Le risque d'inondation : perception et prévention

- 1. Problématique du risque d'inondation
- 2. Directive européenne sur les inondations
- 3. Stratégies de réduction du risque d'inondation
- 4. Retour d'expérience sur la catastrophe de Xynthia (27-28 fév. 2010)
- 5. Influences humaines sur le régime des crues



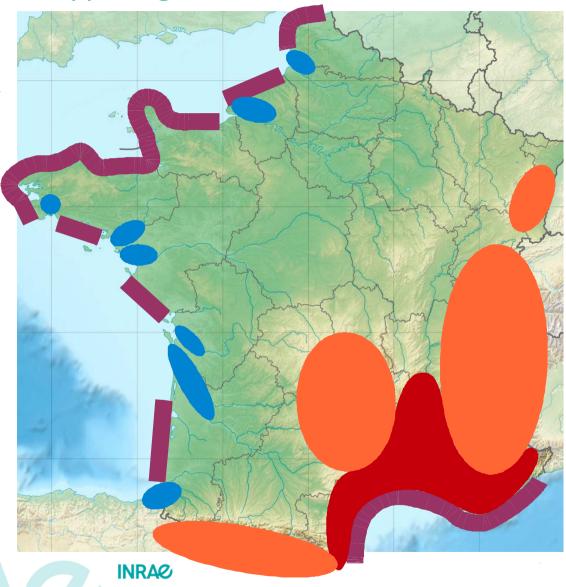
Le Boréon à Saint-Martin-Vésubie après l'épisode méditerranéen consécutif à la tempête Alex du 1 au 2 octobre 2020





Typologie des inondations

Risque inondation



Ensemble du territoire :

- en général crues lentes (propagation amont-aval)
- crues rapides (petits affluents, bassins amont)
- + série de cas particuliers

Crues rapides, avec contexte méditerranéen / cévenol

Crues rapides, potentiellement torrentielles en montagne (avec influence nivale)

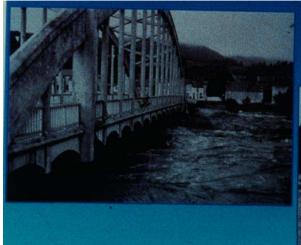
Phénomènes estuariens

Submersions marines

Ruissellement (pluies intenses en milieu urbain ou rural)



Crues rapides









Facteurs aggravants : effet de surprise (vitesse montée des eaux, crue la nuit, pas d'alerte) puissance des flots (destruction d'ouvrages/bâtiments, noyade de personnes, emportement véhicules)



Crues lentes

Risque inondation





→ possibilité d'évacuation ou mise en sécurité (personnes, biens)

Réduction du risque

Facteurs aggravants : durée de submersion

(endommagement du bâti, perturbations durables)

forte extension spatiale

(impact sur le territoire)





Gestion du risque d'inondation à moyen terme



Inondation catastrophique

- forte mobilisation
- demande de protection maximale

Mesures de réparation Travaux de protection

- perte de mémoire des événements
- relâchement dans l'entretien des ouvrages

Développement de l'urbanisme en zone inondable



• phase d'oubli





Enjeux liés aux inondations

Population exposée

Ensemble du territoire

- → Environ 1/4 de la population française (18 millions d'habitants)
- → environ 10 millions d'emplois exposés

Impact économique récurrent



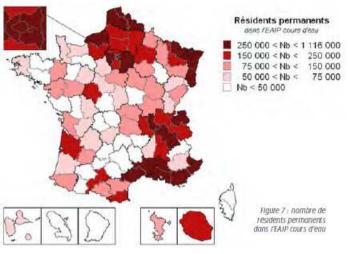
Dommages potentiels: 1 à 1.5 milliard d'euros /an

(avec événements majeurs type crue Seine 1910 : 30 à 40 milliards)

Mauvaise compréhension de l'origine des inondations

Aggravation des catastrophes expliquée par une fréquence plus importante des débordements

Perte de mémoire sur les événements passés







Sondage N°1

Les catastrophes naturelles en France (métropole et DOM) ont causé la mort d'environ 15 000 personnes entre 2001 et 2010 : https://www.actu-environnement.com

Réduction du risque

Quelle est la mortalité annuelle en France liée aux inondations ?

1/ environ 10 morts /an

2/ environ 100 morts /an

3/ environ 1000 morts /an



Sondage N°1

Risque inondation







Sondage N°1 : réponse

Les catastrophes naturelles en France (métropole et DOM) ont causé la mort d'environ 15 000 personnes entre 2001 et 2010. https://www.actu-environnement.com

Réduction du risque

Quelle est la mortalité annuelle en France liée aux inondations ?

En excluant la canicule de 2003 qui a provoqué la mort de 14 800 personnes, les catastrophes naturelles ont fait 740 victimes sur la période 2001-2010 : 194 par avalanches; 137 par vague de chaleur (hors 2003); 109 par inondation → environ 10 morts /an (185 victimes sur 1980-2000)

Fort retentissement : même lieu et instant A relativiser : cf. autres mortalités annuelles 78 000 (tabac), 49 000 (pollution de l'air), 48 000 (alcool), 3400 (route)

....Covid-19...





La Directive Inondations, DI (23 octobre 2007)

Bilan catastrophique des inondations en Europe au cours des dernières décennies

Réduction du risque

Adoption en 2007 d'une Directive Inondation pour réduire les conséquences négatives des inondations

(santé humaine, environnement, patrimoine culturel, activité économique)

Méthode

Evaluation des conséquences négatives (3 niveaux d'aléa : faible-moyen-fort)

(en s'appuyant sur les événements historiques)

Hiérarchisation des risques (Territoires à Risque Important, TRI)

Définition d'objectifs de gestion du risque d'inondations

→ Procédure réactualisée tous les 6 ans

Calendrier du 1ier cycle (2010-2015)

Fin 2011: Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation (EPRI)

valeurs d'indicateurs de risque sur chaque territoire

Fin 2013 : Cartographie des zones inondables (Territoire à Risque Important, TRI)

Fin 2015 : Plans de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI) à l'échelle des districts



Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation (Fin 2011)

Réduction du risque

Recensement d'environ 2000 inondations

Différents types (débordement de cours d'eau, remontée de nappe, ruissellement en versant, submersion marine, ruptures brutales - ouvrages, poches glaciaires)

Descriptif de 176 événements (1710-2011)

extension spatiale

Risque inondation

- genèse hydro-météo
- conséquences (victimes, dommages, perturbations socio-économiques)
- cartes thématiques (cumul des précipitations, vent maximal, niveau de haute-mer, trajectoire de cyclone)
- graphiques temporels (précipitation, débit)
- photographies ou cartes postales (zone inondée, laisse de crue, évacuations de personnes, bâtimentsouvrages détruits)
- + bibliographie

Les inondations remarquables en France

Inventaire 2011 pour la directive Inondation

Michel Lang, Denis Cœur, coordinateurs

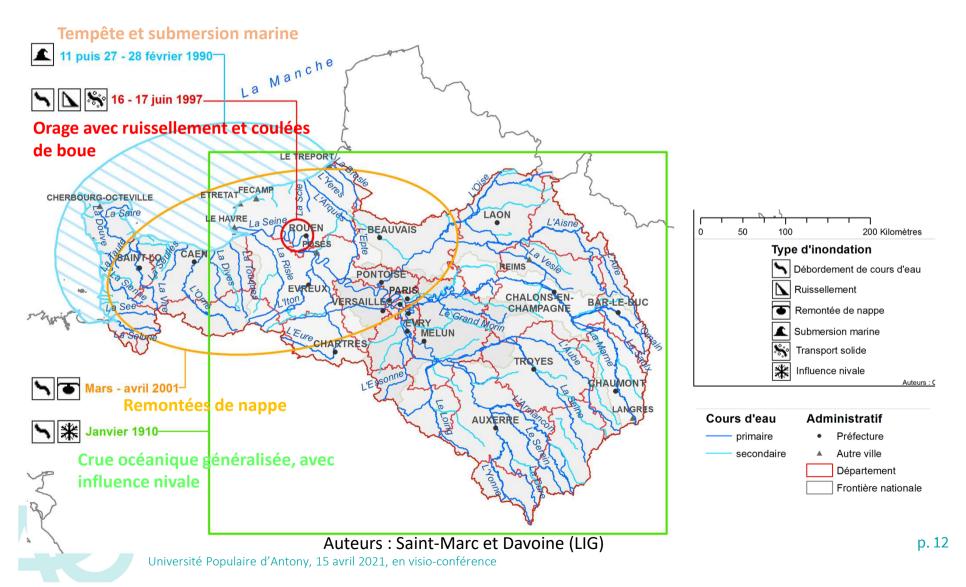


www.quae.com





Exemple de rendu sur le bassin Seine-Normandie Sélection de 4 événements illustrant la typologie des inondations

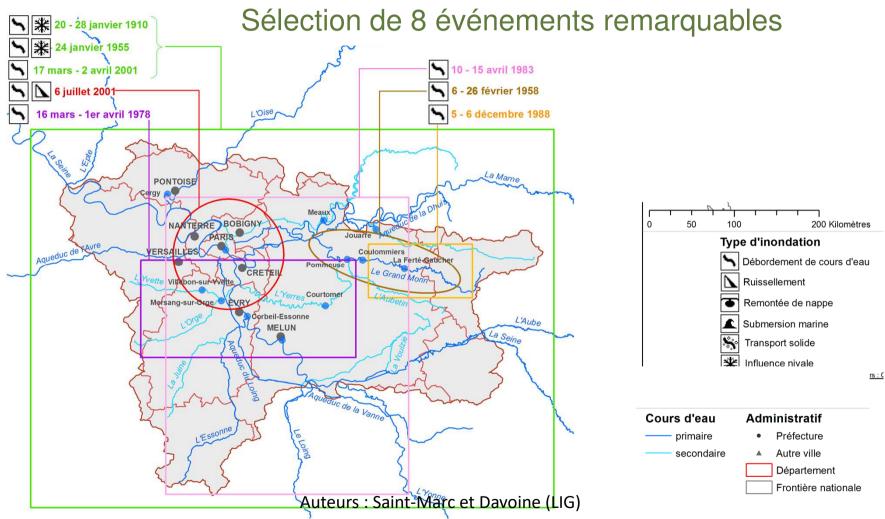




Exemple de rendu sur l'unité Rivières Ile-de-France

Réduction du risque

(bassin Seine-Normandie)





Exemple de description d'une inondation Crue de l'Oise des 7-8 janvier 2011

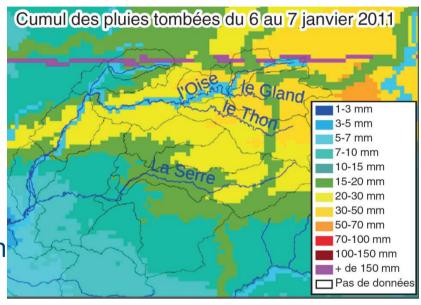
Réduction du risque

Genèse hydro-météo

- chutes de neige abondantes depuis la midéc 2010
- redoux accompagné d'une pluie soutenue (50 mm en 24h, localement 80 mm)
- fonte du manteau neigeux sur un sol gelé

Aléa inondation

- crue plus que centennale en amont d'Hirson
- atténuation partielle de la crue en aval du barrage de Proisy



Source: SPC Oise-Aisne

Dommages

- secteur d'Hirson particulièrement impacté (546 bâtiments touchés, hauteur d'eau de 1,4m dans certains quartiers)
- coût des réparations aux voiries et ouvrages d'art : 716 000 €





Base nationale de Données Historiques sur les Inondations

Réduction du risque



Accessible en ligne (depuis 2015)

https://bdhi.developpement-durable.gouv.fr

Contenu

- 176 événements (EPRI 2011)
- 42 événements (EPRI 2018)
- sources documentaires
- outil de requête spatio-temporel

Complémentarités avec d'autres bases



lien dynamique sur le risque dans ma commune



Pluies extrêmes en

France métropolitaine et en outre-mer

cartes, statistiques, événements mémorables



plateforme collaborative d'alimentation



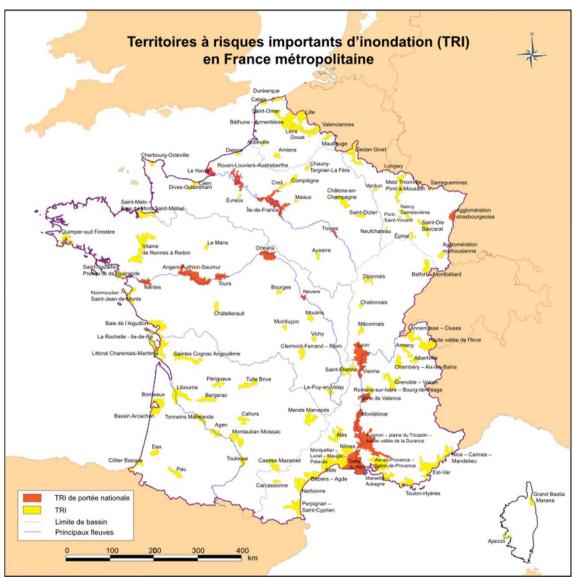


INRA



Risque inondation

Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation (Fin 2011)



Cartographie de l'emprise des zones inondables (EAIP) Superposition de différentes informations existantes

REX Xynthia

(CartoRisque, atlas zones inondables, cartes d'aléa PPRi, cartes hydrogéomo, méthode Exzeco)

Evaluation des enjeux situés en zone inondable (EAIP) Série d'indicateurs sur les impacts potentiels (santé humaine, environnement, patrimoine culturel, activité économique)

→ Choix en 2012 de 121 Territoires à Risque Important (TRI)



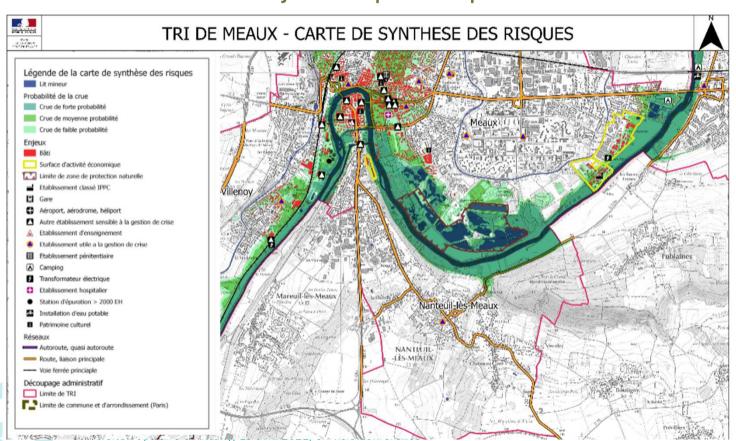
Cartographie des risques sur les TRI (fin 2013)

Extension de la zone inondée pour 3 scénarios

Aléa faible / moyen / fort (période de retour 10 / 100-300 / 1000 ans)

Exploitation des informations sur les événements historiques

Recensement des enjeux impactés pour les 3 scénarios





Plans de Gestion des risques d'inondation (PGRI; fin 2015)

Réduction du risque

Contenu

Risque inondation

Objectifs à l'échelle du bassin (6 districts hydrographiques en métropole)

Dispositions spécifiques sur chacun des TRI du bassin

→ exemple sur le bassin Seine-Normandie

4 objectifs déclinés en 58 dispositions

- Réduire la vulnérabilité des territoires
- Agir sur l'aléa pour réduire le coût des dommages
- Raccourcir fortement le délai de retour à la normale des territoires sinistrés
- Mobiliser tous les acteurs via le maintien-développement de la culture du risque

A réactualiser tous les 6 ans





Sondage N°2

La Directive Inondations a permis de recenser les inondations ayant eu des impacts et toujours susceptibles de forts impacts.

Réduction du risque

Quel bilan peut-on tirer sur l'évolution du risque d'inondation depuis 200 ans?

1/ les « anciens »avaient une meilleure connaissance du terrain et le risque était plus faible (mortalité et dommages)

2/ les progrès technologiques ont permis de réduire les conséquences des inondations (mortalité et dommages)

3/ les aménagements de l'homme sur les cours d'eau et l'urbanisation du territoire ont augmenté la fréquence des inondations

4/ l'augmentation des enjeux en zone inondable est le premier facteur d'aggravation des dommages des inondations





Sondage N°2

Risque inondation







Principaux événements d'inondation (1770-2011)

7 événements avec + 100 décès

- événements anciens
- événements « violents »
- des crues et le secours aux populations

Evénement	Туре	Décès
Septembre 1928 Guadeloupe	Cyclone	1200
Juin 1875, Garonne	Crue rapide	500
Décembre 1959, Malpasset	Rupture de barrage	423
Mars 1930 Tarn & Garonne	Crue rapide	230
Juillet 1892, Saint- Gervais	Rupture poche glaciaire	175
Janvier 1948 Réunion	Cyclone	165
Septembre 1875 Orb & Vernazobre	Crue rapide	125

«Le risque d'inondation : perception et prévention », Michel Université Populaire d'Antony, 15 avril 2021, en visio-confér

9 évén. avec dommages > 1 milliard €

- événements récents
- à la fois crues lentes et rapides
- → Progrès importants dans la prévision → Augmentation des enjeux en zone inondable

Evénement	Туре	Dommages (milliard €)
Février 2010, Xynthia	Tempête	2.5
Sept. 2017, Irma	Cyclone	2.0
Janvier 1910, Seine	Crue lente	1.6 (→30-40)
Sept-Octobre 1958 Gardon & Cèze	Crue rapide	1.4
Septembre 2002 Gardon & Cèze	Crue rapide	1.4
Décembre 2003, Rhône	Crue lente	1.1
Mai-Juin 2016, Nord de la France	Crue lente	1.1
Hiver 2000-2001, Bretagne	Crue lente	1.1
Juin 2010 Argens & Nartuby	Crue rapide	1.0



Sondage N°2 : réponse

Quel bilan peut-on tirer sur l'évolution du risque d'inondation depuis 200 ans?

Réduction du risque

1/ les « anciens »avaient une meilleure connaissance du terrain et le risque était plus faible. NON, nombre de victimes plus élevé auparavant

2/ les progrès technologiques ont permis de réduire les conséquences des inondations. NON, montant des dommages plus élevé aujourd'hui

3/ les aménagements de l'homme sur les cours d'eau et l'urbanisation du territoire ont augmenté la fréquence des inondations.

NON, à voir fin de l'exposé « Influences humaines »

4/ l'augmentation des enjeux en zone inondable est le premier facteur d'aggravation des dommages des inondations OUI



Décomposition du risque

- Aléa d'inondation
 - ⇒ degré d'exposition d'une zone aux inondations
- Enjeux exposés et vulnérabilité aux inondations
- ⇒ biens et activités en zone inondable

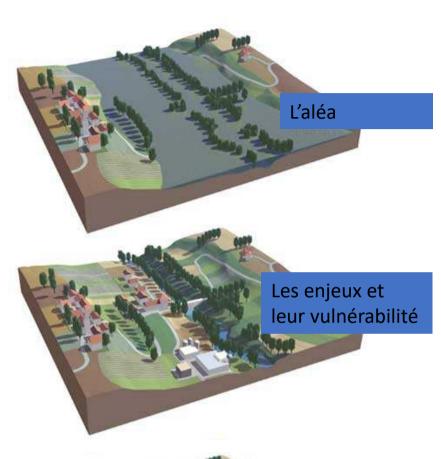
Risque d'inondation

- = fonction (aléa ; enjeux; vulnérabilité)



INRA

«Le risque d'inondation : perception et prévention », Michel LANG Université Populaire d'Antony, 15 avril 2021, en visio-conférence







Les différents volets d'action

CULTURE DU RISQUE

informations sur:

- . le niveau d'exposition
- . le comportement à adopter en crue
- . la problématique du risque

ACTIONS EN TEMPS REEL

REX Xynthia

- . annonce et prévision des crues
- . secours à la population
- . gestion d'ouvrages

ACTIONS EN TEMPS DIFFERE

- mesures de protection contre les inondations
- . réglementation (occupation du sol, conception de bâtiments, plans d'évacuation) indemnisations, réparations



INRA

La démarche 3P : réduire le risque



- anticiper en période de crue
- prendre les mesures d'urgence



- limiter les enjeux en zone inondable
- réduire la vulnérabilité aux inondations



- réduire la pointe de crue
- protéger localement



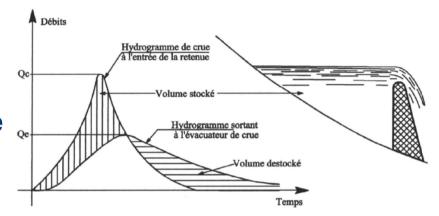
Comment réduire l'aléa?

Réduction de la fréquence des débordements

Réduction du risque

- Ralentissement et laminage de la crue (barrages, bassins de stockage, obstacles au transfert de l'écoulement)
- Augmentation de la capacité hydraulique du lit mineur

(digues, recalibrage, ouvrages hydrauliques)



Protection localisée de secteurs vulnérables

⇒empêcher la submersion jusqu'à un certain niveau de référence

(cf. digues, surélévation du terrain naturel)







Comment réduire la vulnérabilité?

Réduction des dommages

- → faire en sorte que l'inondation à venir provoque :
- le moins de dommages
- le moins de perturbations

pour reprendre le plus rapidement possible une activité « normale »

Réduction du risque

- Diagnostic de vulnérabilité (territoire, bâtiments, activité économique)
- Actions concrètes (urbanisme, travaux de confortement, déplacement d'équipements sensibles, plans de reprise d'activité...)

Responsabiliser les acteurs concernés

→ développer la conscience que chacun peut réduire les effets des inondations, sans attendre que la collectivité se substitue à lui





Prévision des inondations

Anticiper le débordement dommageable des cours d'eau

• exploiter le temps de propagation amont-aval (cf. grands bassins à crues lentes)

Réduction du risque

• exploiter le temps de réaction des bassins aux précipitations

Traiter d'autres modes de submersion (secteurs localisés)

- remontée des eaux dans les estuaires
- ruissellement en secteur urbain

Prévenir les populations-acteurs économiques susceptibles d'être inondés

information sur le niveau de vigilance et les évolutions attendues

Mobiliser les acteurs de la sécurité civile et responsables réseauxouvrages

- évacuation et mise en sécurité des personnes
- capacités d'intervention-réparation des réseaux (routes, électricité, eau...)
- gestion d'ouvrages hydrauliques



Réduction du risque



Prévision des inondations

Création du SCHAPI (Toulouse) (en 2003)

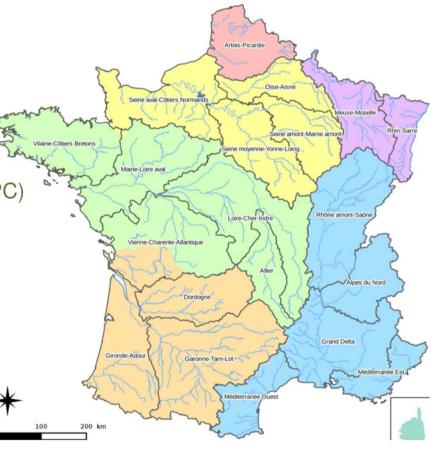
• veille hydro-météo à l'échelle nationale

 coordination-animation des SPC (35 personnes)

22 Services de Prévision des Crues (SPC)

veille hydro-météo à l'échelle de bassins

 production de cartes de vigilance (220 personnes sur l'ensemble de la France)







Risque inondation

Les différents niveaux de vigilance

Niveau 4: ROUGE

Risque de crue majeure. Menace directe et généralisée de la sécurité des personnes et des biens

Crue rare et catastrophique, nombreuses vies humaines menacées, débordements généralisés, évacuations généralisées et concomitantes, paralysie à grande échelle du tissu urbain, agricole et industriel

Niveau 3 : ORANGE

Risque de crue génératrice de débordements importants susceptibles d'avoir un impact significatif sur la vie collective et la sécurité des biens et des personnes.

Crue majeure et dommageable, vies humaines menacées, nombreuses évacuations, paralysie d'une partie de la vie sociale, agricole et économique

Niveau 2 : JAUNE

Risque de crue ou de montée rapide des eaux n'entraînant pas de dommages significatifs, mais nécessitant une vigilance particulière dans le cas d'activités saisonnières et/ou exposées

Perturbation des activités liées au cours d'eau. premiers débordements localisés, coupures ponctuelles de routes secondaires, maisons isolées touchées, caves inondées, activité agricole perturbée

Niveau 1: VERT

Situation normale



INRA



Risque inondation

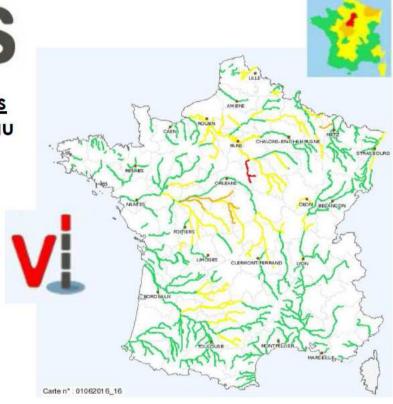
Disposition d'information au public www.vigicrues.gouv.fr

VGICRUES

<u>Un accès en continu aux mesures</u> de cotes et débits des cours d'eau

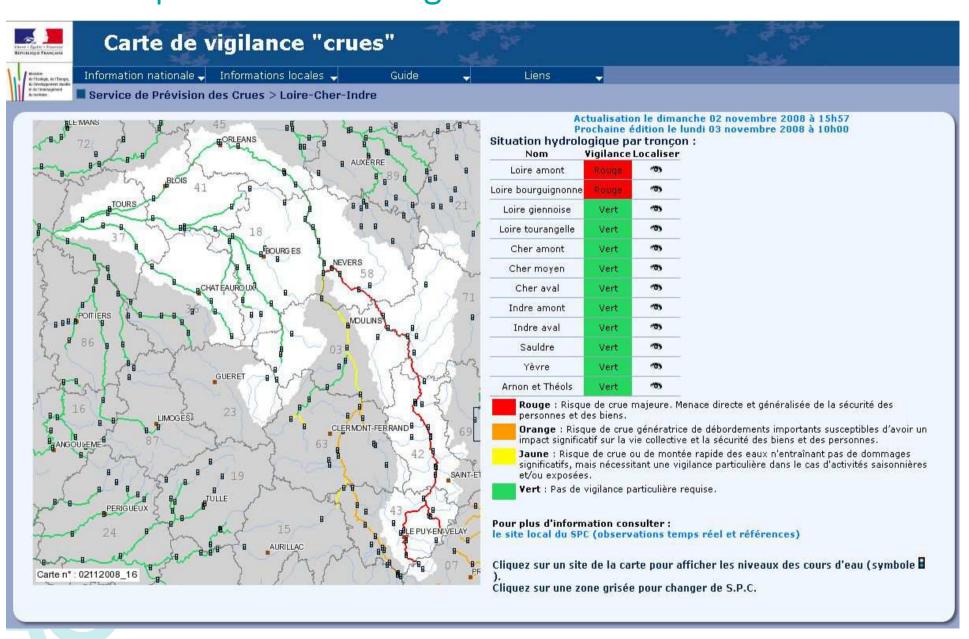
+Tous les jours à 10h et 16h (+ actualisations si nécessaire)

- •une <u>carte de vigilance</u> crues
- des <u>bulletins d'information</u> national et locaux





Exemple de carte de vigilance

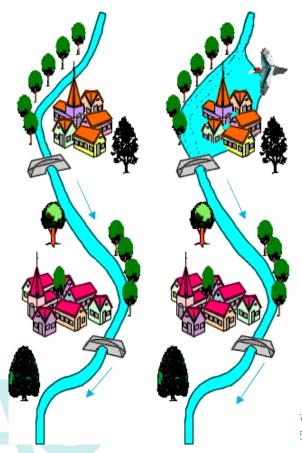




Sondage N°3

L'illustration ci-dessous montre le cas de deux villages implantés en bord de rivière. Une crue récente a inondé le village situé en amont. Une expertise a montré que la section sous le pont est insuffisante et qu'elle a généré des débordements juste en amont. A noter que le village en rive gauche est situé juste à l'altitude des berges du lit mineur.

Réduction du risque



Quelle serait la meilleure solution pour réduire les risques ?

1/ surélever le pont pour que le débit de la crue puisse s'écouler sans débordement en amont

2/ mettre des digues en amont du pont (rive gauche et rive droite) pour empêcher les débordements

3/ ne pas toucher au pont et implanter une digue seulement en rive gauche

4/ à la fois les solutions 1 et 2



Sondage N°3







Sondage N°3 : réponse

Solutions 1 + 2

Report du « problème » vers l'aval

Solution 3

Repérage des zones à « problème »



- Ne pas toucher au pont pour préserver le village aval
- N'intervenir qu'en rive gauche, là où cela est nécessaire

INRAO

«Le risque d'inondation : perception et prévention », Michel LANG Université Populaire d'Antony, 15 avril 2021, en visio-conférence

Exemples d'inondations et mesures appropriées

Réduction du risque



Risque inondation

- ▶ Coupure des voies de communication
- ▶ Redimensionnement des ouvrages



- Conception et usage des bâtiments
- Ouvrages d'écrêtement
- ▶ Plan communal de sauvegarde



- Repérage des enjeux stratégiques
- Mise en sécurité



Rôles et limites des aménagements préventifs

Aménagements sur le bassin versant

- barrages
- bassins de stockage
- obstacles au transfert des écoulements (digues transversales, talus, haies, boisement)



Efficacité à vérifier Volume rétention vs volume de la crue

Aménagements sur la rivière

- digues
- recalibrage
- rescindement de méandre



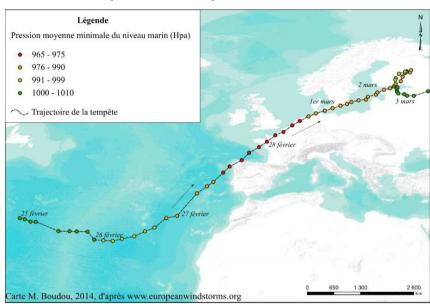
Accélération des écoulements

© Fréquence des débordements

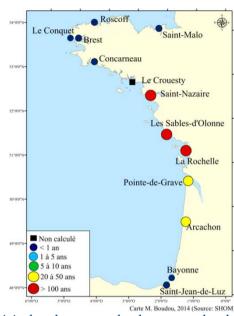
- Aggravation en aval
- Risque d'érosion
- **Effets pervers des digues** (rupture brutale, développement urbanisation)



Tempête Xynthia du 27-28 février 2010



Trajectoire de la tempête Xynthia



Périodes de retour des hauteurs de pleine mer (SHOM)

Concomitance d'une tempête avec une marée de forte amplitude

- fortes rafales de vent (160 km/h sur le littoral,120-130 km/h à l'intérieur des terres)
- vagues de 6-7 m au large
- marée de vives eaux (coefficient de marée 102-108 à la pointe de Grave) Impacts humains majeurs et dommages élevés
- 47 morts (29 communes la Faute-sur-Mer et l'Aiguillon, 11 en Charente-Maritime)
- érosion de cordons dunaires, ruptures de digues et submersions
- 2.5 milliards d'euros de dommages (dont 1.5 pour les assureurs)



Bilan sur la gestion de crise

Prévision

Risque inondation

bonne prévision de Météo-France (cf. alerte rouge le Sa 27 à 16h), mais :

- inadaptation des messages liés à un avis de tempête (cf. confinement vs avis submersion: refuge sur point haut)
- difficulté à localiser les zones susceptibles d'être submergées
- → création d'une vigilance « submersion marine »

Alerte

bonne diffusion de l'alerte, sauf maillon final (population)

- ex. UK où 1 million de personnes sont inscrites à un service d'alerte via tel./mail
- > service APIC (Avertissement sur observations Pluies Intenses au niveau Communal)

Secours

bonne efficacité des services de secours

- 4 compagnies de CRS, 565 gendarmes, 2000 sapeur-pompiers (500 en renfort)
- 37 000 interventions, 1500 personnes secourues-évacuées

mais

- saturation du réseau téléphonique pendant l'événement
- inondation de plusieurs centres de secours (Aiguillon, Ars-en-Ré, Rochefort, St Trojan)
- difficulté de prépositionnement précis des moyens de secours

>

Bilan sur la procédure d'expropriation

Sémantique évolutive

Risque inondation

- zone d'extrême danger (zone à abandonner; vie humaine en jeu sans possibilité de réduire la vulnérabilité circulaires 18 mars et 7 avril)
- zone de solidarité (aide de l'Etat pour racheter bien sinistré à sa valeur AVANT tempête)
- zone noire (appellation du public)

Critères de délimitation

- zonage en fonction de l'aléa Xynthia + bande sécurité (90-110 m derrière digues)
- prise en compte de la vulnérabilité (protections ou refuges possibles, état habitations)
- éviter l'effet de mitage dans le zonage

Nombreuses contestations

- 1^{ier} zonage réalisé en urgence absolue (5 jours!) (sans outil de modélisation ni de concertation avec la population et les élus locaux cf. critères sur la vulnérabilité)
- rectification du 1ier zonage ne concerne que 10% des zones

Rachat des biens

- Vendée : 246 biens hors zone noire finale (mais déjà rachetés, coût 84 millions €)
- → leçons tirées après inondations Var 2010 : nombre limité d'habitations (20) à racheter en urgence (12 millions € de rachat après études complémentaires)





Bilan sur la gestion des digues

Entretien insuffisant

Risque inondation

- nombreux ouvrages endommagés (Vendée 75 km, Charente-Maritime 120 km Gironde 90 km)
- propriétaires des digues souvent mal connus (DDTM17 n'est capable d'identifier rapidement le propriétaire que sur 5% du linéaire)
- gestion défaillante-insuffisante de la part des propriétaires

Plan de Submersion Rapide (PSR)

lancement du PSR en février 2011

28 millions € crédits Etat pour travaux d'urgence (2011) 500 millions € crédits Etat prévisionnels (2011-2016) issus du fonds Barnier pour la consolidation-rehausse de 1200 km de digues et ouvrages de protection (secteur fluvial et littoral)

 12 projets de PAPI littoral sur les départements de Charente-Maritime (9) et Vendée (3)



> Bilan sur l'information sur le risque

Dossier Départemental sur les Risques Majeurs (DDRM, institués en 2005)

- contenu trop général, non réactualisé tous les 5 ans Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM, institués en 1990)
- en nombre limité (8 et 12 DICRIM sur resp. 472 et 153 communes, départ. 17 et 85)
- contenu insuffisant

Plans Communaux de Sauvegarde (PCS, institués en 2002)

- gros retard dans la mise en œuvre
- → approuvés sur seulement 2 et 20 communes sur 21 et 69 concernées (départements 17 et 85)
- document souvent incomplet

Cahier de prescriptions pour les campings

• en nombre limité (68 approuvés depuis moins de 5 ans, 157 depuis plus de 5 ans, 57 sans cahier; sur 282 campings de Charente Maritime situés dans une commune exposée aux inondations)





Bilan sur la prévention du risque

Documents d'urbanisme

800 communes françaises avec zones habitées d'altitude < 2 m (235 000 maisons)

- documents d'urbanisme obsolètes (sur 33 communes de Vendée en zone littorale, 23 avec POS 1967-2000 et 10 avec PLU - depuis 2001)
- maisons édifiées sans permis de construire, lotissements récents en zone inondable

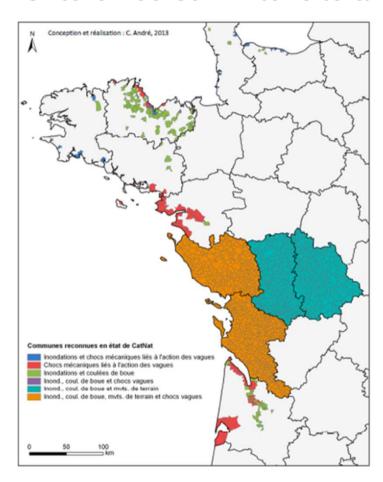
Plan de Prévention du Risque Inondation (PPRI)

- gros retard dans la mise en œuvre sur les 864 communes en zone littorale 5% approuvé, 8 % prescrit, 87% non couvert
 - rapport Assemblée Nationale « approche trop rigide de l'Etat qui ne tiendrait pas compte des spécificités locales »
 - rapport de la Cour des Comptes de « préfets pas toujours résistants aux pressions des élus »
- mission du Sénat demande: révision obligatoire des documents d'urbanisme avec le PPR, adoption obligatoire d'un PCS dès qu'un PPR a été prescrit

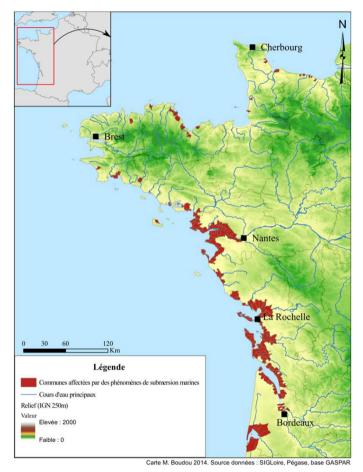


> Bilan sur la procédure d'indemnisation

Critère flou sur l'intensité anormale de l'aléa



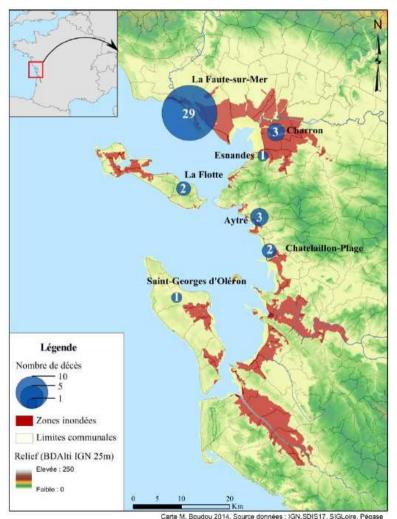
1553 communes avec arrêté CatNat sur 11 départements (arrêtés du 1, 11 et 30 mars; 10 mai) (source André, 2014)



224 communes impactées par les submersions marines (source Boudou, 2015)



Bilan sur la mortalité



Procès Xynthia (oct. 2014, avril 2016)

→ Un zoom sur les circonstances de décès et les responsabilités sur la commune de la Faute-sur-Mer

(exploitation du compte-rendu des audiences du procès : http://xynthia.fenvac.org/)

Surmortalité dans la commune

→ 26 des 29 morts habitaient dans de nouveaux lotissements

(source Boudou, 2015)





Circonstances des décès

Phénomène de noyade

4 phases d'après le médecin légiste

- période surprise de 10 sec. (réflexe de fermer la gorge pour empêcher l'eau d'entrer)
- période de stress d'une minute (apnée involontaire avec baisse du stock d'oxygène)
- respiration réflexe qui fait rentrer l'eau dans le système respiratoire
- arrêt cardio-respiratoire

Témoignage des personnes sauvées

Rapidité et violence du phénomène

- Début des submersions vers 3h -4h du matin
- Portes fenêtres ou du garage qui explosent
- Volets électriques bloqués (plus de courant)
- Objets lourds flottants qui ont blessé-coincé des personnes

Réactions des personnes

- temps réduit (10 mn) pour prendre la bonne décision
- refuge sur des meubles, mezzanine, 1ier étage, combles, toit
- évacuation de la maison (point émergé extérieur en restant dans l'eau glacée, bateau, maison voisine)
- certaines personnes ont pu accueillir-sauver des voisins, d'autres les ont vu-entendu mourir



REX Xynthia



Risque inondation

Obstructions répétées de la commune

Equipe restreinte autour des enjeux immobiliers

- première adjointe : présidente de la commission d'urbanisme et également agent immobilier
- fils du maire : président du syndicat des digues et agent immobilier
- membre du conseiller municipal également entrepreneur BTP

Refus ou oppositions sur les documents de prévention et d'information

- pas de DICRIM et de PCS malgré l'aide proposée par la Préfecture
- opposition au PPR avec demande d'assouplissement du zonage en échange d'une surveillance de la digue et de la mise en place d'un PCS (non réalisés)
- refus de financer un diagnostic vulnérabilité sur les habitations (soutien 50% Etat)
- non diffusion de 3000 plaquettes d'information fournies par la DDE
- aucune réunion d'information communale sur le risque (malgré lanceurs d'alerte époux Anil)

Laxisme dans la délivrance des permis de construire

- 15 permis illégaux
- lotissement La Toscane implanté malgré l'avis défavorable de la DDE
- contentieux sur le camping municipal implanté sur le Domaine Public Maritime
- exemple d'erreur d'attribution de permis de construire en zone rouge repérée par DDE, non rectifiée par le maire (maison construite)



REX Xynthia



Alerte non répercutée localement

Défaillance du maire

Le maire prévenu à deux reprises

- SMS alerte orange (Sa 27 à 10h46) pour vent violent
- SMS alerte rouge (Sa 27 à 17h00) pour submersion marine

Le maire ne répercute pas l'information

- dîner au restaurant le soir, se couche à 0h30 et se lève à 5h
- aucun dispositif pour prévenir la population ou mobiliser son personnel pour la surveillance des diques
- président du syndicat des digues prévenu de l'alerte rouge mais aucune mesure de surveillance

Consignes du Préfet à la DDTM17 partiellement appliquées

- « Oubli » de la DDTM d'appeler le Sa soir le maire de la Faute-sur-Mer (fait pour la commune voisine de l'Aiguillon ou pour Noirmoutier)
- Demande le Sa soir à la DDTM d'organiser une surveillance des digues (consigne difficilement applicable vu le faible effectif, l'imprécision sur la localisation des zones, le risque encouru pour les agents de terrain)





Verdict du procès Xynthia

Condamnations le 12 décembre 2014

- maire: 4 ans ferme et 30 000 € d'amende
- première adjointe : 2 ans ferme et 75 000 € d'amende
- président du syndicat des diques : 18 mois ferme
- membre du conseiller municipal également entrepreneur BTP : décédé au début du procès
- relaxe du directeur adjoint de la DDTM

Commentaire personnel

- Contexte de travail difficile pour la DDTM dans la décennie précédente : réduction des effectifs, réorganisation récente, affrontements à répétition avec élus locaux, circulaire Borloo invitant à la concertation avec les élus
- Plusieurs insuffisances de la DDTM non prises en compte
 - assouplissement du zonage PPRi en échange de contreparties de la commune (cf. surveillance digue et PCS), mais dont l'application n'a pas été ensuite vérifiée
 - > document réglementaire PPRi sans cote de référence à respecter (cf. cloisonnement des services au sein de la DDTM)





Verdict du procès Xynthia

Condamnations en appel le 4 avril 2016

- maire : 2 ans avec sursis ;10 000 € d'amende interdiction définitive d'exercice de toute fonction publique
 - → délivrance illicite de permis de construire non retenue, suite aux défaillances de la DDTM (pourtant relaxée en 2014)
- première adjointe : relaxée
 - → conflit d'intérêt non retenu (absence de plainte), et défaillance DDTM sur cote de référence
- président du syndicat des digues : relaxé
 - → prévenu par le maire mais sans information spécifique sur le risque d'inondation, bénévole dans une association avec peu de moyens

Commentaire personnel

Faits constatés identiques, manquements établis restent importants, mais la condamnation est beaucoup moins sévère

Commentaire de M.F. Steinlé-Feuerbach

(Professeur des universités en droit privé et sciences criminelles)

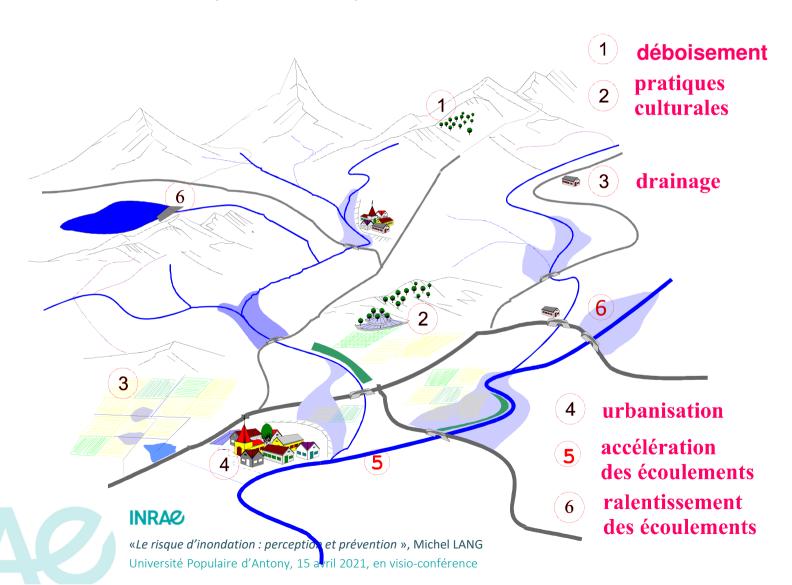
« Le message donné par la cour d'appel de Poitiers est clair : élus, dormez tranquilles, quoique condamnés, vous ne passerez pas par la case « prison » pour la violation, même délibérée, des règles de sécurité destinées à protéger vos concitoyens ! »

http://www.jac-cerdacc.fr/xynthia-la-mansuetude-de-la-cour-d-appel-commentaire-de-l-arret-rendu-par-la-cour-d-appel-de-poitiers-le-4-avril-2016-n-16-00199

Jugements du tribunal administratif (19 janvier 2017 ; 12 février 2018)

Condamnations de la commune de la Faute-sur-Mer, l'Etat et l'association syndicale en charge de l'entretien de la digue à indemniser les victimes, à hauteur respectivement de 50%, 35% et 15%

Rôle de l'homme sur les inondations Les « coupables » potentiels ?



Evolutions récentes sur le régime des crues

Reboisement

Risque inondation

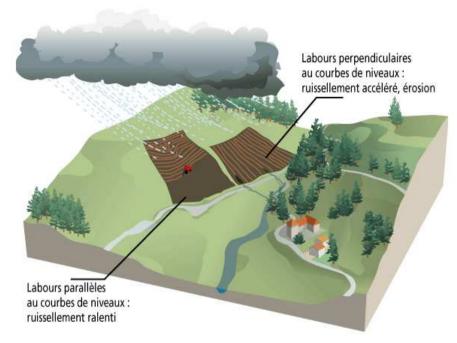
effet positif (surtout pour l'érosion) mais faible capacité d'interception (qq dizaines de mm)

Pratiques culturales

impact réduit sur les pointes de crues phénomènes d'érosion possibles

Urbanisation

aggravation localisée (9% du territoire) effet mineur sur un grand bassin significatif sur de petits bassins



Accélération des écoulements

quelques exemples (aménagement et endiguement du Rhin, XIXe et XXe siècles)

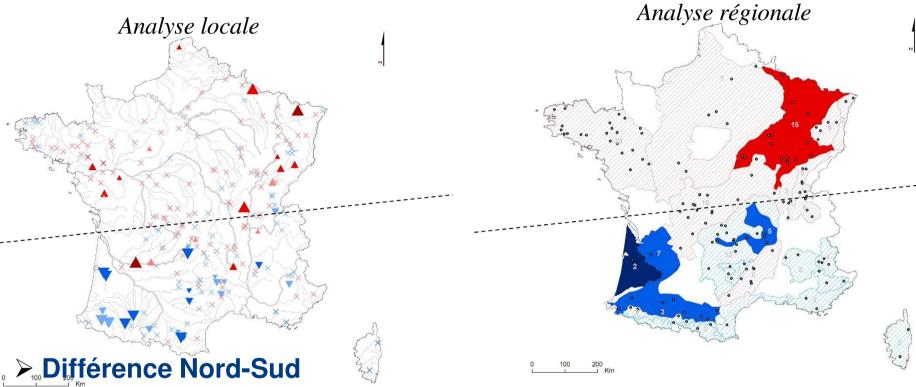
- ⇒ des effets existent (cf. bassins de taille réduite, voisinage d'un secteur aménagé)
- ⇒ influence réduite pour des grands bassins ou de fortes crues



INRA

Tendances sur le débit de pointe de crue : France

Débit maximum annuel (209 séries 1960-2008)

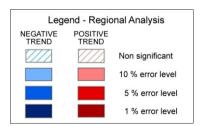


Le nombre de changements locaux

détectés n'est pas significatif



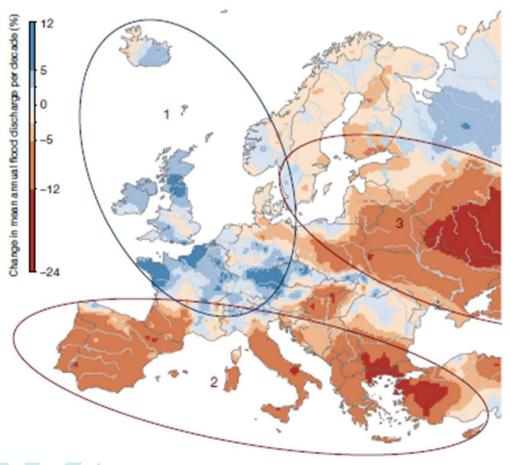
Davantage de changements régionaux significatifs





Tendances sur le débit de pointe de crue : Europe Débit maximum annuel (2370 séries 1960-2010)

Tendance en % par décennie sur la crue Q2



Effet du réchauffement du climat 1. NO:/

augmentation pluie et état humidité

2. S: \ baisse pluie et augmentation évaporation

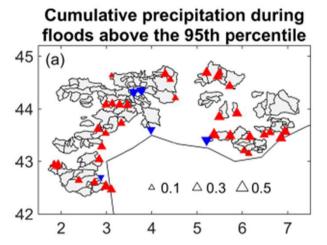
3. E: crues nivales en baisse et plus précoces

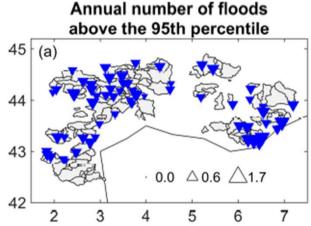
Blöschl et al. (2019). Changing climate both increases and decreases European river floods, Nature, 573, 108-11



Paradoxe sur les tendances en sens opposé sur les pluies et les crues

(171 séries dans le sud de la France, Medit., 1970-2010)

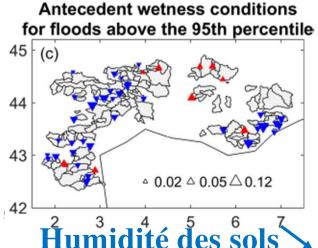




Intensité des pluies/

Flood magnitudes above

Fréquence des crues



L'augmentation de l'intensité des pluies est compensée par une plus forte interception du sol. Dans le détail, la réaction des bassins diffère suivant leur taille, le processus dominant (cf. karst), l'occupation des sols (zones urbaines)...

Tramblay *et al.* **(2019).** Detection and attribution of flood trends in Mediterranean basins, *HESS*, 23, 4419–4431

p. 55

Evolutions prévues sur le régime des crues dans le Monde

	Détection d'un changement depuis 1950	Attribution du changement aux émissions de GES	Projection sous scénario +1.5°C / +2°C
Pluies extrêmes	Probable [0.66-0.90] d'avoir davantage de régions avec une hausse qu'une baisse	Confiance moyenne	Confiance forte d'une augmentation de la fréquence/intensité, à large échelle. Augmentation plus forte avec +2°C
Crues extrêmes	Confiance forte que l'on ne voit pas de tendance significative généralisée Confiance forte qu'il y a eu des augmentations dans certaines régions	Non étudié	Confiance moyenne d'une augmentation de la fréquence/intensité des crues dans certaines régions (diminution dans d'autres régions)

Rapport spécial du GIEC : SR1.5 (2018)

IPCC (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above preindustrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. A Special Report of Working Groups I, II and III of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 630 p.

Projections climatiques à horizon 2070 sur le régime des cours d'eau en France (scénario A1B)

Baisse généralisée du module annuel : -10 à -40 %

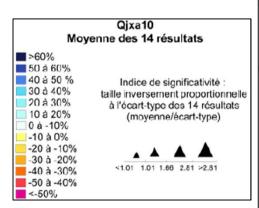
Baisse encore plus forte du débit d'étiage : -20 à -70 %

Divergence entre les différentes projections pour les crues

En moyenne, baisse de 0 à -40 % sur la majorité des secteurs,

sauf sur le Nord-Est de la France (+10 à +20%)

et les Cévennes (+10 à +30%)

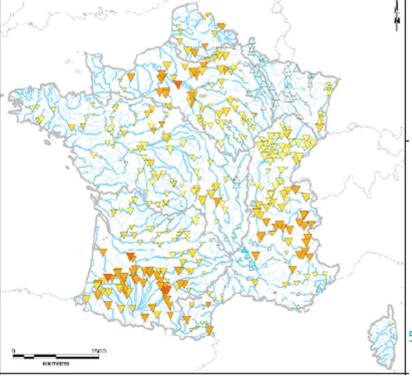


Projet EXPLORE 2070 (2010-2012)

Financé par le Ministère de l'Ecologie



«Le risque d'inondation : perception et prévention », Michel LANG Université Populaire d'Antony, 15 avril 2021, en visio-conférence



Echanges - Discussions

Crue de janvier 1910



Loing à Moret (77) (La Seine en partage)

Orage du 7 juillet 1875



Lisieux (14) (Le Monde Illustré)

Crue de décembre 1993



Choisy-au-Bac (60) (SPC Oise-Aisne)

Crue de janvier 1910



Paris (75) (La Seine en partage)

Orage du 6 juillet 2001



Paris (75007) (INA)

Orage du 14 juin 2009



Chézy-sur-Marne (02) (INA)



INRAe