Direction Départementale de l'Equipement d'Ille et Vilaine



Direction Régionale de l'Environnement Bretagne

Plan de Prévention des Risques d'inondation de la Vilaine en région rennaise, Ille et Illet

Rapport technique de présentation

FRANC VU pour être annexé à d'approbation en d'approbation en la préfet cabine pate du Le Sous-Préfet Directeur du Cabinet Novembre 2007



Cabinet d'ingénieurs-conseils 12, rue Laplace BP 63035 14017 CAEN Cedex 2

Tél: 02 31 52 04 20 Fax: 02 31 52 04 30



SOMMAIRE

| | 3 |
|---|-----------|
| 2. LE P.P.R. – GÉNÉRALITÉS | 5 |
| 2.1. Qu'est ce qu'un Plan de Prévention des Risques | 5 |
| 2.1.1. Généralités | |
| 2.1.2. Le P.P.R. dans le dispositif de prévention | 6 |
| 2.1.3. Contexte juridique du P.P.R. | 7 |
| 2.1.4. Contenu et procédure | 8 |
| 2.2. Pourquoi un Plan de Prévention des Risques d'inondation sur le bas en région rennaise, Ille et Illet ? | |
| 2.3. Caractéristiques du P.P.R.i du bassin de la Vilaine en région rennais | |
| 2.3.1. Nature du risque | |
| 2.3.2. Périmètre prescrit | |
| 2.3.3. Communes concernées | |
| 2.4. Methodologie | |
| 2.5. Introduction au risque d'inondation | |
| 2.5.1. Terminologie | |
| 2.5.2. Le risque inondation | 18 |
| 3. ANALYSE DE L'ALÉA | |
| 3.1. Présentation de l'aléa | |
| 3.2. Caractéristiques du bassin versant | |
| 3.2.1. Généralités | |
| | 21 |
| 3.2.2. Contexte météorologique | |
| 3.3. Analyse hydrologique | 22 |
| 3.3.1. Données existantes | 22 |
| 3.3.1. Données existantes 3.3.2. Analyse des crues historiques. | |
| 3.3.1. Données existantes 3.3.2. Analyse des crues historiques 3.3.3. Typologie des crues. | |
| 3.3.1. Données existantes 3.3.2. Analyse des crues historiques 3.3.3. Typologie des crues 3.3.4. Evènement de référence | |
| 3.3.1. Données existantes 3.3.2. Analyse des crues historiques 3.3.3. Typologie des crues 3.3.4. Evènement de référence 3.3.5. Détermination des débits de référence | |
| 3.3. Analyse hydrologique 3.3.1. Données existantes 3.3.2. Analyse des crues historiques 3.3.3. Typologie des crues 3.3.4. Evènement de référence 3.3.5. Détermination des débits de référence 3.4. Détermination de l'aléa | |
| 3.3. Analyse hydrologique 3.3.1. Données existantes 3.3.2. Analyse des crues historiques 3.3.3. Typologie des crues 3.3.4. Evènement de référence 3.3.5. Détermination des débits de référence 3.4. Détermination de l'aléa 3.4.1 Détermination de l'aléa d'après l'étude Rennes Métropole (modélisation SOGREAH) | |
| 3.3.1. Données existantes 3.3.2. Analyse des crues historiques 3.3.3. Typologie des crues 3.3.4. Evènement de référence 3.3.5. Détermination des débits de référence 3.4. Détermination de l'aléa 3.4.1 Détermination de l'aléa d'après l'étude Rennes Métropole (modélisation SOGREAH) 3.4.2. Détermination de l'aléa par réactualisation de la modélisation SOGREAI | |
| 3.3.1. Données existantes 3.3.2. Analyse des crues historiques 3.3.3. Typologie des crues 3.3.4. Evènement de référence 3.3.5. Détermination des débits de référence 3.4. Détermination de l'aléa 3.4.1 Détermination de l'aléa d'après l'étude Rennes Métropole (modélisation SOGREAH) 3.4.2. Détermination de l'aléa par réactualisation de la modélisation SOGREAI 3.4.3. Détermination de l'aléa par approche hydrogéomorphologique | |
| 3.3.1. Données existantes 3.3.2. Analyse des crues historiques 3.3.3. Typologie des crues 3.3.4. Evènement de référence 3.3.5. Détermination des débits de référence 3.4. Détermination de l'aléa 3.4.1 Détermination de l'aléa d'après l'étude Rennes Métropole (modélisation SOGREAH) 3.4.2. Détermination de l'aléa par réactualisation de la modélisation SOGREAI | 22 |



| 3.5.2. Présentation des cartes d'aléas |
|---|
| 4. LES ENJEUX 35 4.1. Méthodologie 35 4.2. Les enjeux sur le bassin de la Vilaine en région rennaise 36 |
| 5. Le zonage réglementaire |
| 6. Conclusion39 |
| 7. ANNEXES 40 |



1. PREAMBULE

Le Plan de Prévention des Risques d'inondation (P.P.R.i.) est un outil réglementaire visant à mieux gérer l'aménagement et l'utilisation du territoire dans les zones exposées à ces risques afin d'en prévenir les conséquences humaines, matérielles et socio-économiques.

Le Plan de Prévention des Risques d'inondation s'inscrit dans le premier volet d'une démarche plus globale de réduction des nuisances dues aux inondations. Cette démarche englobe trois grands axes :

- ⇒ La prévention : Prévenir les risques pour en réduire les conséquences (par exemple, éviter toute urbanisation supplémentaire dans des zones fortement exposées aux crues).
- ➡ La protection: Agir sur le phénomène de constitution de la « crue » et son développement, pour en réduire les conséquences. De manière générale, il peut s'agir de réaliser des travaux de protection, tels que bassins de rétention, barrages écrêteurs de crues, recalibrage des cours d'eau au droit de zones sensibles, endiguements ou merlonnages de protection, etc.

Ces techniques, pour efficaces qu'elles soient dans les conditions hydrologiques dans lesquelles elles ont été conçues, présentent cependant un certain nombre d'inconvénients :

- Elles n'offrent pas une protection absolue, car des crues supérieures aux crues prises en référence pour la conception des ouvrages peuvent se produire ;
- Elles sont coûteuses et nécessitent généralement des délais de réalisation élevés;
- Elles ont généralement un impact négatif sur l'équilibre des milieux, et, nécessairement, des conséquences en amont et en aval du projet.
- ⇒ La prévision: Anticiper sur le déroulement du phénomène. L'ampleur des dommages et des nuisances liés aux inondations dépend, pour partie, du temps dont pourront disposer les collectivités, entreprises et particuliers pour s'organiser et protéger les personnes, biens et activités à l'annonce de la crue. La prévision des crues est de la compétence du Service de Prévision des Crues qui émet des bulletins d'information à l'intention des collectivités.

Chacun des axes d'intervention concourt donc à un objectif commun :

⇒ Réduire les effets négatifs des crues qu'elle qu'en soit la forme.



En conséquence, la prescription d'un Plan de Prévention des Risques n'exclut absolument pas que des mesures de protection et de prévision soient prises par ailleurs. Il y a, bien au contraire, complémentarité entre toutes ces actions.

Il conviendra cependant de préciser que le P.P.R.i. est prescrit et approuvé à un moment donné et que c'est la situation à ce moment qui est prise comme référence pour le document. Ainsi, si un programme de travaux de protection est prévu simultanément, le P.P.R.i. ne peut intégrer les effets de ceux-ci tant qu'ils n'auront pas été réalisés.

Les documents du P.P.R.i. peuvent être modifiés, par la suite, pour tenir compte des travaux d'aménagements réalisés par les collectivités locales (et/ou leurs groupements) en vue de réduire la vulnérabilité des biens et des personnes. Ce pont est développé dans le document joint intitulé « Travaux de réduction de la vulnérabilité – Evolutivité du P.P.R.i ».

On rappellera, enfin, que toutes ces actions (constituant une politique globale de réduction des effets négatifs des inondations), s'inscrivent elles-mêmes dans une stratégie d'ensemble d'aménagement du territoire qui vise également d'autres objectifs tout aussi fondamentaux tels que la sauvegarde de l'équilibre des milieux et de la qualité des paysages.



2. LE P.P.R. - GENERALITES

2.1. Qu'est ce qu'un Plan de Prevention des Risques

2.1.1. Généralités

Le Plan de Prévention des Risques naturels est un document réalisé par l'Etat qui réglemente l'utilisation des sols en fonction des risques naturels auxquels ils sont soumis. Cette réglementation va de l'interdiction de construire à la possibilité de construire sous certaines conditions.

⇒ Les risques naturels en France

Les principaux risques en France sont les inondations, les mouvements de terrain, les avalanches, les séismes, les incendies de forêts et outre-mer les cyclones et les éruptions volcaniques.

⇒ La prévention des risques naturels en France ?

C'est assurer la sécurité des personnes et des biens en tenant compte des phénomènes naturels. Cette politique de prévention des risques vise à permettre un développement durable des territoires, en assurant une sécurité maximum des personnes et un très bon niveau de sécurité des biens.

⇒ Cette politique poursuit les objectifs suivants :

- Mieux connaître les phénomènes et leurs incidences ;
- Assurer lorsque cela est possible une surveillance des phénomènes naturels ;
- Sensibiliser et informer les populations sur les risques les concernant et sur les moyens de s'en protéger ;
- Prendre en compte les risques dans les décisions d'aménagement ;
- Adapter et protéger les installations actuelles et futures aux phénomènes naturels ;
- Tirer des leçons des événements naturels exceptionnels qui se produisent.

Le Plan de Prévention des Risques naturels (P.P.R.) est l'outil privilégié de cette politique.



2.1.2. Le P.P.R. dans le dispositif de prévention

Le P.P.R. s'inscrit dans un ensemble de réflexions et de dispositifs de prévention des risques :

⇒ Prévention des risques : une politique globale.

La prévention des risques est inscrite dans les contrats de plan et dans le schéma des espaces naturels et ruraux. L'information préventive des citoyens, selon l'article 21 de la loi du 22 juillet 1987, doit favoriser la prise de conscience des risques. La protection des lieux habités, par des ouvrages réalisés par l'Etat ou par les collectivités locales, contribue à réduire la vulnérabilité de l'existant, et vise à améliorer les conditions de vie face aux risques. Enfin, des plans de secours et d'évacuation fixent à l'avance les conditions d'organisation de la gestion de crise dans les implantations soumises à un événement naturel.

⇒ Le P.P.R. dans l'aménagement du territoire.

Les documents réglementant l'occupation du sol (plan d'occupation des sols - P.O.S., schéma d'aménagement, ...) doivent prendre en compte les risques naturels (article L 121-10 du code de l'urbanisme). Ainsi, le P.P.R. doit être annexé au P.O.S. ou PLU de la commune. Mais le P.P.R. permet d'aller plus loin. Il vise à la prise en compte spécifique des risques naturels dans l'aménagement, la construction et la gestion des territoires. A cette occasion, il permet de préciser les connaissances des phénomènes naturels, d'informer les populations sur les risques pris en compte, et enfin de privilégier certaines dispositions en matière d'urbanisme et de construction.

⇒ Le P.P.R.: l'aboutissement d'une concertation.

L'élaboration du P.P.R. est conduite par les services de l'Etat. Il est réalisé sous l'autorité du Préfet de département, qui l'approuve après consultation des communes et enquête publique. Le P.P.R. est néanmoins réalisé en étroite concertation avec les communes concernées, et ce dès le début de son élaboration.

Le P.P.R. est un document simple et souple : Il peut traiter d'un seul type de risque ou de plusieurs, et s'étendre sur une ou plusieurs communes.

Servitude d'utilité publique, le P.P.R. s'impose à tous : particuliers, entreprises, collectivités, ainsi qu'à l'Etat - notamment lors de la délivrance du permis de construire.

Le P.P.R. est la seule procédure spécifique à la prise en compte des risques naturels dans l'aménagement. La loi instituant les P.P.R. abroge les anciennes procédures de prise en compte des risques naturels dans l'aménagement et précise que celles déjà approuvées valent P.P.R.



2.1.3. Contexte juridique du P.P.R.

La Loi du 22 juillet 1987, relative à l'organisation de la Sécurité Civile, à la Protection de la Forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs a institué (art 40.1 à 40.7) la mise en application des Plans de Prévention des Risques Naturels Prévisibles (P.P.R.N.P. ou P.P.R.).

L'objet des P.P.R., tel que défini par la loi est de :

- Délimiter les zones exposées aux risques ;
- Délimiter les zones non directement exposées aux risques, mais où les constructions, ouvrages, aménagements, exploitations et activités pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux;
- Définir des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde ;
- Définir, dans les zones mentionnées ci-dessus, les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, ouvrages, espaces mis en culture existants (cet objet est développé ci-dessous).

La Loi précise également que le P.P.R. est approuvé par arrêté préfectoral après avis des conseils municipaux et enquête publique*.

Le P.P.R. approuvé vaut servitude d'utilité publique et est annexé au P.L.U. conformément à l'article L 126.1 du Code de l'Urbanisme. A noter que le document d'urbanisme communal (PLU) peut être plus contraignant que le P.P.R.i.

Il convient également de rappeler que la Loi n° 95-101 du 2 février 1995, relative au renforcement de la protection de l'environnement reprend, en son titre II – chap. II, les dispositions relatives aux plans de prévention des risques énoncées dans la loi de 1987.

Enfin, le décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995, relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles pris en application des lois du 22 juillet 1987, du 2 février 1995 et de la Loi sur l'Eau du 3 janvier 1992, fixe les modalités de mise en œuvre des P.P.R. et les implications juridiques de cette nouvelle procédure.

Dans un cadre plus large, le présent P.P.R. ne se substitue bien évidemment pas aux textes en vigueur.

^{*} Enquête publique dite « Bouchardeau »

L'article L. 562-3 du code de l'Environnement rend applicable à l'enquête publique du PPR les conditions prévues par les articles L. 123-1 et suivants du code de l'Environnement.

Pour l'application de ces dispositions, l'article 7 du décret du 5 octobre 1995 prévoit que le projet de plan est soumis par le préfet à une enquête publique dans les formes prévues par les articles 6 à 21 du décret n°85-453 du 23 avril 1985 pris pour l'application de la loi « Bouchardeau » du 12 juillet 1983 relative à la démocratisation des enquêtes publiques et à la protection de l'environnement (dispositions codifiées depuis aux articles R. 123-1 à R.123-23 du code de l'environnement).



2.1.4. Contenu et procédure

Le Plan de Prévention des Risques est constitué:

- D'une note de présentation (synthèse);
- D'un rapport technique de présentation (présent document);
- De documents graphiques présentant les zones exposées aux risques (cartographies des aléas, des enjeux);
- De documents graphiques définissant les zones faisant l'objet de dispositions réglementaires (cartographies réglementaires);
- D'un règlement et de ses annexes éventuelles.

Le contenu du P.P.R. fait l'objet d'une présentation détaillée.

Les P.P.R. sont prescrits par le Préfet du département concerné sur un périmètre spécifié lors de sa prescription.

Le projet de P.P.R. est soumis, après son élaboration, à l'avis consultatif des Conseils Municipaux des communes concernées, puis fait l'objet d'une enquête publique.

A l'issue de cette enquête, le P.P.R. est approuvé par le Préfet, puis s'impose de plein droit en tant que servitude d'utilité publique.



2.2. Pourquoi un Plan de Prevention des Risques d'inondation sur le bassin de la Vilaine en region rennaise, Ille et Illet ?

Depuis la loi du 13 juillet 1982, relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles, il a été constaté que le coût humain et économique des nuisances qui en résulte s'avère de plus en plus lourd pour la collectivité prise dans sa plus large acception.

Dans l'esprit de cette loi, la limitation de ce coût constitue la contrepartie de la solidarité financière vis-à-vis des victimes des catastrophes naturelles. En effet, elle vise donc avant tout à établir une solidarité nationale (au travers du régime d'assurance sur les risques naturels) qui ne peut cependant être assurée que si des dispositions sont prises pour en limiter le poids. Et cela se traduit par une absence de franchise sur le remboursement des sinistres lors d'inondations dans les zones couvertes par un PPRi (cf. Arrêté du 4 août 2003 portant modification de l'article A. 125-1 du code des assurances).

Cette réduction repose sur les trois grands axes d'intervention évoqués ci-après :

- Prévention
- Protection
- Prévision

Dans toutes les archives examinées, le bassin versant de la Vilaine et de ses affluents (l'Ille et l'Illet, le Chevré, la Flume, le Blosne, le Meu et la Vaunoise, la Seiche) apparaît régulièrement touché par les inondations.

Parmi les crues les plus importantes survenues, les crues de 1966 et 1974 apparaissent comme les plus fortes du XXème siècle, au moins en ce qui concerne le bassin versant de la Vilaine amont. Les crues récentes des années 1999, 2000 et 2001, crues parmi les plus importantes enregistrées, témoignent de la sensibilité de ce bassin versant à cette problématique inondation et l'accroissement de la récurrence des évènements démontre l'acuité du problème et la nécessité d'engager cette démarche.

Si le risque humain (sécurité des personnes) s'avère limité (eu égard à la nature du phénomène, inondation de type « plaine » avec des montées de crues relativement lentes), les dommages et nuisances sont lourds.

Les communes présentant le plus d'enjeux urbains affectés par ce phénomène sont principalement :

- Betton et Saint-Grégoire sur l'Ille ;
- Cesson-Sévigné et Rennes sur la Vilaine ;
- Noval-Châtillon-sur-Seiche et Bruz sur la Seiche.

Les autres enjeux urbains sont constitués de hameaux ou bâtis isolés dans le lit majeur des cours d'eau étudiés.

Le Plan de Prévention des Risques inondation de la Vilaine en région rennaise, Ille et Illet se veut être un outil visant à limiter, et, si possible, à réduire l'importance de ces nuisances dans la perspective où un scénario hydrologique comparable viendrait à se produire tout en préservant les grands équilibres fondamentaux qu'ils soient de nature socio-économiques, hydrauliques, ou environnementaux.



2.3. CARACTERISTIQUES DU P.P.R.I DU BASSIN DE LA VILAINE EN REGION RENNAISE, ILLE ET ILLET

2.3.1. Nature du risque

Débordement direct des cours d'eau suivants :

- La Vilaine
- Le Chevré
- L'Ille
- L'Illet
- Le Blosne

- La Flume
- Le Meu
- La Vaunoise
- La Seiche

Les petits affluents (ruisseaux et rus) des cours d'eau présentés ci-dessus ne font pas l'objet du présent P.P.R.i, mais leur apport est cependant pris en compte dans la détermination des débits de référence.

De même, les phénomènes de remontées de nappe et d'insuffisance des réseaux d'assainissement pluvial ne sont pas visés par le présent P.P.R.i.

2.3.2. Périmètre prescrit

Vallée alluviale des cours d'eau ci-dessus dans les limites suivantes :

- Pour la Vilaine : de la limite communale entre Brécé et Servon sur Vilaine en amont jusqu'à la limite communale de Bruz. A l'amont de ce secteur, le P.P.R.i Vilaine amont est en cours de réalisation et à l'aval, le P.P.R.i Moyenne Vilaine a été approuvé;
- Pour le Chevré : de la limite communale d'Acigné jusqu'à la confluence avec la Vilaine ;
- Pour l'Ille: à l'amont, de la limite communale de Montreuil sur Ille jusqu'à la confluence avec la Vilaine;
- Pour l'Illet : de la limite communale de Mouazé jusqu'à la confluence avec l'Ille ;
- Pour le Blosne : de la limite communale de Rennes jusqu'à la confluence avec la Vilaine ;
- Pour la Flume : de la limite communale de Gevezé jusqu'à la confluence avec la Vilaine ;



- Pour le Meu : de la limite communale entre Talensac et Mordelles, en rive gauche et pour la rive droite, la limite rive gauche a été prolongée (en amont du lieu-dit Le Champ Bigot) afin qu'il n'y ait aucun recouvrement entre ce P.P.R.i.et celui du Meu et du Garun.
- Pour la Vaunoise : de l'entrée dans la commune de Mordelles jusqu'à la confluence avec le Meu ;
- Pour la Seiche : de la limite communale de Vern sur Seiche jusqu'à sa confluence avec la Vilaine.

2.3.3. Communes concernées

⇒ Sur la Vilaine, d'amont en aval :

Brécé
Noyal sur Vilaine
Acigné
Thorigné-Fouillard
Cesson-Sévigné
Rennes

Le Rheu
Saint-Jacques de la Lande
Chavagne
Bruz
Goven

⇒ Sur le Chevré :

Acigné

⇒ Sur l'Ille, d'amont en aval :

Montreuil sur Ille Saint Médard sur Ille Saint Germain sur Ille Melesse Chevaigné Betton Saint-Grégoire Rennes

⇒ Sur l'Illet d'amont en aval :

Mouazé

Betton

⇒ Sur la Flume, d'amont en aval :

Gévézé La Mézière Pacé L'Hermitage Vézin le Coquet Le Rheu



⇒ Sur le Blosne, d'amont en aval :

Rennes

Saint-Jacques-de-la-Lande

Noyal-Châtillon-sur-Seiche

⇒ Sur le Meu, d'amont en aval :

Talensac Sud Mordelles Bréal-sous-Montfort Chavagne Goven

⇒ Sur la Vaunoise :

Mordelles

L'Hermitage

⇒ Sur la Seiche, d'amont en aval :

Vern-sur-Seiche Saint-Erblon Noyal-Châtillon-sur-Seiche Chartres de Bretagne Pont-Péan Bruz

Les communes de la Chapelle-des-Fougeretz, Montreuil-le-Gast, Montgermont et le Verger sont également prescrites dans ce P.P.R.i, mais elles ne présentent pas de rives avec les cours d'eau étudiés sur leur territoire.

A contrario, certaines communes sont concernées par plusieurs cours d'eau (par exemple, la commune de Bruz est concernée par la Vilaine et la Seiche).

⇒ La totalité du périmètre prescrit concerne 36 communes.

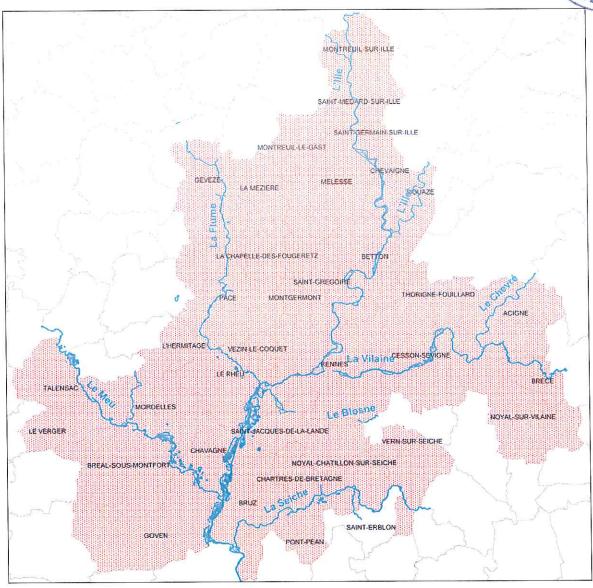
(Cf. cartes de localisation des communes prescrites, pages suivantes)



| Longaulnay | ·Feins L |
|---|--|
| Plouasne Saint-Brieuc-des-Iffs Gui | Montreuil-sur-Ille Gahard StMaro-: |
| dus-Becherel Les Iffs StSymphorien | StJean-sur |
| La Chapelle-Chaussée | StMédard-sur-Ille |
| Landujan Langouet Mgnoc | Saint-Germain-sur-Ille Ercé-près-Lif Chasné-sur-Illet |
| ervon I L L E E T Romillé Gévezéta Mézière | Chevaigné StSulpice-Ja-Forêt Livr |
| Le Lou-du-Lac Parthenay- Monger | |
| 00000 | pelle-des-Fougeretz La Bouexière Betton |
| Intac | |
| Montfort | tgermont Acigné Broons-sur-Vilair |
| Chapene modaladit | Rennes Broons-sur-Mair |
| Talensac La Rhau | Brécé. Châte: |
| Cintre | Noval-sur Vlaine |
| E T A G N Noigné | |
| erfil Le Verger Mondelles | acques-de la-Lande 0: |
| Bréal-sous-Montfort Noval-sur-Se | artres-de-Brétagne Piche Nouvoitou |
| StThurial? Bruz | Châtillon-sur-Seiche Chaume |
| | Saint-Erplon Piré-sur-Seiche |
| Goven Pont Réan | Ongères Bourgbarré Amanlis |
| int Baulon Lassy Guichen Laill | Corps-Nuds Chanteloup Janzé |
| 3403101 | <u> </u> |

Carte de localisation des communes précédemment évoquées





Carte de localisation des communes concernées par le présent P.P.R.i



2.4. METHODOLOGIE

Le projet de P.P.R.i. est établi en se fondant sur les études suivantes :

⇒ Caractérisation de l'aléa

Cette phase consiste à analyser les causes et les caractéristiques de l'aléa inondation sur l'ensemble du périmètre. Elle vise notamment à déterminer les zones exposées à cet aléa.

Ces zones exposées sont elles-mêmes décomposées en sous-zones d'aléa faible, moyen, fort et très fort sur la base d'une échelle de gravité déterminée en fonction de la hauteur d'eau pour les plus hautes eaux connues ou la crue centennale calculée, si celle-ci a une cote supérieure aux plus hautes eaux connues.

⇒ Caractérisation des enjeux

Le risque induit par l'aléa inondation résulte de cet aléa lui-même, mais également des caractéristiques intrinsèques aux zones exposées. Ainsi, une zone de marais inoccupée ou inexploitée, même exposée à un aléa d'inondation fort (quelques mètres de submersion, par exemple), présente un risque faible, l'inondation ayant généralement une incidence positive.

La détermination des enjeux se base donc sur l'analyse de l'occupation du sol en faisant apparaître distinctement, les zones naturelles, les secteurs urbanisés, les zones présentant des équipements de service et de secours ainsi que les infrastructures routières.

⇒ Etablissement des documents réglementaires : les cartes et le règlement

Ceux-ci sont établis pour le risque défini et dans le périmètre prescrit.

Ils comportent un jeu de cartes déterminant des zones de risques homogènes, chacune des zones faisant l'objet d'un règlement spécifique.

Le règlement est assorti d'un ensemble de recommandations et de prescriptions complémentaires conformément à l'article 4 du décret n° 95-1089.



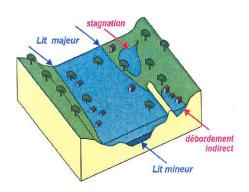
2.5. Introduction au risque d'inondation

2.5.1. Terminologie

Une crue : correspond à une augmentation rapide et temporaire du débit d'un cours d'eau audelà d'un certain seuil auquel toute analyse doit faire référence. Elle est décrite à partir de trois paramètres : la hauteur, le débit et la vitesse du courant. En fonction de l'importance des débits, une crue peut être contenue dans son lit ordinaire (ou lit mineur du cours d'eau), ou encore déborder dans son lit moyen ou majeur.

Une inondation : désigne un recouvrement d'eau qui déborde ou qui afflue. Cette définition, plus large que celle retenue habituellement par les hydrologues, permet d'ajouter aux phénomènes classiques que sont les débordements d'un cours d'eau, d'autres manifestations comme les remontées de nappes, les ruissellements résultants de fortes pluies d'orages sur des petits bassins versants, les inondations par rupture d'ouvrage de protection (brèches dans les digues), ou encore les inondations estuariennes résultant de la conjonction de fortes marées et de la situation dépressionnaire de certains fleuves.

Lit mineur: un cours d'eau s'écoule habituellement dans son lit mineur.



Lit majeur : le lit majeur peut être scindé en deux zones :

- une zone d'écoulement où le courant, parallèle à l'axe de la rivière, a une forte vitesse :
- une zone de stockage des eaux ou zone d'expansion des crues, où la vitesse est faible.

Le stockage des eaux est fondamental, car il permet le "laminage "de la crue, c'est-à-dire la réduction de la montée des eaux en aval. Parfois, le stockage peut représenter des capacités très importantes (plusieurs dizaines ou centaines de millions de mètres cubes pour les grandes vallées alluviales) tout à fait analogues à celles que procurent les barrages réservoirs.

Probabilité d'occurrence d'une crue : correspond à la probabilité d'observer un débit supérieur ou égal à la valeur d'une crue donnée.



Période de retour d'une crue : correspond à l'inverse de la probabilité d'occurrence d'une crue. La période de retour est exprimée en années. La probabilité d'observer en une année donnée une crue supérieure à la crue centennale (période de retour 100 ans) est de 0,01 soit une chance sur cent. La période de retour est estimée à partir des fréquences des différentes crues observées dans le passé. Ainsi, une valeur de débit qui est dépassée 10 fois au cours d'un siècle a une période de retour d'environ 10 ans ; on parle alors de crue décennale. La période de retour ne correspond pas à un intervalle de temps fixe entre deux apparitions de crues de même ampleur. Il n'y a pas automatiquement 10 ans entre deux crues décennales.

Crue de référence : la crue de référence est la plus forte crue connue ou, si cette crue était plus faible qu'une crue de fréquence centennale, cette dernière est retenue (définition donnée dans la circulaire du 24 avril 1996).

Aléa d'inondation : correspond à la qualification du phénomène naturel d'inondation sur un terrain, en fonction de la fréquence de la submersion, de la hauteur d'eau ou de la vitesse d'écoulement. Les terrains sont considérés comme étant soumis à un aléa fort lorsqu'ils correspondent à l'un des cas suivants :

- inondation fréquente (période de retour inférieure à 10 ans) ;
- hauteur de submersion supérieure à un mètre lors de la crue de référence ;
- vitesse d'écoulement supérieure à 0,5 m/s lors de la crue de référence.

Les enjeux : correspondent aux personnes, biens, activités ou patrimoine susceptibles d'être altérés par le phénomène naturel d'inondation.

Risque naturel d'inondation : correspond aux pertes probables en vies humaines, en biens et en activités consécutives à la survenance d'une inondation. La crue de référence est utilisée pour évaluer ces risques.



2.5.2. Le risque inondation

Le risque inondation est la conséquence de deux composantes :

- La présence de l'eau, qui s'écoule habituellement dans son lit mineur, mais qui peut aussi en sortir occasionnellement pour recouvrir une partie ou la totalité du fond de la vallée (lit majeur).
- La présence de l'homme, qui s'installe dans l'espace alluvial qui a été progressivement façonné par le cours d'eau, pour y implanter toutes sortes de constructions, d'équipements ou d'activités. Cette occupation humaine joue un double rôle : d'une part, elle constitue le risque en exposant des personnes et des biens aux inondations, d'autre part, elle l'aggrave, en amont comme en aval, en modifiant les conditions d'écoulement de l'eau.

Une inondation peut se traduire par :

- Un débordement du cours d'eau, une remontée de la nappe phréatique, une stagnation des eaux pluviales : inondations de plaine,
- Des crues torrentielles (Vaison-la-Romaine),
- Un ruissellement en secteur urbain (Nîmes),

L'ampleur de l'inondation est fonction de :

- L'intensité et la durée des précipitations,
- La surface et la pente du bassin versant,
- La couverture végétale et la capacité d'absorption du sol,
- La présence d'obstacles à la circulation des eaux.

Elle peut être aggravée, à la sortie de l'hiver, par la fonte des neiges.



3. ANALYSE DE L'ALEA

3.1. PRESENTATION DE L'ALEA

L'aléa doit être hiérarchisé et cartographié en plusieurs niveaux, en croisant l'intensité des phénomènes avec leur probabilité d'occurrence.

Pour l'aléa inondation, il convient d'étudier et de cartographier des hauteurs de submersion, des vitesses d'écoulement et des durées d'inondation pour une période de retour au moins égale à cent ans.

Les cartes d'aléas doivent constituer une image « objective » des phénomènes qui s'appuie sur des critères d'occurrence et d'intensité, choisis pour leur représentativité en terme de risque pour la société.

Il est impératif qu'elles conservent cette « neutralité » dans la mesure où elles conditionneront les interdictions ou les prescriptions du futur règlement.

Cette partie sur l'analyse de l'aléa comprend :

- Les caractéristiques physiques du secteur d'étude ;
- Le contexte météorologique ;
- L'analyse hydrologique;
- La détermination de l'aléa : reprise d'études existantes, modélisation hydraulique et étude hydro-géomorphologique ;
- Le choix des critères d'aléas pour ce P.P.R.i.

Cette analyse de l'aléa s'accompagne de cartographies à l'échelle 1/10 000 (sur fond SCAN 25) sur le périmètre prescrit ainsi que de zooms sur fond cadastral pour la Ville de Rennes.



3.2. CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT

3.2.1. Généralités

De sa source à son embouchure, la Vilaine parcourt environ 230 km et draine un bassin versant de l'ordre de 10 400 km².

Le présent P.P.R.i concerne un linéaire d'environ 40 km en ce qui concerne la Vilaine, de Brécé jusqu'à Bruz, avec une pente moyenne de l'ordre de 0,05%.

Sur la partie amont de ce P.P.R.i (de Brécé jusqu'à l'entrée de l'agglomération rennaise), le lit de la Vilaine forme de larges méandres avec un lit majeur qui dépasse parfois 500 m. La Vilaine reçoit en rive droite, le Chevré, en aval direct de la commune d'Acigné.

A noter la présence de 3 barrages importants, à l'amont du secteur d'études du présent P.P.R.i, qui totalisent un volume de 21 millions de m³. Ces barrages ont une influence sur la dynamique des crues et ils ont participé à l'écrêtement de plusieurs épisodes de crues (en particulier les crues de 1995 et 1999).

Dans la traversée de Rennes, la Vilaine est canalisée dans sa quasi-totalité et conflue avec l'Ille. Cette dernière est également canalisée sur sa partie aval où elle se confond avec le canal d'Ille et Rance. A l'amont, ce canal emprunte la vallée de l'Ille et reste parallèle à cette rivière aux larges méandres. L'affluent principal de l'Ille est l'Illet, en rive gauche. Suite aux inondations majeures de 1966 et 1974, d'importants travaux de recalibrage et de modifications d'ouvrages ont été réalisés sur la Vilaine dans la traversée de Rennes.

A l'aval de Rennes jusqu'au niveau de Pont Réan, la Vilaine reprend un cours plus naturel, où de nombreux plans d'eau sont présents dans le lit majeur. Ce linéaire offre de vastes zones d'expansion de crues (lit majeur de l'ordre de 600 m), où les enjeux se limitent à quelques zones de bâti isolées.

La Vilaine étant navigable, elle est contrôlée par de nombreux ouvrages (écluses de navigation) implantés tous les 3 à 6 km.

Sur cette partie aval, la Vilaine reçoit :

- En rive droite, la Flume et le Meu;
- En rive gauche, le Blosne et la Seiche.

A l'aval de la confluence avec la Seiche, la Vilaine traverse un secteur encaissé et ne présente alors qu'un lit majeur de l'ordre de 50 m.



3.2.2. Contexte météorologique

D'une manière générale, le bassin versant de la Vilaine jusqu'à la confluence avec la Seiche est marqué par une pluviométrie relativement uniforme en dépit de sa superficie importante.

Ce bassin versant bénéficie d'un climat océanique doux et très arrosé.

Les cumuls pluviométriques moyens interannuels par entité hydrographique sont définis dans le tableau ci-dessous (données Météo France, calculées sur la période 1971-2000) :

| Bassin versant | Cumul pluviométrique moyen interannu | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Vilaine en amont de Rennes et Chevré | 806 mm | |
| Ille et Illet | 767 mm | |
| Flume | 684 mm | |
| Seiche | 719 mm | |
| Meu et Vaunoise | 732 mm | |

La majorité des crues se produit principalement en période hivernale, de décembre à mars mais ce constat est à nuancer toutefois car parmi les plus fortes crues enregistrées sur l'Ille et la Vilaine, un certain nombre s'est produit en dehors de cette période (octobre 1966, novembre 1974 et novembre 1882 pour la Vilaine, novembre 1882, mai 1981 et novembre 2000 pour l'Ille).

Deux types de précipitations sont à même d'engendrer ces événements de crues :

- Une pluviométrie importante en cumul sur les semaines précédant la crue et provoquant ainsi une saturation des sols. Les pluies sont alors peu intenses mais leur durée soutenue aboutit finalement à des cumuls importants qui génère une inondation majeure. Les crues du printemps 2001 en sont l'exemple majeur.
- Une pluviométrie intense qui provoque alors des pics de crues importants sur les amonts de bassins versants. Le cumul de ces débits par les apports des différents affluents peut être à même de générer une crue importante sur la Vilaine. La crue de janvier 1995 est l'exemple même de ce type de crue.

La relative uniformité des pluies d'une occurrence donnée sur les postes pluviométriques du bassin versant de la Vilaine conduit aux valeurs statistiques suivantes de pluies journalières :

| Période de retour (années) | 2 | 10 | 100 |
|----------------------------|----|----|-----|
| Pluie journalière (mm) | 32 | 50 | 73 |

Pluies journalières moyenne pour différentes périodes de retour sur le bassin versant de la Vilaine (source : étude SOGREAH – Rennes Métropole)



3.3. Analyse hydrologique

3.3.1. Données existantes

De nombreuses stations hydrométriques sont présentes sur le secteur d'études. Le tableau cidessous récapitule ces stations.

| Rivière | Station hydrométrique | Superficie du bassin versant (km²) | Date de mise en service |
|---------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| | Châteaubourg | 563 | 1990 |
| Vilaine | Cesson | 854 | 1987 |
| | Guichen | 3298 | 1990 |
| | Montreuil | 103 | 1989 |
| Ille | Saint Grégoire | Grégoire 456 | Seule l'année 2000 est disponible |
| Flume | Pacé | 93 | 1978 |
| Meu | Montfort | 468 | 1968 |
| Seiche | Bruz | 820 | 1967 |
| Illet | Chasne | 107 | 1990 |
| Chevré | La Bouexiëre | 153 | 1962 |

La plupart de ces stations sont donc relativement récentes et ne permettent pas réellement la réalisation de traitement statistique pour la détermination de débits de crue d'occurrence rare.

D'autres données plus anciennes sont cependant disponibles. Il s'agit des enregistrements de hauteurs d'eau aux échelles présentes au niveau des ouvrages.

Les échelles présentes sur le secteur d'étude sont les suivantes (autres que celles des stations DIREN):

- Pour la Vilaine: Cabinet Vert (amont et aval), Le Mail, Le Comte (amont et aval), Apigné (amont et aval), Cicé (amont et aval), Mons (amont et aval), Pont Réan (amont et aval), Le Boël (amont et aval);
- Pour le Meu : Mordelles ;
- Pour la Seiche: Pont-Péan.

Certains enregistrements de hauteurs d'eau datent de 1846. D'une manière générale, les séries complètes des 120 dernières années sont disponibles. Ces enregistrements permettent donc, après correction, de déterminer les cotes de crue centennale en ces différents points. Les enregistrements à ces stations (initiaux et corrigés par corrélation, source SOGREAH : étude Rennes Métropole) sont présentés en annexe 1.



3.3.2. Analyse des crues historiques

Le tableau ci-dessous répertorie les plus fortes crues enregistrées sur la Vilaine à Cesson-Sévigné (valeurs de débits obtenues par courbe de tarage des enregistrements des hauteurs d'eau à l'échelle de Cabinet Vert, source DIREN)

Il n'est donc représentatif que du comportement de la Vilaine et pas nécessairement de ses affluents. Par exemple, sur le Meu les plus fortes crues ont été celles de 1881 et de 1910 ce qui n'est pas le cas sur ce secteur de la Vilaine.

| Crues (années hydrologiques) | Débit (m3/s) | |
|------------------------------|--------------|--|
| 1966-1967 | 183 | |
| 1974-1975 | 179 | |
| 1882-1883 | 163 | |
| 1881-1882 | 160 | |
| 1994-1995 | 153* | |
| 1999-2000 | 147* | |
| 1935-1936 | 142 | |
| 2000-2001 | 139 | |
| 1880 | 124 | |
| 1976-1977 | 120 | |
| 1981-1982 | 118 | |
| 1878-1879 | 112 | |
| 1930-1931 | 109 | |
| 1910-1911 | 106 | |
| 1993-1994 | 104* | |
| 1903-1904 | 101 | |
| 1919 | 100 | |
| 1982-1983 | 94 | |
| 1927 | 94 | |
| 1939 | 94 | |
| 1941 | 91 | |
| 1987-1988 | 90 | |
| 1947 | 90 | |
| 1960 | 89 | |

^{*} Débit naturel reconstitué (suppression de l'effet écrêteur des barrages) – source DIREN

Les crues récentes les plus importantes sur le secteur d'études du présent P.P.R.i sont celles de janvier 1995, décembre 1999, ainsi que celles de l'hiver 2000 et du printemps 2001 où une succession de pointes de crues a pu être enregistrée.

La crue de novembre 2000 a été la crue la plus importante enregistrée sur l'Ille avec un débit de 81 m³/s à Saint-Grégoire (pour information, le débit centennal est de 92 m³/s à cette station).

L'analyse des hydrogrammes des affluents de la Vilaine et de cette dernière fait apparaître des cas de concomitance de pointes de crues, en particulier en ce qui concerne le Meu et la Vilaine.



3.3.3. Typologie des crues

Les crues les plus importantes ont lieu après un antécédent pluvieux important, alors que le sol se trouve déjà à saturation et le niveau de la nappe d'accompagnement à son maximum. L'humidité des sols contribue à accroître le ruissellement généré par des épisodes pluvieux longs et intenses.

Ces crues sont des crues lentes composites de type océanique de plaine.

Les crues lentes composites de plaine résultent de pluies prolongées sur des sols assez perméables et peu pentus, où le ruissellement est long à se déclencher ; leur propagation est également lente dans des vallées relativement larges, et à pentes faibles, et comporte un amortissement du débit de pointe par laminage ; la vitesse de montée du niveau est de plusieurs centimètres par heure à quelques décimètres par heure.

Les inondations lentes composites se produisent en régions de plaine ou de bas plateaux sur des bassins versants de superficie importante (plusieurs centaines de kilomètres carrés). A partir de la pluie qui les déclenche, l'apparition du ruissellement, la propagation de la crue et la montée des eaux jusqu'au niveau de débordement laissent généralement le temps de prévoir l'inondation et d'avertir les riverains.

Néanmoins, les inondations par crue lente composite peuvent entraîner des pertes en vie humaine par méconnaissance du risque et par le fait qu'elles peuvent comporter des hauteurs et une durée de submersion importantes.

3.3.4. Evènement de référence

Au sens du P.P.R.i, la crue de référence est la crue maximale connue si celle-ci est d'occurrence au mois centennale et dans le cas contraire, l'évènement de référence est la crue centennale.

Les crues passées, où suffisamment d'informations (en terme de hauteurs d'eau et de débits) sont encore disponibles, ayant une période de retour inférieure à cent ans, la crue centennale est donc retenue comme évènement de référence pour ce P.P.R.i.



3.3.5. Détermination des débits de référence

En 1999, une étude de modélisation de la crue centennale de la Vilaine et de ses affluents a été confiée au bureau d'études SOGREAH sous maîtrise d'ouvrage Rennes Métropole associée aux services de l'Etat. Cette étude consistait en la modélisation et la cartographie de la crue centennale sur le territoire de Rennes Métropole qui comprenait la quasi-totalité du secteur d'études du P.P.R.i bassin de la Vilaine en région rennaise, Ille et Illet à l'exception du Blosne, de la Vaunoise, de l'Illet et de l'Ille amont.

Cette étude achevée en 2002 et validée par les collectivités associées ainsi que les services de l'Etat, constitue donc une base de travail pour ce P.P.R.i qui au final reprend en partie les résultats de cette étude.

Une analyse hydrologique a donc été réalisée par le bureau SOGREAH, validée par les services de l'Etat, afin de déterminer les principaux débits de référence sur les tronçons de cours d'eau qui ont été modélisés.

Cette approche hydrologique a consisté en une analyse statistique des enregistrements de hauteurs d'eau aux différentes échelles (analyse de cohérence et homogénéisation de l'ensemble des relevés de cotes) cf. tableaux des valeurs de hauteurs d'eau aux différentes échelles en annexe 1.

Cette analyse statistique a donc conduit à la connaissance de cote de crues centennales au niveau de ces échelles puis par l'intermédiaire de courbes de tarage reconstituées ou existantes à la détermination de débits centennaux. Ces débits ont également fait l'objet d'ajustements statistiques afin de vérifier la cohérence des valeurs obtenues et les corriger si nécessaire.

La méthode SPEED a permis de déterminer les débits centennaux des affluents en procédant par différence entre les débits aval et amont des confluents (pour l'Ille par exemple). Ces résultats ont été recoupés avec les débits observés aux stations de jaugeages. L'annexe 2 précise les hypothèses de la méthode SPEED (source SOGREAH).

Les valeurs suivantes des débits centennaux, validées par les services de l'Etat, ont donc été utilisées dans cette étude :

| Cours d'eau | Débit centennal retenu pour l'étude Rennes Métropole | |
|---|--|--|
| La Vilaine de l'amont du secteur d'étude jusqu'à la confluence avec le Chevré | 115 m ³ /s | |
| La Vilaine de la confluence avec le Chevré jusqu'à la confluence avec l'Ille | 175 m ³ /s | |
| La Vilaine de la confluence avec l'Ille jusqu'à la confluence avec la Flume | 228 m ³ /s | |
| La Vilaine de la confluence avec la Flume jusqu'à la confluence avec le Meu | 248 m³/s | |
| La Vilaine de la confluence avec le Meu jusqu'à la confluence avec la Seiche | 420 m ³ /s | |

| 500 m ³ /s |
|-----------------------|
| 60 m ³ /s |
| 92 m³/s |
| 40 m ³ /s |
| 130 m³/s |
| 178 m³/s |
| 160 m ³ /s |
| |

Ces débits ont alors été utilisés dans la modélisation hydraulique mise en place.

Cependant, depuis la réalisation de cette étude, de nouvelles crues sont apparues et de nouveaux jaugeages ont permis d'affiner certains débits.

La prise en compte de ces nouvelles crues et des débits réactualisés conduit donc, par une démarche similaire à celle de l'étude SOGREAH, à de nouveaux débits centennaux sur la Vilaine de l'amont du secteur d'études jusqu'à la confluence avec le Meu.

Sur les affluents et sur la Vilaine à l'aval de la confluence avec le Meu, l'intégration de ces nouvelles informations, n'ayant pas modifié les ajustements statistiques, les valeurs des débits centennaux restent inchangées.

L'annexe 3 précise les modalités de calcul du débit de référence de la Vilaine de la confluence avec le Chevré jusqu'à la confluence avec l'Ille. Elle conduit à une valeur de 195 m³/s, au lieu de la valeur de 175 m³/s calculée lors de l'étude SOGREAH.

Cette augmentation de 20 m³/s a été reportée sur la Vilaine jusqu'à la confluence avec le Meu. A l'aval de cette confluence, le débit calculé dans l'étude SOGREAH était conforme aux nouveaux ajustements statistiques. Il n'a donc pas fait l'objet de modifications.

Une démarche similaire a été appliquée à l'amont conduisant à l'obtention d'une valeur du débit centennal de 140 m³/s (au lieu de 115 m³/s) sur la Vilaine, à l'amont de la confluence avec le Chevré.

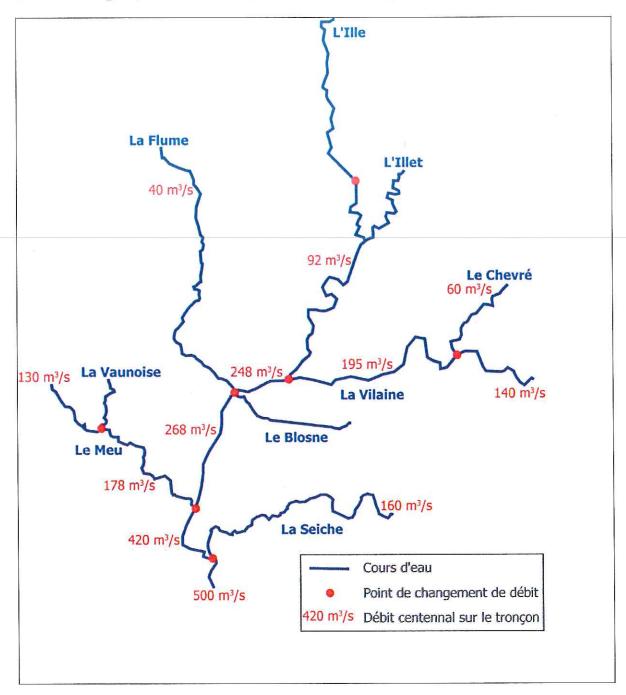
Durant la réalisation de ce P.P.R.i, la question de la concomitance entre l'Ille et la Vilaine a été soulevée. En effet, il a été observé la concomitance des pointes de crues de la Vilaine avec celles de ses affluents, notamment l'Ille et le Meu. D'autre part, les textes et circulaires relatifs à la réglementation sur les P.P.R.i préconisent l'analyse des phénomènes aggravants et en particulier les éventuelles concomitances.

Le débit de la Vilaine à l'aval de cette confluence aurait alors été de 287 m³/s au lieu des 248 retenus.

L'analyse des temps de concentration de ces deux cours d'eau et des crues enregistrées tend à prouver que l'Ille réagit généralement avant la Vilaine, limitant ainsi les possibilités de concomitance. D'autre part, ce débit de 287 m³/s ne correspondrait alors pas à un débit

centennal (débit de référence retenu pour les P.P.R.i) tel qu'il aurait été calculé par une approche statistique mais à un débit de période de retour supérieure. En conclusion cette hypothèse de concomitance, même si elle a été étudiée et a fait l'objet de cartographies, n'a finalement pas été retenue.

Le schéma ci-après précise les débits retenus sur les cours d'eau modélisés.



Répartition des débits centennaux sur la Vilaine et ses affluents utilisés dans ce P.P.R.i



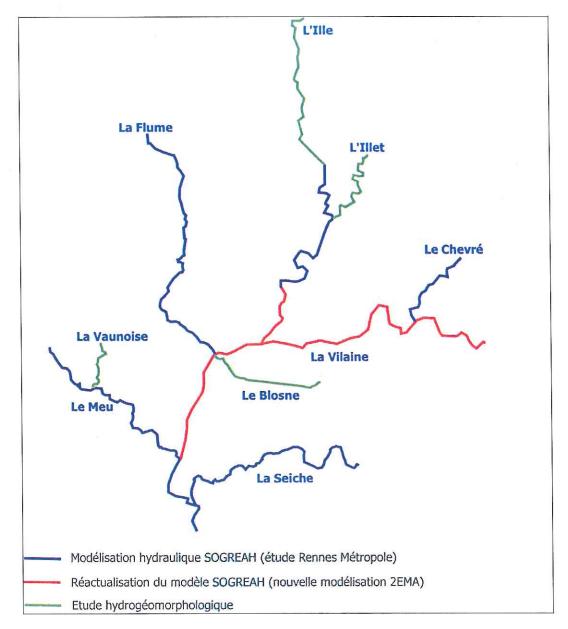
3.4. DETERMINATION DE L'ALEA

Etant donnée l'existence sur la quasi-totalité du périmètre du P.P.R.i d'une étude de modélisation hydraulique de la crue centennale de la Vilaine et de ses affluents (étude Rennes Métropole réalisée par SOGREAH), la détermination de l'aléa de ce P.P.R.i s'est donc très largement basée sur cette étude.

La réactualisation de certains débits centennaux (cf. paragraphe précédent) a cependant nécessité une réactualisation de ce modèle. Le modèle mis en place par SOGREAH a donc été reconstruit et a permis de simuler ces nouveaux débits.

En ce qui concerne les linéaires de cours d'eau non pris en compte dans l'étude Rennes Métropole mais prescrits dans le périmètre de ce P.P.R.i, l'aléa a été déterminé par une approche hydrogéomorphologique.

Le schéma ci-dessous représente les modalités de détermination de l'aléa :





3.4.1 Détermination de l'aléa d'après l'étude Rennes Métropole (modélisation hydraulique SOGREAH)

Les linéaires de cours d'eau qui ont fait l'objet de cette approche sont les suivants :

- Le Chevré;
- L'Ille de Chevaigné jusqu'à l'aval de Saint Grégoire ;
- La Flume ;
- Le Meu;
- La Seiche;
- La Vilaine à l'aval de la confluence avec le Meu.

A noter que la Vilaine a été modélisée dans la totalité, lors de cette étude SOGREAH mais la réactualisation de certains débits centennaux a cependant nécessité une nouvelle modélisation sur la base de l'ancienne afin de prendre en compte ces modifications.

Les contours de la crue centennale ainsi que les cotes de crue ayant été déterminés par cette étude, validée en son temps par les collectivités associées et les services de l'Etat, la détermination de ces aléas s'est donc basée sur ces données existantes.

Certains contours de crues ont cependant pu être modifiés, quand des données topographiques complémentaires ont permis d'affiner les contours existants.

Un bref rappel des hypothèses et de la construction du modèle réalisé pour Rennes Métropole est présenté ci-après.

Le modèle a été construit à partir de levés topographiques réalisés lors de cette étude ainsi que des levés existants antérieurement.

Ce modèle a été réalisé sous le logiciel CARIMA, modèle filaire 1D. Au total, le modèle comptait 227 profils répartis comme suit :

- 88 sur la Vilaine
- 12 sur le Chevré
- 26 sur l'Ille

- 39 sur la Flume
- 26 sur le Meu
- 36 sur la Seiche

Les coefficients de rugosité utilisés dans le modèle, ayant permis le calage sur les laisses de crues et hauteurs observées aux échelles sont les suivants :

| Rivière | | K lit mineur | K lit majeur |
|---------|---------------------|--------------|--------------|
| Vilaine | Amont Rennes | 23 | 15 |
| | Traversée de Rennes | 25 | 15 |
| | Aval Rennes | 23 | 15 |
| Ille - | Rivière | 22 | 15 |
| | Canal | 35 | 15 |
| Chevré | | 20 | 12 |
| Flume | ű. | 20 | 12 |
| Meu | | 22 | 15 |
| Seiche | | 22 | 12 |

Le modèle a été calé sur la crue de janvier 1995, crue significative sur ce bassin versant, où de nombreuses laisses sont disponibles.

En moyenne, la différence entre les cotes calculées et observées est de l'ordre de 5 à 10 cm, témoignant ainsi d'un calage du modèle satisfaisant.

Suite à ce calage, les débits centennaux ont été injectés dans le modèle. Ces débits sont similaires à ceux du présents P.P.R.i (à l'exception de ceux sur la Vilaine en amont de la confluence avec le Meu qui ont été réactualisés).

Les cotes de crue centennale calculées par ce modèle ont été reprises pour la détermination de l'aléa de ce P.P.R.i.

3.4.2. Détermination de l'aléa par réactualisation de la modélisation SOGREAH

Afin de prendre en compte la réactualisation des débits sur la Vilaine à l'amont de la confluence avec le Meu (ainsi que l'incidence engendrée sur l'Ille), un modèle hydraulique a été réalisé sur la base des profils et des hypothèses du modèle SOGREAH, construit lors de l'étude Rennes Métropole.

Le tableau ci-dessous illustre les différences entre les débits utilisés lors de la modélisation SOGREAH et les débits centennaux retenus pour ce P.P.R.i.

Même si le débit de l'Ille n'a pas été modifié, il importait de modéliser la partie aval de ce cours d'eau afin de prendre en compte l'incidence de la surcote engendrée sur la Vilaine.

| | Débit étude SOGREAH | Débit centennal retenu pour le P.P.R.i |
|--------------------------------------|----------------------------|---|
| La Vilaine à l'amont du Chevré | 115 m ³ /s | $140 \text{ m}^3/\text{s}$ |
| La Vilaine entre le Chevré et l'Ille | $175 \text{ m}^3/\text{s}$ | 195 m ³ /s |
| La Vilaine entre l'Ille et la Flume | 228 m ³ /s | $248 \text{ m}^3/\text{s}$ |
| La Vilaine entre la Flume et le Meu | $248 \text{ m}^3/\text{s}$ | 268 m ³ /s |
| L'Ille | 92 m ³ /s | 92 m ³ /s |

Ce modèle a été réalisé à partir du logiciel HEC-RAS 3.1.1, logiciel de modélisation filaire 1D, calé exactement sur les résultats du modèle SOGREAH (les données introduites et les hypothèses de calcul étant similaires).

Les tableaux présentés en annexe 4 illustrent l'incidence de cette prise en compte des nouveaux débits sur ces secteurs modélisés.

PRÉFECTIVE POR 1 - 3 ** 1 - 3 ** 1 re

Í ressort de ces tableaux de comparaison :

- une surcote d'environ 10 à 20 cm par rapport aux cotes de l'étude SOGREAH, en ce qui concerne la Vilaine à l'amont de Rennes;
- une surcote d'environ 20 à 30 cm par rapport aux cotes de l'étude SOGREAH, pour la Vilaine dans la traversée de Rennes;
- Pour la Vilaine aval (jusqu'à la confluence avec le Meu), une surélévation de l'ordre de 10 cm, incidence qui devient quasi-nulle au niveau de la confluence avec le Meu;
- En ce qui concerne l'Ille, la surcote est de l'ordre de 5 à 15 cm, incidence limitée uniquement au linéaire à l'aval du vannage de Trublet et à l'aval de l'écluse Saint-Martin.

Les cotes calculées à partir de ces débits réactualisés ont ensuite permis la détermination des contours de la crue centennale et des classes de hauteurs d'eau, par report sur les éléments topographiques disponibles (MNT, extrapolation entre profils, semis de points, données IGN, ...).

Le tracé des contours des aléas s'effectue en reportant la cote de crue dans le lit majeur en s'appuyant sur la topographie locale.

Le Modèle Numérique de Terrain (MNT), fourni début avril 2006, par Rennes Métropole et les plans topographiques fournis par certaines communes, sur certaines zones, ont donc permis de préciser les contours entre les profils.

Le MNT (2004) présente les principales spécifications techniques suivantes :

- précision altimétrique : 50 cm
- pas de la grille (distance séparant deux points) : 2 m.

Pour la modélisation hydraulique, les profils ayant permis de définir les cotes de crue centennale ont été réalisés à partir des levés topographiques et n'ont donc pas été modifiés par l'utilisation du MNT. Le MNT permet d'affiner les contours mais il n'a aucun impact sur les profils utilisés et donc aucun impact sur les cotes de crue centennale.

La réactualisation de la cartographie des aléas, des enjeux et du zonage réglementaire du projet de PPRi a été réalisée en appliquant les cotes de la crue centennale sur le MNT (c'est-à-dire sur les isolignes, courbes de niveaux) et les plans topographiques complémentaires fournis sur certaines communes.

Une extrapolation de profils à partir du MNT aurait été beaucoup moins précise que l'utilisation des profils en travers, réalisés par des géomètres et intégrés dans la modélisation.

La prise en compte du MNT ne modifie donc pas la modélisation réalisée et n'a aucune incidence sur les cotes de crue centennale déterminées. Le MNT a été uniquement utilisé pour reporter la cote de crue dans le lit majeur et donc pour tracer les contours des aléas dans le lit majeur.



3.4.3. Détermination de l'aléa par approche hydrogéomorphologique

Pour les cours d'eau qui n'ont pas fait l'objet d'une modélisation hydraulique lors de l'étude Rennes Métropole, mais qui appartiennent toutefois au périmètre du P.P.R.i, les services de l'Etat ont souhaité que ceux-ci fassent l'objet d'une approche hydrogéomorphologique.

Ces cours d'eau sont les suivants :

- Le Blosne;
- La Vaunoise;
- L'Illet;
- L'Ille de l'amont jusqu'à la limite communale de Saint-Germain sur Ille et Chevaigné.

Cette approche plus naturaliste que mathématique consiste en l'analyse des vallées de ces cours d'eau par enquête terrain et sur carte géologique afin de repérer les éléments significatifs qui délimitent le lit majeur.

Ces éléments peuvent être des remblais, des traces de dépôts alluviaux ou encore même la morphologie générale du lit majeur.

Une comparaison entre cette analyse et les zones inondables répertoriées (atlas des zones inondables, indication de riverains et d'élus pour des crues récentes importantes) permet ensuite la vérification de la cohérence et de l'exhaustivité de cette détermination.

Quelques profils en travers et points particuliers ont été relevés afin de déterminer des cotes de cette crue « hydrogéomorphologique ».

Cette méthode est certes moins précise qu'une approche par modélisation (principalement au niveau de la détermination des cotes) et la crue hydrogéomorphologique ne correspond pas forcément à une crue centennale mais peut être supérieure.

Cette approche est cependant tout à fait acceptable pour les zones naturelles et également pour les secteurs très peu urbanisés, ce qui est le cas des affluents étudiés par cette méthode.

3.5 CARACTERISATION DE L'ALEA

3.5.1. Les critères d'aléas

L'évènement de référence pour le P.P.R.i de la Vilaine en région rennaise, Ille et Illet est la crue centennale.

D'une manière générale, les critères d'aléas couramment utilisés dans la réalisation des P.P.R.i sont les suivants :

- Hauteurs d'eau
- Durées de submersion
- Vitesses

Les analyses du comportement des crues et du bassin versant ainsi que la modélisation hydraulique font apparaître les éléments suivants :

- ⇒ La durée de submersion est relativement homogène par segment. La durée de submersion n'est donc pas un paramètre suffisamment révélateur pour être introduit comme critère d'aléa.
- ⇒ Les vitesses sont la plupart du temps toujours inférieures à 0,5 m/s (à l'exception de la proximité des ouvrages, ...). Ce paramètre n'est donc pas pertinent pour la détermination de l'aléa.

Au final, l'aléa inondation retenu dans le cadre de ce P.P.R.i est fonction du paramètre hauteur d'eau H, selon les classes suivantes :

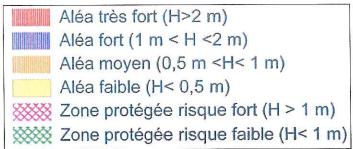
- Aléa faible : H < 0,5 m
- Aléa moyen: 0,5 m < H < 1 m
- Aléa fort : 1 m < H < 2 m
- Aléa très fort : H > 2 m



3.5.2. Présentation des cartes d'aléas

Le document « Cartographie des aléas », joint au dossier complet de ce P.P.R.i présente l'ensemble des cartes selon le découpage des classes d'aléas précédemment explicité.

Ces classes d'aléas font l'objet d'un code couleur différencié présenté ci-dessous :



Légende des cartographies des aléas

Deux autres types de zones apparaissent dans cette légende, à savoir les zones protégées (risque fort ou faible). Il s'agit de secteurs qui ne sont pas inondables directement car situés derrière des ouvrages de protection (digues, murets, palplanches, ...). Cependant, en cas de rupture ou brèche dans ces ouvrages, ces secteurs sont alors inondables et c'est pour cette raison qu'ils ont fait l'objet d'une cartographie plus particulière avec uniquement deux classes de hauteurs d'eau (supérieure ou inférieure à 1 m).

Cette démarche entre dans le cadre des circulaires P.P.R.i, préconisant la transparence des ouvrages de protections dans la prise en compte du risque.

Au total, 45 cartes au 1/10 000 (sur fond SCAN 25 IGN, le plus récent) recouvrent l'ensemble du périmètre prescrit dans ce P.P.R.i.

Des zooms sur fond cadastral au 1/5000, pour la Ville de Rennes, ont également été annexés afin d'apporter plus de lisibilité sur ce secteur plus fortement urbanisé.

Outre les classes d'aléas, ces cartes font apparaître la cote calculée de la crue centennale en chacun des points référencés (M pour Meu, V pour Vilaine,...).

Les limites du périmètre prescrit sont également indiquées (trait rouge) car elles permettent d'expliciter clairement des particularités administratives (par exemple, la prise en compte d'un cours d'eau sur une seule rive, l'autre rive appartenant à une commune non prescrite).



4. LES ENJEUX

4.1. METHODOLOGIE

Enjeux: personnes, biens, activités et ICPE*, moyens, de communication, patrimoine,..., susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel.

Ils peuvent être quantifiés à travers de multiples critères : dommages corporels ou matériels, cessations de production ou d'activités, etc.

La détermination des enjeux repose sur l'analyse de l'occupation du sol dans le périmètre inondé par la crue centennale, évènement de référence de ce P.P.R.i. Cette analyse de l'occupation du sol a été menée par enquête en mairie mais également par enquête terrain.

Au final, quatre types d'enjeux ont été distingués sur le périmètre de ce P.P.R.i avec la représentation cartographique suivante :



D'une manière plus précise, chacun de ces enjeux intègre :

⇒ Enjeu urbain

Cet enjeu regroupe:

- Les centres urbains ;
- Les hameaux et/ou habitations isolés ;
- Les espaces prévus à l'urbanisation ;
- Le patrimoine culturel (historique).

⇒ Enjeu service

Cette catégorie d'enjeu intègre les infrastructures et équipements de services, à savoir :

- Infrastructures (réseaux de distribution, station d'épuration, transformateurs, ...);
- Les établissements recevant du public (hôpitaux, écoles, ...);
- Les équipements sensibles (centre de secours, centraux téléphoniques, ...).

^{*} ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement



⇒ Enjeu infrastructures de communication

Cet enjeu intègre uniquement les voiries soumises à un risque d'inondation. Ne sont cependant pas comprises dans cet enjeu les voies de desserte privative ou celles dont la circulation n'est pas significative.

⇒ Enjeu naturel

Cette dernière classe d'enjeu regroupe toutes les surfaces inondables non classifiées dans les trois catégories d'enjeux précédentes. Il s'agit en particulier :

- Surfaces agricoles, parcelles enherbées non prévues à l'urbanisation;
- Espaces naturels (zones humides, marais, boisements et forêts, ...);
- Plans d'eau;

D'une manière générale, ces secteurs sont des zones d'expansion naturelles.

⇒ ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

Voir liste non exhaustive des activités ICPE en annexe n°5

4.2. LES ENJEUX SUR LE BASSIN DE LA VILAINE EN REGION RENNAISE

Le document « Cartographie des enjeux », joint au dossier de ce P.P.R.i, présente l'ensemble des enjeux répertoriés à l'intérieur et à proximité immédiate du périmètre prescrit. En dehors des traversées urbaines, les activités agricoles sont l'enjeu dominant affecté par le risque inondation.

En terme d'enjeux urbains, ils sont essentiellement composés d'habitations isolées ou de hameaux situés dans le lit majeur des cours d'eau étudiés. Seules les communes de Betton, Rennes, Noyal-Chatillon-sur-Seiche et Bruz présentent des zones de bâtis denses inondables pour une crue centennale.

Sur le périmètre du présent P.P.R.i, de nombreuses infrastructures de communication sont susceptibles d'être affectées par une telle crue, à même d'entraîner des difficultés d'accès.

En terme d'enjeux de services, ils sont essentiellement composés de stations d'épurations ou de bâtiments à vocation de gestion hydraulique (écluses).



5. LE ZONAGE REGLEMENTAIRE

L'élaboration du zonage réglementaire repose sur le croisement des aléas et des enjeux. Le zonage prend en compte :

- La vocation des zones (urbaine ou rurale par exemple);
- L'importance des risques et leur nature (humains ou économiques);
- La destination ou l'usage des constructions, etc.

Le zonage du P.P.R.i a été défini par une approche pragmatique qui prend en compte les réalités de l'occupation de la vallée. Le P.P.R.i vise en effet à protéger les zones vulnérables en adaptant l'urbanisation dans ces zones, et à conserver les zones naturelles pour ne pas accroître la vulnérabilité des zones les jouxtant.

Pour l'existant, et surtout pour les projets futurs, le P.P.R.i doit permettre de ne pas accroître, voire de réduire la vulnérabilité. De plus, le P.P.R.i doit permettre de préserver les zones naturelles qui jouent un rôle fondamental dans le bon fonctionnement hydraulique de la vallée.

Des objectifs de réduction de la vulnérabilité et de préservation des zones naturelles ont conduit à la définition de cinq classes réglementaires, présentées selon la codification suivante :



Ce zonage réglementaire a été déterminé à partir du croisement entre les aléas et les enjeux selon la grille suivante :

⇒ Pour les secteurs non protégés

| Enjeux Aléa | Naturel | Urbain | Service | Infrastructures de communication | | | |
|---|---------|--------|---------|--|--|--|--|
| Faible (H<0,5 m) | | DI | = | | | | |
| Moyen (0,5 m <h<1 m)<="" td=""><td>Rouge</td><td>DI</td><td colspan="5">Bleu</td></h<1> | Rouge | DI | Bleu | | | | |
| Fort (1 m <h<2 m)<="" td=""><td>tramé</td><td>Ro</td><td>Rouge</td></h<2> | tramé | Ro | Rouge | | | | |
| Très fort (H>2 m) | | RU | Rouge | | | | |

Détermination des zones réglementaires par croisement des aléas et des enjeux – secteurs non protégés



⇒ Pour les secteurs protégés

| Enjeux Aléa | Naturel | Urbain | Service | Infrastructures de communication |
|-------------------------|---------|--------|------------|--|
| Risque faible (H < 1 m) | Rouge | Bleu c | roisillon | Rouge |
| Risque fort (H > 1 m) | tramé | Rouge | croisillon | |

Détermination des zones réglementaires par croisement des aléas et des enjeux - secteurs protégés

Une spécificité a toutefois été introduite modifiant légèrement le zonage des secteurs protégés. En effet, le zonage de ces secteurs prend en compte uniquement le critère de hauteur d'eau, mais l'aspect vitesse d'écoulement, en cas de rupture de digue, n'était pas intégré.

Afin d'appréhender cet aspect, non négligeable, il a été décidé de la règle suivante :

Si la hauteur de la digue dépasse 1 m (différentiel entre le dessus de la protection et le terrain naturel derrière cette protection dans une bande de 10 m), une bande de 50 m en zone rouge croisillon est appliquée derrière cette protection quelque soit son zonage déterminé par le croisement aléa-enjeux.

Cette règle permet ainsi la prévention des secteurs habités situés derrière un ouvrage de protection surélevé par rapport au terrain naturel. En effet, on comprend aisément qu'une rupture de digue dans un tel cas, où l'habitation est en contrebas, créé une lame d'eau significative avec des vitesses importantes et donc destructives.

Le document « Cartographie réglementaire », joint au dossier complet de ce P.P.R.i présente l'ensemble des zonages réglementaires établis sur le périmètre prescrit. Ces cartes présentent des cotes de référence définies de la manière suivante :

Cote de référence = Cote de crue centennale + 30 cm

Le document « Règlement » précise les dispositions applicables à chacune de ces zones réglementaires.



6. CONCLUSION

Le bassin versant de la Vilaine en région rennaise constitue une région dynamique qui doit poursuivre son développement. Le P.P.R.i est à ce titre adapté pour permettre un développement raisonné et durable de la vallée, dans le respect de l'urbanisme et des activités aujourd'hui présentes sur le bassin, notamment les activités traditionnelles comme l'agriculture, la chasse et la pêche. Le règlement du P.P.R.i doit permettre d'assurer une cohérence dans l'aménagement de la vallée, en respectant un équilibre entre les zones urbaines et leur environnement. Les règles définies pour les constructions, et notamment les habitations, sont le plus souvent des règles de bon sens. Leur mise en œuvre doit permettre d'assurer la pérennité des constructions et de préserver la qualité et la salubrité des lieux de vie.

Le P.P.R.i est un outil réglementaire. En parallèle à son application, des politiques d'aménagement doivent être poursuivies et mises en œuvre, en premier lieu par les collectivités, afin de limiter les risques d'inondation.

Les syndicats et collectivités ayant une compétence dans le domaine de l'eau jouent un rôle majeur dans la conduite des études liées aux aménagements et dans la définition des principes généraux d'aménagement de la vallée.

L'ensemble des communes et leurs groupements doivent élaborer, à leur niveau, des politiques. Les documents d'urbanisme constituent à ce titre des outils fondamentaux.

Les particuliers seront aussi des acteurs majeurs de la prévention des risques. Ce sont eux qui construisent et aménagent les habitations. Ils participent aussi à l'entretien du milieu naturel.

La prévention des risques nécessite une mobilisation collective et un partenariat entre les différents acteurs.

Dans le cadre de l'élaboration du P.P.R.i, un important travail de concertation a été effectué. Les élus des communes, des communes, des syndicats, des associations ont été les interlocuteurs directs de l'Etat. Des réunions se sont tenues, animées par les services de l'Etat, pour expliquer aux élus et représentants des associations la démarche d'élaboration du P.P.R.i et les conséquences du projet.

Le P.P.R.i est aujourd'hui élaboré sur la base des connaissances actuelles, et il pourra à l'avenir être révisé, en fonction des évolutions territoriales, législatives, et en fonction des aménagements qui seront mis en œuvre.

La politique de prévention des risques est une politique de long terme. Le P.P.R.i est un élément de cette politique. Dans le cadre qu'il définit, le travail doit être poursuivi par tous.



7. ANNEXES

- ⇒ Annexe 1 : Enregistrements des hauteurs d'eau maximales aux différentes échelles (valeurs initiales et corrigées)
- ⇒ Annexe 2 : Présentation de la méthode SPEED
- **⇒** Annexe 3 : Calcul du débit centennal de la Vilaine entre les confluences avec le Chevré et l'Ille
- ⇒ Annexe 4 : Comparaison des hauteurs d'eau calculées lors de l'étude Rennes Métropole et le présent P.P.R.i (réactualisation des débits)
- ⇒ Annexe 5 : Liste non exhaustive des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)



Annexe 1 : Enregistrements des hauteurs d'eau maximales aux différentes échelles (valeurs initiales et corrigées)



Cotes maximales observées aux échelles (source SOGREAH)

| | | 15. | CLA | ~ | Calif | 4 -1 | 11-11 | C 1 | A [] | A : 1 | A 1 | C: - | A () | | | A 1 I | D: | A1] | Di | D . =1 | A I | D | 4 |
|------|----------------------|-------|--------|-----------|-------|-----------|-------|-------|-----------|--------|------------|---------|------------|-------------|--------|------------|-------------|------------|-------------|--------------|------------|-------|-------|
| | N.F | Vitre | Cháte | Cesso | Cabin | Avai 5 | | Comte | AVOI 8 | Apign | Aval 10 | Cice 11 | Avgi 12 | Morde 13 | 14 14 | Aval 15 | Pt-re 16 | Aval 17 | Pt-pe 18 | Boël 19 | Aval 20 | Bouex | Avai |
| | Nø PK | 1 | 17.6 | 39 | 4 | | 6 | 47.4 | 47.5 | 50 | 50.1 | 56.2 | | 49.7 | 59,5 | 59.6 | 62.5 | 62.6 | 58.5 | 65.4 | 65.5 | 70.0 | 71 |
| | 30,000 | 0 | 17,5 | 777777 | 44 | 44,1 | 45,7 | | | | | - | 56,3 | | | | - | | | B 20000 1000 | - | 70,9 | 22 |
| Date | 0 échelle (IGN95) | ó1,29 | 39,77 | 24,91 | 24,83 | 22,93 | 22,93 | 22,91 | 21,55 | 21,52 | 20,19 | 20,19 | 17,38 | 23,4 | 17,4 | 16,13 | 16,15 | 14,24 | 17,3 | 14,29 | 12,71 | 12,72 | 10,99 |
| 1846 | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1,46 | 2,08 | 1,32 | 1,83 | 0,98 | 2,99 | -1 | 1,76 | 2,62 | 1,92 | 3,4 | -1 | 2,81 | 4,55 | 2,34 | 3,89 |
| 1846 | 2 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1,56 | 2,25 | 1,4 | 2,05 | 1 | 2,71 | -1 | 1,76 | 2,62 | 1,92 | 3,4 | -1 | 2,81 | 4,55 | 2,36 | 3,85 |
| 1859 | 3 | -1 | -1 | -1 | 1,31 | 2,09 | -1 | 1,33 | 1,9 | 1,31 | 1,68 | 0,91 | 2,43 | -1 | 1,57 | 2,11 | 1,51 | 2,78 | -1 | 2,06 | 3,48 | 1,56 | 3,13 |
| 1879 | 4 | -1 | -1 | -1 | 1,39 | 2,31 | 1,58 | 1,45 | 2,1 | 1,41 | 1,87 | 0,94 | 2,68 | -7 | 1,92 | 2,7 | 2 | 3,49 | -1 | 2,63 | 4,15 | 2,6 | 4,11 |
| 1880 | 5 | 1,87 | 2,95 | -1 | 1,55 | 2,5 | -1 | 1,58 | 2,05 | 1,41 | 1,58 | 0,92 | 2,53 | -1 | 1,62 | 2,27 | 1,53 | 2,55 | -1 | 1,93 | 3,13 | 1,52 | 3 |
| 1880 | 6 | 1,76 | 2,86 | -1 | 1,58 | 2,61 | 2,02 | 1,57 | 2,2 | 1,42 | 1,91 | 0,94 | 2,79 | -1 | 2,02 | 2,63 | 1,95 | 3,4 | -1 | 2,41 | 3,51 | 2,28 | 4 |
| 1881 | 7 | 2,08 | 3 | 3,4 | 1,89 | 3,1 | 2,38 | 1,8 | 2,3 | 1,5 | 2,2 | 1 | 3,1 | -1 | 2,14 | 3,07 | 2,43 | 4,25 | -1 | 3,33 | 5 | 3,1 | 4,89 |
| 1882 | 8 | 1,8 | 2,85 | 3,55 | 1,64 | 3,14 | 2,34 | 1,54 | 2,37 | 1,48 | 1,99 | 0,96 | 2,84 | -7 | 1,88 | 2,65 | 2,02 | 3,48 | -1 | 2,45 | 3,94 | 2,14 | 3,86 |
| 1883 | 9 | 1,5 | 2 | -1 | 1,11 | 1,66 | 1,26 | 0,8 | 1,72 | 1,09 | 2,04 | 0,87 | 3,06 | -1 | 1,26 | 2,1 | 1,11 | 2,38 | -1 | 1,7 | 2,74 | 1,31 | 2,56 |
| 1902 | 10 | 1,9 | 2 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 |
| 1904 | 11 | 2,1 | 2,48 | -1 | 1,23 | 2,12 | 1,63 | 0,97 | 1,98 | 1,26 | 1,7 | 0,92 | 2,42 | -1 | 1,72 | 2,28 | 1,85 | 3,09 | -1 | 2,47 | 3,74 | 2,04 | 3,77 |
| 1910 | 12 | 1,7 | 2,14 | -1 | | -1 | -1 | 0,94 | 1,99 | 1,26 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 3,36 | -1 | -1 | -1 | 2,6 | -1 |
| 1919 | 13 | 1,8 | | -1 | 24000 | -1 | 1,74 | 1,01 | 1,98 | -1 | -1 | -1 | -1 | -7 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 |
| 1927 | 14 | -1 | 2,06 | -1 | | -1 | -1 | 0,78 | 1,89 | -1 | -1 | 0,92 | 2,3 | -7 | 1,55 | 2,2 | 1,62 | 2,84 | -1 | 2,26 | 3,2 | -1 | -1 |
| 1929 | 15 | -1 | -1 | -1 | - | -1 | -1 | 0,58 | 1,48 | -1 | -1 | 0,81 | 2,22 | -1 | 1,4 | 2,25 | 1,66 | 2,82 | -1 | 1,99 | 3,12 | -1 | -1 |
| 1930 | 16 | 1,7 | 2,35 | -1 | 1 | -1 | -1 | 1,03 | 2,15 | -1 | 1,85 | 0,98 | 2,55 | -3 | 1,55 | 2,3 | 1,88 | 3,16 | -1 | 2,29 | 3,42 | -1 | -1 |
| 1931 | 17 | 1.9 | | -1 | 1.25 | 2.25 | -1 | 1,05 | 2,09 | 1,27 | 1,82 | 0,97 | 2,62 | -1 | 1,55 | 2,45 | 2,06 | 3,3 | 2 | 2,15 | 3,35 | -1 | -1 |
| 1936 | 18 | 2,1 | 2.52 | -1 | 1,52 | 2,81 | 1,88 | 1,17 | 2,19 | 1,31 | 1,85 | 0.98 | 2,65 | -1 | 1,65 | 2,75 | 2,02 | 3,02 | -1 | 2,6 | 3,72 | 1,84 | 3,22 |
| 1936 | 19 | 2,1 | 2,14 | | | - | 1,55 | 0,94 | 1,99 | 1,18 | 1,7 | 0,93 | 2,48 | -3 | -1 | -1 | 1,88 | 2,89 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 |
| 1937 | 20 | 1,55 | | | 0,83 | 1,66 | | 0,72 | 1,77 | 1,01 | 1,52 | 0,88 | 2,38 | 0,87 | 1,65 | -1 | 1,77 | 2,94 | 2,39 | 2,34 | 3,38 | -1 | -1 |
| 1939 | 21 | 2,12 | - | - | | 2 | | 1,17 | 2,36 | 1,28 | 1,67 | -1 | -1 | 0,77 | -1 | -1 | 1,84 | 2,98 | 2,2 | 2,25 | 3,5 | -1 | -1 |
| 1941 | 22 | 1,8 | _ | _ | | | -1 | 0,89 | 1,9 | 1,18 | 1,54 | 0,93 | 2,37 | 0,75 | 1,2 | 2,3 | 1,74 | 2,8 | 2 | 2,1 | 3,24 | -1 | -1 |
| 1941 | 23 | 1,8 | - | _ | - | | -1 | 0,66 | 1,7 | 0,82 | 1,4 | 0,89 | 2,28 | 0,75 | -1 | -1 | 1,66 | 2,78 | 2 | 2 | 3,2 | 1,52 | 2,98 |
| 1941 | 24 | 1.05 | | | | | -1 | 0,61 | 1,55 | -1 | -1 | 0,9 | 2,37 | 1,1 | -1 | -1 | 1,96 | 3,06 | 2,28 | 2,52 | 3,62 | 1,88 | 3,45 |
| 1943 | 25 | 1.05 | | | | | | | | 1,08 | 1,56 | | 2,44 | 0,98 | 1,86 | 2,5 | 1,8 | 2,86 | 1,5 | 2,5 | 3,52 | -1 | -1 |
| 1945 | 26 | 2.2 | - | - | | - | -1 | 0.7 | 1,75 | 1 | 1,46 | 0,9 | 2,3 | -1 | -1 | -1 | 1,36 | 2,52 | 1,15 | 1,82 | 2,8 | -1 | -1 |
| 1947 | 27 | 1,5 | | _ | 1,2 | | -1 | 0.88 | 1.85 | 1,2 | 1,61 | 0,92 | 2,36 | 0,83 | 1,68 | 2,26 | 1,76 | 2,94 | 2,06 | 2,14 | 3,24 | 1,53 | 3 |
| 1951 | 28 | 1,8 | | | | | | 0,77 | 1,83 | 1,08 | 1,54 | 0,94 | 2,36 | 0,79 | 1,6 | 2,18 | 1,64 | 2,76 | 1,8 | 2,1 | 3,24 | 1,46 | 2,86 |
| 1952 | 29 | 1 2 | | | _ | | | | | 0,92 | 1,44 | _ | -1 | 0,8 | 1,58 | | | 2,78 | 1,7 | 2,04 | 3,2 | -1 | -1 |
| 1957 | 30 | 1.85 | | | | | | | | 0,89 | 1,52 | | -1 | | | | 1,72 | | | 2,06 | 3,3 | 1,55 | 2,98 |
| 1960 | 31 | 2,1 | - | - | | - | - | | | _ | 1.6 | | 2,34 | | | - | | | | | | | |
| 1960 | 32 | 1,55 | _ | - | | | | | - | | 1,6 | 0.98 | _ | | 1,56 | 2,22 | 1.68 | 2,84 | 2,08 | 2,08 | 3,2 | 1,5 | 2,93 |
| 1962 | 33 | 2, | | - | | - | | | - | | 1,29 | | -1 | 0,68 | 3 1,28 | 1,78 | 1,34 | 2,36 | | | 2,5 | 1,11 | 2,02 |
| 1966 | 34 | 2,7 | | - | - | | | | - | - | | | 2,74 | | | | | | | | | | |
| 1966 | 35 | 2. | | | | | | | | | 1,68 | - | | | - | - | - | - | - | - | _ | | 2,56 |
| 1968 | 36 | 1 : | | 100000000 | _ | - | - | | | | | | | | | | | | _ | | _ | | 1,9 |
| 1974 | 37 | 2.9 | | | | | | | - | 1,33 | | | - | - | - | | | | | | - | _ | 2,82 |
| 1977 | 38 | 2. | | | | | | | | - | - | - | 1 | | 2 1,78 | 2,32 | 1,48 | 2,86 | - | | 3,3 | 3 1,6 | 3,06 |
| 1981 | 39 | - | 1 1,02 | | | | | | | | | | - | _ | | | 1,76 | | 2 2 | - | | 1,81 | 3,37 |
| 1982 | 40 | 1,0 | | _ | | | - | | - | _ | | _ | | - | | - | | | | 3 1,0 | _ | | 2,58 |
| 1982 | 41 | 2, | | | | - | _ | | | _ | - | | - | | | _ | _ | | - | - | - | | |
| 1982 | 42 | 1,1 | | - | | | | | - | - | - | - | - | - | | + | - | - | _ | - | _ | | |
| 1988 | 43 | 0. | | | | | | | - | - | | - | | - | | - | _ | - | | - | | | |
| 1988 | 44 | 1.1 | | | - | | | | | - | | | | | | - | | | | | | | |
| 1988 | 45 | 1,1 | | | | | | | | | | | 2,5 | | | | | | | | | | |
| 1995 | 46 | 0,6 | | | | | - | - | - | _ | - | 2 1,0 | | - | - | | - | | - | | | | - |
| 1995 | 47 | 1.1 | | | - | | | | | | | - | 2,7 | | | _ | - | 3,5 | - | | | | - |
| 1995 | 48 | 1.7 | | | | | | | 1 | | | | | | - | - | _ | | | -/- | | _ | _ |
| 1995 | 49 | 1,, | | - | - | - | | | - | 2 1,08 | - | | | | - | | - | - | _ | _ | | | |
| 1998 | 50 | 0,7 | | _ | 1 | 1 4,11 | 1 - | | | | | 1 0,5 | - | | | | | - | - | | - | | |
| 1770 | 1 20 | 10,1 | 1 0,3 | - 1 | 14 | 11 | 11 - | 1 0, | 71 4,7 | 1,4. | · 1 | 11 0,0 | 1,0 | -1 | .1 0,0 | 1 0,,, | 1 0,40 | -1 | | | 1,10 | | |

⁻¹⁾ Absence de valeur.



Cotes maximales observées aux échelles corrigées par corrélation (source SOGREAH)

| | 1 | Vitro | *Chicle | Cosso | *Cohin | Avel* | Admi | Comb | Avol* | Apign | l Avol | T Cice | 4 1 | 1 | 1 | 1 | Y | | - | - | | | |
|-----|-----------|-------|---------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------------|-------|------|------|---------|-------|-------|------|--|-------|-------|------|
| | Ne | 1. | 2 | 3 | | | | | | | | | | - | Muns | | | | - | | | Boues | Ayu |
| | PK. | 0 | 17.5 | 39 | 44 | 44 1 | | | | | | | 12 | 1.3 | 1.6 | - | | | | | | 21 | 1 2 |
| ate | 0 | 61,29 | 39,77 | 24.91 | 24.83 | 22.93 | 22.93 | | | | | 56,2 | 56,3 | | 59,5 | | | | | 65,4 | 55,5 | 70,9 | 7 |
| | included. | 61,77 | 30.77 | 24,71 | 24.63 | 22.73 | 22.43 | 22.91 | 21.55 | 21.52 | 20.19 | 20.19 | 17.38 | 23.4 | 17.4 | 16.13 | 16.15 | 14.24 | 17.3 | 14.79 | 12.71 | 12.72 | |
| i | tiges | | i | | | i | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | | | 1 | | |
| - | 051 | | | - | | | | | | | | Daniel Control | | | | Lance I | | | | Sh. | 1 | | 4 |
| 46 | 1 | 1 | - 1 | 1.35 | 1.3 | 2.3 | 7.0 | 1.46 | 2.08 | 1.32 | 1.83 | 0.98 | 2.99 | 1 | 1.76 | 2.62 | 1.92 | 3.4 | 1 | 7.81 | 4,05 | 2,34 | 0.89 |
| 46 | 2 | 1 | 1 | 1.6 | 7.6 | 2.6 | 1.9 | 1.56 | 2.25 | 1.4 | 2.05 | 1 | 2.71 | 1 | 1.76 | 2.52 | 1.97 | 3.4 | 1 | 2.81 | 4.05 | 2.36 | 3.85 |
| 59 | 3 | 1 | 1 | 1.2 | 1.31 | 2.03 | 1.5 | 1.33 | 1.9 | 1,31 | 1.68 | 0.91 | 2,43 | 1 | 1.57 | 2.11 | 1.51 | 2.78 | 1 | THE RESERVE AND ADDRESS OF THE PERSON NAMED IN | 3.48 | | |
| 179 | 4 | 1 | ì | 7.35 | 1.39 | 2.31 | 3.58 | 1.45 | 7.1 | 1.41 | 1.87 | 0.94 | 2.68 | 1 | 1.92 | 2.7 | 2 | 3.49 | | 2.06 | | 1.56 | 3,13 |
| 60 | 5 | 7.47 | 2.95 | 1.5 | 1.55 | 2.5 | 1.8 | 1.58 | 2.05 | 1.41 | 1,58 | 0.92 | 2.23 | 1 | 1.62 | 2.27 | | | 1 | 2.63 | 4.15 | 2.5 | |
| 180 | 6 | 2.36 | 2.86 | 1.6 | 1,58 | 2.61 | 2,02 | 1.57 | 2.2 | 1.42 | 1.91 | 0.94 | 2.79 | - | | | 1.53 | 2.55 | 1 | 1.93 | 3,13 | 1.52 | 1 |
| 81 | 7 | 2.68 | 3 | 1.8 | 1.89 | 3.1 | 2.38 | 1.8 | 2.3 | 1.5 | 2.2 | 1 | | 1 | 2.02 | 2,63 | 1.95 | 3.4 | 1 | STATE OF THE PERSON | 3.91 | 2.26 | 1 4 |
| 82 | 8 | 2.4 | 2.95 | 1.95 | 1.64 | 3.14 | 2.34 | 1.54 | 2.37 | 1.48 | | ********** | 3,1 | 1 | 2.14 | 3.07 | 2.43 | 4,25 | 1 1 | 9.33 | | 3.1 | 4.85 |
| 193 | 9 | 1.5 (| 2 | 0.9 | 1.11 | 1,66 | 1.26 | | | | 1.99 | 0.96 | 2.84 | 1 | 1 98 | 2.63 | 2.02 | 3.48 | 1 1 | 2.45 | 3.94 | 2.14 | 3.85 |
| 132 | 10 | 1.91 | 2 | 1 | 7 | - | 1.20 | 0,8 | 1.72 | 1.09 | 1,4 | 0.87 | 2.06 | 1 | 1.26 | 2.1 | 7.11 | 2.38 | 1 | 1.7 | 2.74 | 1.31 | 2.50 |
| 104 | | 2.1 | 2.48 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | - 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 1 | 1 1 | - 1 | - 1 | 1 |
| | 17 | | | 1.2 | 1.23 | 2.17 | 1.63 | 0.97 | 1.98 | 1,26 | 1.7 | 0.65 | 2.42 | 11 | 1.72 | 2.28 | 1.85 | 3.09 | 1 | 2.47 | 3.74 | 2.04 | 3.57 |
| 10 | 12 | 1.7 | 2.14 | 1.2 | 1.06 | 2.2 | 1.6 | 0.94 | 1.99 | 1.26 | 1.75 | 0.95 | 2.65 | 1 | 2 | 2.7 | 1.95 | 3.36 | 1 | 2.6 | 3.95 | 2.5 | 3.6 |
| 19 | 13 | 1.8 | 2.13 | 1.2 | 1.2 | 2.1 | 1,74 | 1.01 | 1.98 | 1.2 | 1.75 | 0.95 | 2.5 | 1 | 1.6 | 2.4 | 1.75 | 3 | 1 | 2.2 | 3.5 | 1.7 | 3.3 |
| 27 | 1.4 | 1 | 2.05 | 1.1 | 1.2 | 2 | 1.4 | 0.78 | 1.89 | 1.1 | 1.6 | 0.92 | 2.3 |) | 1.55 | 2.2 | 1.62 | 2.84 | 1 | 2.26 | 3.2 | 1.45 | 2.5 |
| 29 | 15 | 11 | 1 | 0.7 | 0.8 | 1,4 | 0.8 | 0.58 | 1.48 | 0,9 | 1,45 | 0.81 | 2.27 | 1 | 1.4 | 2,25 | 1.65 | 2.82 | 1 | 1.99 | 3.12 | 1.4 | |
| 30 | 16 | 1.7 | 2.35 | 1.5 | 1.5 | 2.5 | 1.8 | 1.03 | 2.15 | 1.3 | 1.85 | 0.98 | 2.55 | 1 | 1.55 | 2.3 | 1.88 | 3 | 1 | 2.29 | 3.42 | - | 2.8 |
| 31 | 17 | 1.9 | 2.3 | 1.3 | 1.25 | 2.75 | 1.6 | 1,05 | 2.09 | 1,27 | 1.82 | 0.97 | 7.67 | i | 1.55 | 2.45 | 2.06 | | | | | 1.6 | 3.1 |
| 36 | 18 | 2.1 | 2.52 | 1.75 | 1,52 | 2.81 | 1.88 | 1.17 | 2.19 | 1,31 | 1.85 | 0.98 | 7.65 | 1 | 1,65 | 2.75 | | 3.3 | 2 | 2.15 | 3.75 | 1.95 | 3.6 |
| àE. | 19 | 2.1 | 2.14 | 1.5 | 1.16 | 2.4 | 1,55 | 0.94 | 1.99 | 1,18 | 1.7 | 0.93 | 2.48 | | | | 2.02 | 3.02 | 1 | 2.6 | 3,72 | 1.84 | 3.42 |
| 37 | 20 | 1.55 | 2.05 | 0.9 | 0,83 | 1.66 | 1.16 | 0.72 | 1.77 | 1.01 | | | | 1 | 1.6 | 2.3 | 1.88 | 2.89 | 1 | 2.1 | 3.4 | 1_6 | 3.1 |
| 39 | 21 | 2.12 | 2.5 | 7.7 | 1,17 | 2 | 1.9 | 1.17 | | | 1.52 | 0.89 | 2.38 | 0.87 | 1.65 | 2.3 | 1.77 | 2.94 | 7,39 | 2,34 | 3,38 | 7.6 | 3.1 |
| 4] | 27 | 1.13 | 2.3 1 | 7.7 | 1.24 | | | | 2.06 | 1.28 | 1.67 | 0.95 | 2.4 | 0.77 | 7.6 | 2.4 | 1.84 | 2.98 | 7.2 | 2.25 | 3.5 | 7.7 | 3.3 |
| 21 | 23 | 1.8 | 2.22 | | | 1.95 | 1.3 | 0.89 | 1.9 | 1.18 | 1.54 | 0.93 | 2.37 | 0.75 | 1.2 | 2.3 | 1.74 | 2.8 | 2 | 2.1 | 3.24 | 1.55 | 3 |
| 41 | | | | 0.9 | 0,89 | 1.62 | 1.05 | 0.56 | 1.7 | 0.82 | 1.4 | 0.89 | 2.28 | 0.75 | 1.6 | 2.3 | 1,66 | 2.78 | 2 | 2 | 3.2 | 1.52 | 2.98 |
| | 7.4 | 1.05 | 1.3 | 0.6 | 0.4 | 1.29 | 0.7 | 0.61 | 1.55 | _ i | 1.6 | 0.9 | 2.37 | 1.1 | 1.6 | 2.4 | 1.96 | 3.06 | 7.28 | 2.52 | 3.62 | 1.88 | 3.45 |
| 43 | 25 | 1.05 | 1.36 | 0.75 | 0.73 | 1.49 | 1.7 | 0.78 | 1.85 | 1.09 | 1.56 | 0.06 | 2.44 | 0.98 | 1.86 | 2.5 | 1.8 | 2.86 | 2.5 | 2.5 | 3.52 | 1.7 | 3.3 |
| 45 | 26 | 2.2 | 2.2 | 0.75 | 0.4 | 1.52 | 0,9 | 0.7 | 1.75 | 1 | 1.46 | 0.9 | 7.3 | 1 | 1.3 | 1.9 | 1.36 | 2,52 | 1.15 | 1.82 | 2.8 | 1.2 | 2.4 |
| 47 | 27 | 1.9 | 2.2 | 1.7 | 1.2 | 1.92 | 1.4 | 0.88 | 1.85 | 1.2 | 1.61 | 0.92 | 2.36 | 0.83 | 1.68 | 2.26 | 1.76 | 2.94 | 2.06 | 2.14 | 3.24 | 1.53 | 3 |
| 51 | 28 | 1.8 | 2,18 | 0.95 | 1 | 1.75 | 1.2 | 0.77 | 1.83 | 1,08 | 1.54 | 0.94 | 2.36 | 0.79 | 1.6 | 2.18 | 1.64 | 2.76 | 1,8 | 2.1 | 3.24 | | |
| 52 | 29 | 9 | 2.35 | 0,9 | 1.03 | 1.7 | 1,1 | 0.6 | 1.67 | 0.92 | 1.44 | 0.9 | 2.25 | 0.8 | 1.58 | 2.16 | 1 68 | 2.78 | - | | | 1.46 | 2.86 |
| 57 | 30 | 1.85 | 2.35 | 0.86 | 1.25 | 1.75 | 0.94 | 0.77 | 1.81 | 0.89 | 1.52 | 0.9 | 2.3 | 0.8 | 1.56 | 2.2 | | | 1.7 | 2.04 | 3.2 | 1.5 | 2.9 |
| 60 | 31 | 2.1 | 2.35 | 1.01 | 1.3 | 1.9 | 1.4 | 0.78 | 1.8 | 0.88 | 1.6 | | | | | | 1.72 | 2.72 | 2.15 | 2.06 | 3.3 | 1.55 | 2.98 |
| 50 | 32 | 1.55 | 2.08 | 0.9 | 1.13 | 1.75 | 7.7 | 0.73 | 1.8 | 0.87 | 1.61 | 1 0.00 | 2.34 | 0.72 | 1.48 | 7.16 | 1.68 | 2.76 | 2.32 | 2.02 | 3.2 | 1.46 | 2.88 |
| 62 | 33 | 2.1 | 2.11 | 0.7 | 0.9 | 1.5 | 0.9 | | | | | 0.98 | 2.38 | 0.77 | 1.56 | 2.22 | 1.68 | 2.84 | 2.08 | 2.08 | 3.2 | 1.5 | 2.93 |
| 66 | 34 | 2.7 | 3.57 | | 2.46 | 3.46 | | 0.6 | 1,32 | 0.61 | 1.29 | 0.8 | 2 | 0.68 | 1.28 | 1.78 | 1,34 | 2.36 | 1.22 | 1.6 | 2.5 | 1.31 | 2.02 |
| 66 | | 2.1 | | 7.56 | | | 2.22 | 1.62 | 2.59 | 1.34 | 2.04 | 1.1 | 2.74 | 0.84 | 1.92 | 2.53 | 1.88 | 3.26 | 2.62 | 2.4 | 3.86 | 2.1 | 3,26 |
| | 35 | | 2.61 | 1.4 | 1.55 | 2.3 | 1.7 | 0.88 | 1.96 | | 1,68 | 1.02 | 7.34 | 0.65 | 1.57 | 2.13 | 1.58 | 2.68 | 2.14 | 1.76 | 3.06 | 1.3 / | 2.56 |
| 68 | 36 | 2 | 2.3 | 1.24 | 0.75 | 1.72 | 1.1 | 0.72 | 1.54 | 0.77 | 1.46 | 0.92 | 2.06 | 0.52 | 1.31 | 1.69 | 1.26 | 2.26 | 1.16 | 1.2 | 2.38 | 1.1 | 1.9 |
| 74 | 37 | 2.9 | 3.65 | 7.2 | 1.44 | 3,39 | 2.3 | 1.57 | 2.77 | 1.33 | 2.08 | 1.12 | 2.68 | 1 | 1,84 | 2.18 | 1.35 | 2.74 | 2.04 | 1.84 | 3.16 | 1.46 | 2.62 |
| 77 | 38 | 2.1 | 2.6 | 1.5 | 0.4 | 2.38 | 7.7 | 0.97 | 2.06 | 1.06 | 1.7 | 1.06 | 2.48 | 0.87 | 1.78 | 2.32 | 1.40 | 2.86 | 2.18 | 2.15 | 3.3 | 1.6 | 3.06 |
| 81 | 39 | 1] | 1.02 | 0.67 | 0,35 | 1.4 | 0,6 | 1.18 | 2.2 | 1.29 | 1,94 | 1.18 | 2.66 | 1.03 | 2.4 | 2.7 | 1,76 | 3.12 | 2 | 2.18 | 3.5 | 1.81 | 3.37 |
| 82 | 40 | 1.6 | 1.71 | 0.6 | 0.2 | 1.6 | 1 | 0.37 | 7.44 | 0.68 | 1.45 | 0.96 | 2.1 | 0.63 | 1.32 | 1.76 | 1.06 | 2.48 | | | 2.9 | | |
| 82 | 411 | 2.2 | 2.20 | 1.48 | 0.25 | 7.4 | 1.7 | 1.07 | 2.11 | 1.28 | 1.82 | 1.06 | 2.66 | 0.83 | 1.78 | 2.44 | | | 2.3 | 1.6 | | 1.35 | 2.58 |
| 82 | 42 | 1.14 | 2.02 | 1.18 | 0.25 | 2 | 7.4 | 0.77 | 1.8 | 0.9 | 1.65 | 0.96 | 2.38 | | | | 1.56 | 2.76 | 2.12 | 2.1 | 3,44 | 1.67 | 3.2 |
| 88 | 43 | 0.7 | 7.5 | 0.9 | 0.3 | 1.7 | 1.1 | 0.64 | 1.68 | 0.9 | | | | 0.72 | 1.46 | 2.3 | 1,48 | 2.86 | 2.35 | 1.9 | 3.3 | 1,53 | 2.96 |
| 88 | 44 | 1.12 | 1.43 | 0.76 | 0.26 | 1.2 | 7-7 | 0.2 | | | 1.6 | 0.98 | 2.38 | 0.82 | 1.71 | 2.3 | 1.48 | 2.8 | 1.6 | 1.98 | 3.26 | 1.52 | 2.9 |
| 88 | 45 | 1,17 | 1.86 | | | | | | 1.3 | 0.62 | 1.39 | 0.86 | 2.28 | 0.95 | 1.7 | 2.34 | 1.48 | 2.84 | 1.98 | 2.09 | 3.36 | 1.58 | 3.04 |
| 95 | | | | 1.05 | 0.32 | 7 | 1.4 | 0.9 | 1.94 | 1.11 | 1,75 | 1 | 2.55 | 0.97 | 1,92 | 2.65 | 1,66 | 3.02 | 1.98 | 7.36 | 3.62 | 1.7 | 3.29 |
| | 46 | 0.68 | 1,48 | 3.4 | 0.5 | 2.4 | 1.84 | 1.27 | 2.34 | 1.2 | 2 | 1.02 | 2.82 | 1.04 | 2.07 | 2.78 | 1.92 | 3.48 | 2.5 | 2.74 | 4.09 | 2.16 | 3,88 |
| 95 | 47 | 1.14 | 1.61 | 1.1 | 0.32 | 2.02 | 1.5 | 1.03 | 2.09 | 1.15 | 1.88 | 1 | 2.75 | 1.04 | 2.04 | 2.74 | 2 | 3.52 | 7.75 | 2.83 | 4.12 | 2.19 | 3.91 |
| 95 | 48 | 1,72 | 2.33 | 1.3 | 0.42 | 2.14 | - 1 | 0.94 | 1.97 | 1.08 | 1.78 | 0.96 | 2.54 | 0.86 | 1.95 | 2.69 | 1.83 | 3.28 | 1 | 2.59 | 3.95 | 2.1 | 3.76 |
| 95 | 49 | 1.7 | 2.29 | 1,28 | 0.34 | 2.16 | 1.48 | 0.97 | 2 | 1.08 | 1.8 | 0.95 | 2.64 | 0.81 | 1.92 | 2.6 | 1.8 | 3.74 | 2.6 | 2.53 | 3.88 | 1 | 3.70 |
| 98 | 50 | 0.71 | 0.55 | | | | | | 0.72 | | | | | | | | | | | | | | |

2.14 valeur corrigée



Annexe 2 : Présentation de la méthode SPEED



Présentation de la méthode SPEED (document SOGREAH)

FORMULE SPEED DE RELATION PLUIE - CRUE

L'interprétation des ajustements en débits et leur extrapolation aux affluents non documentés sont réalisées au moyen de la méthode SPEED en usage à SOGREAH. Dans le cas de la présente étude, il n'est pas nécessaire de valider la méthode par des considérations théoriques ou l'exposé de l'expérience mondiale de SOGREAH: l'étude est autosuffisante puisque la formulation ci-dessous est validée aux neuf points où les mesures de niveau d'eau en crue sont traduites en débit.

En d'autres termes, la détermination du niveau centennal de crue est indépendante de la méthodologie SPEED, qui est seulement utilisée pour faciliter l'interprétation des résultats.

La formule de base est la suivante :

$$Q_T = (5^{0.75} / 12) (P_T - Po)$$

si T > To

$$Q_T = C (S^{0.75} / 12) P_T$$

si T < To

Q_T = Débit de pointe de crue (m³/s) de période de retour T.

P_T = Pluie journalière (mm)à de même probabilité que la crue.

S = Superficie du bassin versant (km²).

Po = Seuil de ruissellement en grandes crues (pertes, mm).

C = Coefficient d'ajustement des petites crues.



Annexe 3 : Calcul du débit centennal de la Vilaine entre les confluences avec le Chevré et l'Ille



Calcul du débit centennal de la Vilaine au niveau de Rennes

La présente note a pour objet de décrire la méthode utilisée pour le calcul du débit de référence (débit centennal) de la Vilaine au niveau de Rennes.

⇒ Présentation synthétique de la méthode

La méthode utilisée a consisté tout d'abord à la détermination d'une courbe de tarage à partir des données fiables de débit à la station de Pont Briand (Cesson-Sévigné) en fonction des hauteurs d'eau enregistrées à l'échelle de Cabinet Vert Aval (Rennes).

De nombreuses données de cotes maximales de crues étant disponibles à cette échelle, la courbe de tarage obtenue permet donc la connaissance des débits correspondants à ces crues anciennes, à la station de Pont Briand.

Cette première approche effectuée, une série significative de débits de crues est ainsi disponible à cette station. Un traitement statistique (ajustement de Gumbel) est alors réalisé sur la série des débits de crue classés (du plus fort au plus faible). Cet ajustement permet donc de déterminer, en particulier, le débit théorique d'occurrence centennale à la station de Pont Briand. Précisons toutefois, que certains débits ont été réajustés afin de ne pas prendre en compte l'effet écrêteur des barrages à l'amont de Rennes (il s'agit en fait de débits naturels reconstitués).

Une fois ce débit connu, une extrapolation (prorata de la superficie des bassins versants) de ce débit a été calculée pour connaître le débit centennal à l'aval direct de la confluence avec le Chevré et à l'amont de la confluence avec l'Ille.

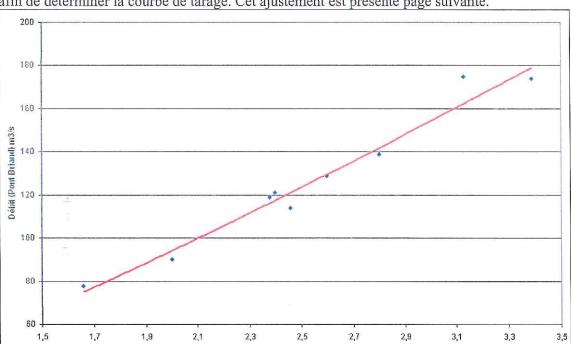
Une moyenne de ces deux extrapolations a ensuite permis de déterminer le débit centennal moyen sur le tronçon de la Vilaine de la confluence du Chevré à la confluence avec l'Ille (méthodologie utilisée dans l'étude SOGREAH).

⇒ Détermination de la courbe de tarage

Le tableau ci-dessous présente les événements dont le débit connu à la station de Pont Briand est fiable (jaugeage, confirmation par rapport aux différentes échelles, ...) en comparaison des hauteurs enregistrées à l'échelle de Cabinet Vert Aval.

| Crues | Hauteur Cabinet Vert Aval En m (à partir du 0 de l'échelle) | Débit Pont Briand (m3/s) |
|--------------------|---|-----------------------------|
| Mars 2001 | 2,8 | 139 |
| Janvier 2001 | 2.46 | 114 |
| Décembre 2000 | 1.66 | 77.8 |
| Décembre 1999 | 2.6 | 129 |
| Janvier 1995 | 2.4 | 121 |
| Février 1988 | 2 | 90 |
| Février 1977 | 2.38 | 120 |
| Février 1974 | 3.39 | 174 |
| Simulation SOGREAH | 3.13 | 175 |

Ces évènements ont fait l'objet d'un ajustement statistique (ajustement sur une loi puissance) afin de déterminer la courbe de tarage. Cet ajustement est présenté page suivante.



Hauteur Cabinet Vert Aval

Courbe de tarage : débit à Pont Briand en fonction de la hauteur enregistrée à Cabinet Vert Aval

L'équation de cette courbe est donc :

Débit (Pont Briand) = 40,709 x Hauteur (Cabinet Vert aval)^{1,2122}

⇒ Détermination du débit centennal à Pont Briand

La démarche précédente permettant de reconstituer les débits à cette station en fonction des hauteurs à Cabinet Vert, un ajustement sur une loi de Gumbel est ensuite réalisé sur les débits classés (cf. tableau et graphe page suivante).

Seuls les débits les plus importants ont été retenus (débit d'occurrence supérieure à 5 ans) sachant que ces débits sont les débits maximaux par année hydrologique. Cet ajustement porte sur la période 1878-2005, soit 127 années d'observations. Cette période suffisamment longue est garante d'une certaine qualité et fiabilité de l'ajustement statistique.

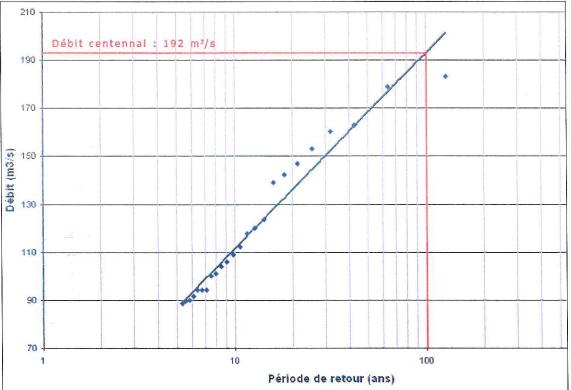
Le débit centennal théorique est donc de 192 m3/s à la station de Pont Briand (Cesson Sévigné).



| Crues (années hydrologiques) | Hauteur cabinet Vert aval (m) | Débit (m3/s) |
|---------------------------------|----------------------------------|--------------|
| 1966-1967 | 3,46 | 183 |
| 1974-1975 | 3,39 | 179 |
| 1882-1883 | 3,14 | 163 |
| 1881-1882 | 3,1 | 160 |
| 1994-1995 | 2,4 | 153** |
| 1999-2000 | 2,6 | 147** |
| 1935-1936 | 2,81 | 142 |
| 2000-2001 | 2,8 | 139* |
| 1880 | 2,5 | 124 |
| 1976-1977 | 2,38 | 120* |
| 1981-1982 | 2,4 | 118 |
| 1878-1879 | 2,31 | 112 |
| 1930-1931 | 2,25 | 109 |
| 1910-1911 | 2,2 | 106 |
| 1993-1994 | | 104** |
| 1903-1904 | 2,12 | 101 |
| 1919 | 2,1 | 100 |
| 1982-1983 | 2 | 94 |
| 1927 | 2 | 94 |
| 1939 | 2 | 94 |
| 1941 | 1,95 | 91 |
| 1987-1988 | 2 | 90* |
| 1947 | 1,92 | 90 |
| 1960 | 1,9 | 89 |

^{*} Débit non calculé par courbe de tarage car utilisé pour la détermination de cette courbe ** Débit naturel reconstitué (suppression de l'effet écrêteur des barrages) – source DIREN





Ajustement statique sur les débits de Pont Briand

⇒ Détermination du débit centennal sur le tronçon de la Vilaine (du Chevré à l'Ille)

De manière à respecter la méthodologie utilisée lors de l'étude SOGREAH, à savoir un seul débit sur le tronçon de la Vilaine de la confluence du Chevré à la confluence de l'Ille (175 m³/s), la démarche suivante a donc été utilisée afin de calculer ce débit « moyen ».

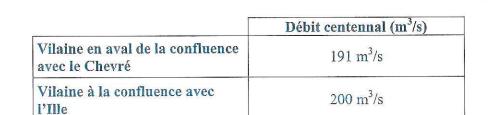
Les débits centennaux ont été calculés aux extrémités de ce tronçon par l'utilisation la formule suivante (formule de Myer) :

$$Qa = (Sa / Sb)^{0.75} \times Qb$$

Où Qa est le débit au point « a » et Sa la superficie du bassin versant à ce point.

| | Superficie du bassin versant |
|--|------------------------------|
| Vilaine en aval de la confluence avec le Chevré | 850 km^2 |
| Vilaine à Pont Briand | 854 km^2 |
| Vilaine à la confluence avec l'Ille | 905 km² |

L'utilisation de cette formule conduit aux valeurs suivantes de débit centennal en ces points :



La moyenne de ces deux valeurs a ensuite été retenue comme valeur moyenne du débit centennal sur le tronçon en question.

Le débit centennal de la Vilaine sur le tronçon Confluence du Chevré – Confluence de l'Ille est donc de $195 \text{ m}^3/\text{s}$



Annexe 4 : Comparaison des hauteurs d'eau calculées lors de l'étude Rennes Métropole et le présent P.P.R.i (réactualisation des débits)



Comparaison des cotes sur l'Ille et la Vilaine après réactualisation des débits centennaux

Les tableaux présentés ci-après illustrent l'incidence en terme de surélévation de la hauteur d'eau engendrée par la réactualisation des débits centennaux sur la Vilaine.

Les cotes affichées sont issues de la modélisation réalisée par 2EMA pour le P.P.R.i et par celle de SOGREAH pour l'étude Rennes Métropole.

Les hypothèses de modélisation sont les suivantes :

| | Débit SOGREAH | Débit P.P.R.i |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| La Vilaine à l'amont du Chevré | 115 m ³ /s | $140 \text{ m}^3/\text{s}$ |
| La Vilaine entre le Chevré et l'Ille | $175 \text{ m}^3/\text{s}$ | 195 m ³ /s |
| La Vilaine entre l'Ille et la Flume | $228 \text{ m}^3/\text{s}$ | $248 \text{ m}^3/\text{s}$ |
| La Vilaine entre la Flume et le Meu | $248 \text{ m}^3/\text{s}$ | $268 \text{ m}^3/\text{s}$ |
| L'Ille | 92 m ³ /s | 92 m ³ /s |

| Point de calcul P.P.R.i | Cote P.P.R.i (m NGF) | Point de calcul SOGREAH | Cote SOGREAH (m NGF) | Différence P.P.R.i. SOGREAH (m) |
|----------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| V1 | 37,09 | V1 | 36,91 | 0,18 |
| V2 | 36,27 | V2 | 36,06 | 0,22 |
| V3 | 35,59 | V3 | 35,38 | 0,21 |
| V4 | 34,91 | V4 | 34,68 | 0,23 |
| V5 | 34,27 | V5 | 34,12 | 0,16 |
| V6 | 33,86 | V6 | 33,71 | 0,15 |
| V7 | 33,66 | V7 | 33,53 | 0,13 |
| V8 | 33,4 | V8 | 33,29 | 0,11 |
| V9 | 32,53 | V9 | 32,40 | 0,13 |
| V10 | 32,33 | V10 | 32,22 | 0,11 |
| V11 | 31,97 | V11 | 31,88 | 0,09 |
| V12 | 31,81 | V12 | 31,72 | 0,09 |
| V13 | 31,61 | V13 | 31,53 | 0,08 |
| V14 | 31,3 | V14 | 31,22 | 0,08 |
| V15 | 30,9 | V15 | 30,83 | 0,07 |
| V16 | 30,5 | V16 | 30,42 | 0,08 |
| V17 | 30,07 | V17 | 29,93 | 0,14 |
| V18 | 29,87 | V18 | 29,70 | 0,17 |
| V19 | 29,67 | V19 | 29,49 | 0,18 |
| V20 | 29,54 | V20 | 29,36 | 0,18 |
| V21 | 29,01 | V21 | 28,82 | 0,19 |
| V22 | 28,26 | V22 | 28,04 | 0,22 |
| V23 | 27,83 | V23 | 27,57 | 0,26 |
| V24 | 27,58 | V24 | 27,32 | 0,26 |
| V25 | 27,47 | V25 | 27,19 | 0,28 |
| V26 | 27,39 | V26 | 27,12 | 0,27 |
| V27 | 27,27 | V27 | 27,01 | 0,26 |
| V28 | 27,15 | V28 | 26,88 | 0,27 |
| V29 | 26,98 | V29 | 26,69 | 0,29 |

| V30 | 26,64 | K3 | 26,35 | 0,29 |
|------|-------|------|-------|------|
| V31 | 26,44 | J3 | 26,15 | 0,29 |
| V31a | 26,44 | II3M | 26,15 | 0,29 |
| V32 | 26,33 | O1V | 26,06 | 0,27 |
| V33 | 26,21 | ZI3 | 25,95 | 0,26 |
| V34 | 26,19 | H3 | 25,93 | 0,26 |
| V35 | 25,85 | G3 | 25,61 | 0,24 |
| V36 | 25,63 | ZF3V | 25,40 | 0,23 |
| V37 | 25,47 | E3 | 25,25 | 0,22 |
| V38 | 25,24 | D3V | 25,03 | 0,21 |
| V39 | 25,03 | ZC3 | 24,82 | 0,21 |
| V40 | 24,73 | O2M | 24,52 | 0,21 |
| V41 | 24,55 | O2V | 24,37 | 0,18 |
| V42_ | 23,98 | A3 | 23,79 | 0,19 |
| V43 | 23,55 | G2 | 23,34 | 0,21 |
| V44 | 23,4 | G2A | 23,19 | 0,21 |
| V45 | 23,24 | ZF2 | 23,03 | 0,21 |
| V46 | 23,15 | ZF2A | 22,94 | 0,21 |
| V47 | 23,1 | E2M | 22,88 | 0,22 |
| V48 | 23,03 | O3M | 22,86 | 0,17 |
| V49 | 22,63 | O3V | 22,46 | 0,17 |
| V50 | 22,55 | O3A | 22,39 | 0,16 |
| V51 | 22,46 | D2 | 22,35 | 0,11 |
| V52 | 22,36 | D2B | 22,26 | 0,10 |
| V53 | 21,97 | P10 | 21,90 | 0,07 |
| V54 | 21,84 | W1 | 21,79 | 0,05 |
| V55 | 21,62 | W2 | 21,57 | 0,05 |
| V56 | 21,42 | W3M | 21,38 | 0,04 |
| V57 | 20,59 | W3V | 20,54 | 0,05 |
| V58 | 20,22 | W4 | 20,18 | 0,04 |
| V59 | 20,06 | W5 | 20,05 | 0,01 |

| | | L'Ille | | |
|----------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Point de calcul P.P.R.i | Cote P.P.R.i (m NGF) | Point de calcul SOGREAH | Cote SOGREAH (m NGF) | Différence P.P.R.i- SOGREAH (m) |
| 140 | 28,37 | 120 | 28,37 | 0 |
| 141 | 28,32 | 121 | 28,32 | 0 |
| 142 | 27,92 | 122 | 27,92 | 0 |
| 143 | 27,79 | 123 | 27,79 | 0 |
| 144 | 27,61 | 123M | 27,61 | 0 |
| 144b | 27,48 | 124V | 27,48 | 0 |
| 145 | 26,95 | R39 | 26,95 | 0 |
| 146 | 26,81 | R43 | 26,77 | 0,04 |
| 147 | 26,64 | R47 | 26,6 | 0,04 |
| 148 | 26,56 | R51 | 26,52 | 0,04 |
| 149 | 26,41 | R55 | 26,37 | 0,04 |
| 150 | 26,33 | R58 | 26,27 | 0,06 |
| l51 | 26,25 | 124B | 26,17 | 0,08 |
| 152 | 26,05 | R62M | 25,97 | 0,08 |
| 153 | 25,94 | R62V | 25,86 | 0,08 |
| 154 | 25,65 | R67 | 25,51 | 0,14 |
| 155 | 25,58 | R69 | 25,43 | 0,15 |



Annexe 5 : Liste non exhaustive des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (I.C.P.E.)



| N° | Commune | Nom entreprise | Libellé | Localisation |
|----|-------------------------------|---|---|----------------------|
| 1 | Acigné | Mailleux | Assemblage, montage | Dans ZI [*] |
| 2 | Acigné | Mailleux (U2 et U3) | Assemblage, montage | Dans ZI |
| 3 | Bruz | Lafarge Granulat (ex SRD Cicé) | Carrières | Dans ZI |
| 4 | Chavagne | SITA OUEST | Regroupement, reconditionnement déchêts | Dans ZI |
| 5 | L'Hermitage | Keravis ERTP | Fabrication matériaux construction | Hors ZI mais proche |
| 6 | L'Hermitage | Leseur | Entrepôt produits dangereux | Hors ZI mais proche |
| 7 | L'Hermitage | Mat Transit | Regroupement, reconditionnement déchets | Hors ZI mais proche |
| 8 | Le Rheu | Lafarge Granulat Ouest Haute Heuzardière | Carrières | Hors ZI mais proche |
| 9 | Le Rheu | Lafarge (Tertre Sapin Vert) | Carrières | Hors ZI mais proche |
| 10 | Le Rheu | Moulet René | Carrières | Hors ZI mais proche |
| 11 | Le Rheu | Sacer Atlantique | Carrières | Hors ZI mais proche |
| 12 | Melesse | L'œuf du Breil | Autres industries agroalimentaires | Hors ZI mais proche |
| 13 | Mordelles | Sté Mordellaise de Carrières | Carrières | Dans ZI |
| 14 | Noyal-Châtillon sur Seiche | Sodeva (Chauvel) | Fabrication aliments pour animaux | Hors ZI mais proche |
| 15 | Rennes | AFM recyclage | Récupération non ferreux | Hors ZI mais proche |
| 16 | Rennes | CHU Pontchaillou | Santé | Hors ZI mais proche |
| 17 | Rennes | Colombia | Hôtels, cafés, restaurants | Hors ZI mais proche |

^{*} ZI : Zone Inondable

| 131 | | | | |
|-----|---------------------------|--|---|------------------------|
| 18 | Rennes | Envie Rennes 35 | Déchets et traitement | Hors ZI mais proche |
| 19 | Rennes | GDF ancienne usine à gaz | Dépôts pétrole, produits dérivés ou gaz naturel | Hors ZI mais proche |
| 20 | Rennes | Initial BTB | Laveries, pressing | Hors ZI mais proche |
| 21 | Rennes | Lafarge Granulats Ouest (ex SRD – Lillion) | Carrières | Dans ZI |
| 22 | Rennes | MACE Jules | Х | Hors ZI mais proche |
| 23 | Rennes | ROMI SA | Х | Hors ZI mais proche |
| 24 | Rennes | SNCF (EIM Bretagne, site Pavie) | Transports | Hors ZI mais proche |
| 25 | Rennes | SNCF (entrepôt paline de Baud – Sernam) | Entreposage, transport | Hors ZI mais proche |
| 26 | Rennes | Université Rennes 1 | Chaufferie centrale Bealieu | Hors ZI mais proche |
| 27 | Rennes | Polymères Barre Thomas | Industrie du caoutchouc | Hors ZI mais proche |
| 28 | St Germain sur Ille | SIFDDA | Dépôt équarrissage | Dans ZI |
| 29 | St Grégoire | CMC St Vincent | Santé | Hors ZI mais proche |
| 30 | St Grégoire | Eternit | Céramique, verre | Hors ZI mais proche |
| 31 | St Jacques de la Lande | Lafarge Granulats Ouest (ex SRD – Piblais) | Carrières | Hors ZI mais proche |
| 32 | St Médard sur Ille | Sogetrap | Carrières | Hors ZI mais proche |
| 33 | St Médard sur Ille | SRTP (temporaire) | Chantiers, construction, bitumes | Hors ZI mais proche |
| 34 | Vezin le Coquet | Chapin SAS | Viande, abattoirs | Hors ZI mais proche |