heure actuelle, les échéances pour la réalisation des études de dangers par les maîtres d'ouvrages des barrages les plus importants ne sont pas atteintes et les informations relatives à la caractérisation des impacts potentiels des ruptures restent donc parcellaires. En première approche, Auxerre et Sens pourraient être impactées par une rupture sur la chaîne de la Cure (Chaumeçon et Crescent) ou encore par une rupture des barrages de Grosbois I et II. L' agglomération de Sens serait, par ailleurs, concernée par l'onde de rupture du barrage de Pont et Massène. L'ensemble du linéaire des cours d'eau à l'aval des barrages cités ci dessus sont concernés. De nombreuses communes sont donc potentiellement impactés par des ruptures d'ouvrages. On peut citer Semur-en-Auxois, à l'aval direct de Pont et Massène, ou Montbard à l'aval des barrages de Grosbois.

Les lacs réservoirs de Pannecière, de l'Aube et de la Seine et les ouvrages qui les constituent (Tableau 6) peuvent être considérés comme les ouvrages principaux sur le secteur, de part leur importance et leur rôle dans le dispositif de protection de Paris contre les inondations de la Seine.

**Tableau 6 *Seine Amont* - Barrages constitutifs des aménagements IIBRBS**

| **Lac Seine** | |
|---|---|
| *Désignation de l'ouvrage* | *classe* |
| Barrage de la Morge | A |
| Canal d'amenée | B |
| Barrage de Chavaudon | C |
| Barrage de Geraudot | D |
| Barrage de Mesnil Saint-Pierre | D |
| **Lac Aube** | |
| Désignation de l'ouvrage | classe |
| Barrage de Brevonnes | A |
| Barrage de Radonvillers | B |
| **Lac Pannecière** | |
| Barrage de Pannecière | A |

Une rupture qui surviendrait sur ces barrages aurait des conséquences dommageable importantes. En effet, une rupture du lac réservoir Seine atteindrait rapidement l'agglomération troyenne. Dans le secteur de la confluence Seine/Aube, la ville de Romilly sur Seine serait également largement impactée. Les effets des ondes de ruptures seraient notables jusqu'à la confluence avec l'Yonne. En ce qui concerne le barrage de Pannecière, une rupture impacterait rapidement Clamecy à l'aval de l'ouvrage puis l'ensemble des communes de l'Yonne jusqu'à Auxerre et Sens. Les cartographies de ces ondes de ruptures sont présentées en annexe (carte 12).

En ce qui concerne les digues de protection, il n'existe que peu d'ouvrages importants dans l'unité Seine. Seuls les ouvrages de l'agglomération Troyennes, majoritairement de classe B, doivent être considérées. Depuis 1955, de nombreux travaux ont été effectués au niveau de l'agglomération Troyenne afin de diminuer ces risques. Toutefois, d'autres éléments tels que l'urbanisation, l'imperméabilisation des sols, le drainage, le défrichement risquent de limiter la portée des efforts effectués et de conduire à une autre forme d'inondation, notamment par gonflement rapide des cours d'eau. Les digues de l'agglomération troyenne présente une longueur d'environ 18 km. Environ 60% du linéaire de ces digues est détérioré (niveau de sûreté préoccupant). Les pouvoirs publics ont décidé d'engager un vaste programme de réhabilitation de ces digues.

### 4.2.5. Autres types d’inondation

Les coulées boueuses, souvent assimilées à des inondations par la similitude des dégâts occasionnés ne sont cependant pas générées par les mêmes processus. Ce phénomène est issu du ruissellement de volumes d'eau importants, notamment suite à des orages, sur des surfaces pentues et facilement érodables. Ces écoulements, chargés de particules solides, sont concentrés au fur et à mesure de leur transfert gravitaire dans les ruisseaux, les fossés et les thalwegs.
L'intensité des coulées de boue résulte en particulier de la concomitance de deux facteurs, la présence de coteaux pentus permettant le transfert de l'eau à des vitesses suffisantes pour déplacer des quantités importantes de matériaux solides et la capacité des sols à infiltrer ces écoulements et à résister à l'érosion. Ce dernier point est directement corrélé à la présence d'un couvert végétal développé. En effet, dans un bassin versant, la part d’eau pouvant s’infiltrer dans le sol est d’autant plus grande que les sols sont poreux et non saturés. Le couvert végétal développe cette porosité et protège les sols contre l’effet « croûte de battance » le rendant quasiment imperméable. Par ailleurs, de part son système racinaire dense, le couvert végétal est un frein à l’arrachement des particules de terre par le ruissellement.
L'aléa coulée boueuse est donc intrinsèquement lié à la possibilité de générer du ruissellement (pentes fortes), de l'érosion (pratiques culturales) et au fait que celui-ci soit transféré rapidement et sans diminuer vers l’aval (absence d’obstacles, réseau de routes et de fossés).
Quand bien même des ruissellements et des coulées de boues sont constatées, il n'y a pas de risque à proprement parler sans la présence d’une cible située à l’exutoire du réseau de transfert. Les risques associés aux coulées de boue sont de trois types :

1. l’inondation des zones urbanisées à l'exutoire des bassins versants : Ce risque est particulièrement préoccupant puisque les vitesses d'écoulement en jeu sont élevées et que les temps de concentration des bassins versants élémentaires faibles. Qui plus est les coulées de boues, n'ont pas tout à fait les mêmes caractéristiques hydrauliques que les eaux claires, notamment dans les secteurs à forte pente ou les hauteurs d'eau sont supérieures aux hauteurs attendues pour des écoulements propres toutes hypothèses identiques par ailleurs. En premier lieu ces coulées de boue sont susceptibles de faire des dégâts importants aux structures bâties et aux infrastructures de transports. D'autre part, les pentes s'amenuisant à l'exutoire des bassins versants, les particules les plus grossières sont rapidement déposées provoquant des dépôts de boues et de fines comblant les fossés et les réseaux et impliquant un important effort de nettoyage pour permettre un retour à la normale.

2. la dégradation des surfaces ruisselées : l'érosion des sols induit un manque à gagner sensible aux exploitants des surfaces agricoles supportant les ruissellements. Ces événements font souvent suite à des orages violents, plus fréquents au printemps et l'été ou les cultures sont encore en croissance. D'autre part l'érosion tends à appauvrir les sols sur le long terme.

3. un transfert de pollution potentiel : les coulées de boues sont susceptibles de transférer des substances polluantes notamment si les parcelles ruisselées ont fait l'objet de traitement chimique et de fertilisation.

Les risques liés au ruissellement et aux coulées de boue sont particuliers au regard de leur cinétique plutôt forte en comparaison des crues lentes de fleuves majoritairement relevés par

ailleurs et des dégâts importants potentiellement causés aux enjeux humains, matériels et agricoles.

#### 4.2.5.1.Cas particulier du secteur du Chablisien

Le secteur du Chablisien est situé dans le département de l'Yonne à l'ouest de l'agglomération d'Auxerre autour de la commune centre de Chablis. Le secteur est traversé par le Serein qui s'écoule dans la direction Sud Nord depuis le Morvan jusqu'à sa confluence avec l'Yonne sur la commune de Bonnard. Le Chablisien fait partie d'un vaste ensemble de plateaux divisés en quelques grands blocs par les profondes vallées des rivières venues du Morvan (Yonne, Serein) ou de l'Auxois (Armançon). Celles-ci suivent toutes une direction sensiblement SSE-NNW en empruntant d'étroites vallées sinueuses qui se sont enfoncées sur place au quaternaire. Les plateaux ainsi délimités s'étendent avec la même pente douce vers le nord-ouest, parallèlement au pendage des couches. Mais ces surfaces ont été profondément disséquées par un grand nombre de vallons qui descendent perpendiculairement aux vallées principales auxquelles ils aboutissent. Ces vallons, en remodelant l'aspect général simple de la région, sont responsables de la morphologie de détail actuel et de la répartition des divers types de sols. Les altitudes extrêmes pour les collines du Chablisien sont de 321 m en rive gauche et de 324 m en rive droite quand le niveau moyen de la vallée du Serein s'établit entre 140 m et 120 m. L'ensemble s'inscrit donc dans un contexte de topographie prononcée avec des coteaux fortement pentus (pentes de 30 à 50%).

Le territoire massif a été soumis à de violents orages (1988, 1993, 1994, avril 1998 et juillet 2005) ayant occasionné des inondations et des coulées de boues importantes et des orages centennaux (mars 2001 et avril 1998). On a ainsi enregistré 124 mm en 24 heures au poste de Météo-France de Chablis.

Le Chablisien est un terroir viticole important qui regroupe 4 appellations : le Chablis grand cru sur 100 hectares, le Chablis premier cru sur 750 ha, le Chablis sur 4 400 ha, le petit Chablis sur 1 550 hectares pour une production totale annuelle de l'ordre de 220 000 à 240 000 hectolitres selon les années.

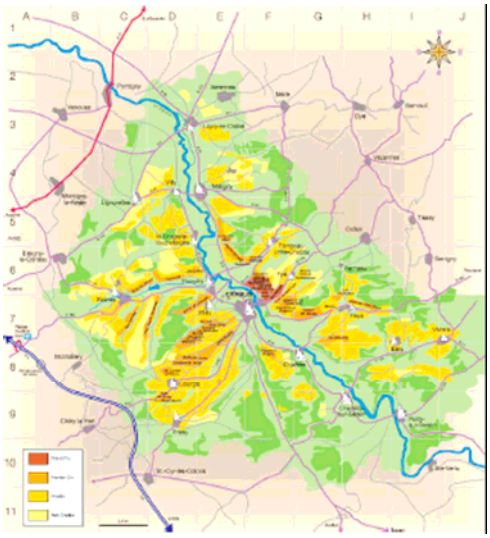


**Figure 62 *Seine Amont* - Carte des appellations du Chablisien**

L'importance économique du vignoble est difficile à mesurer précisément, mais avec 330 exploitations viticoles, et donc au moins autant de foyers concernés, c'est plus de 20% de la population locale qui est directement concerné par la viticulture. Le chiffre d'affaire par hectare de vigne se situait aux alentours de 23 000 €/ha en 1998. L'évolution globale des surfaces plantées sur l'ensemble du vignoble est assez spectaculaire. En 1966 la surface plantée en vigne était d'environ 725 Ha, et en 1998 elle oscille aux alentours de 4 000 Ha. L'évolution du vignoble depuis les années 60 (augmentation de la surface plantée de 650 %) a engendré la diminution des zones tampons naturelles et de la capacité des sols à infiltrer les eaux.111 autorisations de défrichement ont été délivrées depuis 2000 représentant 49,32 ha pour 15 des 19 communes du Chablisien.

Le secteur rassemble donc l'ensemble des éléments favorables à l'apparition de ruissellement et de coulées de boues : des pentes fortes, des surfaces laissées à nu dans les parcelles viticoles et des enjeux humains et agricoles forts. On note en effet que 24 arrêtés de catastrophe naturelle ont été pris sur les 19 communes du secteur suite à des ruissellements et coulées de boues.

L'EAIPce ne prenant pas en compte les zones potentiellement inondables par des ruissellements diffus, les indicateurs de risques sont globalement sous-estimé sur ce secteur, qui sans atteindre le niveaux des indicateurs présentés au droit des agglomérations, présente sans aucun doute un contexte de risque particulier qui doit être considéré.

Le secteur de production de Champagne dans le département de l'Aube est potentiellement concerné par la même typologie de risque. Les éléments de connaissances de ces aléas sont cependant moins fournis et ne permettent pas d'aborder cette thématique.

## 4.3. Bibliographie

Mémento de la statistique agricole Bourgogne – AGRESTE Bourgogne – 2010

Mémento de la statistique agricole Champagne Ardenne – AGRESTE Champagne Ardenne – 2010

8 Aires urbaines en Bourgogne – INSEE Bourgogne – 2002

Dossier N°54 - Regards sur les quartiers des grandes villes de la Nièvre et de l'Yonne – INSEE Bourgogne – 2009

Note de présentation PPRN du Chablisien – DDT89 – 2010

Accessibilité aux équipements dans les bassins de vie de Bourgogne – Rapport d'étude – INSEE/SGAR 2006

# 5. Unité de présentation Côtiers Normands

## 5.1. Evènements marquants d'inondation

### 5.1.1. Principaux évènements marquants d'inondation détaillés

***Principaux nœuds hydrographiques d'intérêts sur l'unité de présentation « Côtiers Normands»***

**Tableau 7 : Cours d'eau et nœuds hydrographiques d'intérêt sur l'UP Côtiers Normands**

| Secteur | Cours d'eau | Nœuds hydrographiques d'intérêts |
|---|---|---|
| Orne | Orne/Thouane | Caen |
| Touques | Touques/Orbiquet | Lisieux/Pont-l'Evêque/Trouville-sur-Mer |
| Vire et Manche | Vire | St-Lô |
| | Divette | Cherbourg-Octeville |
| | Aure | Bayeux |
| | Thar/Le Boscq | Granville |

**Choix des événements historiques de référence**

**Tableau 8** ***: Evénements de référence sur l'UP Côtiers Normands***

| Régime hydro-climatique | Type de submersion | Evénement | Date |
|---|---|---|---|
| Orage d'été | Débordement de cours d'eau et ruissellement | Orage du 7 juillet 1875 dans la région de Lisieux | 7 juillet 1875 |
| Régime océanique | Débordement de cours d'eau | Inondation de décembre 1925 et janvier 1926 de la région de Basse-Normandie | Décembre 1925-janvier1926 |
| Régime océanique | Submersions marines | Tempêtes de février 1990 sur le département de la Manche | 26-27-28 février 1990 |
| Régime océanique | Débordement de cours d'eau et remontée de nappe | Remontées de nappe de mars-avril 2001 et inondations de la Basse-Normandie | Mars-avril 2001 |
| Orage d'été | Débordement de cours d'eau et ruissellement | Episodes orageux du 1er juin 2003 dans la basse vallée de la Touques | 1er juin 2003 |
| Régime océanique | Débordement de cours d'eau | Inondations de Cherbourg-Octeville le 5 décembre 2010 | 5 décembre 2010 |

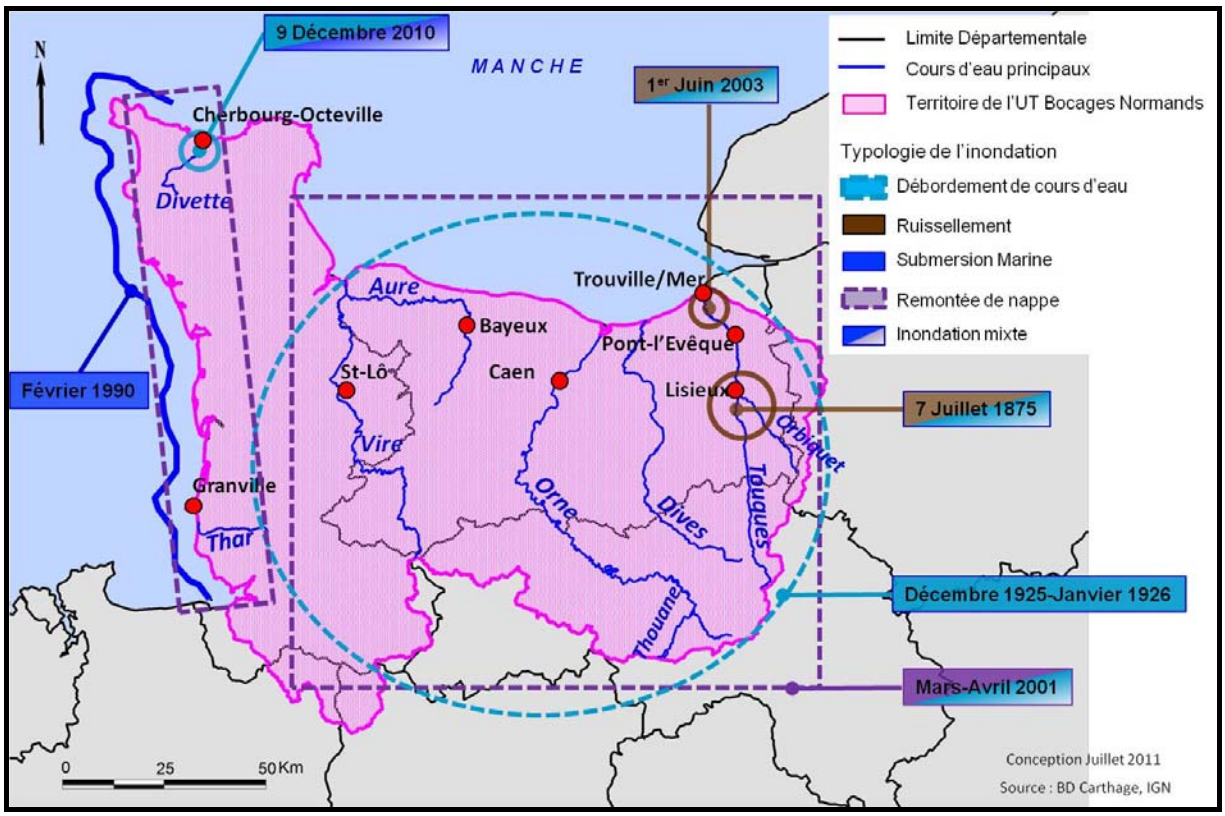



**Figure 63** ***: Côtiers Normands - Localisation des évènements retenus pour l'UP Côtiers Normands***

## Orage du 7 juillet 1875

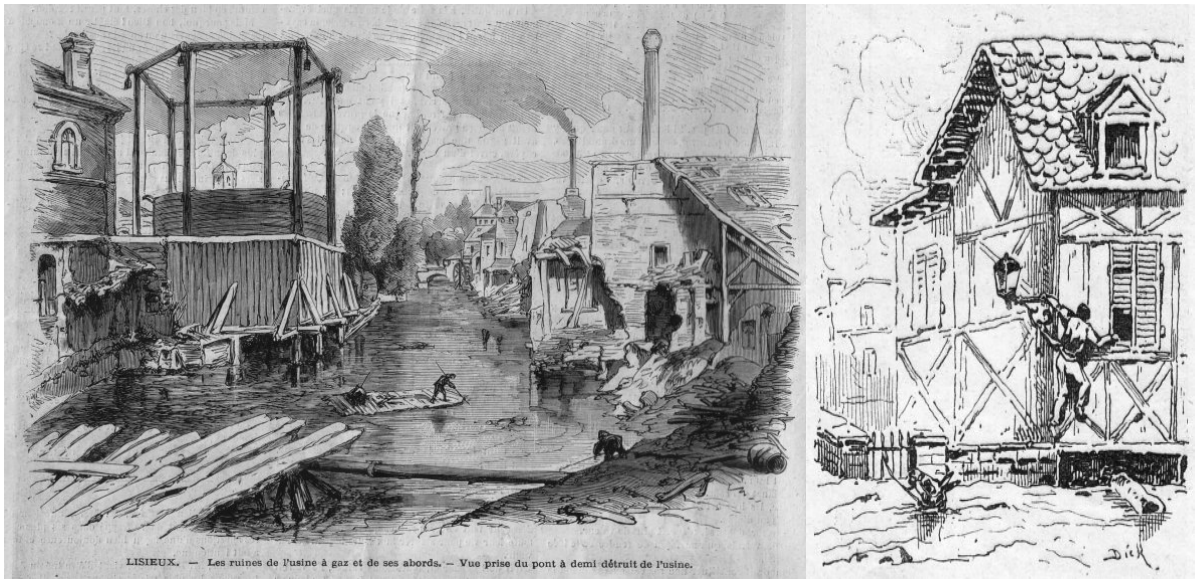



**Figure 64 :** ***Côtiers Normands*** **- Orage du 7 juillet 1875 : vue générale de Lisieux pendant l'inondation/ Personne échappant à la crue soudaine (Source : Le Monde illustré, journal hebdomadaire 19e année, n°953, 17 juillet 1875)**

Un très violent orage s'abat sur le bassin de la Courtonne, sous-affluent de la Touques, le 7 juillet 1875. Des crues considérables, aux dégâts énormes, sont dues à de très fortes intensités instantanées sur le plateau d'Auge, aux confins du département de l'Eure, autour de Thiberville (qui est inondée) et jusqu'à Orbec. La crue est étroitement limitée aux affluents de rive droite de la Touques. Les pluies violentes se produisent de 13 h 30 à 15 h, avec une accalmie de 15 h à 16 h, puis une reprise

plus violente de 16 h à 19 h. La hauteur totale des précipitations est de 106 mm. Les meules de foin, entraînées, obstruent les ponts et les aqueducs, et ces ouvrages sont emportés. Ce phénomène de débâcle semble s'être produit en plusieurs points. *« Un ingénieur rapporte le fait qu'un mur établi en travers de la partie haute de la vallée était percé d'une ouverture de 1.20 m sur 0.8 m pour le passage des eaux ; un bouchon de foin arrêtant celles-ci, le niveau s'éleva à deux mètres en amont du mur et un véritable torrent se précipita bientôt par une brèche de 50 m de largeur. Il fondit sur le village de St-Paul-de-Courtonne et y produisit les plus grands désastres. »* [22]

Le second point éprouvé est le petit village de Glos, situé à cinq kilomètres de Lisieux, sur la route d'Orbec. Le pont est littéralement déraciné et abaissé dans la rivière. Une maison en briques s'est en partie écroulée. En un instant l'eau atteint une hauteur de deux mètres enlevant des hangars les nombreuses marchandises qui couvrent les quais de débarquement. Quatre habitants se sont noyés. L'arrivée des eaux dans la Touque, à Lisieux, a lieu à 20 h 30. Le lit de cette rivière est tellement encombré par les bois et les foins que l'eau s'écoule par une large rue, et ensuite par le boulevard des bains et la rue St-Dominique. *« Plusieurs maisons sont submergées sur presque toute la hauteur du rez-de-chaussée. Sept personnes périssent. La crue survient pendant le sommeil de certaines personnes et surprend tout le monde : les employés de service se sont échappés à grande peine au moyen de cordes qu'on leur jeta, du haut de la terrasse de la gare des voyageurs ; l'un d'eux même est obligé de se réfugier sur le haut d'un wagon, où il resta jusqu'à deux heures du matin. ».* Dans tous les quartiers bas, l'eau s'élève à une hauteur variable entre un et trois mètres, c'est-à-dire que le rez-de-chaussée des maisons a été plus ou moins submergé[23]. La moitié de la ville est sous l'eau.

| **Particularité hydro-météo (genèse, intensité)** | **Zones inondées** | **Impacts** |
|---|---|---|
| Orage d'été déversant 106 mm en 4 h 30 | 480 hectares inondés dans la région de Lisieux | Au moins sept morts à Lisieux, ponts emportés, nombreuses habitations inondées |

## Inondations de décembre 1925-janvier 1926 en Basse-Normandie

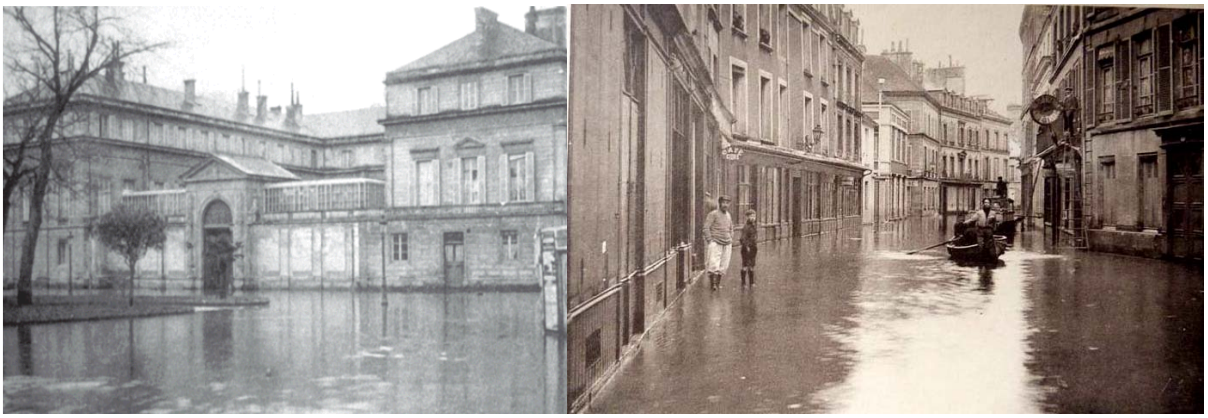


**Figure 65 : *Côtiers Normands* - Inondations de décembre 1925 – janvier 1926 : la préfecture à Caen en 1926 (DR) /rue des Jacobins à Caen (Source : carte postale amateur)**

En 1910, les crues constituaient un avertissement pour les autorités, mais ce fut sans résultat. La crue de 1926 est plus catastrophique. Alors que la crue de 1910 au droit de Caen était trentennale, celle de 1926 est une crue centennale. La réaction hydrologique a été moins significative sur l'Orne

[22] Hydraulique fluviale par Me-Ct Lechalas, 1884 (Gallica)

[23] Le Monde illustré, journal heddomadaire 19e année, n°953, 17 juillet 1875

amont. La crue du 31 décembre est provoquée par les pluies : à savoir 40 mm dans la nuit du 29 au 30 décembre 1925, 25 mm dans la matinée du 30 particulièrement vers 10 heures. Cette avalanche d'eau, tombée en 30 heures, représente la quantité d'un mois d'hiver. La station pluviométrique de Brémoy a enregistré du 26 au 31 décembre une hauteur d'eau tombée de 145 mm alors que du 20 au 23 décembre, 70 mm sont relevés. Les inondations touchent le Calvados en général et la ville de Caen en particulier. A Caen, les hauteurs d'eau atteignent une cote de 10.55 m. Les coefficients de marée sont compris entre 77 et 80 durant l'événement, limitant les possibilités d'évacuation à l'aval.

L'Orne, au droit de Thury-Harcourt, atteint une cote de 3.15 m le 29 décembre. L'eau est montée de 80 cm en 24 h pour atteindre 3.95 m le 30 décembre. L'Orne inonde 100 m en dehors de son lit. Une montée aussi brusque ne présente pas de précédent connu et est considérée comme inaccoutumée. La crue de 1925-26 a eu un débit de plus de 20% supérieur à celui de la plus grande crue connue et elle s'est produit avec une soudaineté exceptionnelle. Les sinistrés n'ont pas été averti de la crue et l'eau est montée avec une telle rapidité qu'il leur fut impossible de sauver leurs biens. Les dégâts sont ainsi importants.

En parallèle des pluies exceptionnelles, l'inondation peut être expliquée par l'étranglement du lit de l'Orne à la traversée de Caen. Au début du XIX$^{ième}$ siècle l'Orne traversait la ville par deux bras encadrant la caserne. Vers 1830, le bras du côté de la ville fut comblé sans être remplacé. Il s'ensuit que pendant les grandes crues l'Orne ne pouvant s'écouler dans le seul bras qui lui est laissé, gonfle en amont de la ville et submerge les quartiers bas pour s'écouler dans le bassin du Port par le quai Vendeuvre et dans son lit aval par le quai de Juillet.

| **Particularité hydro-météo (genèse, intensité)** | **Zones inondées** | **Impacts** |
|---|---|---|
| Pluies abondantes (quantité d'eau d'un mois d'hiver tombé en deux jours). Crue centennale à Caen | Calvados, villes de, Fleury-sur-Orne, Louvigny, Caen, Mondeville, Ouistreham, Condé-sur-Noireau | Nombreux quartiers inondés. Dégâts matériels conséquents à Caen. |

## Tempêtes et submersions de février 1990 sur le département de la Manche

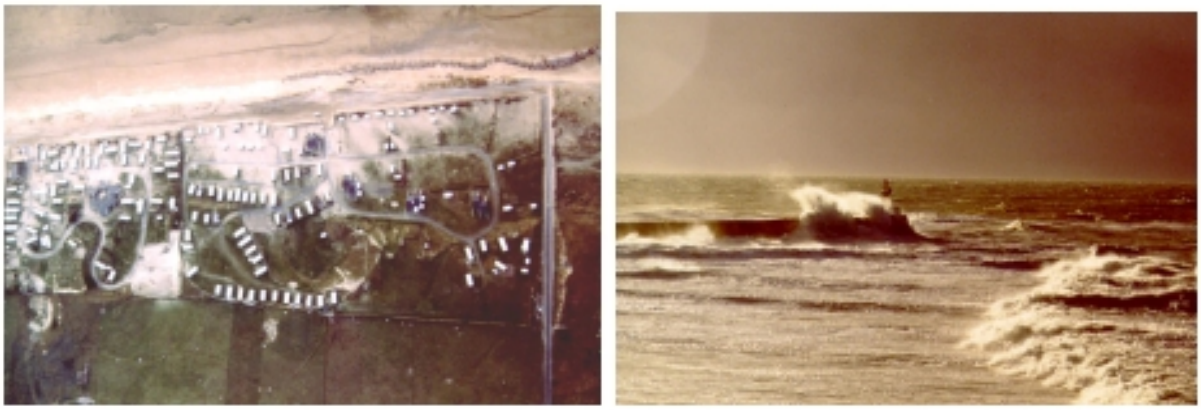


**Figure 66 : *Côtiers Normands* Tempêtes et submersions de février 1990 : le littoral nord de Gouville-sur-Mer : recul du trait de côte malgré la présence de sacs en géotextile protégeant le haut estran / vagues de tempête à Barneville-Carteret (Sources : CG Manche)**

En 1990, de la mi-janvier à la fin du mois de février, le littoral du département de la Manche a subi de nombreuses tempêtes. Au cours de cette période, quatorze dépressions atmosphériques ont traversé le nord-ouest de la France. La série de perturbations s'est achevée entre le 26 et le 28 février par une dépression très creusée venue d'Irlande conjuguant des marées de coefficient 102 à 108, des basses pressions atmosphériques et des vents de mer particulièrement violents (vents à

151 km/h, de secteurs W – S-SW, agissant sur la vitesse, la durée et la direction des courants marins ; durée qui a été ici très importante sur plusieurs jours consécutifs). Au niveau des eaux marines exceptionnellement élevées s'est surimposée l'action d'une houle déferlante, qui a provoqué des dégâts considérables. Ces facteurs ont entraîné une surcote de 65, voire 90 centimètres[24]. Le littoral bas-normands a subi ainsi des inondations.

De très fortes rafales lors de la tempête du 3 février 1990 sont enregistrées à Granville, dans le département de la Manche à 170 km/h (valeur la plus élevée en France). De la même manière que sur la côte d'Albâtre, les premières tempêtes ont fragilisé le littoral favorisant les phénomènes de submersion lors des tempêtes suivantes. La dernière tempête, due à une forte dépression atmosphérique, sévit pendant quatre jours sur les côtes de la Manche et de la mer du Nord. Du 26 au 28 février, de très basses pressions ont été relevées, ce qui a provoqué une élévation du niveau marin. Les vents d'ouest, les marées de vives eaux, la propension aux surcotes sont des phénomènes naturels et courants, mais c'est leur concomitance et leur ampleur qui ont rendu ce phénomène exceptionnel.

| **Particularité hydro-météo (genèse, intensité)** | **Zones inondées** | **Impacts** |
|---|---|---|
| Succession de tempêtes hivernales ayant entraîné des submersions. Coefficent de marée : 108. Pointe de vent jusqu'à 140 km/h de SW. Niveau marin max observé= 7,85m. Surcote = 1m05. | Côte ouest de la Manche | Dégradation du sentier littoral sur la côte granvillaise. Dune emportée sur une longueur de 400 m à Coutainville. Recul de la dune de 3m à Jullouville. Inondations de bourgs et terrains agricoles, maisons détruites .Toitures et réseaux téléphoniques endommagés .Dégradations des structures ostréicoles. |

## Les remontées de nappes de mars-avril 2001 et inondations de Basse-Normandie

La Basse-Normandie est particulièrement exposée aux risques de remontées de nappe (Figure 23). Le tiers du département du Calvados est ainsi soumis à cet aléa.

Le secteur connaît un temps excessivement humide durant l'automne et l'hiver 2000, qui s'est poursuivi en mars et avril 2001 avec des cumuls pluviométriques supérieurs à la moyenne climatologique. Du 1ier octobre 2000 au 1ier mai 2001, on relève à la station de Caen-Carpiquet :
- 770 mm de pluie contre 440 en moyenne (1.7 fois la moyenne climatologique). Il s'agit du plus fort cumul jamais enregistré sur cette période depuis 1944, date de mise en service de la station. La pluviométrie annuelle est en moyenne de 710 mm pour cette station ;
- 183 jours de pluie sur 212 (environ 9 jours sur 10).

Dans l'arrière-pays d'Etretat, la pluviométrie, de l'ordre de 1 000 à 1 200 mm, peut même être comparée à la moyenne annuelle. Un excédent supérieur à 50% de la moyenne climatologique affecte les régions côtières de Basse-Normandie. Les sols, constamment saturés depuis le mois d'octobre, sont sujet à un ruissellement important dès que les averses s'intensifient, entraînant crues et débordements fréquents de cours d'eau en Normandie.

[24] (Regrain in Flament et al., 1992 ; Lefèvre, 1999)

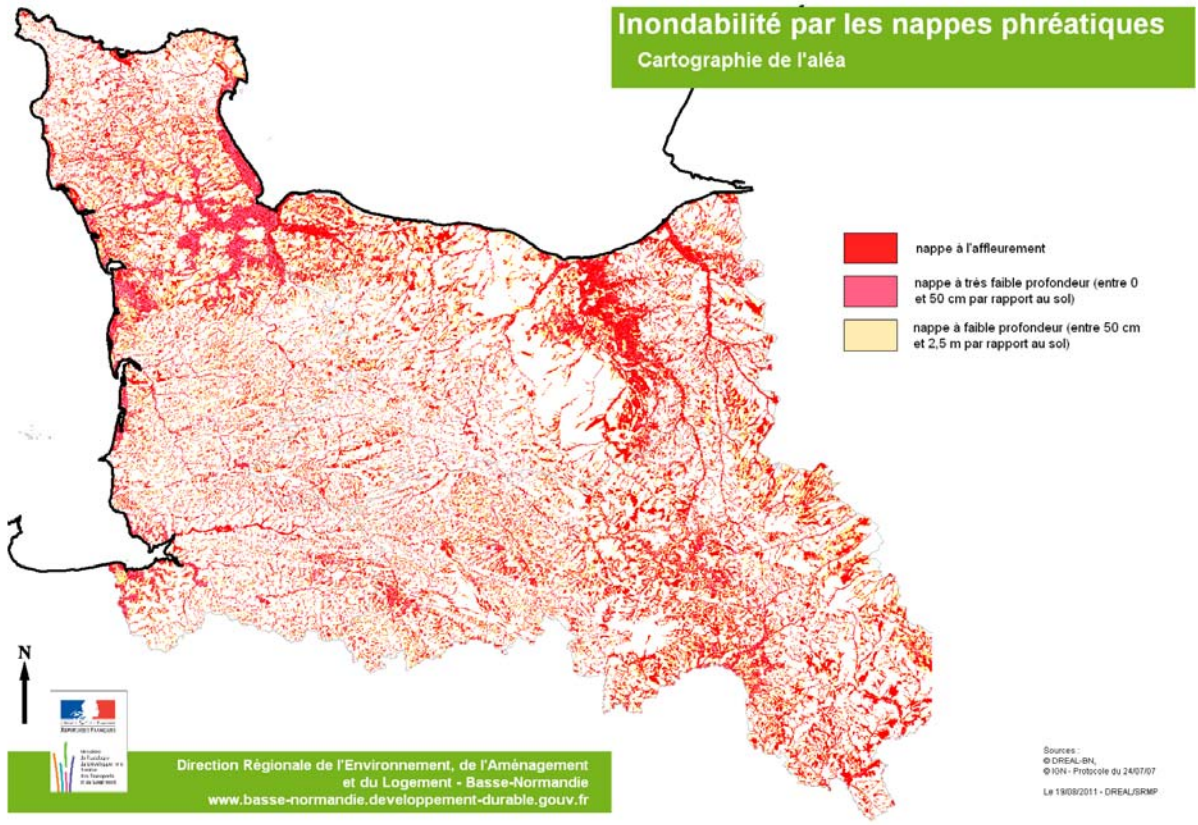



**Figure 23 : *Côtiers Normands* - Zones affectées par un risque important de remontées de nappe en Basse-Normandie (DREAL BN)**

Dans la plaine de Caen, la nappe du Calcaire du Jurassique a ainsi atteint des records. A Saint-Contest, le niveau de la nappe est monté de plus de 12 m depuis octobre 2000, soit plus de quatre mètres au-dessus de son niveau record de 1982. Avec les fortes pluies de mars, au moment de l'année où la nappe est la plus haute, les niveaux des aquifères sont brutalement remontés, ce qui a engendré des débordements dans la plaine de Caen. En effet, les inondations de 2000-2001 sont caractérisées par le cumul des effets des inondations superficielles et profondes qui ont engendré des conséquences catastrophiques.

Les crues se succèdent tout au long de l'automne et de l'hiver 2000 jusqu'en avril 2001 au rythme de perturbations généralement très actives. Les inondations qui en ont résulté entraînent de nombreux sinistres, notamment lors des deux pics paroxysmaux de novembre 2000 et de janvier 2001. En novembre, toute la région est affectée par une vague de crues déclenchées par des épisodes pluvieux intenses. Certaines rivières subissent des pointes de crue rares, de fréquence décennale à probablement centennale, qui occasionnent des inondations en particulier dans le sud-ouest de la Manche. Début janvier, ce sont les bassins de l'Orne et de la Dives qui sont affectés par des crues exceptionnelles, décennales à cinquantennales. Ainsi Louvigny est inondé pour la quatrième fois de l'hiver et ce pendant six jours. A la mi janvier, le Nord-Cotentin subit sa troisième grande crue de l'hiver aggravée par la grande marée.

**Figure 67: *Côtiers Normands* - Inondations en Basse-Normandie en mars-avril 2001 : à Pont-l'Evêque (Calvados) (DDE 14) / à Bayeux (photo amateur)**

Les rivières s'étalent dans les points bas, les marais de la Dives et du col du Cotentin ne désemplissent plus. De multiples communes de la Manche et du Calvados sinistrées par des remontées de nappes durables ont fait des demandes de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle. D'importantes zones dans la plaine de Caen, globalement entre Falaise et la mer, sont inondées : des hectares de champs, des fonds de vallons secs et humides, de nombreuses caves, le périphérique sud de Caen dans le secteur d'Ifs a été fermé entre mars et mai 2001.

En conséquence de la très forte pluviométrie et de la remontée des nappes d'eau souterraine, des mouvements de terrain se sont déclenchés un peu partout en Basse-Normandie. Ces mouvements ont fait une victime dans le Bessin.

Des dommages extrêmes importants (plusieurs dizaines de millions d'euros) ont concerné les biens, les infrastructures et les exploitations agricoles. On note les coûts suivants :

- 270 000€ pour la fermeture périphérique Sud de Caen (hors coût agents), dont 145 000€ de pompage, 61 000€ de panneaux de signalisation et 38 000€ d'étude ;
- 585 090€ de travaux pour la remise en état des voiries et réseau du centre-ville de Saint-Sylvain (commune de 1213 habitants dans le Calvados), et 27 000€ de dommage par sinistre ;
- environ 40 000€ par exploitation agricole, à partir de l'échantillonnage de 63 exploitants de touchés dans la Manche à Créances (2184 habitants) et Saint-Germain-sur-Ay (903 habitants).

| **Particularité hydro-météo (genèse, intensité)** | **Zones inondées** | **Impacts** |
|---|---|---|
| La pluviométrie moyenne annuelle est tombée en six mois à Caen (770 mm) | Basse-Normandie (plaine de Caen et marais arrière-littoraux) | Une victime indirecte, secteurs inondés pendant plusieurs semaines. Nombreux bâtiments inondés, périphérique de Caen fermé |

## Episodes orageux du 1er juin 2003 dans la basse vallée de la Touques

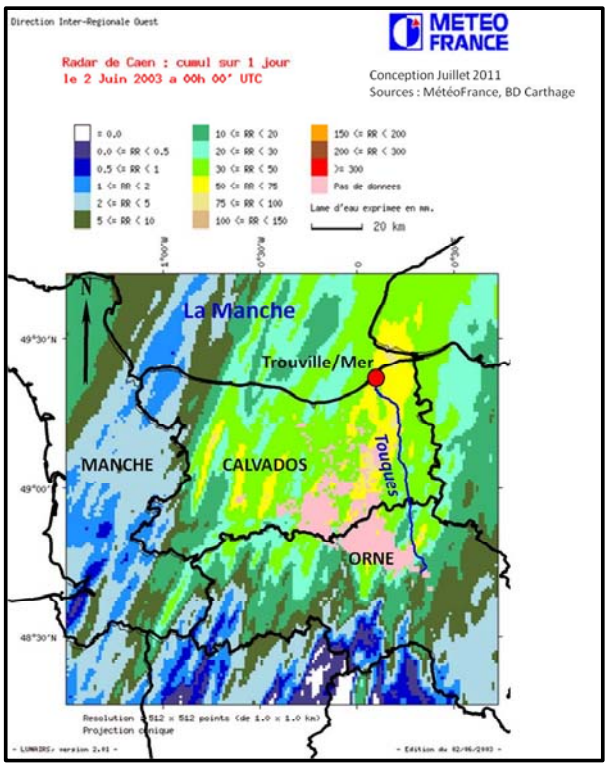



**Figure 68: *Côtiers Normands* - Précipitations lors de l'épisode du 1/06/2003 (Source MétéoFrance, édité le 2 juin 2003)**

Les orages éclatent en deux vagues successives, l'une en tout début de matinée, l'autre en cours d'après-midi. Deauville et l'ensemble du Pays d'Auge sont les plus touchés mais des orages violents atteignent également la région du Bessin située à l'ouest de Caen. Quatre crues rapides sont observées le 1$^{ier}$ juin 2003 dans des bassins versants situés en rive droite de la basse vallée de la Touques. La station de Deauville relève un cumul de 129.7 mm sur une durée glissantes de 15 h, avec un premier épisode le matin, totalisant 37.4 mm entre 6 et 9 h, et un second l'après midi, avec 78.9 mm entre 16 et 17 h. L'image lame d'eau du radar de Caen rend compte de la zone ayant reçu de fortes précipitations (Figure 25).

C'est à la suite du second épisode pluvieux que plusieurs crues apparaissent sur les communes de Touques et Trouville. Les ruissellements sur les versants donnent rapidement naissance à des écoulements concentrés. Une vague d'un mètre de hauteur surgit à l'exutoire du petit bassin de Callenville, après la chute d'un mur vers 17 h. Près de 50 cm d'eaux turbides sont ensuite déversés sur la zone portuaire, y déposant une couche boueuse d'une dizaine de centimètres. Des canalisations obstruées par les dépôts de boue et par les flottants ont cédé sous la pression des eaux. De nombreux embâcles ont aussi été localisés sur les différents bassins versants touchés (Bernard, 2005). Des laisses de crue ont été retrouvées à 1.50 m de hauteur dans le centre de Touques, situé à l'exutoire du bassin versant des Ouis et à près d'un mètre dans certaines rues sur la commune de Trouville[25]. L'orage a, dans cette cité en cuvette, entraîné d'impressionnants dégâts à Trouville-sur-Mer. A l'entrée du pont des Belges, une vingtaine de voitures ont été soulevées, renversées par un torrent d'eau et de boue. Le quai coincé entre les hauteurs de la ville et la rivière de la Touques, a réceptionné en quelques minutes des milliers de mètres cubes d'eau.

[25] Extrait de la thèse de Johnny Douvinet de décembre 2008 sur les crues soudaines (Université de Caen)

*Figure*

**Figure 69 : *Côtiers Normands* - Orages du 1er juin 2003 : à Trouville-sur-Mer/ sur le quai Fernand-Moureaux (Source : Ouest-France)**

On déplore un enfant grièvement blessé, une victime indirecte suite à une crise cardiaque, une maison effondrée, des voitures emportées par le flot qui dévalait des hauteurs, des habitants à reloger, des foyers privés d'électricité, des bâtiments inondés. Les quais du port sont inondés et recouverts par environ un mètre d'eau à la suite de ces intempéries.

Les secours sont confrontés à une difficulté supplémentaire, le pont de l'Ascension étant l'un des plus chargés à Deauville-Trouville. En fin d'après-midi, les vacanciers commençaient à quitter la côte en créant d'importants bouchons.

| **Particularité hydro-météo (genèse, intensité)** | **Zones inondées** | **Impacts** |
|---|---|---|
| Orages d'été | Basse vallée de la Touques, Trouville-sur-Mer | 5.3 M€ pour les crues du 1er juin 2003 observées dans deux bassins d'une surface totale <10 km² (dont 5 M€ pour la seule commune de Trouville) |

## Inondations de Cherbourg-Octeville le 5 décembre 2010

**Figure 70 : *Côtiers Normands* - Inondations à Cherbourg le 5 décembre 2010, débordement de la Divette (Source : http://eurorare.blog.mongenie.com)**

La fonte des neiges mêlée aux précipitations et à la marée haute provoque des inondations dans le nord-Cotentin le 5 décembre 2010. Une centaine d'habitants de Cherbourg ont été évacués de leur domicile.

Ainsi près de 100 mm de précipitations sont recueillies sur le nord-Cotentin en raison des orages de neige qui se sont succédés, soit l'équivalent d'un mois de pluies en dix jours. Les orages de neige sont un phénomène exceptionnel pour la région du Nord-Cotentin. Sur Cherbourg, quatre jours d'orages ont été compté en une semaine : autant que pendant toute une période estivale. Ces chutes de neige fréquentes ont présenté deux aspects exceptionnels : d'une part, jamais depuis plus de 50 ans de fortes et fréquentes chutes de neige n'avaient été observées à une date aussi précoce dans l'hiver. D'autre part, les cumuls de neige recueillis sont exceptionnels statistiquement à cette époque de l'année. Dans les secteurs de Beaumont-Hague, on relevait 55 cm de neige et jusqu'à 60 cm au Theil (50).

La fonte de la neige s'est produite en 24 h et représentait l'équivalent d'au moins 60 mm de pluie. A quoi il faut ajouter la pluie réelle qui a accéléré cette fonte et qui est donnée à 37 mm sur Gonneville. On a donc un cumul d'au moins 100 mm, ce qui représente une valeur supérieure à la pluie centennale de 24 h. Résultat, la Divette et ses affluents, qui prennent leurs sources sur les hauteurs, ont connu des crues soudaines à l'origine de graves inondations dans le centre de Cherbourg envahissant de nombreuses rues situées près de la gare SNCF. A la conjonction de la fonte des neiges et des pluies, s'est ajouté un coefficient de marée 87 avec une pleine mer à 8 h 43. L'estimation de la récurrence de la crue de la Divette n'est pas influencée par la marée. Le relief joue un rôle majeur dans la rapidité de ces crues. En effet, avant d'arriver sur Cherbourg, la Divette se trouve dans une vallée encaissée (vallée de la Quimcampoix) qui canalise toutes les eaux de ruissellement des plateaux alentours, d'où la très forte crue.

La voie ferré Paris-Cherbourg a été inondée, les installations ont été fortement endommagées, et le trafic ferroviaire a été coupé pendant plusieurs jours. L'avenue de Paris, entrée Sud de Cherbourg, a été totalement submergée pendant plusieurs heures, de même qu'un quartier de la Glacerie. Soixante-dix maisons sont envahies par 1 à 1.50 mètres d'eau, une centaine de personnes sont évacuées. Environ 200 à 300 foyers ont été privés d'électricité dans le secteur de l'avenue de Paris. Les réseaux de téléphonie mobile sont également perturbés. Une école de quartier est fermée plusieurs jours.

| **Particularité hydro-météo (genèse, intensité)** | **Zones inondées** | **Impacts** |
|---|---|---|
| Fonte rapide d'une épaisse couche de neige + Pluies + Importante marée | Agglomération de Cherbourg-Octeville, vallée de la Divette L'ensemble de la zone d'aléa cartographiée par le PPRNi Divette a été inondée. | Voies SNCF inondées, centaine de personnes évacuées, nombreuses habitations submergées |

### 5.1.2. Crues historiques répertoriées

Un tableau des crues historiques est présenté en annexe en complément de ces éléments détaillés. Il initie la création d'une base nationale de données historiques des crues à venir qui aura vocation à perdurer et être complétée.

## 5.2. Les impacts potentiels des inondations futures

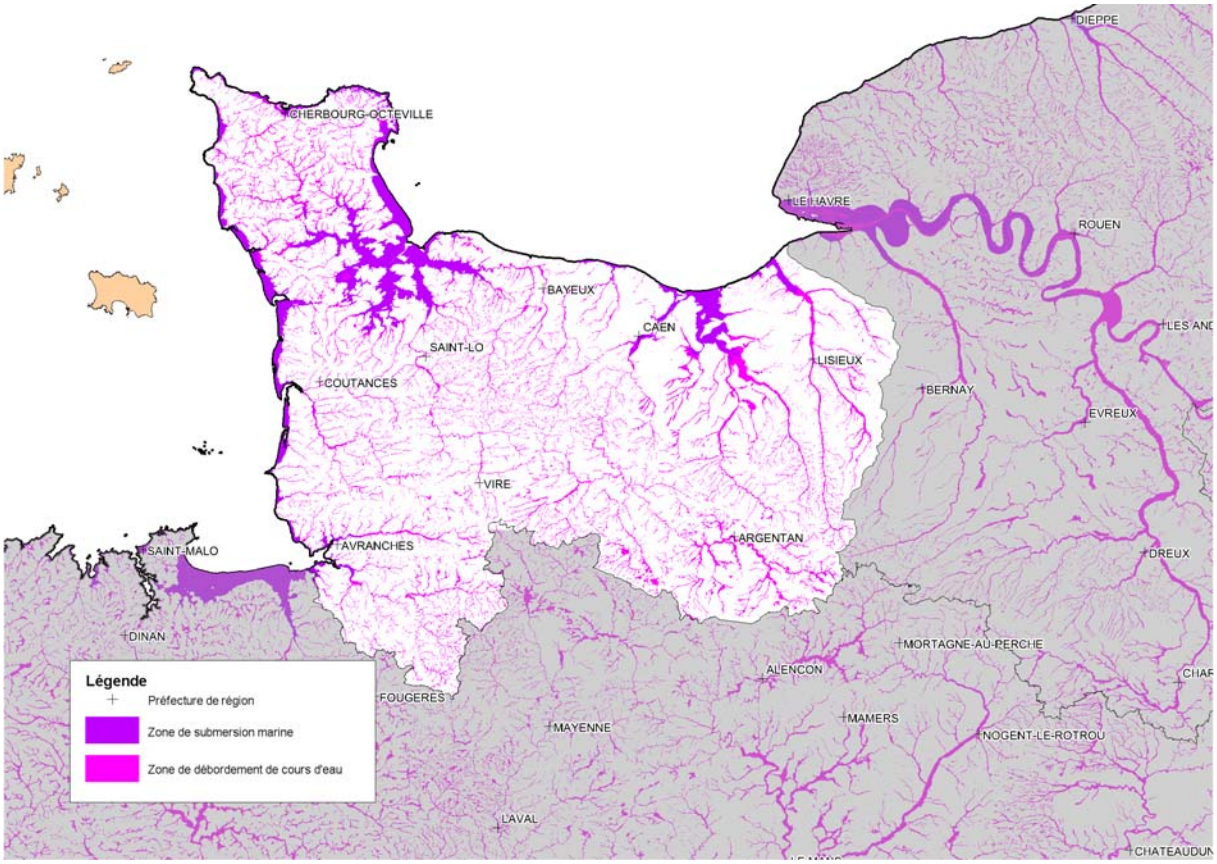



**Figure 71 *Côtiers Normands* - Carte de l'EAIP sm et de l'EAIPce à l'échelle de l'unité de présentation.**

### 5.2.1. Inondations par submersions marines

#### 5.2.1.1. Enveloppe approchée des inondations potentielles

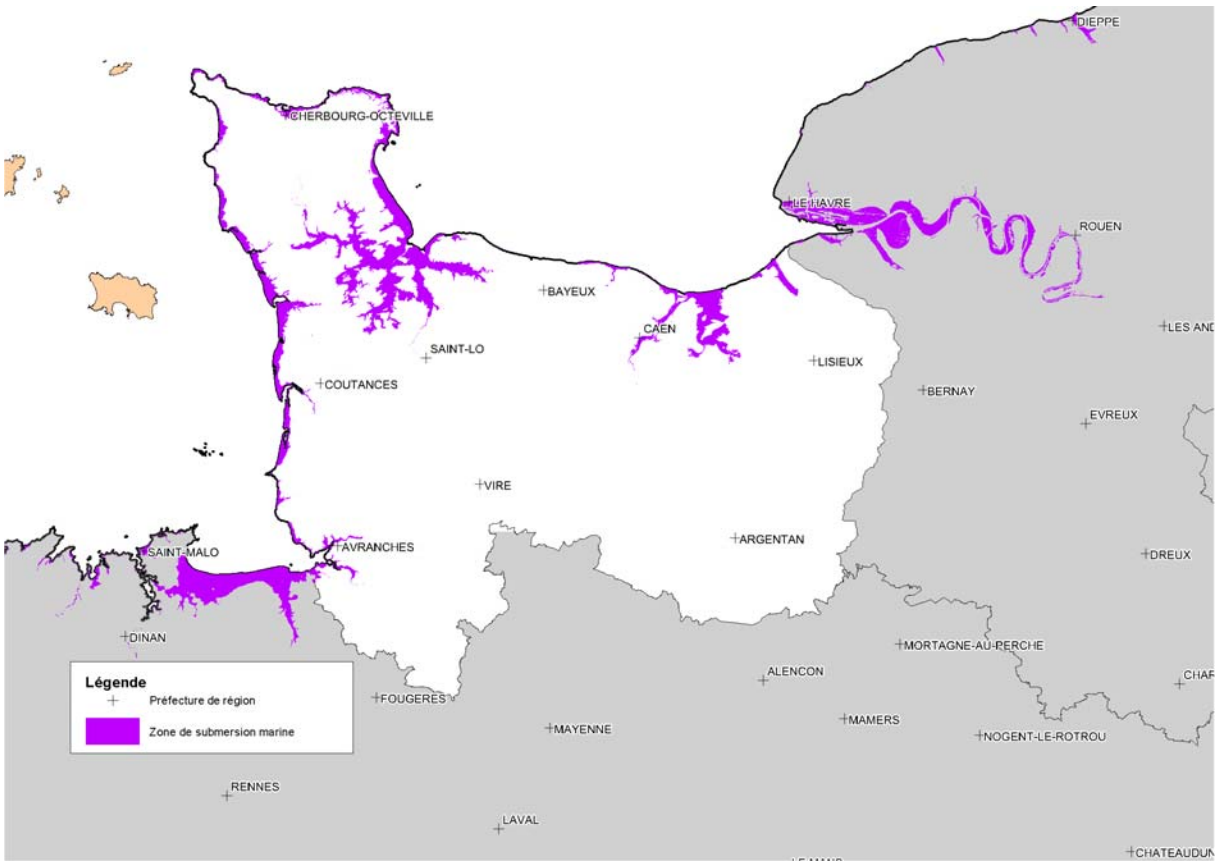



**Figure 72 *Côtiers Normands* - Carte de l'EAIP sm à l'échelle de l'unité de présentation.**

La cartographie de l'EAIPsm permet de constater la superficie important des territoires concernés par cette enveloppe.
On peut distinguer deux principales typologies d'espace :

- Les marais fluviaux-maritimes tels que les marais du Bessin et du Cotentin, les marais de la Dives ainsi que les marais de la Touques. Ces territoires, bien que soumis pour certains aux influences marines sont régulièrement inondés de façon plus ou moins contrôlé par des débordement de cours d'eau. L'utilisation traditionnellement agricole de ces terrains, peut être compatible avec des inondations temporaire fluviale ou marine.
- La frange côtière et les marais arrières littoraux. Ces territoires, dont les principaux sont situées sur la côte Ouest du Cotentin, sont particulièrement vulnérables aux submersions marins, d'une part en raison de nombreux enjeux humains et économiques qui s'y sont installés, d'autre part en raison de la vulnérabilité des systèmes de protection. Les digues parfois anciennes et mal entretenues tout comme les cordons dunaires soumis à une érosion importante renforcent la vulnérabilité de ces territoires.

#### 5.2.1.2.Impacts potentiels

Avec plus de 45 000ha de territoire situés dans l'AEIPsm les Côtiers Normands sont particulièrement concernés par les submersions marines. De nombreux enjeux aussi bien en terme de population, d'activité que de patrimoine naturel ou culturel sont potentiellement submersibles.

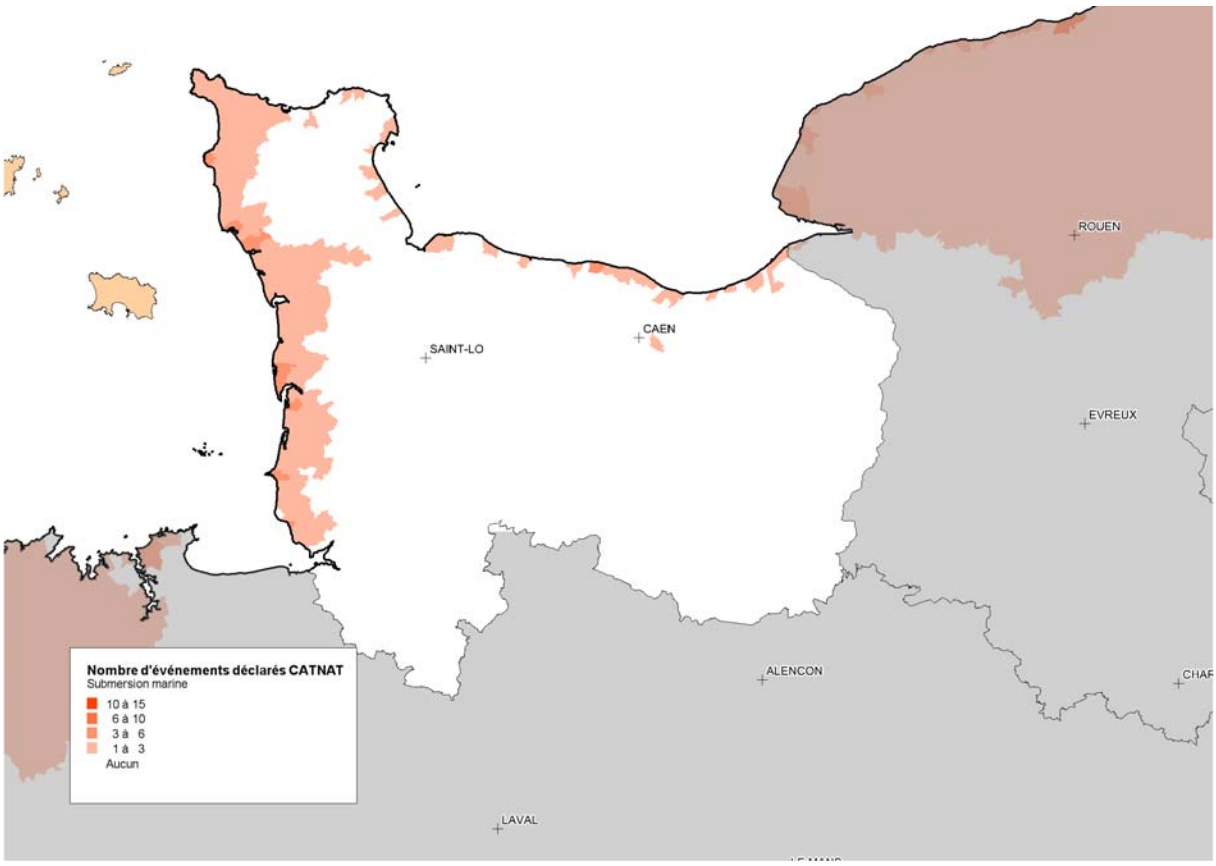



**Figure 73 *Côtiers Normands* - carte du nombre d'arrêtés Cat Nat submersions marines**

Les arrêtés Cat Nat démontrent la vulnérabilité du territoire de l'Ouest Cotentin avec 7 communes ayant déjà été déclarés en état de catastrophes naturelles en raison de submersion marine. La Côte Fleurie ressort également comme zone endommagée par des submersions marines.

Les tempêtes de 2008 et 2010 ont également pu mettre en avant la vulnérabilité des côtes du Bessin, de l'Est Cotentin ainsi que du port de Cherbourg.

Le littoral Bas-Normand présente un linéaire important de côtes basses ponctuées de marais maritimes dont le niveau topographique se situe sous celui des niveaux de marée centennale actuels. Protégés des impacts directs de la mer, naturellement, par des cordons dunaires, ou artificiellement, la plupart des marais littoraux paraissent déconnectés des influences marines. Pourtant, leurs écoulements fluviatiles et souterrains demeurent contrôlés par les marées parfois très loin du rivage. La montée actuelle des mers et des océans, en lien avec le changement climatique, focalise l'attention sur ces espaces destinés à subir dans les décennies et siècles à venir d'importantes modifications de leurs usages.

Les tempêtes de mars 2008 et de Xynthia de février 2010 ont rappelé combien certaines de ces zones étaient déjà fragiles malgré l'importance des investissements techniques et financiers réalisés. Blainville-sur-Mer, Barneville-Carteret, Saint-Marcouf-de-l'Isle, Granville, Ver-sur-Mer, Asnelles, etc. ont été, lors de ces événements, témoins des difficultés qu'il y a de contenir les assauts de la mer.

5.2.1.2.1. Impacts potentiels sur la santé humaine

Avec plus de 28000 bâtiments concernés par l'EAIPsm, le territoire des Côtiers Normands comporte un nombre important de personnes pouvant être sinistrées en cas de submersion majeure.

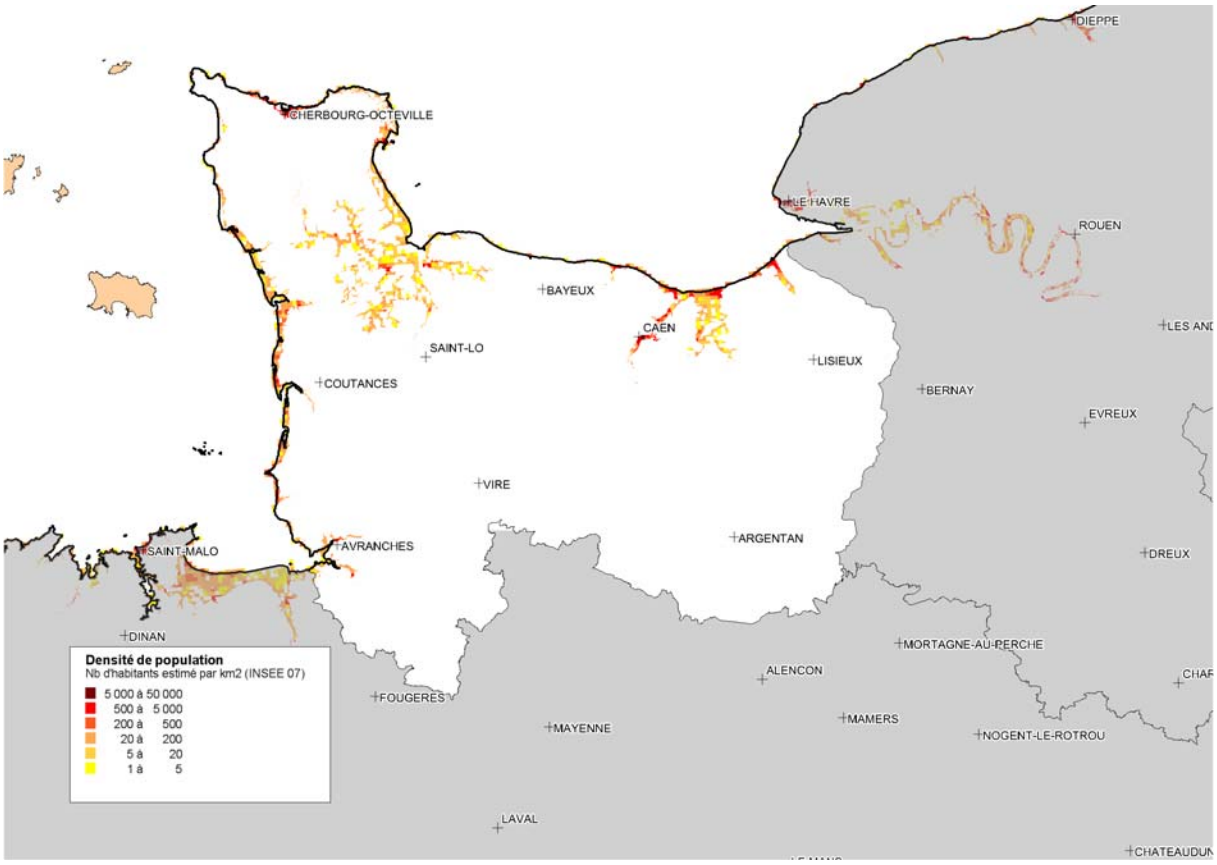



**Figure 74 *Côtiers Normands* - carte de la densité de population à proximité de l'EAIP (B)**

La densité de population concernée par l'EAIP met en avant la faible urbanisation des grands marais du Bessin et du Cotentin ainsi que celui de la Dives, mais met en exergue l'urbanisation très importante du bassin de l'Orne, de la frange côtière de la côte Fleurie (Cabourg, Deauville, Trouville-sur-Mer) et également de la côte Ouest du Cotentin (Agon-Coutainville, Créance, etc.)

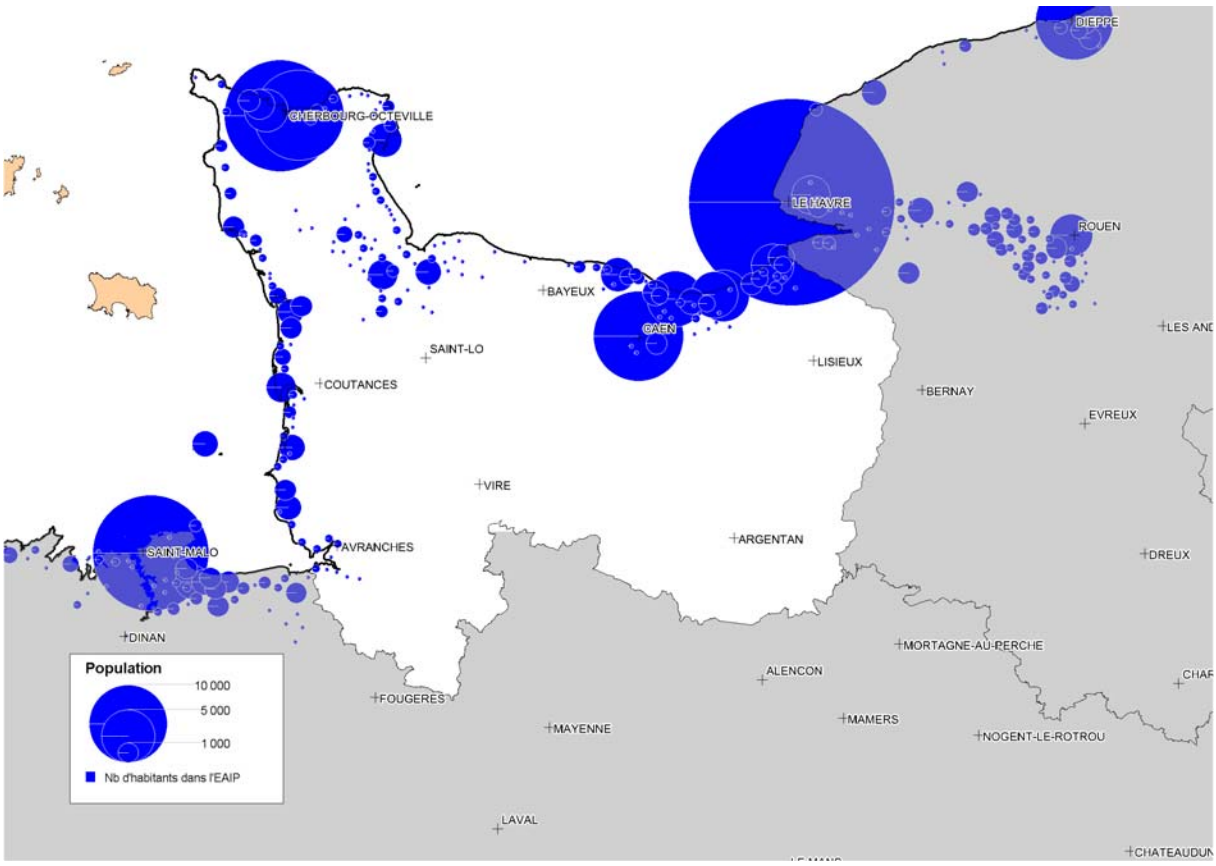



**Figure 75 *Côtiers Normands* - carte de la population dans l'EAIPsm (B)**

La population des Côtiers Normands concernée par l'EAIPsm est essentiellement concentrée sur les agglomérations cherbourgeoise et caennaise.

Bien que peu comparable en nombre à la population havraise soumise aux submersions, on peut mettre en avant le nombre important d'habitants sur les estuaires de l'Orne, de la Dives et de la Touques concernés par l'EAIPsm mais également, dans une moindre mesure, une répartition linéaire de population submersible le long de la côte des havres sur l'Ouest Cotentin.

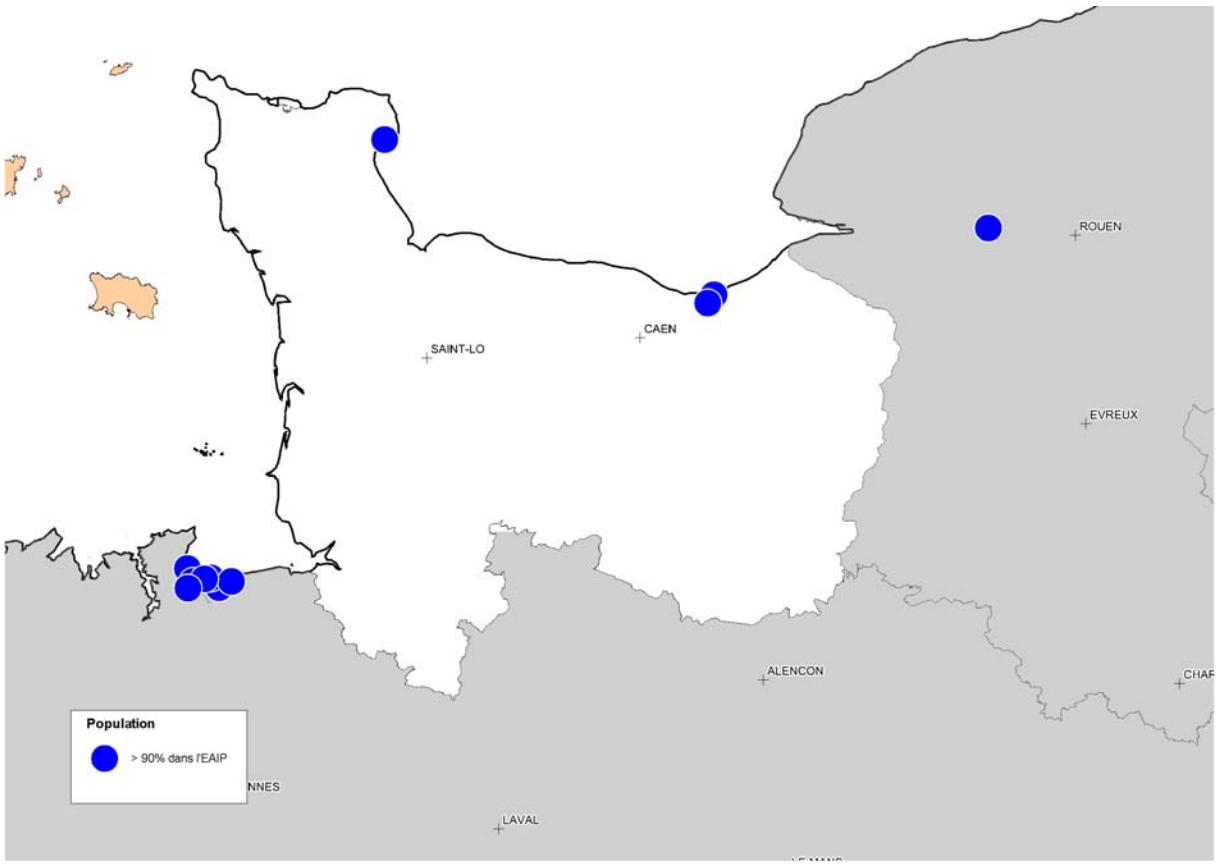



**Figure 76 *Côtiers Normands* - carte de la proportion de population dans l'EAIP (B)**

Peu de communes bas-normandes sont concernées par une forte proportion de population dans l'EAIPsm, néanmoins les cas de Saint-Vaast-la-Hougue, de Cabourg et de Dives-sur-Mer sont assez inquiétant pour être signalés. Cette proportion pose à la fois la question du développement de ces communes dont une grande partie du territoire est située sous le niveau marin, mais également de la protection des populations, notamment en terme de zone refuge, en cas d'événement dangereux.

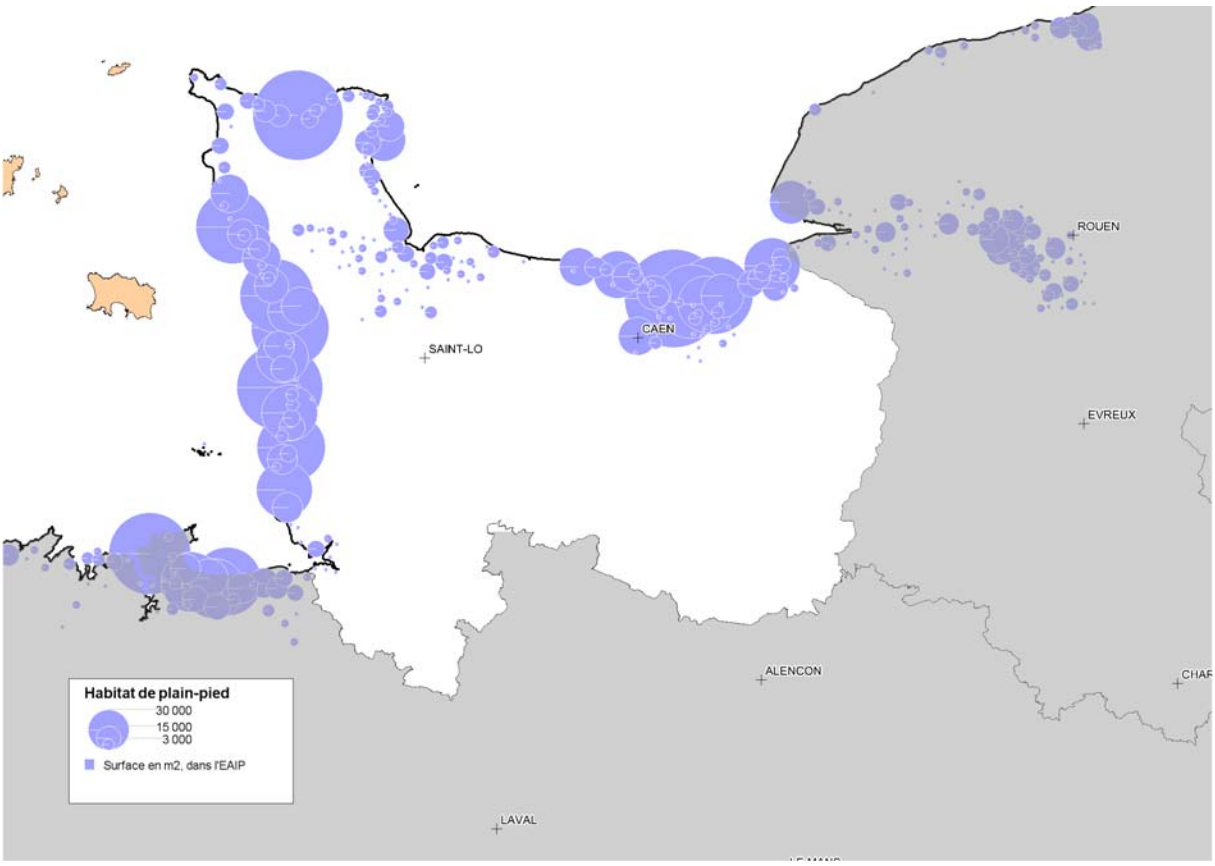



**Figure 77 *Côtiers Normands* - carte de l'emprise des bâtiments sans étages dans l'EAIP (B)**

Un nombre considérable de maisons de plain-pied sont situées en zone de submersion marine sur les stations balnéaires de la Côte des havres et de la Côte Fleurie. L'agglomération cherbourgeoise se distingue également par son nombre important de maison sans étage.

Cette cartographie démontre outre l'importance du nombre d'habitations en zone submersible, la très grande vulnérabilité de ces enjeux et l'éventuel danger pour les populations en cas d'événements climatique du type de la tempête Xynthia.

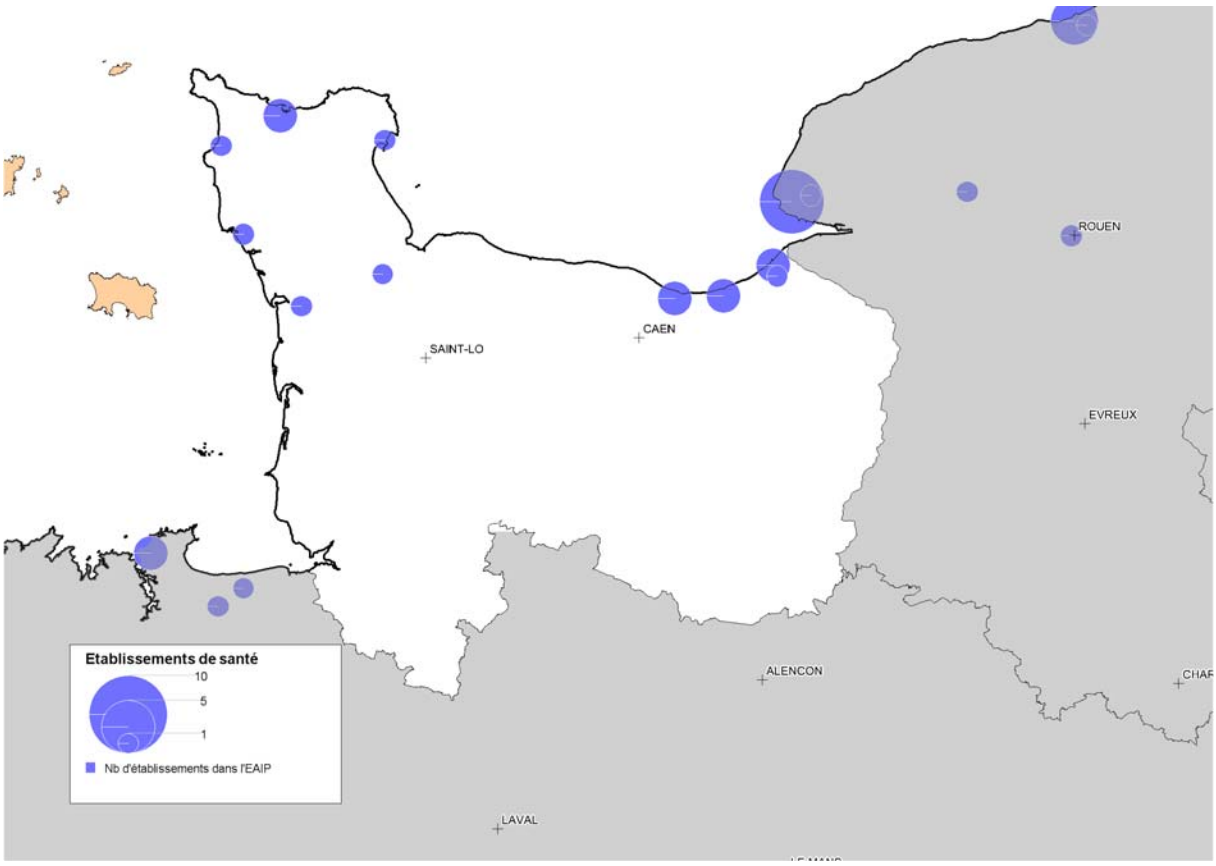



**Figure 78 *Côtiers Normands* - carte du nombre d'établissements hospitaliers dans l'EAIP (B)**

Différents établissements hospitalier sont concernés par les submersions marines : les villes de Cherbourg, Ouistreham, Cabourg et Deauville ressortent par le nombre importants d'établissement de santé potentiellement impactés par des submersions.

5.2.1.2.2. Impacts potentiels sur l'activité économique

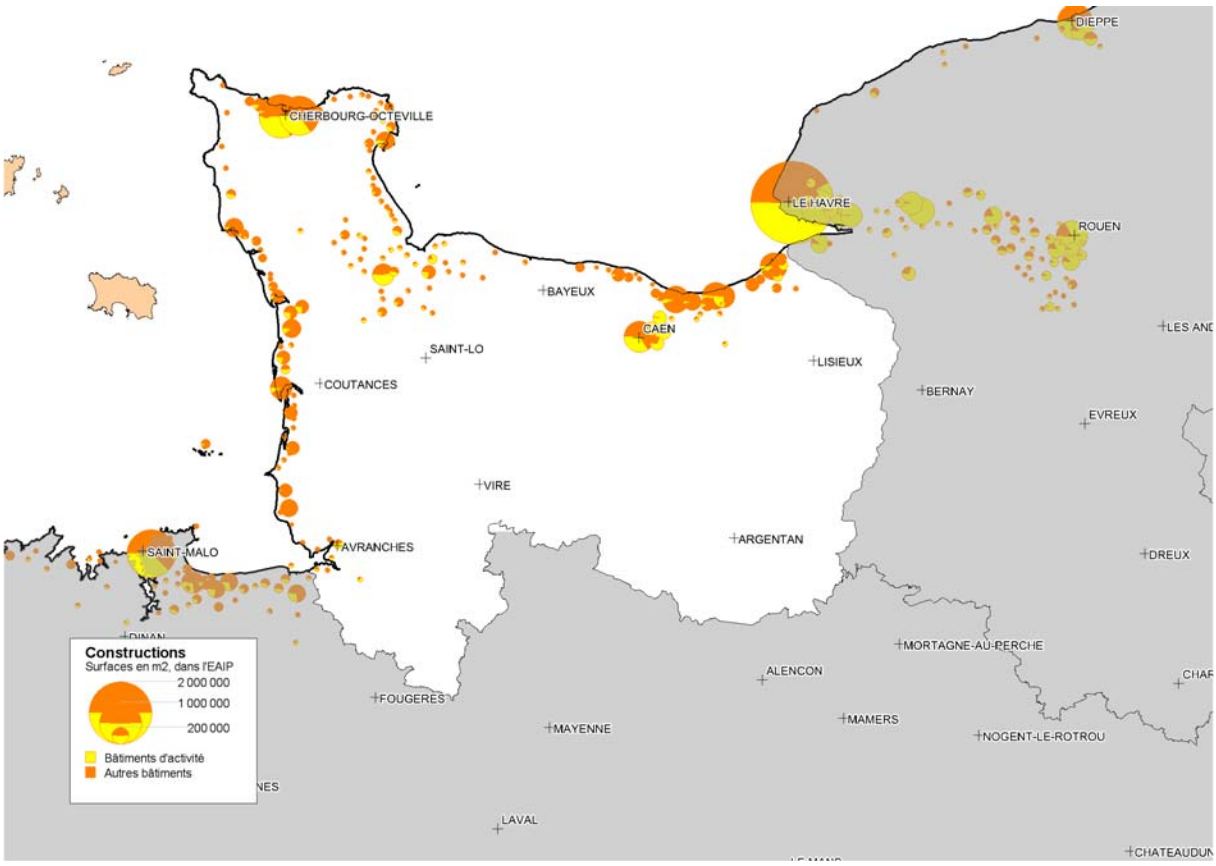



**Figure 79 *Côtiers Normands* - Carte de l'emprise du bâti total et du bâti d'activité dans l'EAIPsm (B)**

On constate outre l'agglomération cherbourgeois et dans une moindre mesure l'agglomération caennaise une répartition essentiellement linéaire sur la côte des havre et la côte Fleurie des constructions dans l'EAIPsm.

Néanmoins si les construction sont essentiellement des habitations sur la côte, les agglomérations sont concernées par une part beaucoup plus importante de bâtiments d'activités potentiellement submersibles.

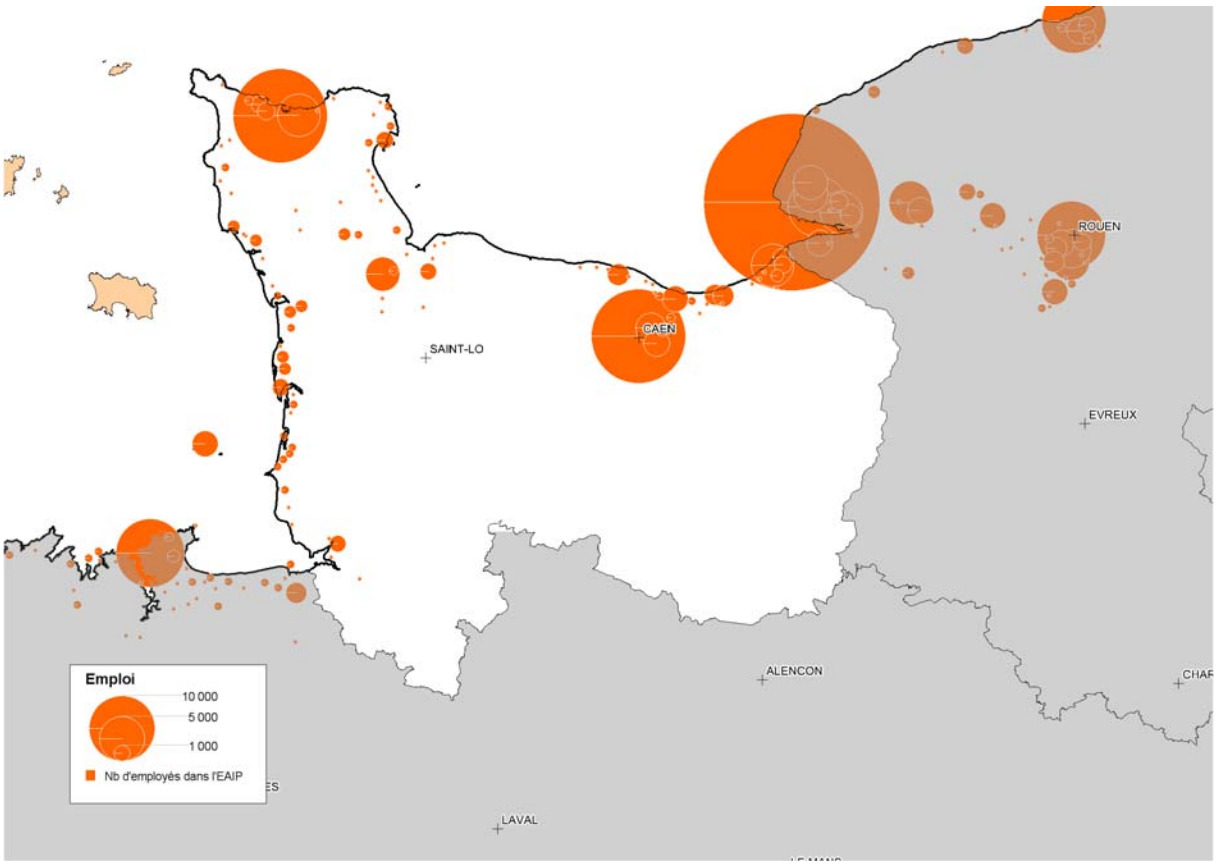



**Figure 80 *Côtiers Normands* Carte du nombre d'emplois dans l'EAIPsm (B)**

Sans surprise les emplois situés dans l'EAIPsm sont concentrés sur les agglomération de Cherbourg et de Caen dans une proportion tout de même très inférieure aux emploi havrais.

Avec plus de 1400km d'infrastructures concernés par les submersions marines le territoire des Côtiers Normands est particulièrement vulnérable aux événement marins.

La Basse-Normandie compte également 13 Zones d'Activités Maritimes (ZAM) (Meuvaines, Grandcamp-Maisy, Saint Marie du Mont, Lestre, Saint Vaast la Hougue, Pirou, Gouville, Blainville (2), Agon-Coutainville, Bricqueville sur mer et Bréville) rassemblant chacune entre 10 et 40 entreprises environ.

La conchyliculture est une activité socio-économique créatrice d'emplois et de richesses à l'année dans les cantons côtiers où elle est présente et où elle contribue au maintien du tissu socio-économique. L'évolution du trait de côte sur le littoral bas-normand et sur certains secteurs en particulier où des ZAM sont présentes entraîne un risque accru de submersion marine fortement préjudiciable aux ZAM. Les fortes tempêtes, souvent responsables des submersions marines ont également une incidence forte sur les productions conchylicoles présentes sur l'estran.

#### 5.2.1.2.3. Impacts potentiels sur l'environnement

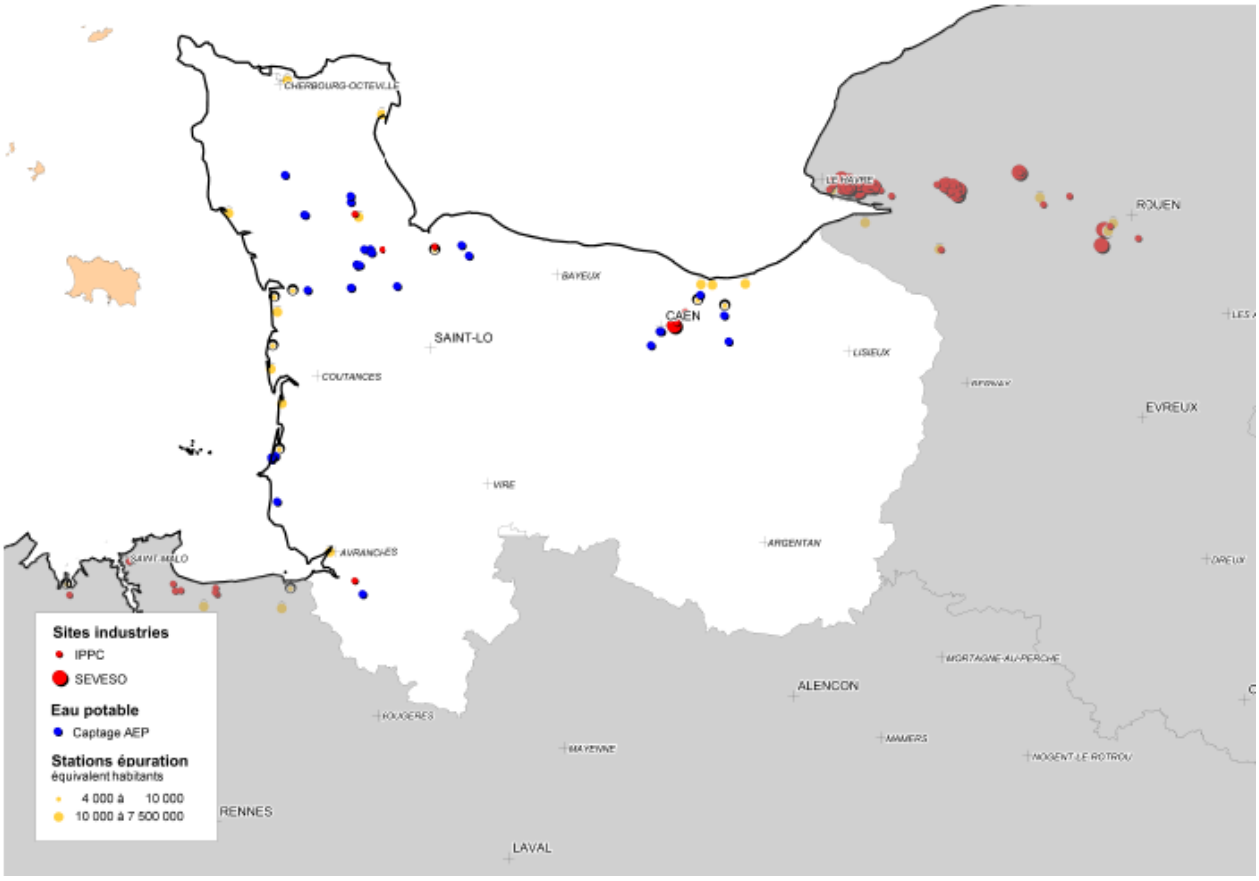



**Figure 81 Côtiers Normands Impacts potentiels sur l'environnement – sans masque EAIP (Submersions marines)**

Avec plus de 33 000ha de SIC et ZPS la Basse-Normandie est concernées par de nombreux enjeux soumis aux submersions marines. Néanmoins la vulnérabilité des espaces naturels marins et littoraux aux submersions marines peut être remis en cause, la composante marine ou saumâtre de ces milieux étant parfois partie intégrante de leur intérêt.

En revanche les sites industriels SEVESO de Saint-Fromond, de Ouistreham et de Mondeville sont plus problématiques, bien que faisant l'objet d'une démarche de PPRT, le risque de submersion marine n'est pas toujours pris en compte par les industriels dans leurs procédures. Néanmoins seuls les sites de Ouistreham situés proche de la mer peuvent être directement concernés pas une submersion marine directe.
De même les stations d'épuration des communes littorales sont particulièrement sensibles aux submersions marines par leur position en partie basse des communes.

#### 5.2.1.2.4. Impacts potentiels sur le patrimoine

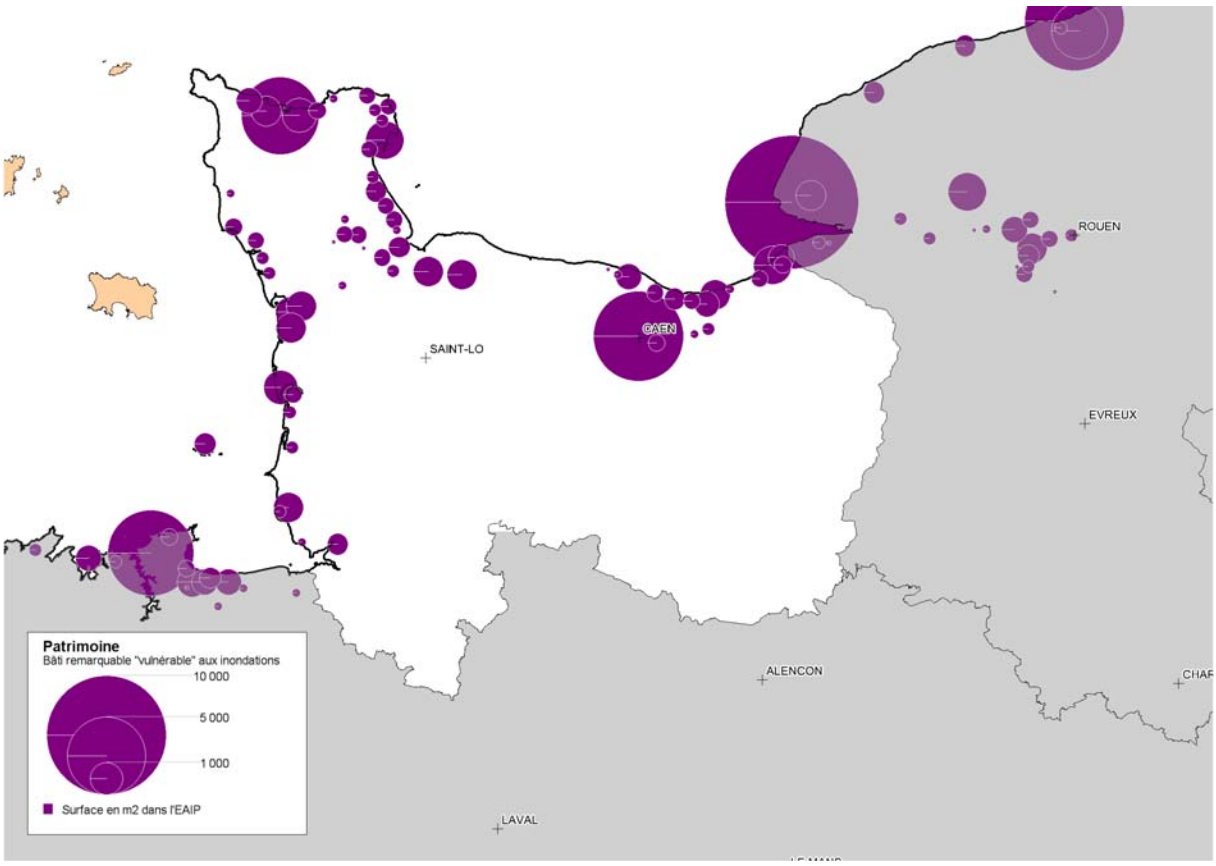



**Figure 82 Côtiers Normands Carte de la surface d'édifices remarquables dans l'EAIP (B)**

Comme pour les cartes de population, les enjeux patrimoniaux sont essentiellement concentrés sur les agglomérations de Cherbourg et de Caen. Les communes d'Agon-Coutainville, Créances, Pirou, Saint-Vaast-la-Hougue et Cabourg sont également concernées par un bâti remarquable importante vulnérable aux submersions.

La prise en compte des risques notamment d'inondation dans la gestion du patrimoine est rarement pris en compte à sa juste mesure, les dommages que pourrait entraîner une submersion d'eau saumâtre d'un patrimoine matériel seraient être très important.

### 5.2.2. Inondations par débordement de cours d'eau, ruissellement, torrents de montagne et ruptures de digues de protection

#### 5.2.2.1. Enveloppe approchée des inondations potentielles

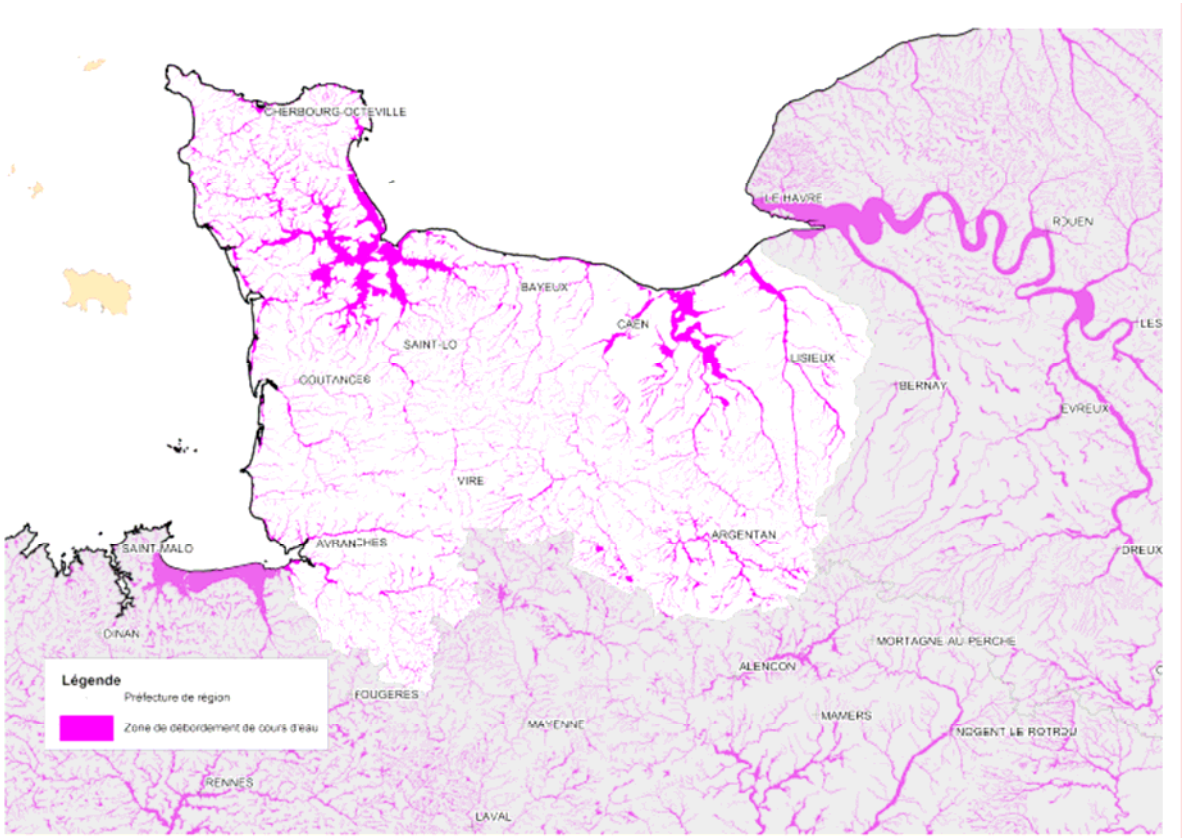



**Figure 83 *Côtiers Normands* Carte de l'EAIPce à l'échelle de l'unité de présentation.**

L'EAIPce met en lumière le linéaire très important de cours d'eau et le chevelu très dense, notamment sur la partie armoricaine du territoire des Côtiers Normands.

On retrouve comme dans l'EAIPsm les marais fluviaux-maritimes et leur importante surface submersible aussi bien par submersion marine que par débordement de cours d'eau.

#### 5.2.2.2.Impacts potentiels

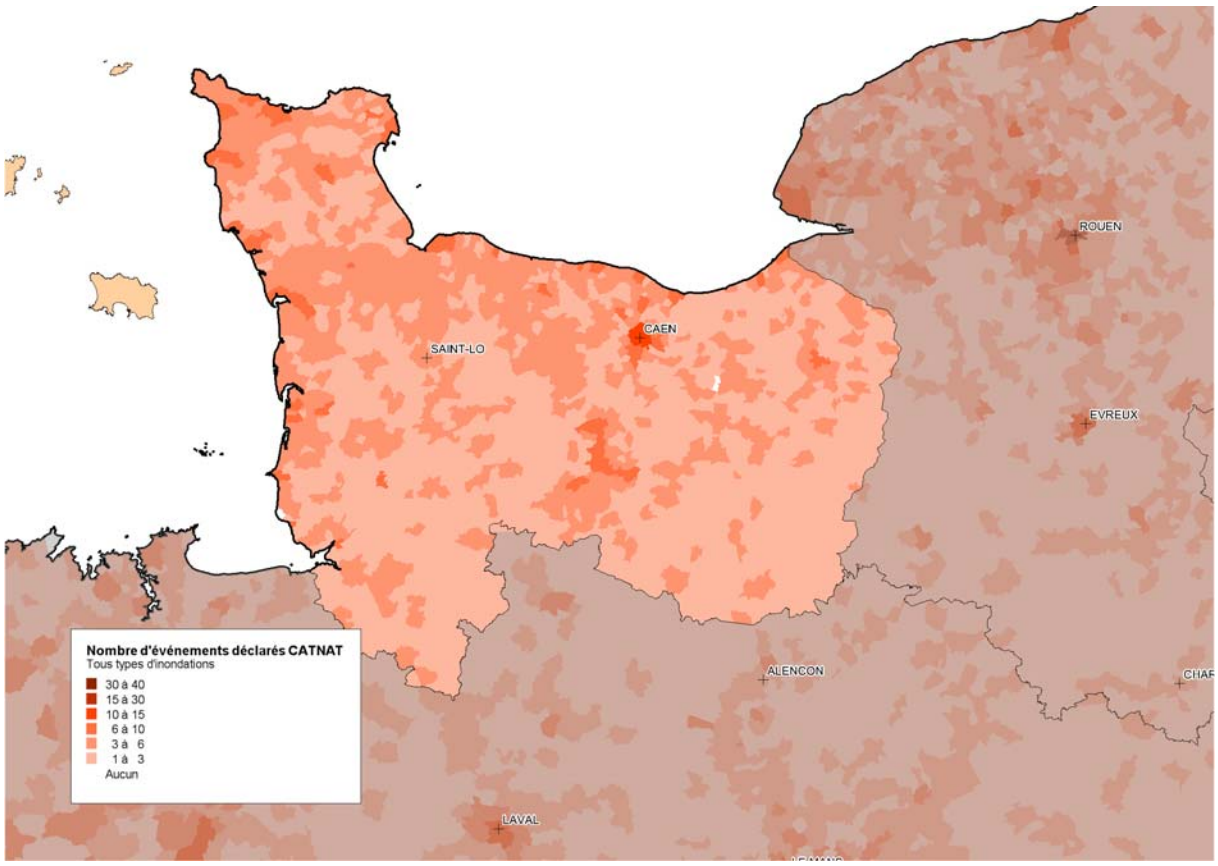



**Figure 84 *Côtiers Normands* carte du nombre d'arrêtés Cat Nat inondations et coulées de boues (B)**

Cette cartographie permet de constater la réparation quasi homogène des arrêtés sur le territoire des Côtiers normands. L'agglomération caennaise ressort néanmoins comme la zone la plus touchée par des inondations dans le passé tous aléas confondus.

5.2.2.2.1. Impacts potentiels sur la santé humaine

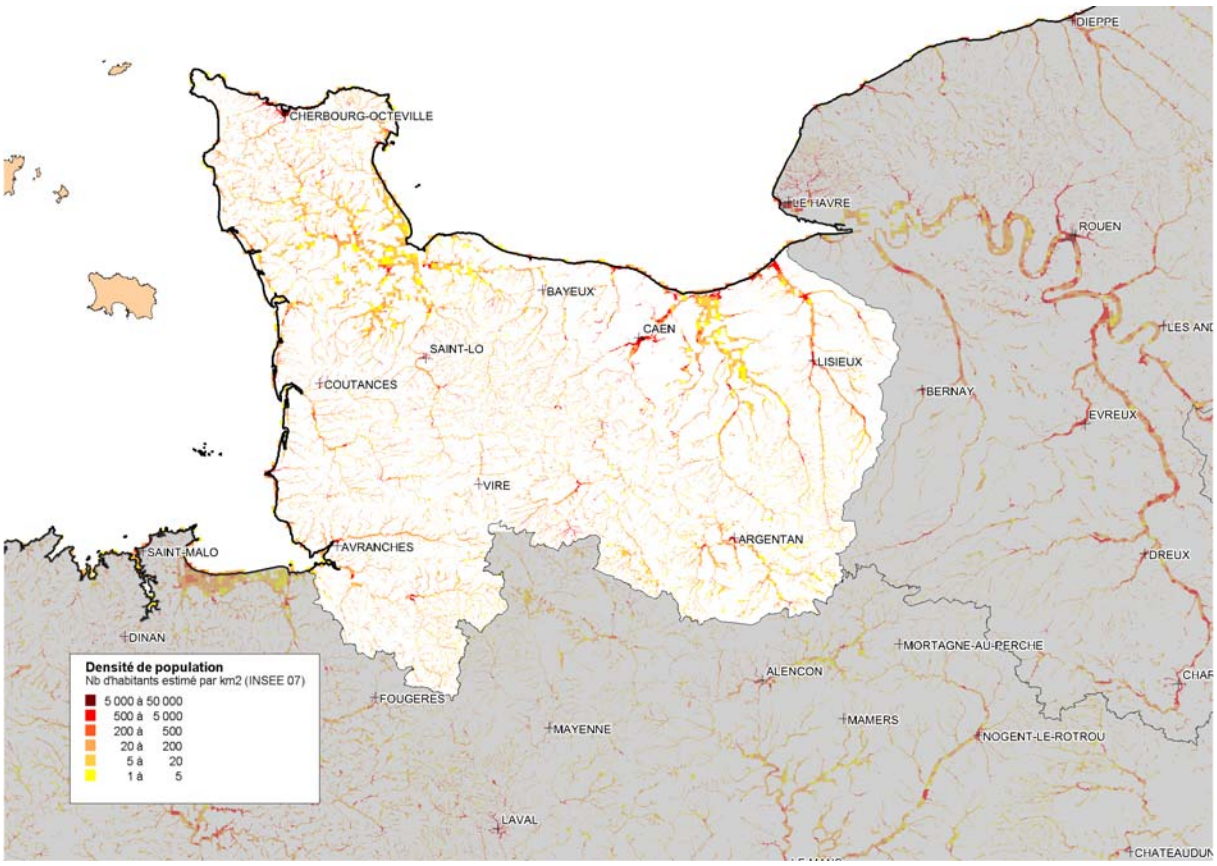



**Figure 85 *Côtiers Normands* - carte de la densité de population à proximité de l'EAIP (B)**

On constate que la densité de population en zone inondable est très importante sur l'ensemble de la basse vallée de l'Orne, sur l'agglomération cherbourgeoise ainsi que sur la basse vallée de la Touques. Les villes de Lisieux, d'Argentan, de Flers, de Saint-Hilaire-du-Harcouet, de Ducey, d'Avranches, de Carentan et d'Isigny-sur-Mer ressortent dans une moindre mesure.

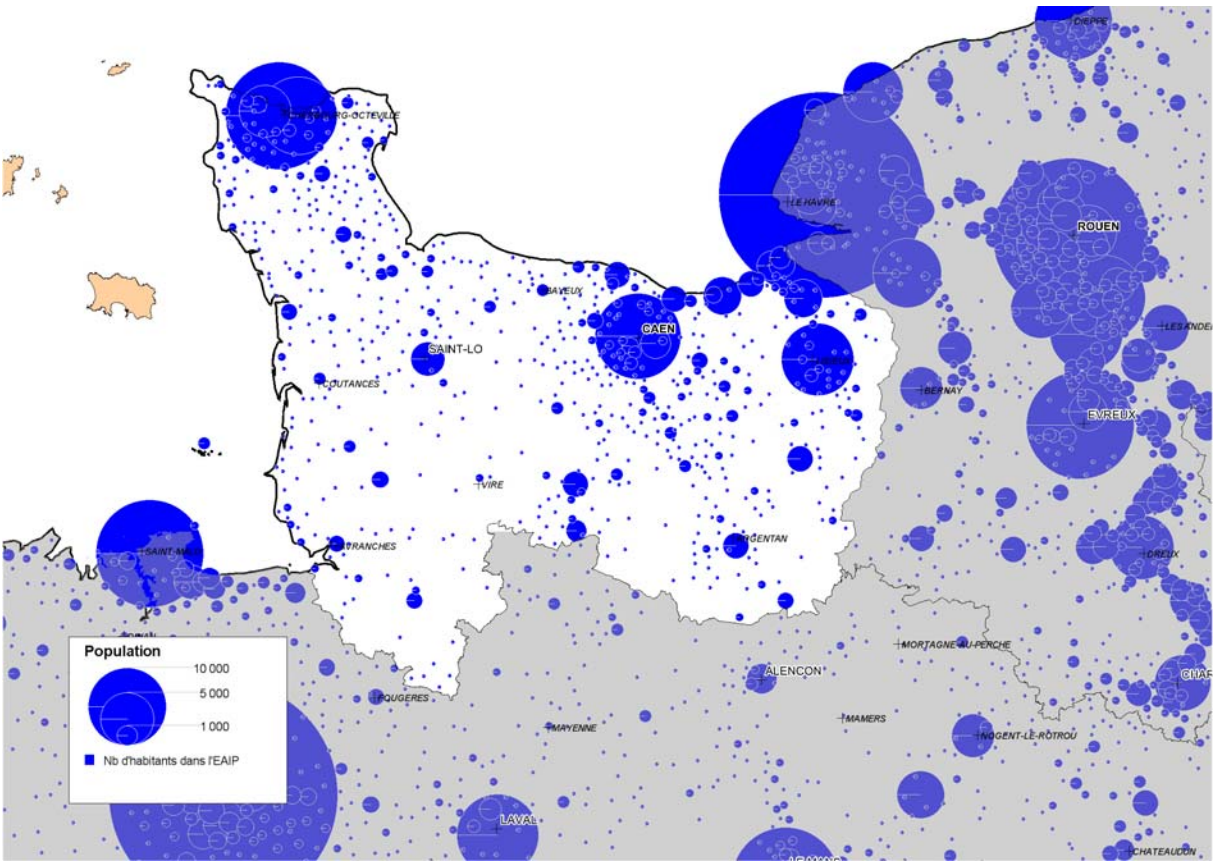



**Figure 86 *Côtiers Normands* - carte de la population dans l'EAIPce (B)**

Les principaux foyers de population concernés par l'EAIPce sont les agglomérations de Cherbourg, de Caen mais également de Lisieux. Bien que non comparable aux proportions de Paris ou du Havre, ces chiffres restent très important pour le territoire des Côtiers Normands.

Les villes de Cabourg, Pont-l'Evêque, Saint-Lô, Deauville, Trouville-sur-Mer, Argentan, Flers, Vimoutiers et L'Aigle apparaissant dans une moindre mesure.

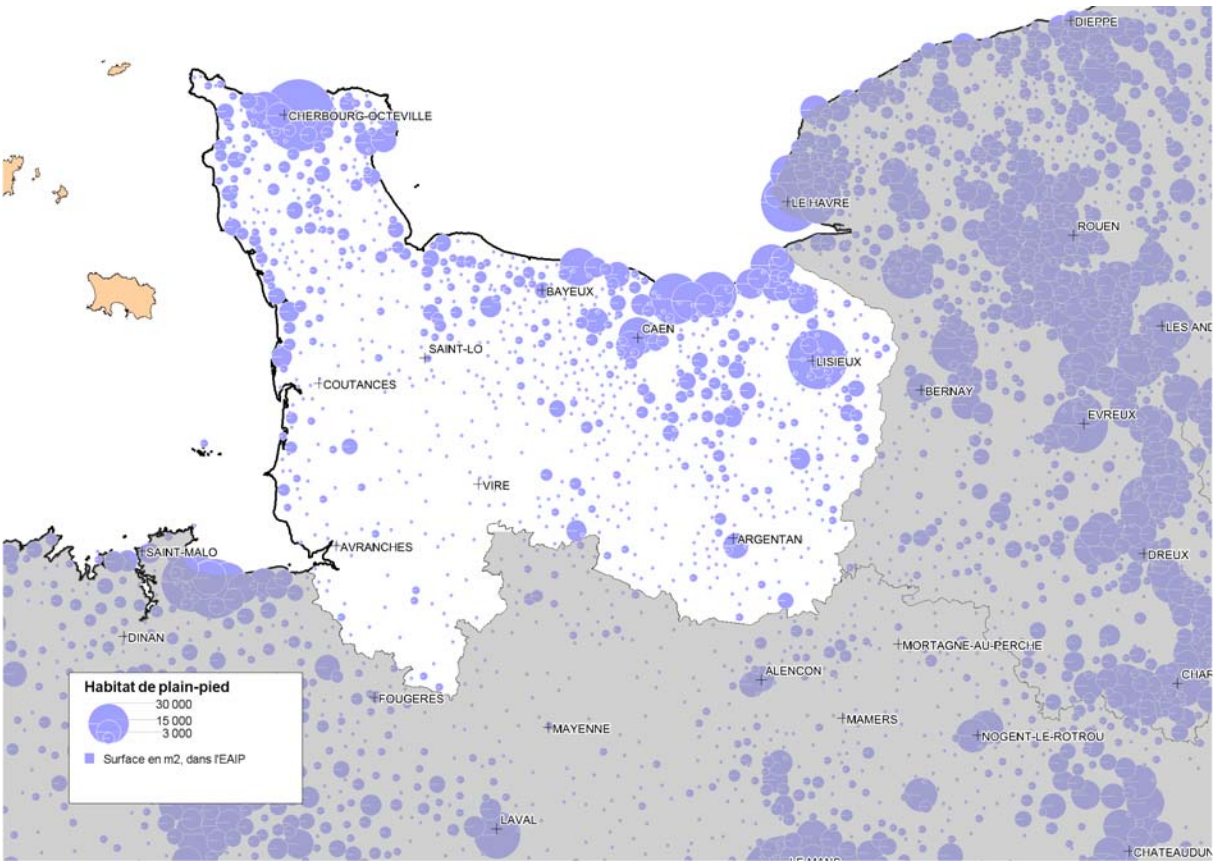



**Figure 87 *Côtiers Normands* - carte de l'emprise des bâtiments sans étages dans l'EAIPce (B)**

Les zones concentrant les principales habitations de plain-pied en zone inondable sont situées au niveau de Cherbourg et de Lisieux. L'agglomération de Caen, la côte Fleurie ainsi que la côte de Nacre apparaissent également avec un nombre important d'enjeux vulnérables.

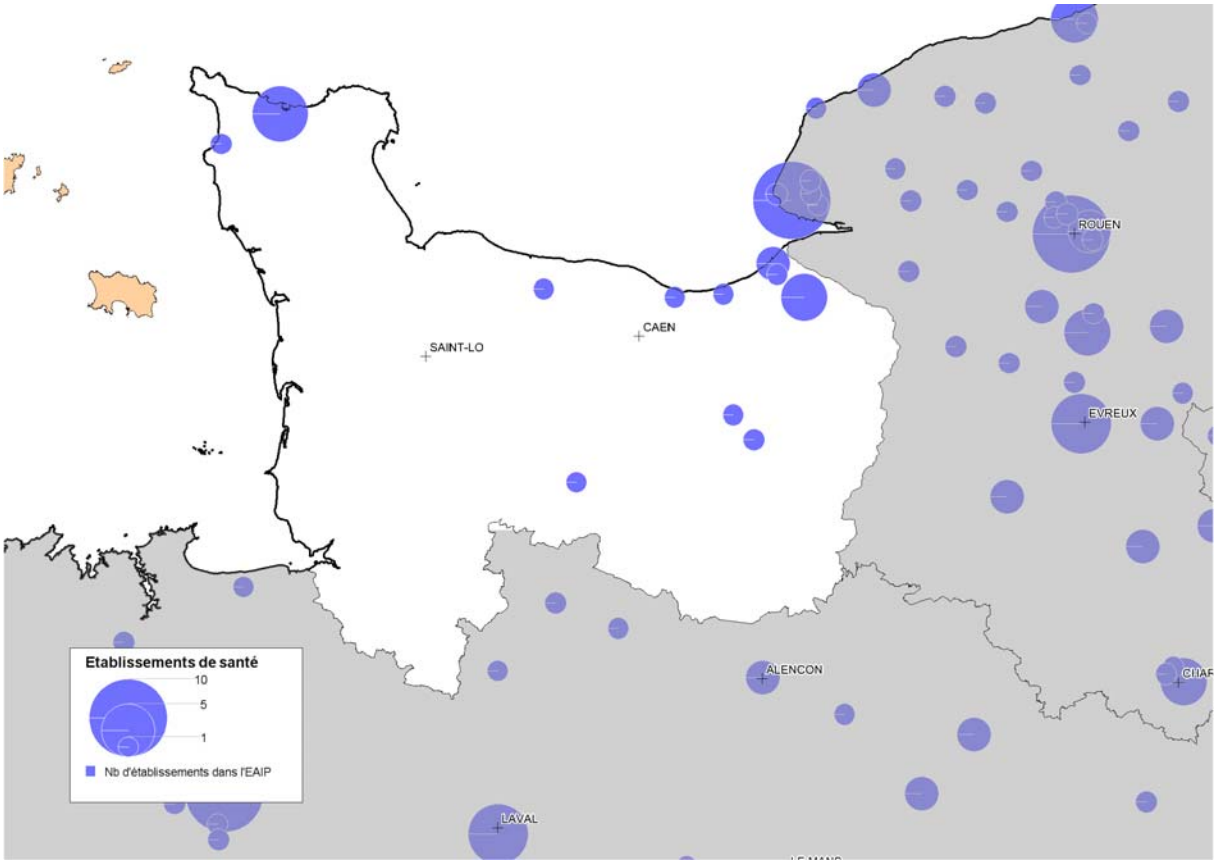


**Figure 88 *Côtiers Normands* - carte du nombre d'établissements hospitaliers dans l'EAIPce (B)**

L'agglomération cherbourgeoise de distingue là encore par le nombre très important de ses établissement de santé concernés par l'EAIPce. La ville de Pont-l'Evêque ressort également devant Trouville-sur-Mer.

Certains enjeux tels que les EPAD ou les maisons d'Accueil Spécialisée comme celle de "la Source" à l'Aigle n'apparaissent pas de cette cartographie. Ils sont pourtant régulièrement inondées et particulièrement vulnérables aux inondations de par la faible mobilité des personnes résidentes.

5.2.2.2.2. Impacts potentiels sur l'activité économique

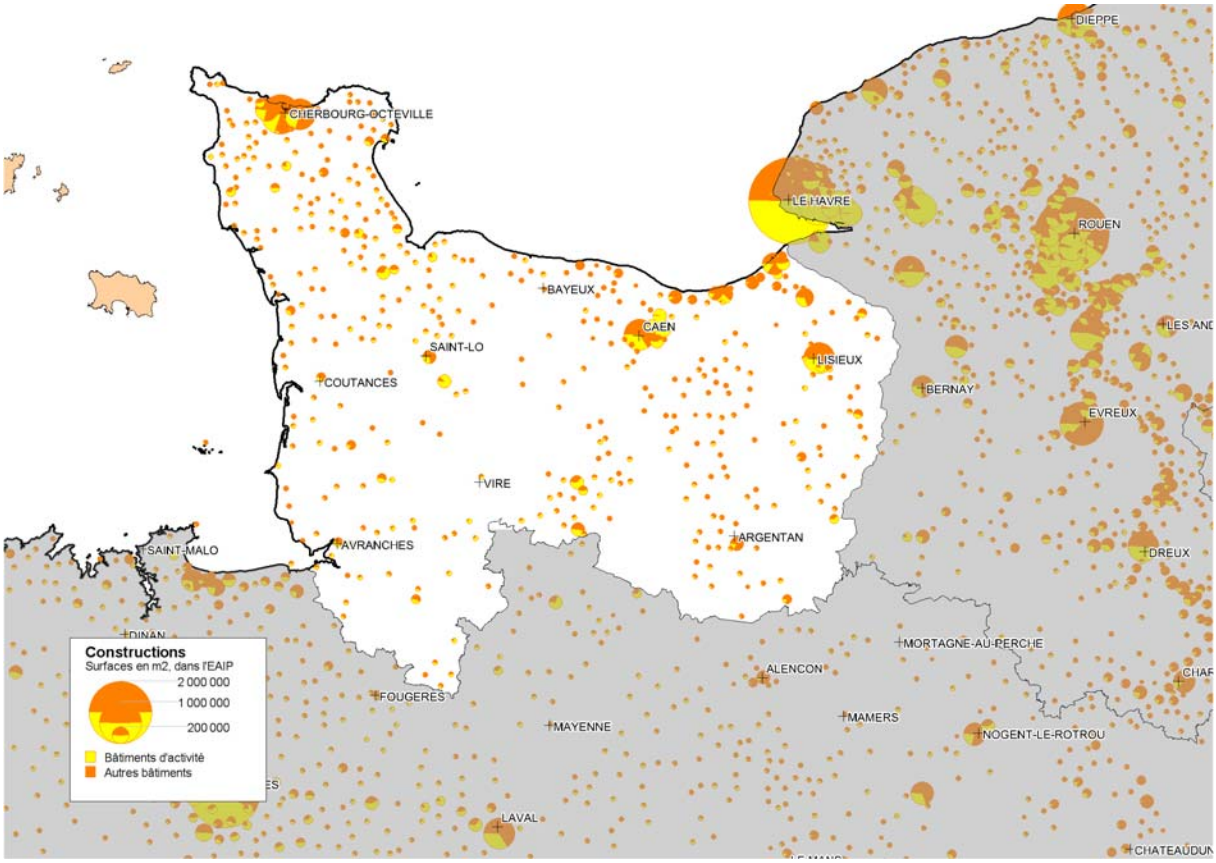



**Figure 89 *Côtiers Normands* - Carte de l'emprise du bâti total et du bâti d'activité dans l'EAIPce (B)**

Les agglomération de Caen, de Cherbourg et de Lisieux ressortent comme les principaux centres d'activité potentiellement touchés par les inondations.

Néanmoins la répartition quasi-homogène des activités sur l'ensemble du territoire des Côtiers Normands ne permet pas de rendre compte de la vulnérabilité de certaines activités et de leur importance dans le tissu économique notamment en zone rurale.

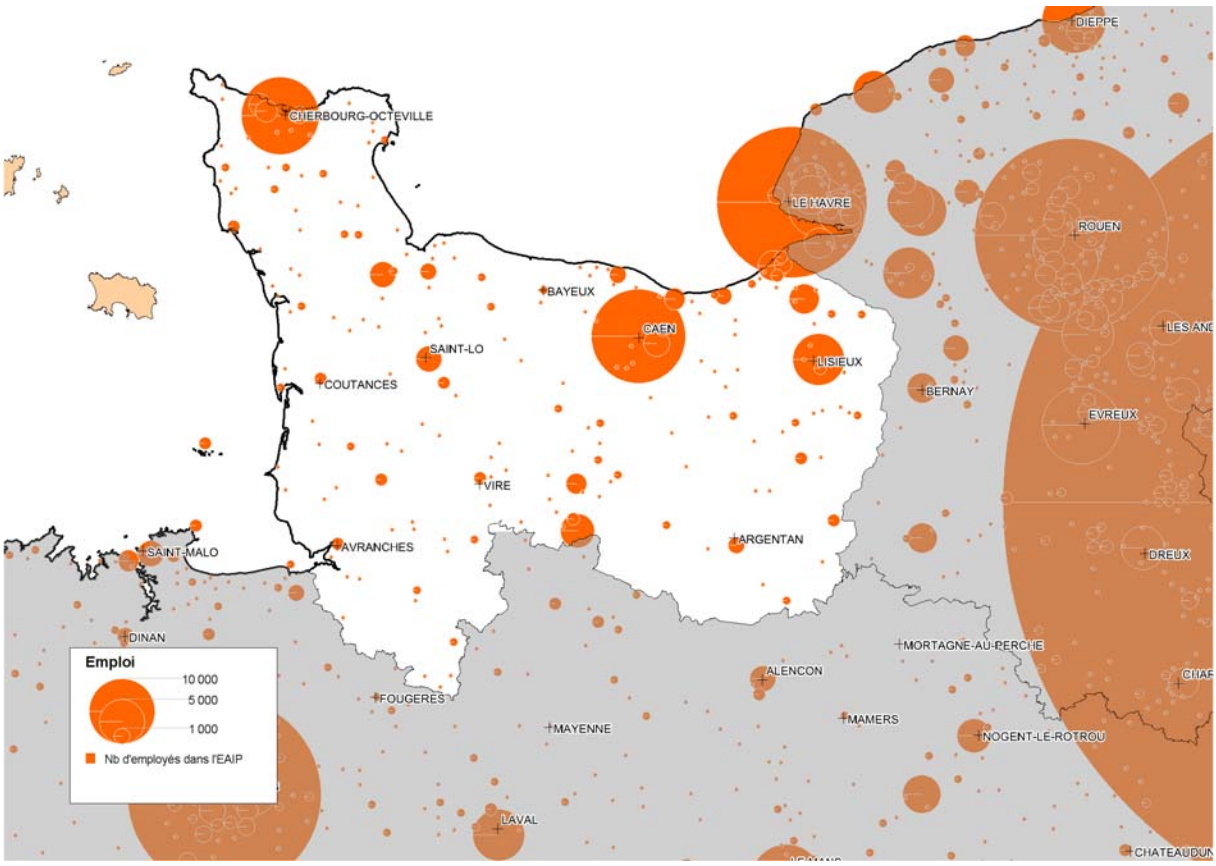



**Figure 90 *Côtiers Normands* - carte du nombre d'emplois dans l'EAIPce (B)**

Les trois agglomération caennaise, cherbourgeoise et lexovienne ressortent également au niveau des emplois concernés par les inondations.

On peut noter également les villes de Flers, Saint-Lô, Pont-l'Evêque, Carentan et Condé-sur-Noireau comme concentrant à leur échelle un nombre important d'emploi en zone inondable.

Enfin, la concentration des emplois en zone urbaine ne doit pas faire oublier certaines industries structurantes des zones rurales comme l'usine des bottes "Le Chameau" à Cahan régulièrement inondée, la sous-station électrique à Aube ainsi que certaines activités notamment en zone rurale.

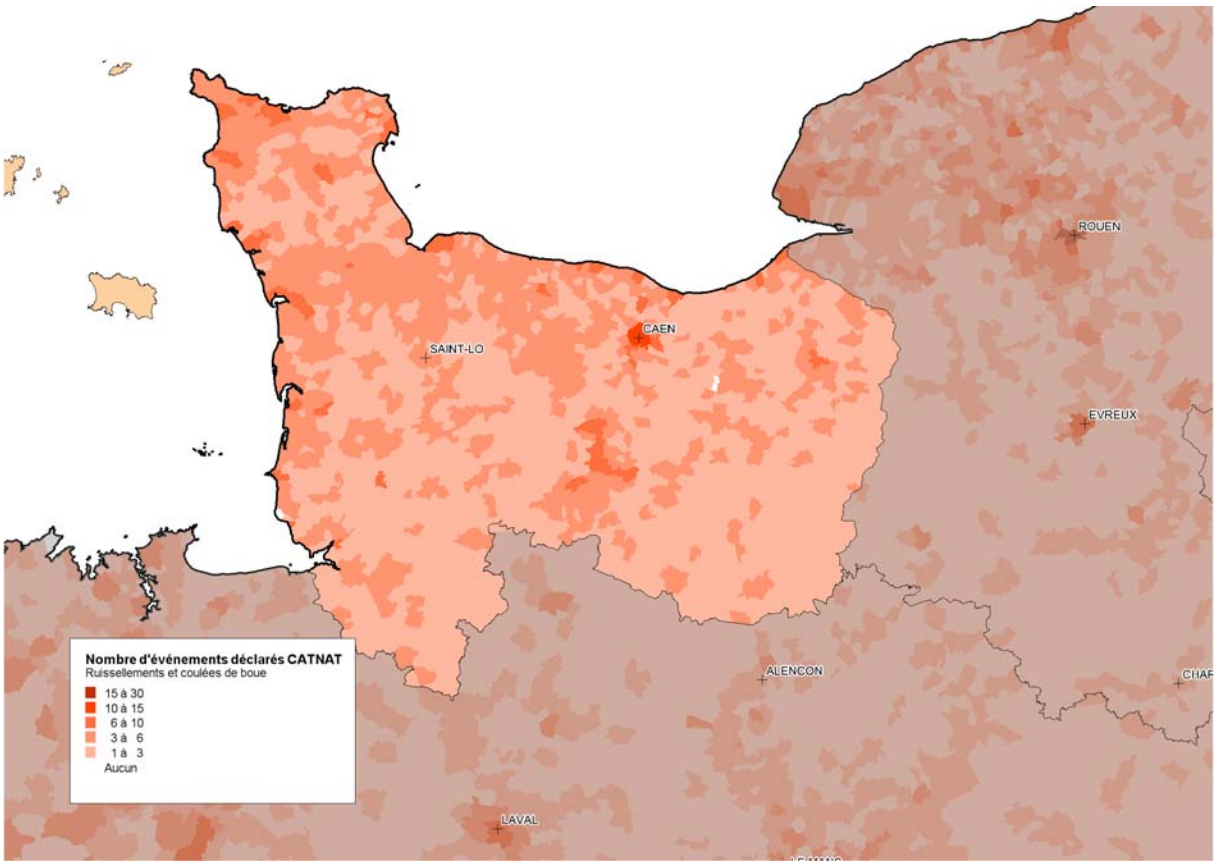



**Figure 91 *Côtiers Normands* - carte du nombre d'arrêtés Cat Nat inondations et coulées de boues (B)**

L'ensemble des communes du territoire des Côtiers normands est concerné par des arrêtés CATNAT concernant des coulées de boue, on peut constater que cet aléa est le principal aléa responsable des CATNAT sur ce territoire.

5.2.2.2.3. Impacts potentiels sur l'environnement

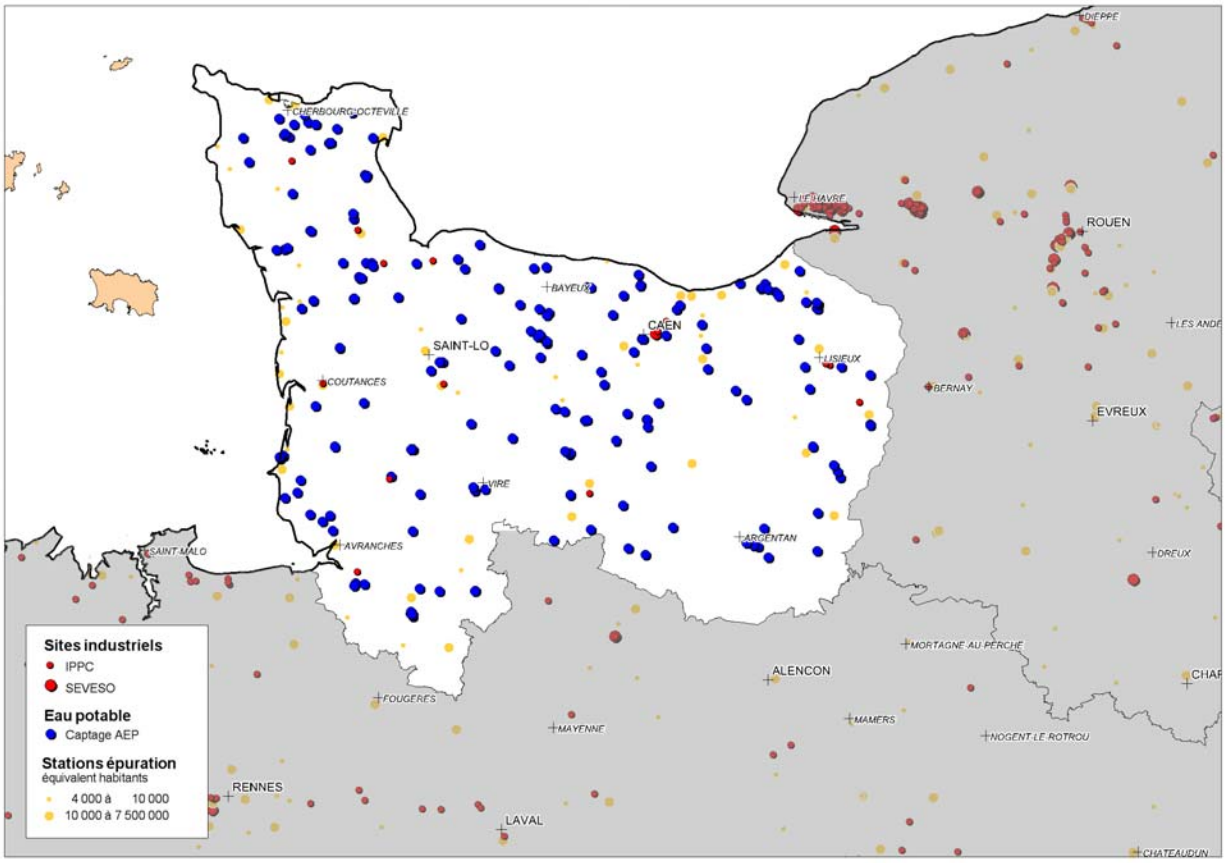
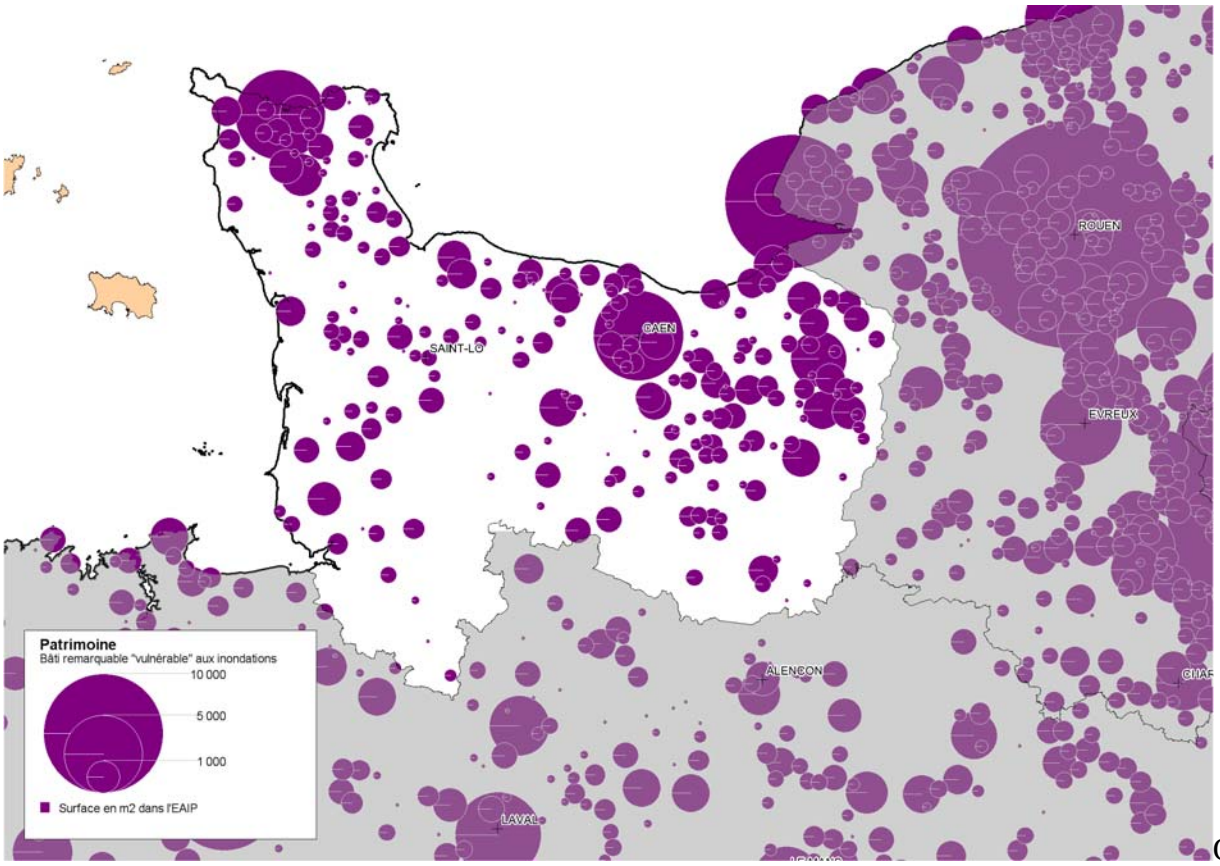



**Figure 92 *Côtiers Normands* - Carte représentant les IPPC + Seveso AS + STEP + captages AEP dans l'EAIPce + INB (B)**

De nombreux enjeux environnementaux sont concernés par l'EAIPce, on peut néanmoins distinguer les enjeux naturels dont l'eau fait souvent partie intégrante du milieu et les enjeux industriels et sanitaires que sont les STEP et les SEVESO.

On constate une répartition assez homogène des enjeux industriels sur le territoire des Côtiers normands contrairement aux régions voisines où les enjeux se concentrent dans les vallées industrielles.

#### 5.2.2.2.4. Impacts potentiels sur le patrimoine



Carte

**Figure 93 *Côtiers Normands* - Carte de la surface d'édifices remarquables dans l'EAIP (B)**

Bien que les agglomérations de Caen et de Cherbourg présentent un nombre plus important d'enjeux patrimoniaux dans l'EAIPce, une répartition assez homogène de ces enjeux sur le territoire peut être constatée.

#### 5.2.2.2.5. Impacts communs

L'urbanisation et l'imperméabilisation des sols sur le territoire rend de plus en plus prégnant les risques d'inondation.
La pression foncière sur le littoral engendre une augmentation des enjeux soumis aux submersions marines, cette pression s'accompagne d'une dégradation du milieu naturel mais également d'une absence de conscience du risque et d'un défaut d'entretien des systèmes de protection que constituent les cordons dunaires ainsi que des ouvrages hydrauliques. L'érosion littorale à l'œuvre sur une grande partie du linéaire côtier rend de plus en plus problématique l'urbanisation de la frange littoral.
L'agglomération caennaise est également soumise à une pression foncière important, l'étalement urbain consomme non seulement des terres agricoles parmi les plus fertiles d'Europe mais aggrave parallèlement les phénomènes de ruissellement déjà très développés sur ces plaines céréalières.
L'urbanisation des coteaux, notamment sur la Côte Fleurie et la Côte de Grâce, doit être mieux régulée pour éviter de nouveau drames comme en 2003 à Trouville-sur-Mer et à Touques.
La prise en compte des risques dans l'urbanisme doit être renforcée sur l'ensemble du territoire pour enrayer l'explosion des phénomènes d'inondations et la perspective du changement climatique sur le littoral.

### 5.2.3. Inondations par remontée de nappes

#### 5.2.3.1. Zones de sensibilité aux remontées de nappes

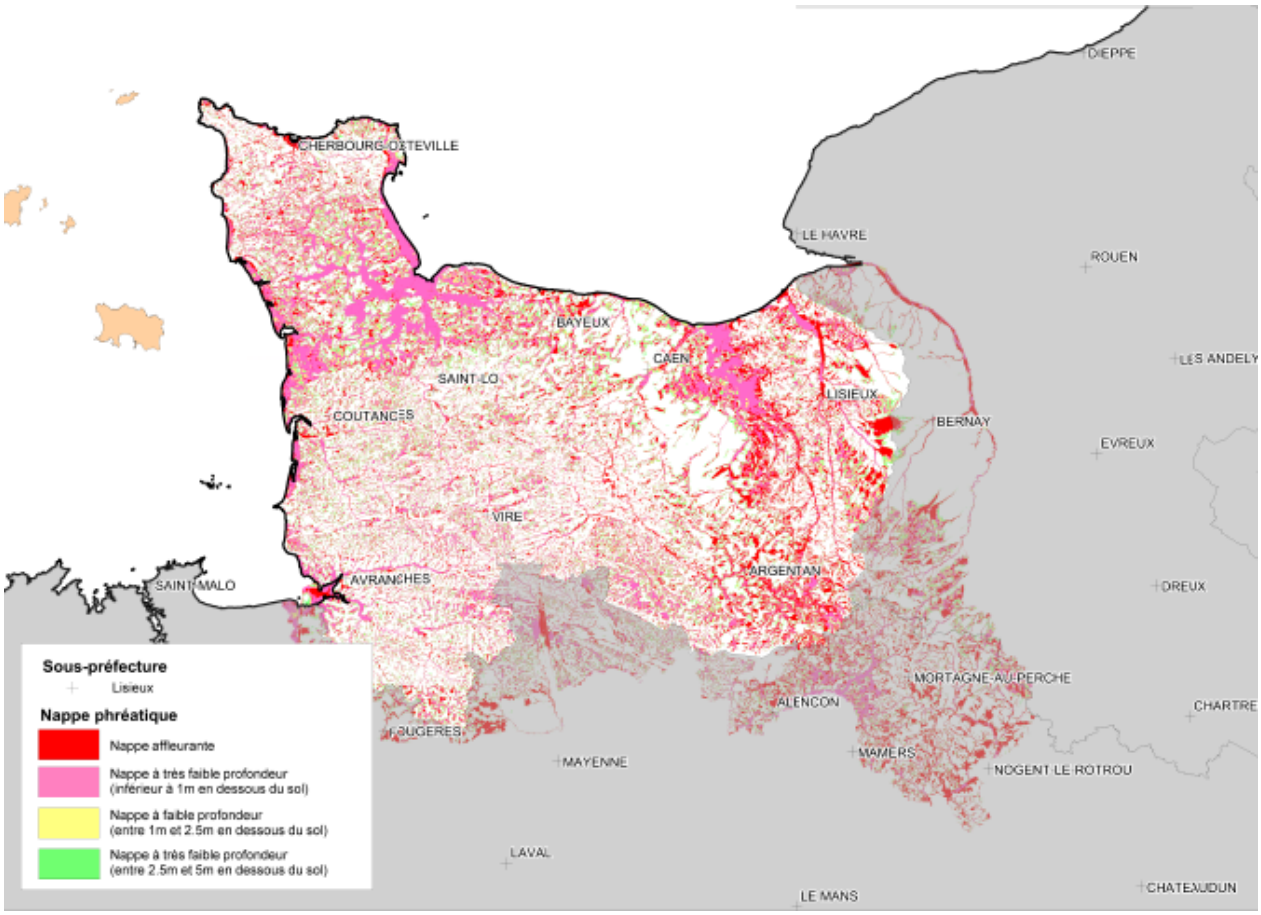



**Figure 94 *Côtiers Normands* – carte de la sensibilité aux remontées de nappes (N)**

La Basse-Normandie est très sensible aux phénomènes de remontées de nappe. Les événements de 2001 ont permis la cartographie tridimensionnelle des nappes phréatiques régionales en période de plus eaux.

Cette cartographie met en avant les zones de marais fluviaux-maritimes mais également arrière-littoraux et les lits mineurs des cours d'eau comme les plus sensibles aux remontées de nappes.

L'ensemble du bassin de la Dives et l'amont des bassin de l'Orne et de la Dives ressortent comme les zones les plus sensibles aux remontées de nappes.

Dans les zones de débordements constatés, modélisés ou dans les zones de nappe sub-affleurante ces remontées peuvent toucher l'ensemble des enjeux humains, matériels et économiques concernés.

Dans les zones de nappe située entre 1m et 2.5m les inondations peuvent affecter les sous-sols ainsi que les fondations des habitations, notamment dans les zones littorales où les nappes peuvent être saumâtres.

### 5.2.4. Inondations par rupture d'ouvrage de retenue

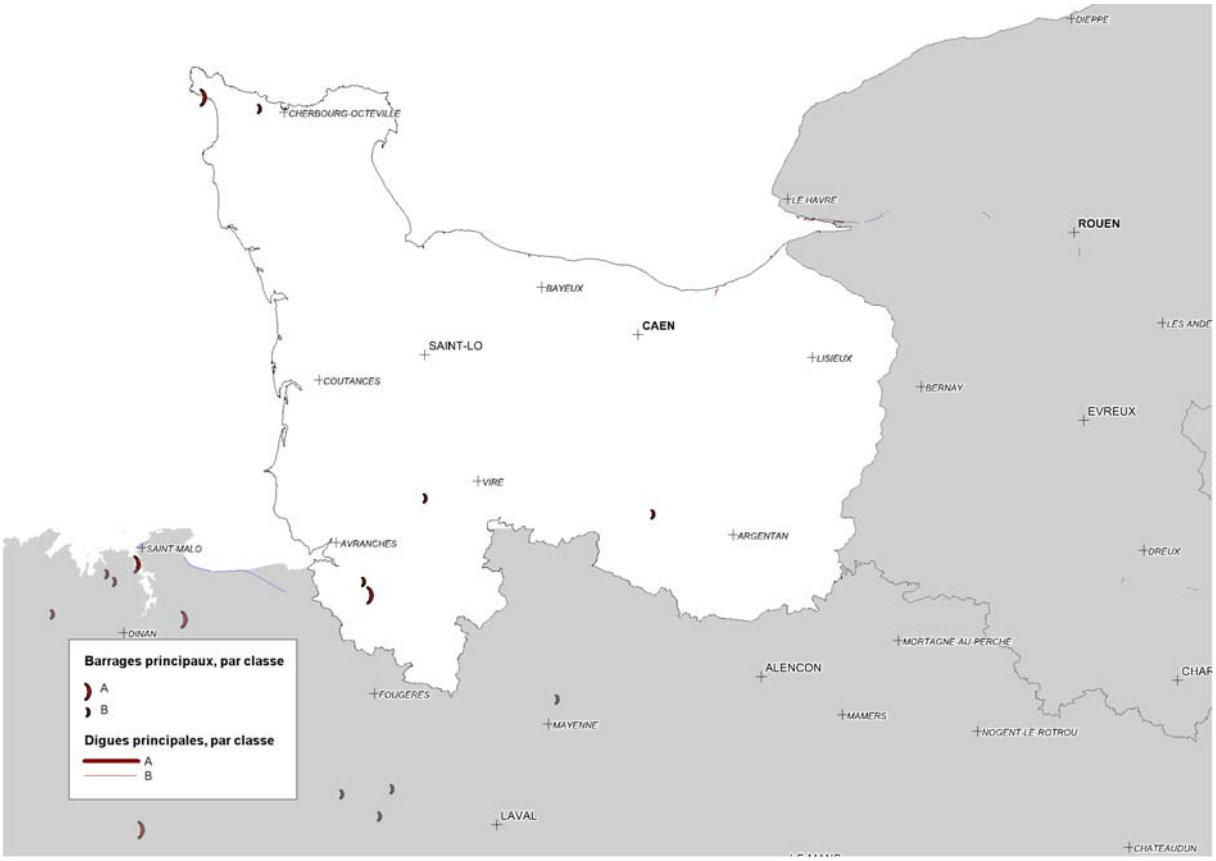



**Figure 95 *Côtiers Normands* - carte des barrages de classe A et B**

Bien que mal connu, le risque de rupture de barrage existe réellement. Avec le projet de démantèlement des barrages de la Sélune et l'absence d'enjeux en aval du barrage des Moulinets, le territoire des Côtiers Normands reste néanmoins peu concerné par ce risque.