

Cartographies des inondations sur les grands cours d'eau d'Île-de-France

Présentation aux opérateurs et collectivités

16 septembre 2015

Crue de février 2013 à Paris



Crédits photo : J. Solignac

Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie
d'Île-de-France

www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr

Les cartographies

- Plus Hautes Eaux Connues (PHEC)
- Cartes d'aléas PPRI
- Cartes des surfaces inondables de la Directive Inondations (DI)
- Scénarios de crue
- Les Zones Inondées Potentielles (ZIP)



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET
DE LA RÉGION
D'ILE-DE-FRANCE

Leurs rôles



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET
DE LA RÉGION
D'ÎLE-DE-FRANCE

Complémentarité des cartes

Prévention

Gestion de crise

Connaissance des enjeux

DI

PPRI

Maîtrise de l'urbanisation

PPRI

DI

Réduction de la
Vulnérabilité / résilience

Connaissance des aléas

Maîtrise de l'aléa

PHEC

DI

Information préventive

Objectifs de protection :
1) des personnes
2) des biens

Planification

Scénarios régionaux

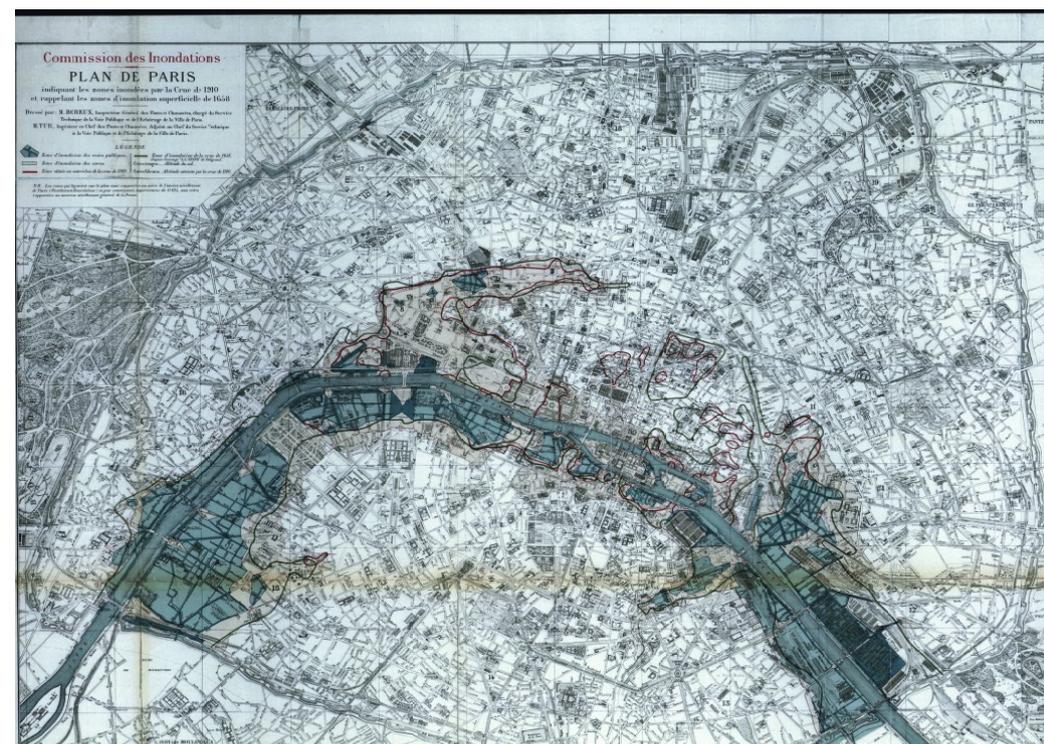
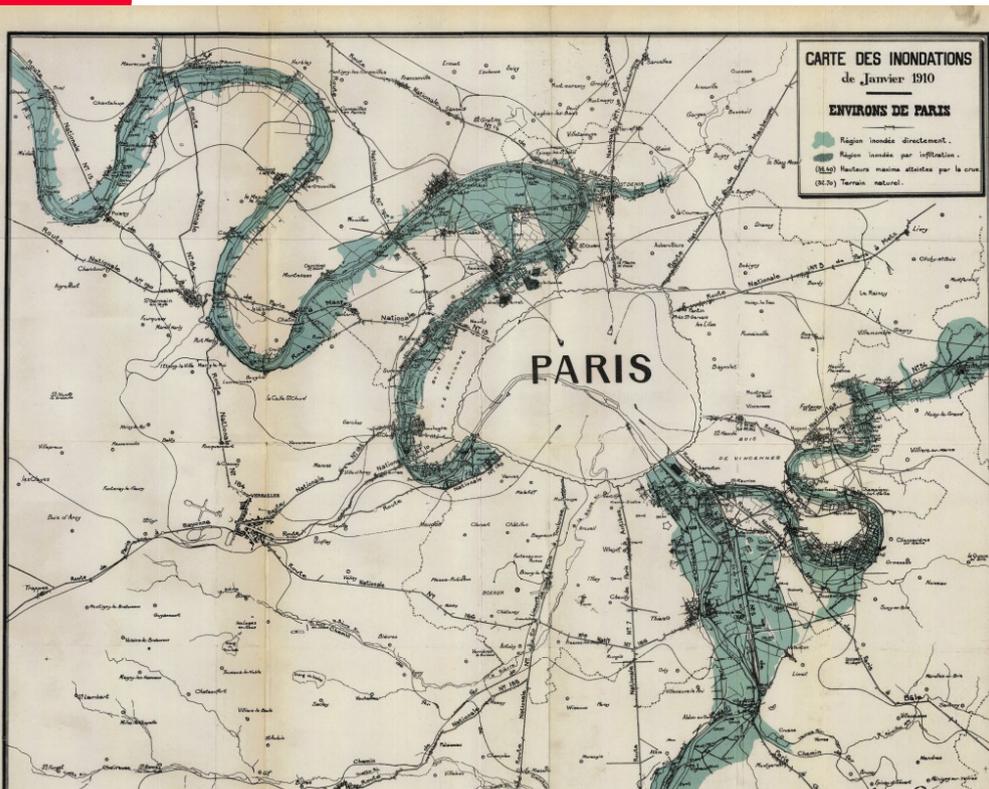
ZIP



PRÉFET
DE LA RÉGION
D'ILE-DE-FRANCE

Les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues)

- Objectif : Information.
- Emprise maximale répertoriée ou reconstituée.
- En IF : emprise de la crue 1910 en général (1926 sur Oise amont, 1955 sur Marne amont).

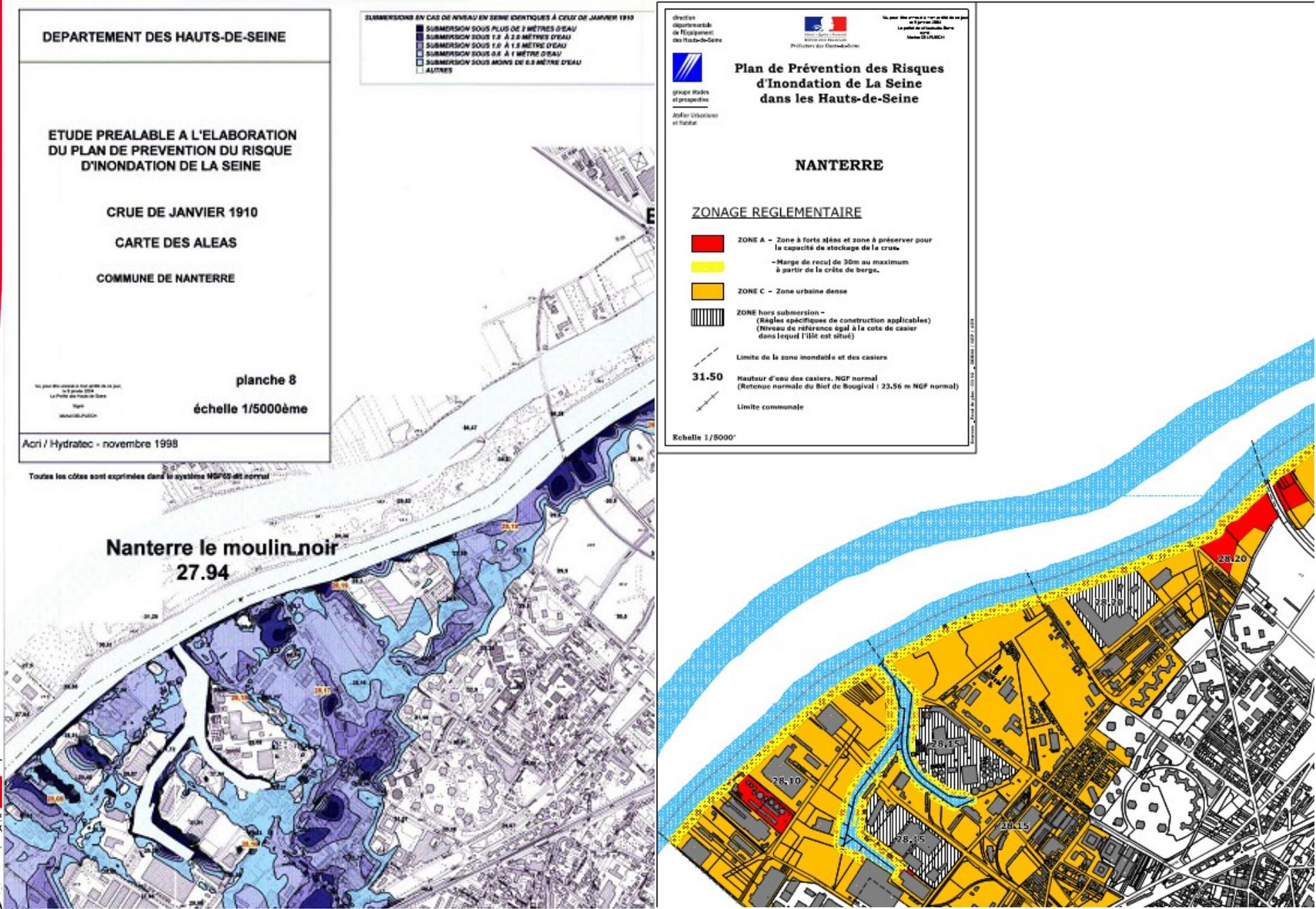


Les cartes des PPRI

(Plans de Prévention des Risques d'Inondation)

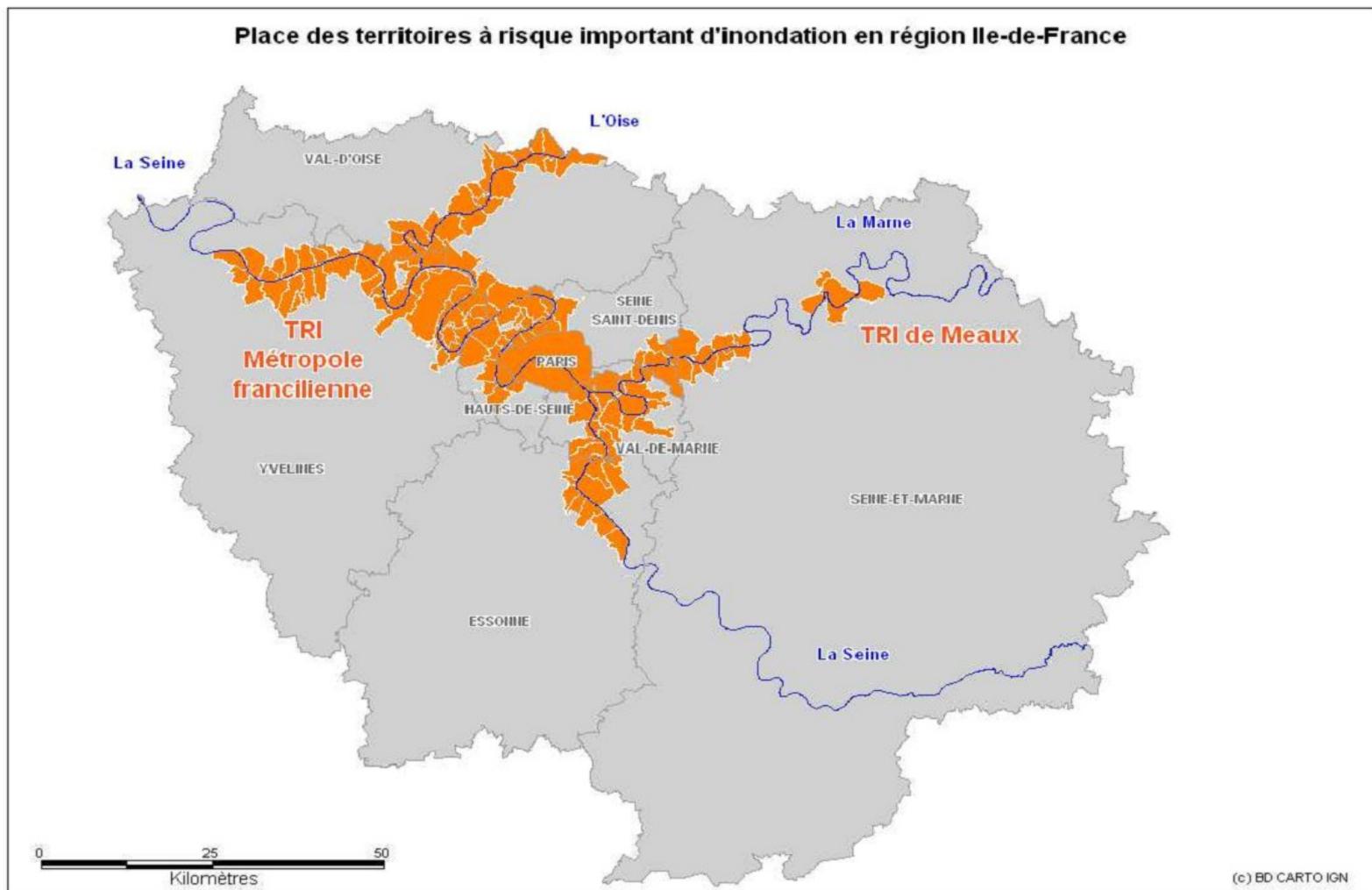
- Objectif : **Maîtrise de l'urbanisme.**
 - délimiter les zones exposées aux risques et en réglementer l'occupation et l'utilisation du sol,
 - réduire la vulnérabilité de ceux qui sont déjà présents dans ces zones,
 - ne pas aggraver ou augmenter les risques.
- Valeur réglementaire : **document opposable** à toute décision d'urbanisme. (échelle de la carte permettant une instruction d'urbanisme)
- Elles sont établies selon **les consignes nationales** : non-prise en compte de l'effet protecteur des digues, crue centennale ou crue la plus forte connue, si elle est plus importante que la crue centennale
- Le PPRI comprend 2 cartes :
 - Carte d'aléas avec les hauteurs d'eau,
 - La carte du zonage réglementaire, qui vaut servitudes d'utilité publique.

Les cartes des PPRI



La Directive Inondations

- Concerne les TRI Métropole francilienne (141 communes) et Meaux



La Directive Inondations

- Objectifs :
 - Information préventive (les 3 scénarios)
 - Mesures de résilience (scénarios fréquent et moyen)
 - Préparation à la gestion de crise. (scénario « extrême » - millénale)
- La cartographie de la directive européenne Inondation est utilisée pour l'élaboration de la **stratégie locale de gestion du risque d'inondation** qui vise à enrichir le porter à connaissance de l'État dans le domaine des inondations et à contribuer à la sensibilisation du public.
- Le scénario « extrême » a vocation à être utilisés pour limiter les dommages irréversibles et chercher à assurer, dans la mesure du possible, la continuité de fonctionnement du territoire et la gestion de crise.



Les scénarios régionaux

- Objectif : **Préparation à la gestion de crise**, en particulier pour les opérateurs de réseaux qui ont besoin d'une représentation à l'échelle régionale pour développer leurs plans d'action.
- Cartographie graduée des zones inondées dans les conditions actuelles d'écoulement.
- Cartographie utilisée dans le dispositif Orsec – disposition spécifique Inondations



Les ZIP

(Zones Inondées Potentielles)

- Projet national piloté par la Direction Générale de la Prévention des Risques du MEDDE.
- Objectif : Préparation et aide à la gestion de crise au niveau local.
- Objectif à plus long terme : passer de la prévision des crues à la prévision des inondations.



Leur méthodologie d'élaboration et les limites



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

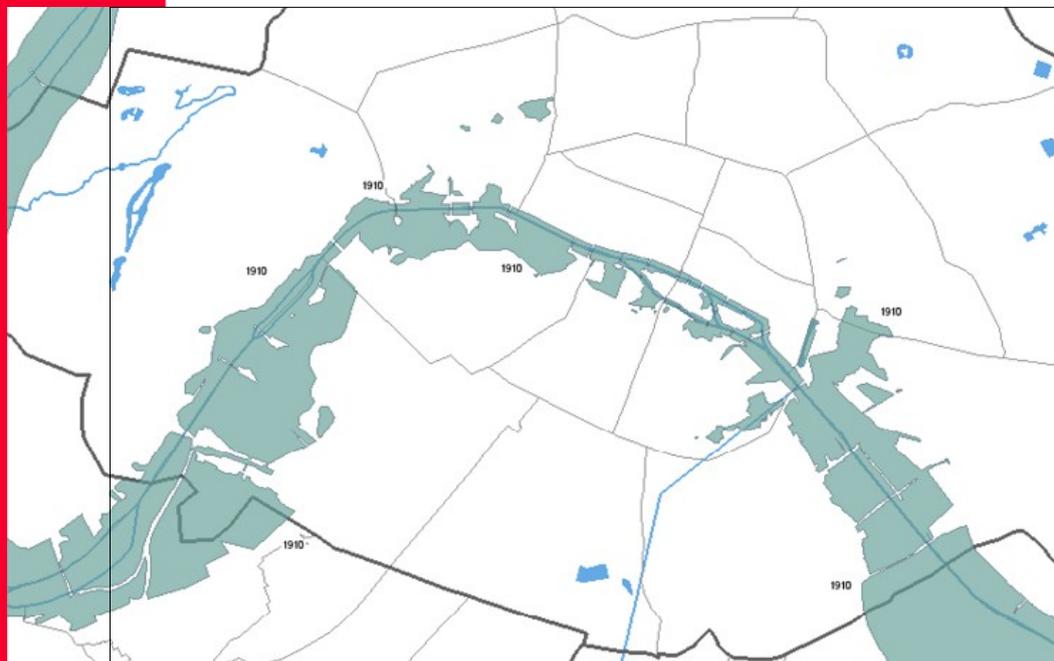
PRÉFET
DE LA RÉGION
D'ILE-DE-FRANCE

Les cartes d'aléas des PPRI

- Hypothèse hydrologique : la plus forte crue connue ou la centennale si elle est supérieure.
 - Méthodologies possibles:
 - analyse de données historiques,
 - étude hydrogéomorphologique
 - études hydrauliques.
 - En Ile-de-France, sur les grands cours d'eau, en général : projection de la ligne d'eau de 1910 sur le Terrain Naturel au moment de la réalisation du PPRI.
- Différences possibles avec les PHEC même si les 2 cartographies sont basées sur la même hypothèse hydrologique.

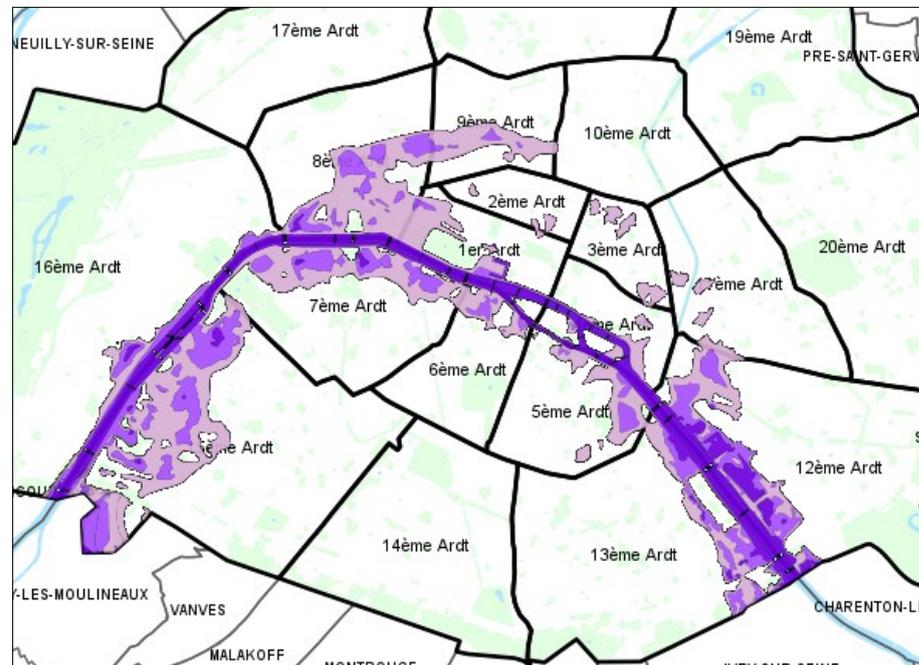


Les cartes d'aléas des PPRI



PHEC

© IGN – UTEA 75



PPRI

La Directive Inondations

- Cartes des zones submersibles, 3 scénarios :
 - Crue fréquente (10 – 30 ans) :
1982 sur la Seine, 1983 sur la Marne, 1993 sur l'Oise
 - Crue moyenne (100 – 300 ans) :
1910 (Cartes d'aléas des PPRI reprises sans modifications)
 - Crue extrême (> 1000 ans) :
Scenari R1.40 sur Marne et Seine + crue millénale sur l'Oise.
- Cartes de risques



La Directive Inondations

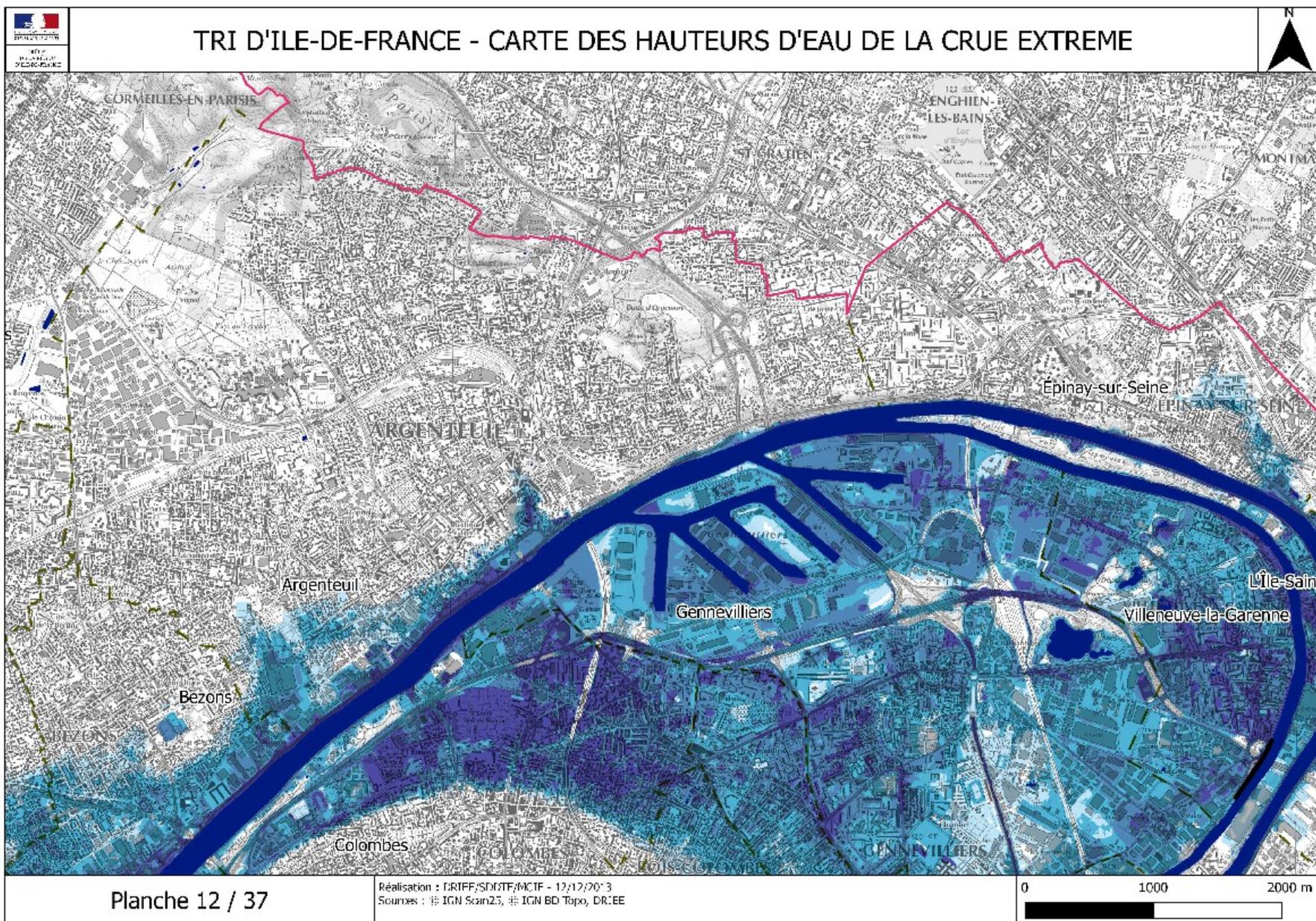


Planche 12 / 37



PRÉFET
DE LA RÉGION
D'ILE-DE-FRANCE

La Directive Inondations

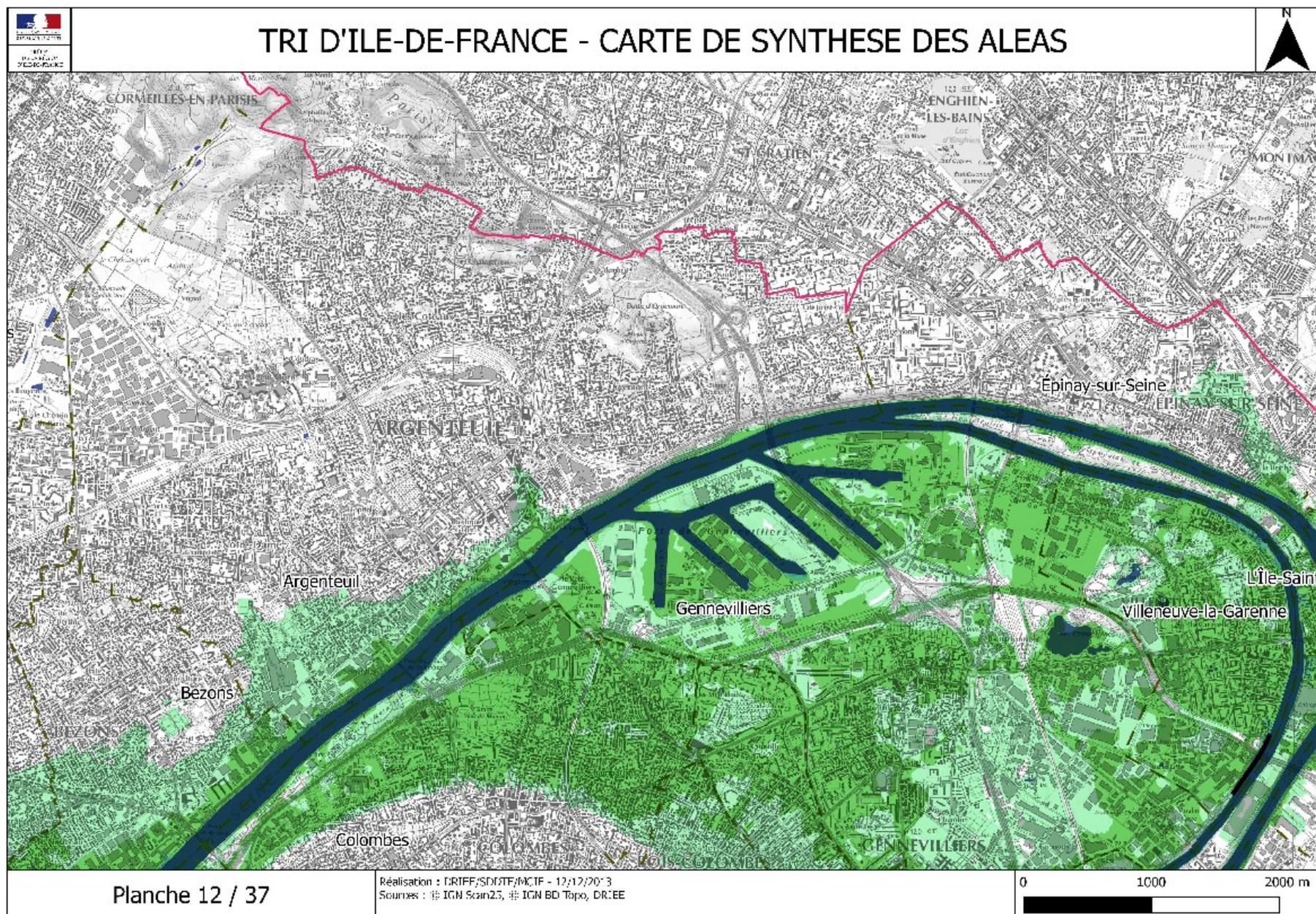


Planche 12 / 37

Réalisation : ITRIFF/SOI/TF/MCIF - 12/12/2013
Sources : IGM Scan25, IGM BD Topo, DR EE

0 1000 2000 m



PRÉFET
DE LA RÉGION
D'ÎLE-DE-FRANCE

La Directive Inondations

Légende de la carte de synthèse des risques

- Lit mineur
- Probabilité de la crue
 - Crue de forte probabilité
 - Crue de moyenne probabilité
 - Crue de faible probabilité
- Enjeux
 - Bâti
 - Surface d'activité économique
 - Limite de zone de protection naturelle
 - Etablissement classé IPPC
 - Gare
 - Aéroport, aérodrome, hélicoptère
 - ▲ Autre établissement sensible à la gestion de crise
 - ▲ Etablissement d'enseignement
 - ▲ Etablissement utile à la gestion de crise
 - Etablissement pénitentiaire
 - ▲ Camping
 - Transformateur électrique
 - Etablissement hospitalier
 - Station d'épuration > 2000 EH
 - Installation d'eau potable
 - Patrimoine culturel
- Réseaux
 - Autoroute, quasi autoroute
 - Route, liaison principale
 - Voie ferrée principale
- Découpage administratif
 - Limite de TRI
 - Limite de commune et d'arrondissement (Paris)

TRI D'ILE-DE-FRANCE - CARTE DE SYNTHESE DES RISQUES

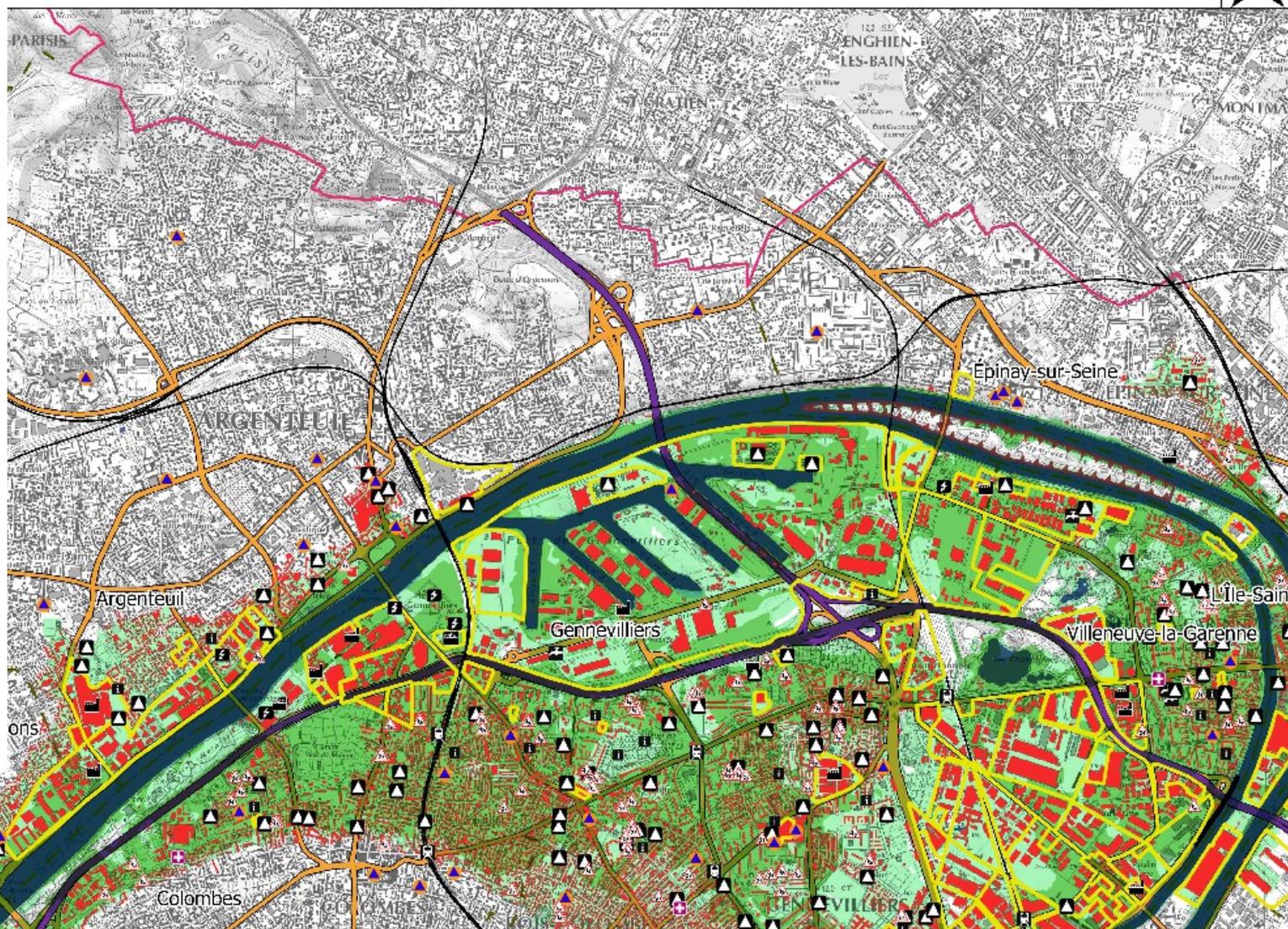
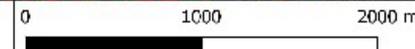


Planche 12 / 37

Réalisation : DRF - S3D - 1/19/01 - 12/12/2013
 Sources : © IGN Scan25, © IGN 3D Topo, DRCE, Préfecture de Police de Paris, Ministère de l'Éducation nationale, Ministère de la Santé, Office national d'information sur les enseignements et les professions, société Réseau de Transport d'Électricité, société Orange, les contributeurs de copyleftmap.org



PRÉFET
DE LA RÉGION
D'ILE-DE-FRANCE

Les scénarios régionaux

- Cartographie d'une gamme de crues dérivées de la crue de référence R1 :
 - R1 : débits estimés pour la crue de 1910 (sauf Oise amont 1995),
 - R0,5 (50 % des débits de R1),
 - ...
 - R1,15 (115 % des débits de R1).

Attention !

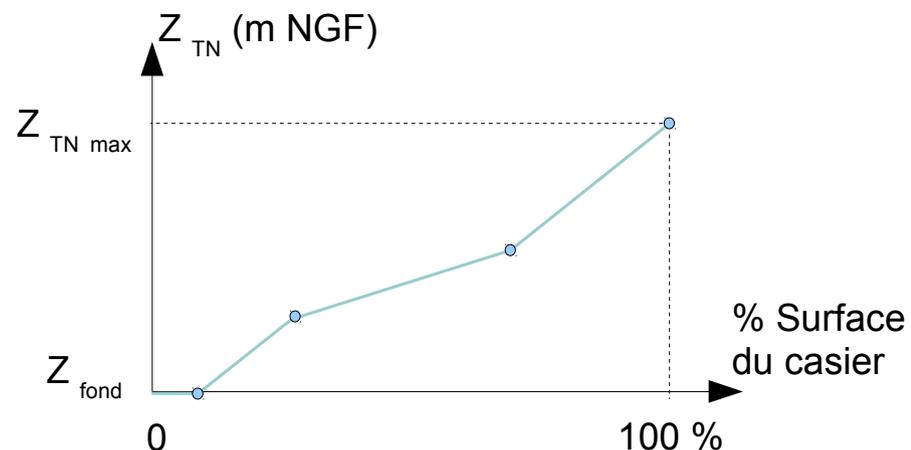
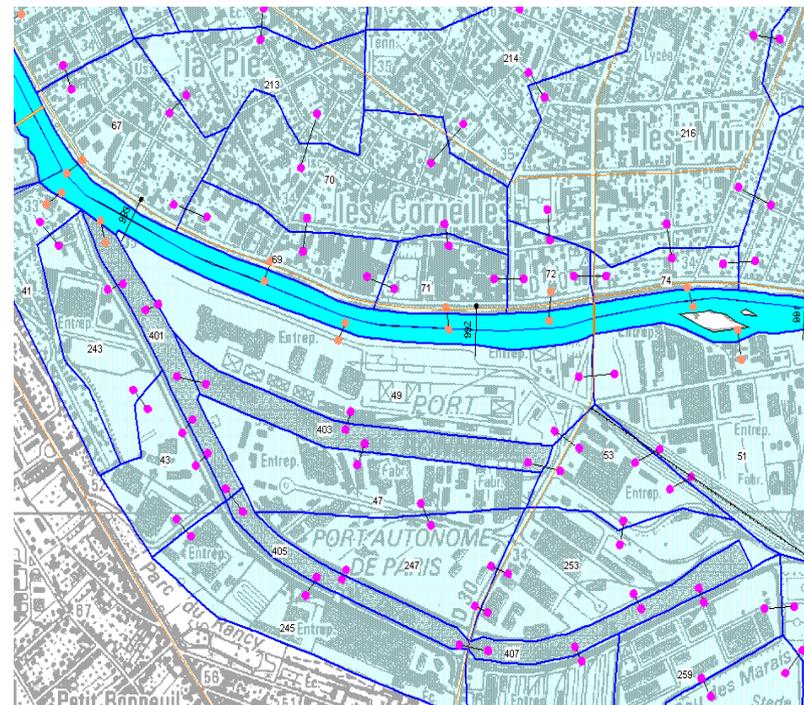
- Le scénario R1 correspond à l'hydrologie de la crue de 1910 reconstituée.
- Les conditions d'écoulement ont changé depuis 1910 : aménagement du lit de la Seine, occupation du lit majeur, murettes, etc...

Une crue équivalente en débit à la crue de 1910 ne produirait pas aujourd'hui la même ligne d'eau et les mêmes inondations qu'en 1910.

→ La cartographie R1 ne correspond pas aux PHEC ni au PPRI...

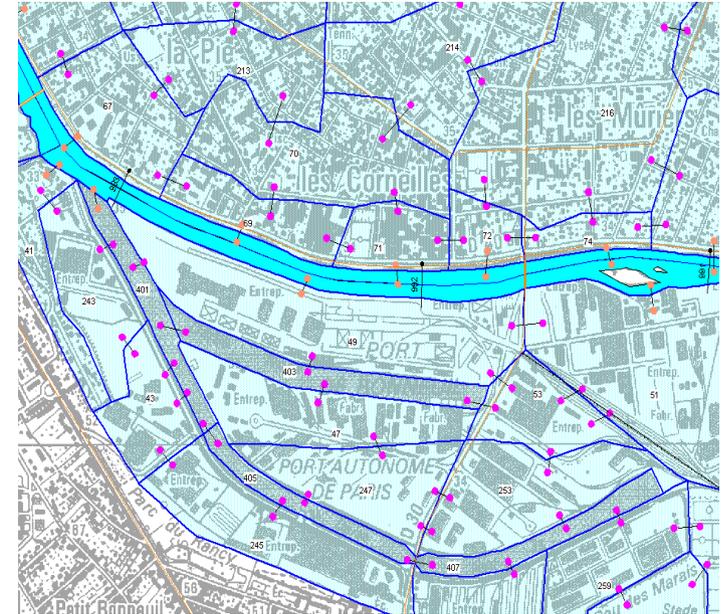
Les scénarios régionaux

- Modèle hydraulique Alphée :
 - Réalisé en 1995,
 - M.O. : Etat, IIBRBS, AESN,
 - Couvre l'Oise, la Seine et la Marne en IF (sauf Seine Bassée),
 - Représentation 1D du lit mineur,
 - Casiers hydrauliques dans le lit majeur.
 - Calé sur des crues moyennes (1970, 1982, 1993, 1995).
 - Couplé à un modèle socio-économique pour évaluer les dommages directs
- La topographie de chaque casier est définie par une loi Niveau – Surface.



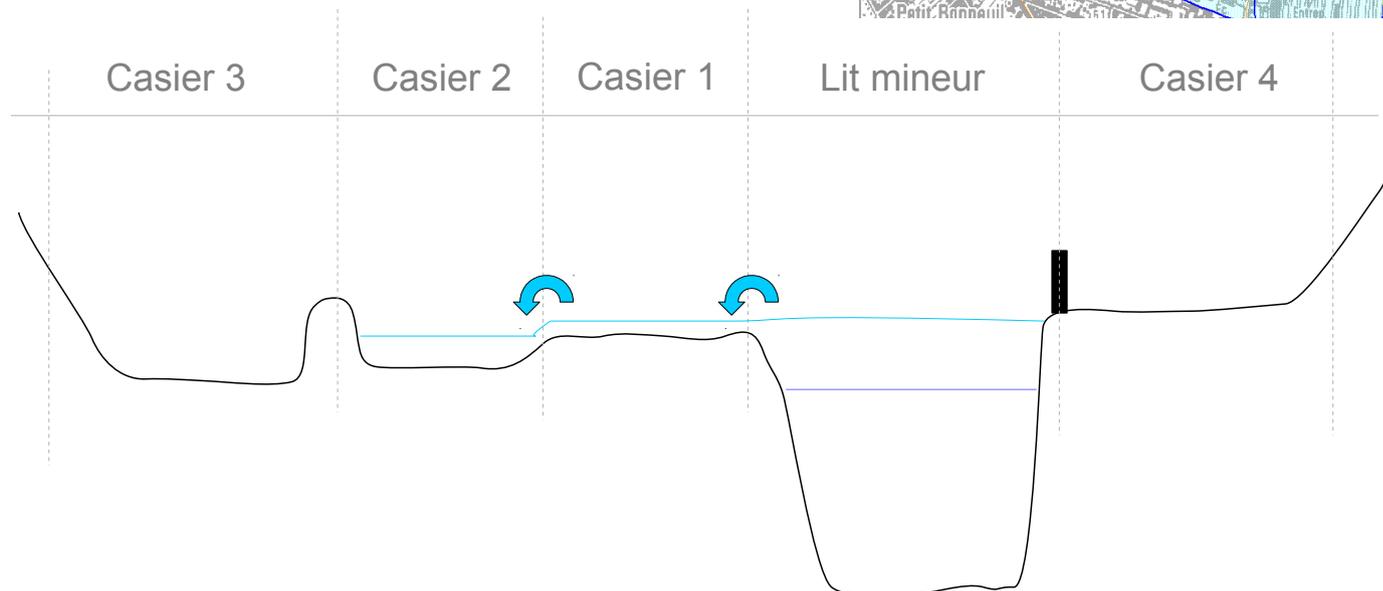
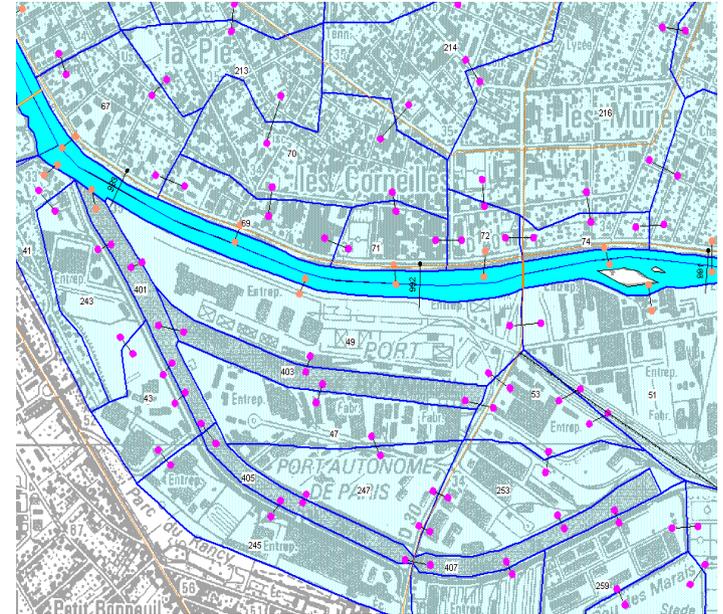
Les scénarios régionaux

- Les échanges hydrauliques entre le lit mineur et les casiers et entre casiers sont représentés par des liaisons hydrauliques.



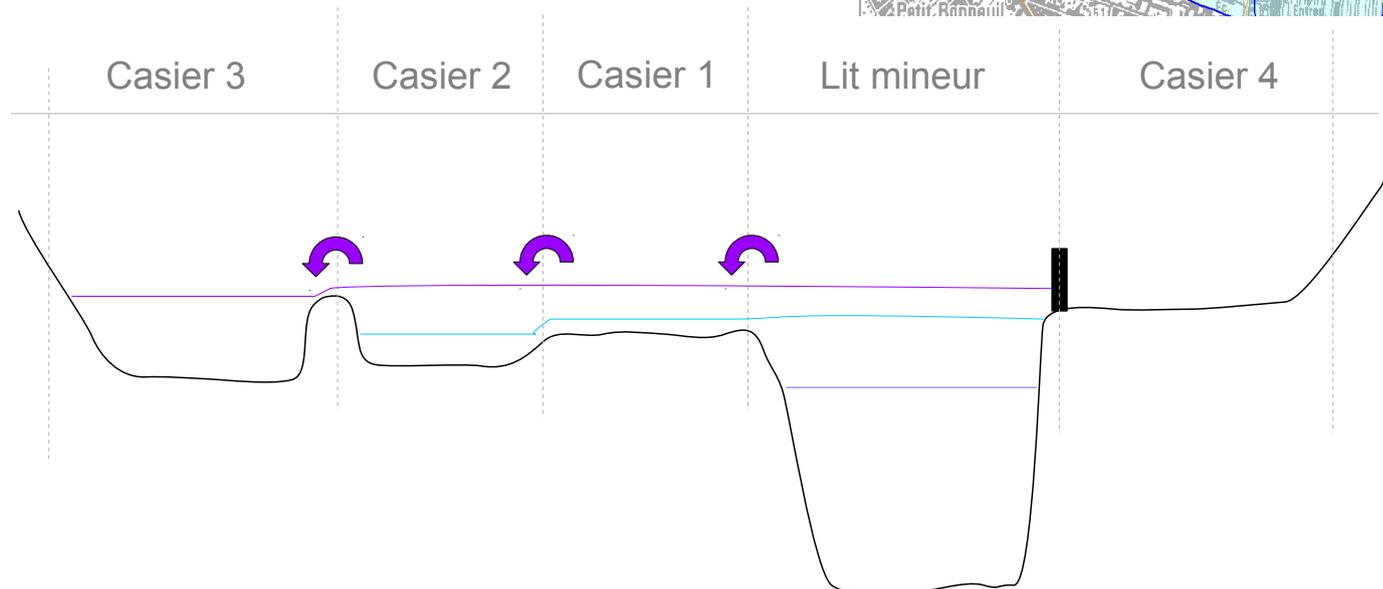
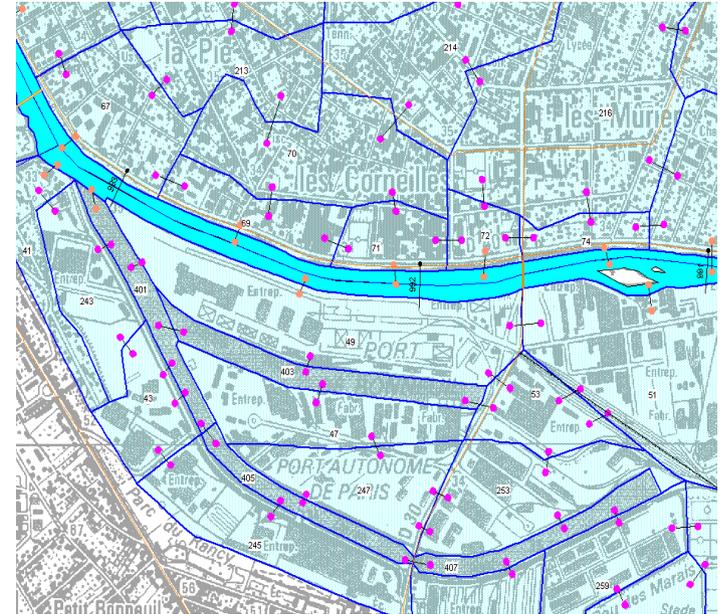
Les scénarios régionaux

- Les échanges hydrauliques entre le lit mineur et les casiers et entre casiers sont représentés par des liaisons hydrauliques.



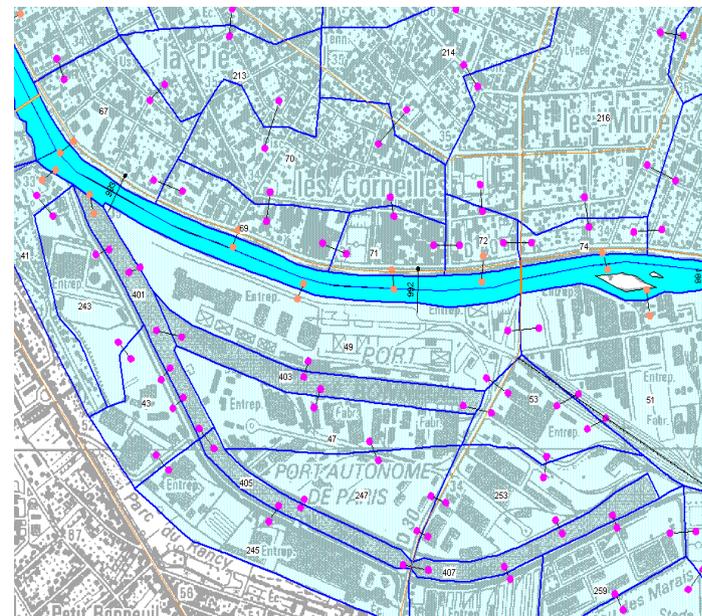
Les scénarios régionaux

- Les échanges hydrauliques entre le lit mineur et les casiers et entre casiers sont représentés par des liaisons hydrauliques.



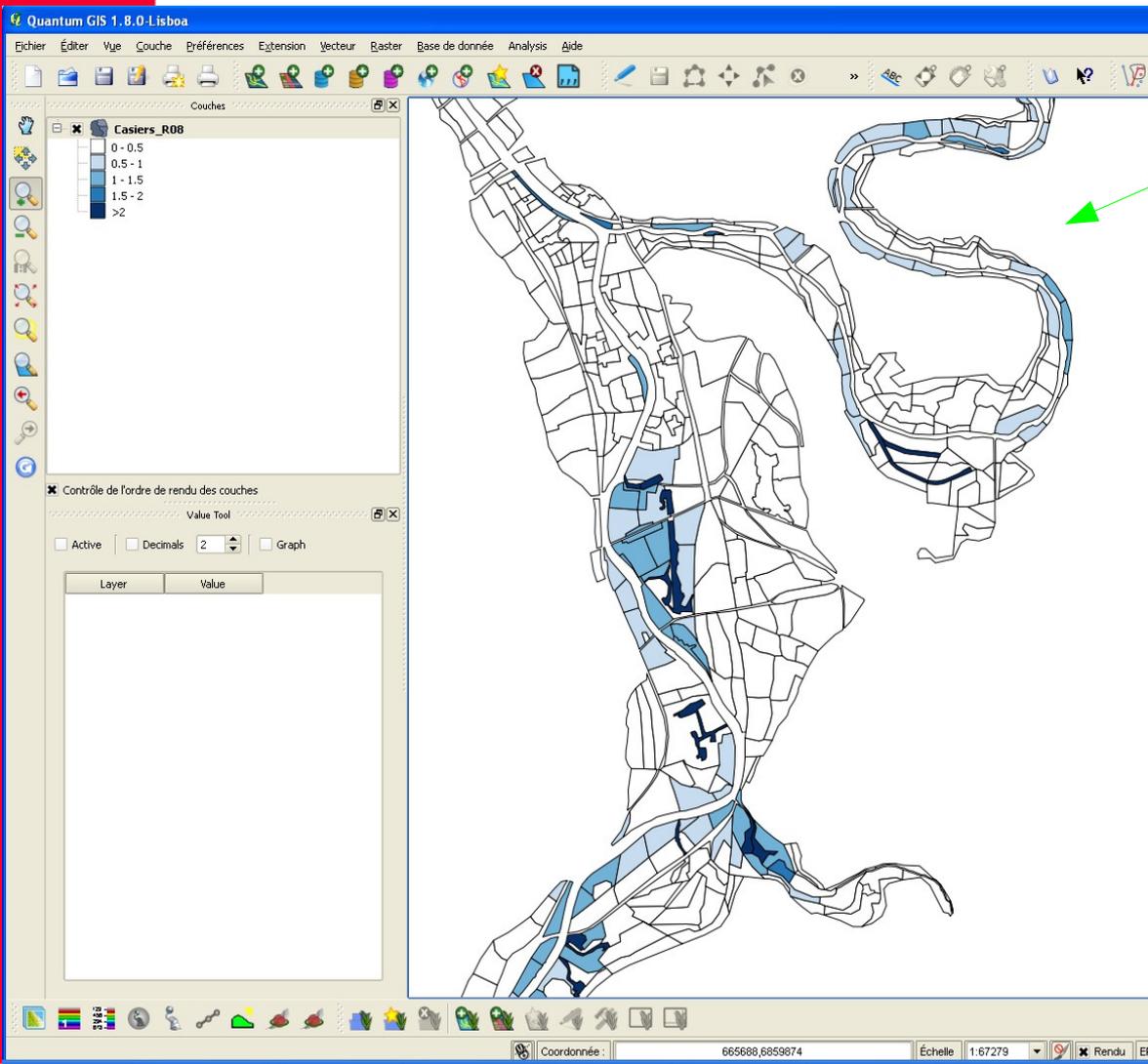
Les scénarios régionaux

- Les échanges hydrauliques entre le lit mineur et les casiers et entre casiers sont représentés par des liaisons hydrauliques.



Les scénarios régionaux

- Résultats sous forme de casiers hydrauliques au maximum de la crue :

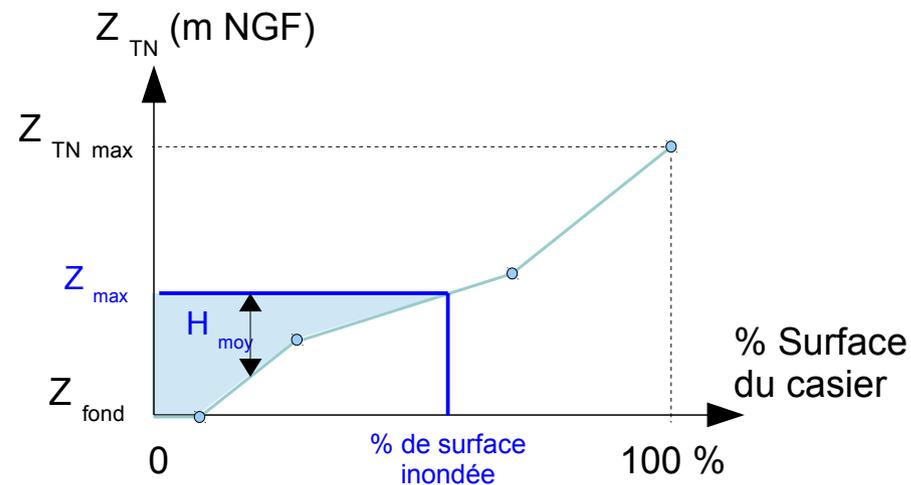


Attribute table - Casiers_R08 :: 0 / 2178 feature(s) selected

ID_CASIER	Z_FOND	CRUE_REF	Q_CRUE_REF	H_MOY	REPLISSAG	Z_MAX
628	630	18.8	1910 0,80	0	0	18,8
629	631	16.3	1910 0,80	0.92	87.1	18.56
630	632	17	1910 0,80	0.8	77.1	18.52
631	633	19.4	1910 0,80	0	0	19.4
632	634	19.55	1910 0,80	0	0	19.55
633	635	18.4	1910 0,80	0.04	10.6	18.46
634	636	15.6	1910 0,80	2.27	90.6	18.01
635	637	21.2	1910 0,80	0	0	21.2
636	638	20.6	1910 0,80	0.3	20.6	21.09
637	639	19.2	1910 0,80	1.23	75.5	21.14
638	640	21.35	1910 0,80	0	0	21.35
639	641	18.2	1910 0,80	2.2	95.1	21.02
640	642	17.8	1910 0,80	2.4	98	21.01
641	643	22	1910 0,80	0	0	22
642	644	17.8	1910 0,80	2	100	20.99
643	645	21	1910 0,80	0	0	21
644	646	19.5	1910 0,80	1.04	70.8	20.96
645	647	20.35	1910 0,80	0.37	85.2	20.95
646	648	19.5	1910 0,80	1.23	71.8	20.95
647	649	20	1910 0,80	0	0	20
648	650	20.6	1910 0,80	0.26	43.8	20.96
649	651	21.8	1910 0,80	0	0	21.8
650	652	22	1910 0,80	0	0	22
651	653	21.1	1910 0,80	0	0	21.1
652	654	18	1910 0,80	1.33	65.9	20.31
653	655	19.5	1910 0,80	0.53	15.8	20.31
654	656	20.2	1910 0,80	0.19	25.9	20.52
655	657	19.5	1910 0,80	0.64	51.7	20.58
656	658	20	1910 0,80	0.43	22.6	20.7
657	659	19.5	1910 0,80	0.91	100	20.72
658	660	19.3	1910 0,80	1.14	100	20.75
659	661	19.8	1910 0,80	0.61	16.7	20.73

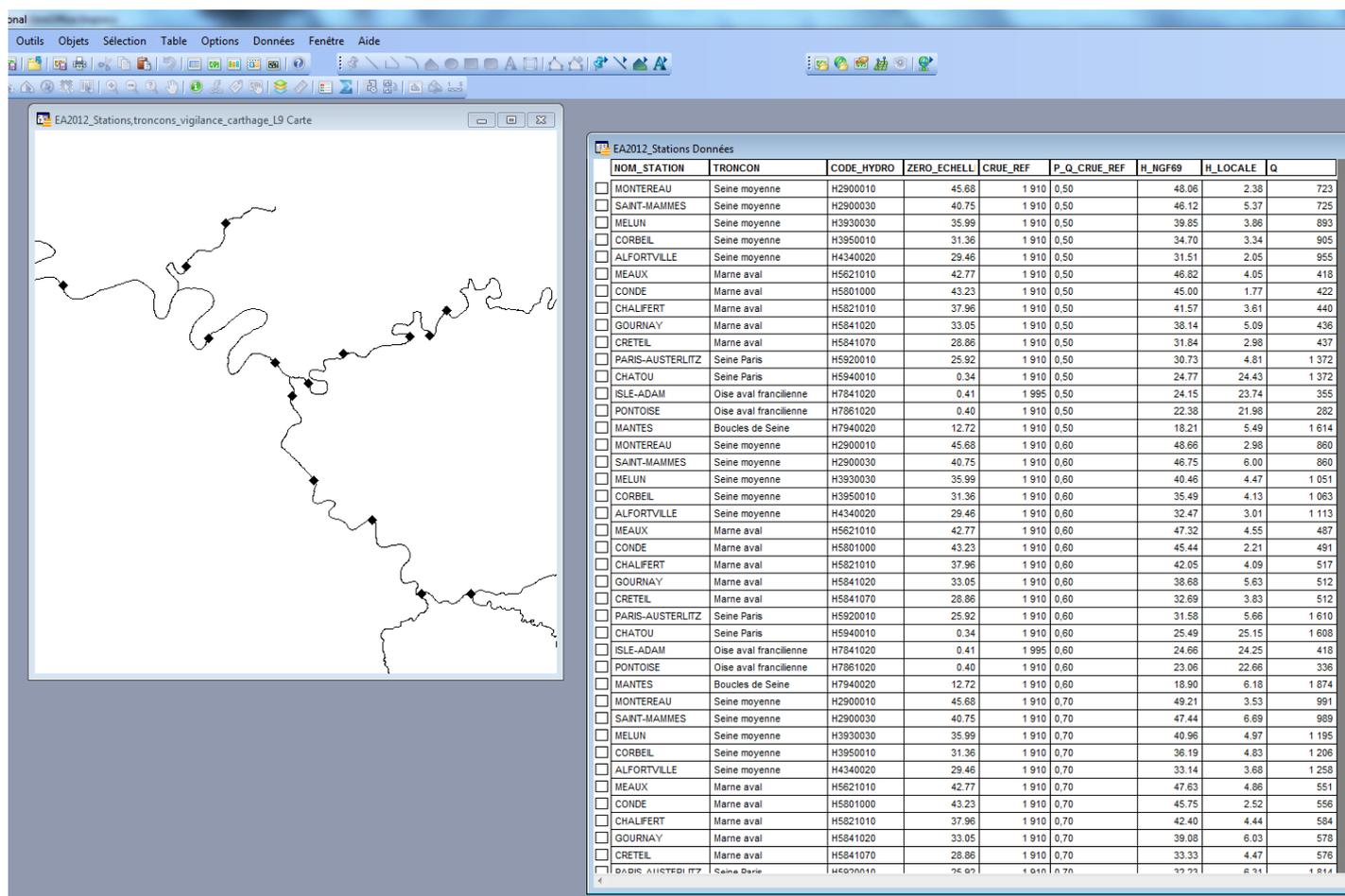
Les scénarios régionaux

- Résultats sous forme de casiers hydrauliques
 - Niveau d'eau maximal dans le casier (Z_{MAX}),
 - Pourcentage de la surface du casier inondée (REMPLISSAG),
 - Hauteur d'eau moyenne dans le casier (H_{MOY}).



Les scénarios régionaux

- Résultats sous forme de hauteurs aux échelles de référence
 - Hauteur d'eau (en m) et niveau maximal (en m IGN 69) à l'échelle



Les scénarios régionaux

- Sources d'incertitudes inhérentes au modèle :
 - Le modèle hydraulique Alphée est calé à +/- 15 cm. L'incertitude augmente pour les crues fortes, en dehors de la gamme de calage.
 - Les ouvrages de protection sont pris en compte jusqu'à leur submersion. Les cartes n'intègrent donc pas les zones susceptibles d'être inondées en cas de défaillance.
 - La représentation surfacique ne permet pas de localiser précisément les zones inondées et ne se prête donc pas à une utilisation à l'échelle locale.



Les scénarios régionaux

Attention à l'utilisation pour la gestion de crise !

- Les scénarios ne prennent pas en compte l'élément **temps**. Ils n'intègrent pas le phasage de la crue.
- Il s'agit de scénarios proportionnels à la crue de 1910.

Dans la réalité, la crue ne sera pas une réplique de 1910 : on ne se retrouvera pas, à l'échelle de la région, dans un de ces scénarios.

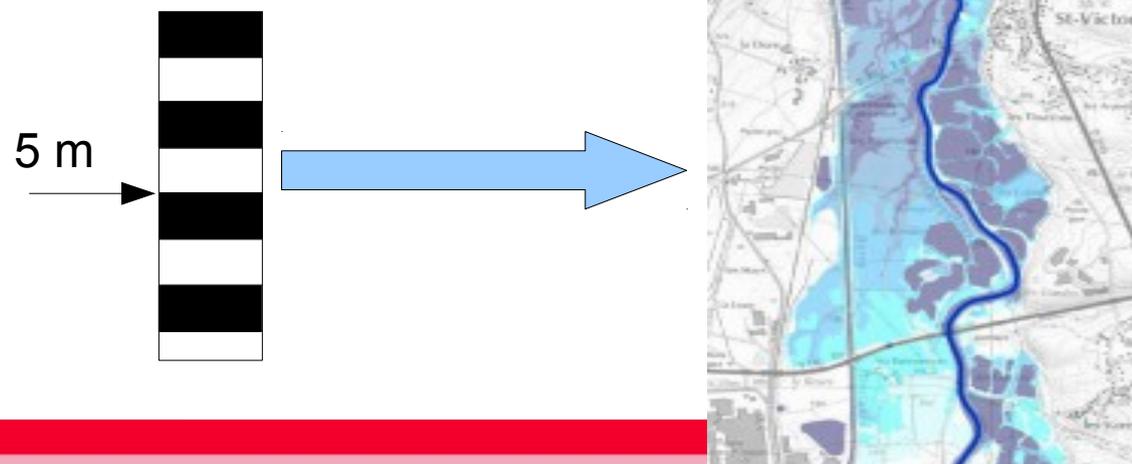
On pourra par exemple avoir, au maximum de l'événement R0.8 sur la Seine amont, R0.6 sur la Marne, R0.7 sur la Seine Paris, R1.0 sur l'Oise... Les possibilités sont multiples.

- Il ne faut pas relier l'inondation à l'échelle de toute la région à la hauteur à la seule station de Paris !
- Les scénarios actualisés en 2012 sont intitulés « Etat de l'Art 2012 » (EA2012). C'est la version à utiliser.



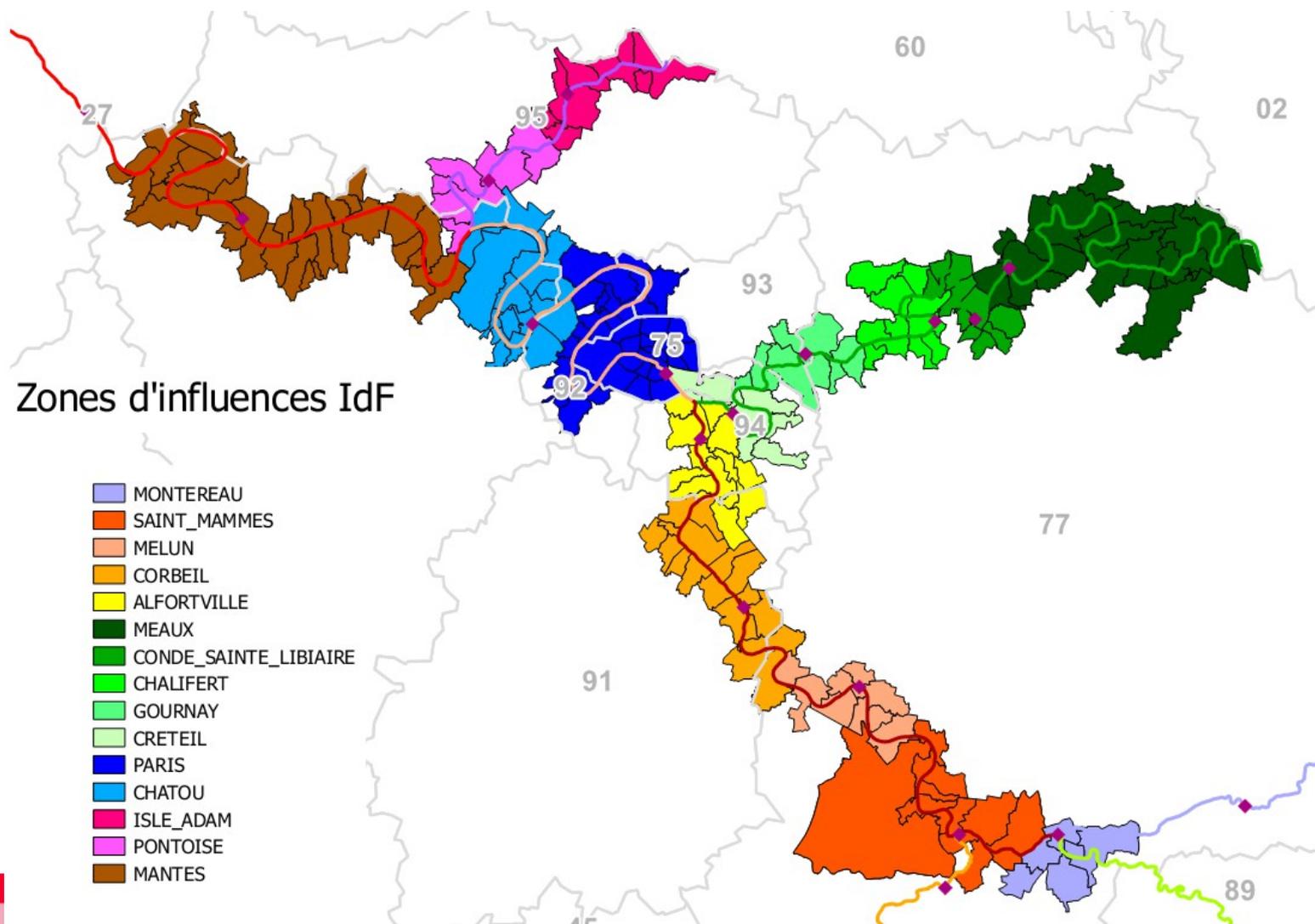
Les ZIP : Principes

- Constituer une base nationale de couches SIG de zones inondables rattachées à chacune des stations de référence du réseau surveillé : 1 couche correspond à une hauteur à la station de référence.
- Disposer d'un catalogue de ZIP pouvant être rattachées directement aux prévisions en hauteur fournies par le SPC dans ses bulletins de vigilance.
- Relier hauteur à l'échelle de référence et cartographie de l'inondation.



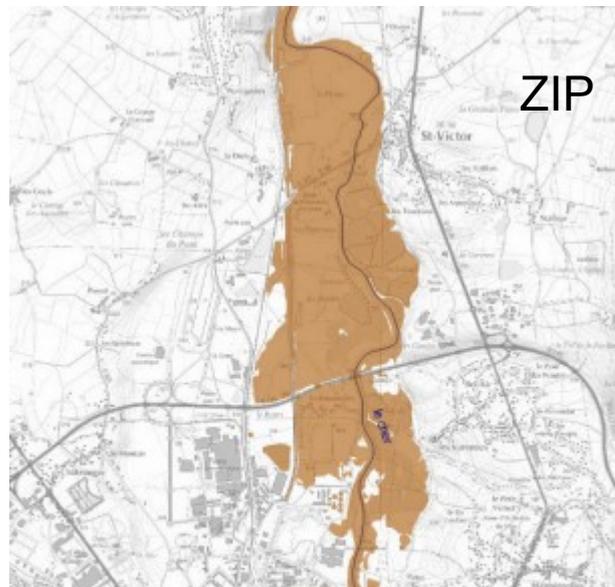
Les ZIP : Principes

- Une station sert de référence sur un linéaire donné : sa **zone d'influence**.



Les ZIP : Principes

- 2 types de données possibles :
 - La Zone Inondée Potentielle (ZIP) = enveloppe de l'inondation,
 - Les zones iso Classes Hauteurs (ZICH) :
5 classes : 0 / 0.5 m/ 1 m / 1.5 m/ 2



Les ZIP : Méthodologie en IF

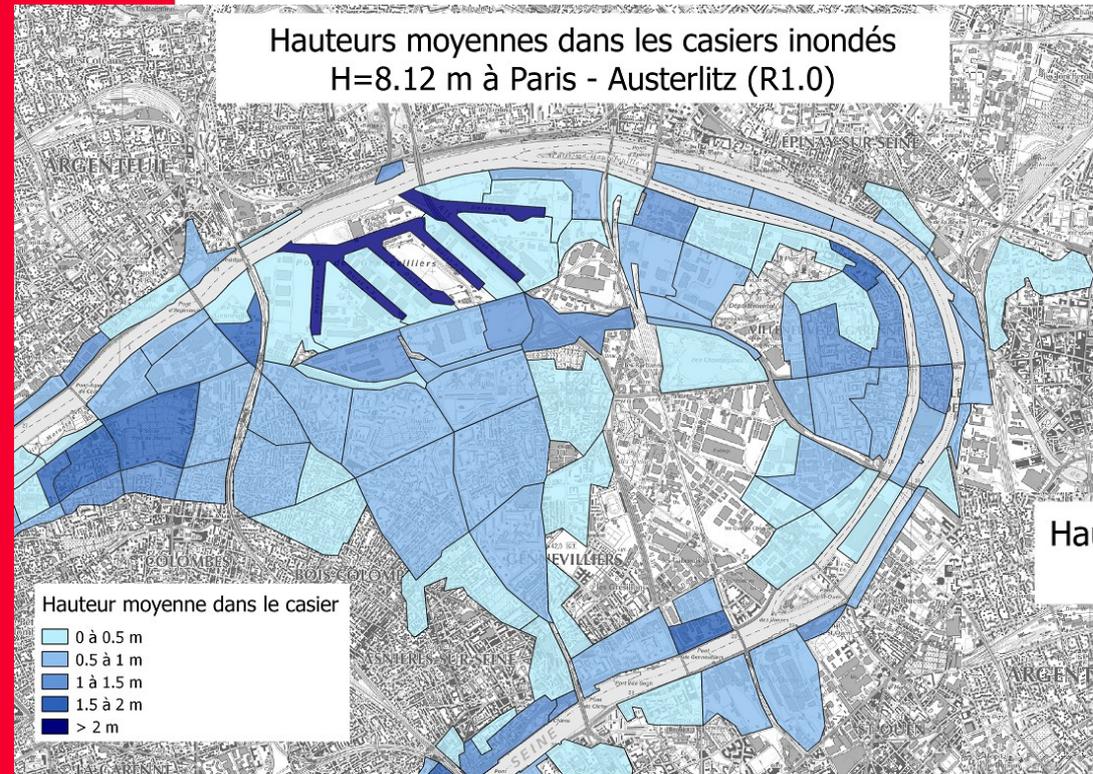
- Utilisation des Scenarios Régionaux pour constituer les ZIP.
- Traitement numérique avec le Modèle Numérique de Terrain Lidar :

$$Z_{\text{max casier}} - Z_{\text{Terrain}} = \text{Hauteur d'eau en tout point de la zone inondable}$$

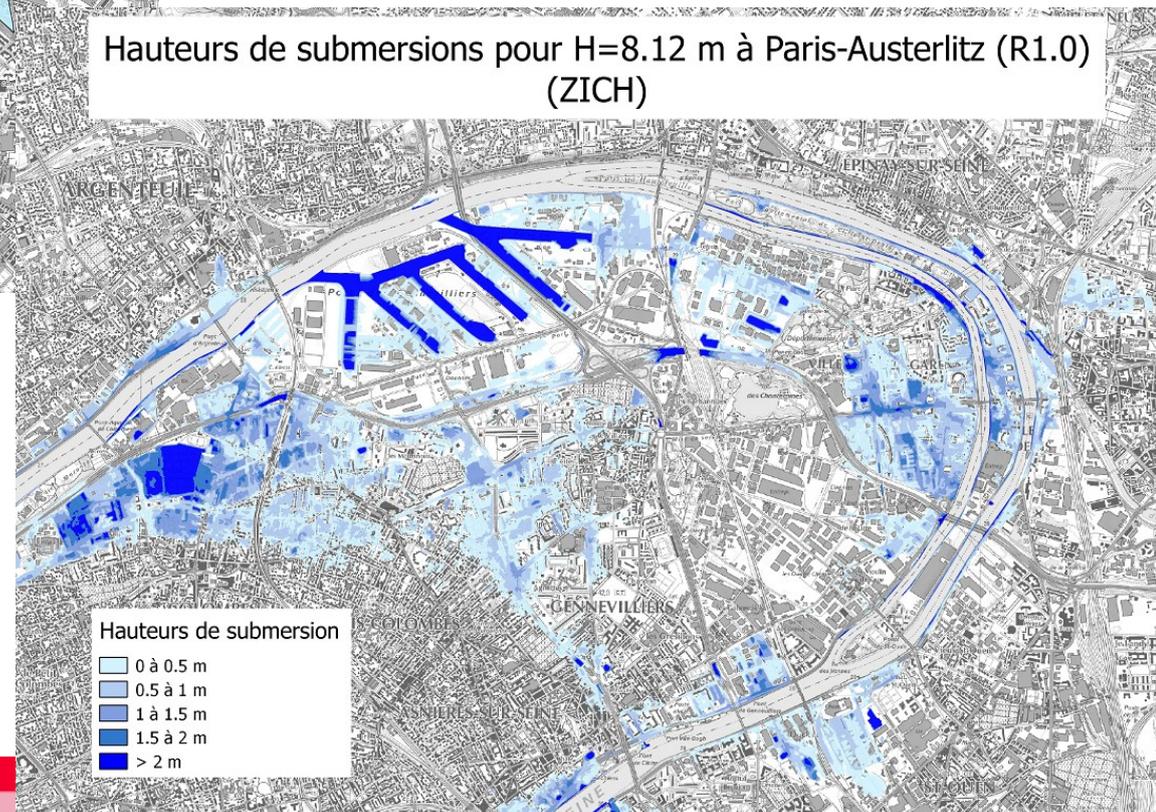
- Application à tous les scenarios régionaux + scenarios complémentaires intermédiaires : 10 scenarios régionaux au total.
- Découpage des couches SIG régionales par zone d'influence et classement par rapport à la hauteur à l'échelle de référence.

Les ZIP : Méthodologie en IF

Hauteurs moyennes dans les casiers inondés
H=8.12 m à Paris - Austerlitz (R1.0)

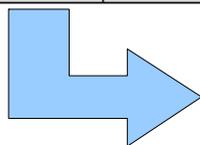


Hauteurs de submersions pour H=8.12 m à Paris-Austerlitz (R1.0)
(ZICH)



Les ZIP : Méthodologie en IF

STATION	Code HYDRO	0 échelle	Scenario	Cote absolue à l'échelle 1 (m IGN 69)	Hauteur relative à l'échelle 1 (m)	ZIP	ZICH
SEINE PARIS							
Paris-Austerlitz	F700000103	25,92	0.5	30,73	4,81	ZIP_F700000103_4810	ZICH_F700000103_4810
			0.55	31,18	5,26	ZIP_F700000103_5260	ZICH_F700000103_5260
			0.6	31,58	5,66	ZIP_F700000103_5660	ZICH_F700000103_5660
			0.7	32,23	6,31	ZIP_F700000103_6310	ZICH_F700000103_6310
			0.8	32,8	6,88	ZIP_F700000103_6880	ZICH_F700000103_6880
			0.85	33,11	7,19	ZIP_F700000103_7190	ZICH_F700000103_7190
			0.9	33,5	7,58	ZIP_F700000103_7580	ZICH_F700000103_7580
			1	34,04	8,12	ZIP_F700000103_8120	ZICH_F700000103_8120
			1.05	34,35	8,43	ZIP_F700000103_8430	ZICH_F700000103_8430
			1.15	35,02	9,1	ZIP_F700000103_9100	ZICH_F700000103_9100
Chatou	F712000102	0,34	0.5	24,77	24,43	ZIP_F712000102_24430	ZICH_F712000102_24430
			0.55	25,13	24,79	ZIP_F712000102_24790	ZICH_F712000102_24790
			0.6	25,49	25,15	ZIP_F712000102_25150	ZICH_F712000102_25150
			0.7	26,1	25,76	ZIP_F712000102_25760	ZICH_F712000102_25760
			0.8	26,65	26,31	ZIP_F712000102_26310	ZICH_F712000102_26310
			0.85	26,92	26,58	ZIP_F712000102_26580	ZICH_F712000102_26580
			0.9	27,22	26,88	ZIP_F712000102_26880	ZICH_F712000102_26880
			1	27,64	27,3	ZIP_F712000102_27300	ZICH_F712000102_27300
			1.05	27,88	27,54	ZIP_F712000102_27540	ZICH_F712000102_27540
			1.15	28,36	28,02	ZIP_F712000102_28020	ZICH_F712000102_28020



La référence au scenario est conservée.



PRÉFET
DE LA RÉGION
D'ILE-DE-FRANCE

Les ZIP : Limites et incertitudes

- Lignes d'eau issues de modélisations :
Le modèle hydraulique Alphée est calé à +/- 15 cm.
L'incertitude augmente pour les crues fortes, en dehors de la gamme de calage.
- Topographie du Terrain Naturel : Le Lidar a une précision altimétrique de l'ordre de 15 cm,
- Inondations possibles par les réseaux ou remontées de nappe non prises en compte.
- Les ponts ne sont pas représentés sur la cartographie (pas de Lidar disponible).
- Limite des zones d'influence : plus on s'éloigne de la station de référence, plus on a d'incertitude sur la ligne d'eau et donc sur la cartographie.

Utilisation par les opérateurs

- Autorisation d'urbanisme : PPRI
- Diagnostic de vulnérabilité d'un équipement / bâtiment : ZIP (cartes disponibles fin 2015 / début 2016)
- Préparation à la gestion de crise nécessitant d'avoir une vision régionale : scénarios régionaux
- Objectif du projet de déclaration d'intention : établir la cartographie des zones de fragilité et d'impact pour chacun des 4 scénarios régionaux utilisés dans la disposition spécifique Inondation du dispositif Orsec zonal en intégrant les interdépendances entre les réseaux.



Utilisation par les opérateurs Séquana

- Une cartographie correspondant à l'inondation constatée au jour le jour sur l'ensemble des grands cours d'eau d'Ile-de-France sera fournie 2 fois par jour au cours de l'exercice.
- Les opérateurs utiliseront les différents outils cartographiques présentés ici, en lien avec les COD, pour définir les impacts prévisibles sur leurs installations en fonction des prévisions du SPC.

Rappel : Le SPC fournit dans ses bulletins, des prévisions de hauteurs aux stations de référence pour une échéance allant de 24 à 72 heures.



Documentation

- Tableau comparatif des différents types de cartographie

<http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/inondations-r183.html>

- Plans de Prévention des risques d'Inondation

<http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/plans-de-preventions-des-risques-r375.html>

- Scénarios régionaux : tables et notice

<http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/scenarios-de-crues-a1075.html>

- Directive Inondations

<http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/cartographie-approuvee-a1769.html>



FIN



PRÉFET
DE LA RÉGION
D'ÎLE-DE-FRANCE

Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie
d'Île-de-France

www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr