

De façon générale, on peut dire que des valeurs comprises entre 5 et 10 tortues/ha constituent de bonnes à très bonnes densités et des valeurs inférieures à 2 tortues/ha des valeurs faibles à médiocres. Dans d'autres régions (Minorque, Grèce, Balkans), des densités de 15 à 40 individus/ha ne sont pas exceptionnelles.

Tableau : valeurs de densités obtenues dans différentes populations

site étudié	surface étudiée ha	méthode	type(s) de milieu(x)	densité moyenne ind/ha (min-max)	référence
FRANCE					
Massif des Maures, sud France	35	capture exhaustive	forêt dense	11	Stubbs et Swingland, 1985
Massif des Maures, sud France	30	CMR (Lincoln index)	forêt dense	2,8 -3,4	Huot-Daubremont 1996
Massif des Maures, sud France	26,8	capture exhaustive	cultures, forêt, maquis	2,7	Cheylian 2001
Sud Corse	12	capture exhaustive	landes, maquis, forêt	13,5	Nougrède inédit
ITALIE					
Parc de la Maremma, Toscane	8,5-25	CMR (Petersen modifié)	forêt de pins	3,14-6,11	Carboni 1988
ESPAGNE					
Serra Balmela, Espagne	4,6	CMR (Petersen)	cultures, maquis, forêt	10,95	Felix et al 1989
GRECE					
Aiyki, Nord-est Grèce	75	CMR (Bailey)	lande littorale	47 (37,7-55,6)	Stubbs et al.1981 et 1985
Aiyki, Nord-est Grèce	73	CMR	lande littorale	13,7	Halley 1990
Aiyki, Nord-est Grèce	12	transect	lande littorale	19	Halley et al. 1988

3/ - évaluer la structure démographique de la population

La structure démographique ne renseigne que de façon très grossière sur la dynamique d'une population. En effet, les études menées sur les tortues (et les tortues d'Hermann en particulier) montre que les populations stables, à saturation de densité, peuvent présenter des structures démographiques « déséquilibrées » constituées essentiellement d'adultes. A l'inverse, des populations perturbées, soumises à de fortes mortalités, ou en phase d'expansion (basse densité) sont souvent constituées de jeunes individus. Ceci s'explique par des phénomènes de densité dépendance, couramment mis en évidence chez les animaux, mais rarement démontré chez les tortues.

De façon idéale, évaluer la structure démographique d'une population nécessite de connaître les effectifs de chacune des classes d'âge. Dans la pratique, cette information est peu accessible car les taux d'activité des jeunes animaux est très inférieure aux taux d'activité des adultes, ce qui amène à sous estimer les classes d'âge les plus jeunes. Il faudrait en conséquence calculer les effectifs par classe d'âge, ce qui implique des taux de recaptures importants chez les jeunes, difficile à réaliser dans la pratique.

Les structures démographiques sont donc surtout basées sur les observations d'individus, et donc déformées par le taux d'activité des différentes classes d'individus (males versus femelles, jeunes versus adultes...). Dans le cas présent (étude d'impact de courte durée), il n'est pas possible d'envisager un accès aux vraies structures démographiques. Il faut donc se contenter des structures observées.

Dans la plaine des Maures, il a été montré un lien entre densités et structures démographiques : les zones abritant les plus fortes densités étant aussi celles qui possèdent les plus grandes fréquences de jeunes.

Si l'on compare deux sites fortement opposés (la Suvrière des Mayons où la population a considérablement décliné ces 30 dernières années avec des densités aujourd'hui très basses (2,4 ind/ha) versus la population de la Pardigüère, où la population est dense et apparemment stable), on constate que la fraction d'individus immatures est bien plus forte à la Pardigüère qu'à la Suvrière et que la fraction « vieux adultes » est significativement plus forte à la Suvrière qu'à la Pardigüère. A la Pardigüère, les individus immatures correspondent à 12,25% des tortues observées, les jeunes adultes 27,76% et les vieux adultes 14,25%. A la Suvrière, les immatures correspondent à 7,9% des tortues observées, les jeunes adultes 46 % et les vieux adultes 46%. Les vieux adultes sont donc près de 31 % plus nombreux à la Suvrière qu'à la Pardigüère.

Ces structures démographiques observées peuvent donc servir de référence pour évaluer la dynamique des populations soumises à étude. Il faut toutefois rappeler qu'il faut à minima une cinquantaine d'observations pour pouvoir établir une structure démographique « utilisable », ce qui est un chiffre difficile à atteindre dans la plupart des études de type étude d'impact.

4/ évaluer la qualité des habitats

Pour qualifier la qualité des habitats, il est important de renseigner les éléments suivants :

- Historique des incendies
- Historique des usages
- Présence ou absence d'eau
- type d'habitats représentés

L'historique des incendies constitue un élément capital. On sait en effet qu'après 2 incendies (et à fortiori plus de 2), et tout particulièrement après deux incendies rapprochés dans le temps (moins de 30 ans), la probabilité de maintien d'une population de tortues devient faible, sauf conditions particulières : feu de faible intensité laissant une part de la végétation intacte, présence d'abris importante (présence d'un ruisseau notamment)... Connaître l'historique des incendies du site est donc un élément à prendre en compte dans l'évaluation de la qualité du site. Cet historique peut être obtenu en consultant la carte des incendies de l'ONF-DDAF du Var, en consultant la base de données Prométhée et en diagnostiquant les traces laissées par le feu sur les arbres (chênes-lîges, pins, genévriers essentiellement).

L'historique des usages est également à prendre en compte. En effet, si le site a fait l'objet de débroussaillages mécaniques réguliers, il est à craindre qu'il ne possède plus de tortues.

La présence d'eau, temporaire ou permanente est également un élément déterminant. Il conviendra de décrire les écoulements et les points d'eau en précisant les périodes de mises en eau. De préciser également la distance séparant le site au point d'eau le plus proche.

La description des formations végétales présentes sur le site est un élément d'évaluation de premier plan. Il sera important de décrire à la fois la nature du couvert végétal (essences dominantes) et sa structure (degré de couverture des différentes strates). Une cartographie des formations végétales, selon la typologie corine biotope sera souhaitable.

L'analyse des habitats de la plaine des Maures et de leur attractivité pour les tortues permet d'ordonner ceux-ci selon un gradient de « qualité ». Cette ordination a été faite à partir de la

cartographie comme biotope établie par l'ONF dans le cadre du document d'objectif Natura 2000. Pour cela, deux typologie ont été établies : une typologie des habitats ouverts et une typologie des habitats forestiers. Les choix opérés par la tortue d'Hermann ont été ordonnés à partir d'un indice (indice de Jakob) qui pondère la fréquence des observations par la superficie des habitats concernés :

Indice de Jakob pour un milieu i :
$$J_i = \frac{X_i - \bar{X}}{X_i + \bar{Y}}$$

Xi est la fréquence des tortues trouvées dans le milieu i sur la totalité des tortues contactées.
Yi est la fréquence du milieu i sur la totalité de la zone d'étude.

Les habitats les plus favorables, fournissent des indices positifs, les habitats les moins favorables des indices négatifs (graphique). Les habitats issus de la cartographie des milieux ouverts sont figurés en bleu, les habitats forestiers des milieux forestiers sont figurés en noir. Comme on peut voir, deux habitats sont très positivement recherchés par les tortues : les marais hauts ou fruités et les habitats de type pelouses à annuelles ou garrigue basse éparse. Deux habitats sont faiblement sélectionnés par les tortues : les habitats à végétation basses très peu dense et ou rocheuse et les habitats en peuplements mixtes (chênes et pins). Les habitats les plus rejetés sont par ordre décroissant, les formations basses anthropisées, les pinèdes de pins maritimes, les landes sèches à éricacées et pins sylvestres, les ripisylves.

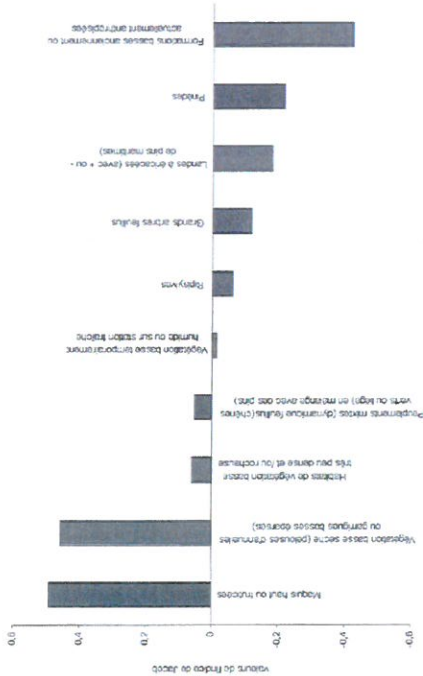


Figure : préférence d'habitats de la tortue d'Hermann dans la plaine des Maures (en positif, les habitats les plus occupés, en négatifs, les habitats les moins occupés)

La représentation cartographique de ces préférences d'habitats est donnée par les cartes ci-dessous. Les couleurs chaudes y traduisent un indice de Jakob élevé (milieu favorable allant du rouge à l'orange), les couleurs froides un indice de Jakob faible (milieu non favorable, allant du jaune au bleu).



Figure : cartographie des habitats ouverts (typologie comme biotope) préférentiellement occupés par la tortue dans la plaine des Maures (rouge : habitats les plus recherchés, bleu : habitats les moins attractifs).

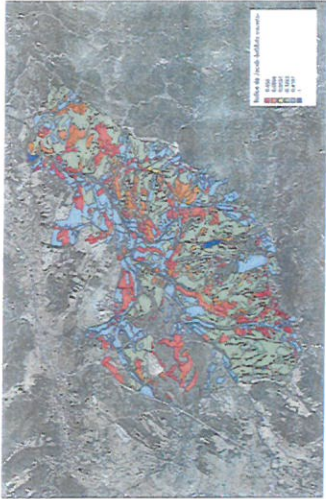


Figure : cartographie des habitats forestiers (typologie comme biotope) préférentiellement occupés par la tortue dans la plaine des Maures (rouge : habitats les plus recherchés, bleu : habitats les moins attractifs).

ANNEXE 3

Comme le montre ces deux cartes, il peut y avoir discordance entre ces deux typologies. Il serait donc préférable de disposer d'une cartographie des habitats unique, carte qui fait malheureusement défaut à l'échelle de la plaine des Maures comme à l'échelle de l'ensemble de l'aire de distribution de l'espèce dans le Var.

5/- évaluer la fonctionnalité du site et son importance vis-à-vis de la conservation de l'espèce

La fonctionnalité du site vis-à-vis des populations voisines sera évaluée à 3 échelles spatiales : 1/ échelle générale, 2/ échelle locale et 3/ échelle du projet.

L'échelle générale sera l'échelle des noyaux de populations et de la carte de sensibilité. Il s'agira à ce niveau de positionner le site vis-à-vis de ces cartographies, de voir quelles sont les distances qui séparent le site des noyaux de population les plus proches et de décrire les barrières physiques qui entravent les échanges avec ces populations (cartographies sur ortho-photos).

L'échelle locale sera d'environ 5 kilomètres autour du site d'étude. Il s'agira de voir quelles sont les continuités géographiques en terme d'habitats à l'intérieur de ce périmètre, quelles sont les superficies respectives de ces habitats et la connectivité du site vis-à-vis de ces habitats.

L'échelle du projet sera celle d'un tampon de 500 mètres autour du site. Il s'agira de cartographier les habitats présents dans cette zone façon de façon à évaluer la viabilité de la population du site dans son contexte géographique immédiat. La viabilité de la population sera discutée sur la base de l'ensemble des critères : effectifs, densité, structure démographique, qualité des habitats et fonctionnalité du site vis-à-vis des populations proches et des corridors qu'il peut entretenir avec celles-ci. De façon générale, une population isolée ne bénéficiant d'aucun apports extérieurs pourra être considérée comme viable à moyen terme (hors événement catastrophique type incendie de forêts) si elle possède un minimum de 50 tortues, si les structures démographiques indiquent un recrutement (présence de jeunes, preuve de reproduction), si les habitats sont de qualité, à la fois pour l'hibernation, la ponte et les habitats estivaux, et si l'environnement du site n'est pas trop dégradé (présence de zones favorables connectées au site).

« Avis de recherche »

2 Reconnaître l'âge des tortues à partir des écailles

Ouï de couleur blanche uniforme, ovoïde à coquille dure, de 3,5 cm de longueur et 2 cm de largeur. Période de ponte : de mars à juin, les œufs sont déposés au sol dans un trou peu profond, bien exposé au soleil. Ils sont souvent prédatés et cassés. L'éclosion a lieu suite aux chaleurs d'été avec les premières pluies.

Catégories d'âge



Nouveau né
(1 ligne de croissance)
de 0 à 1 an :



Juvenile
(1 à 5 lignes de croissance)
Immaturité sexuelle
de 1 à 5 ans :



Jeune adulte
(Lignes très rapprochées, épaisses et bien visibles)
Âge de la maturité sexuelle
à partir de 10-11 ans :



Vieil adulte
(Lignes de croissance usées, peu lisibles, carapace lisse)

3

3 Tortues exotiques : attention aux sosies !

Autrefois, la tortue d'Hermann occupait tout notre pourtour méditerranéen. Aujourd'hui, les chances de l'observer dans son habitat ne sont pas les mêmes partout. Sur son aire de répartition, il y a de plus en plus de tortues exotiques, qui se mélangent aux tortues locales. Les tortues autochtones sont de loin les plus fréquentes. En dehors et notamment au contact des zones péri-urbaines, les probabilités de rencontrer des tortues exotiques ou des hybrides d'Hermann autochtone d'une tortue exotique, sont beaucoup plus élevées. Les contacts dans la nature entre les tortues exotiques échappées de jardin ou relâchées illégalement dans la nature et les tortues d'Hermann sauvages présentent des risques sanitaires (transmission de maladies, croisières génétiques) qui nous obligent de passer en revue les différents critères qui vous permettront de reconnaître une tortue d'Hermann autochtone d'une tortue exotique.

Tortue d'Hermann dans le Var :
Testudo hermanni hermanni

Carapace unicolore, gris-bleu, avec des bandes jaunes et oranges sur les bords.

Tortues exotiques Balkaniques :
Testudo hermanni balcanica

Carapace unicolore, gris-bleu, avec des bandes jaunes et oranges sur les bords.

Tortue d'Hermann dans le Var :
Testudo hermanni hermanni

Carapace unicolore, gris-bleu, avec des bandes jaunes et oranges sur les bords.

Tortues exotiques Balkaniques :
Testudo hermanni balcanica

Carapace unicolore, gris-bleu, avec des bandes jaunes et oranges sur les bords.

Les critères suivants vous permettent de reconnaître une tortue d'Hermann autochtone d'une tortue exotique.

Critère commun aux deux sous-espèces

Le dessous de la carapace est gris-bleu, avec des bandes jaunes et oranges sur les bords.

Tortue d'Hermann en Corse (*Testudo hermanni hermanni*)

Il est très difficile de différencier les tortues corse des tortues variées. Les tortues de Corse sont en général plus grosses, de couleur plus pâle et moins contrastée, ce qui les rapproche morphologiquement des tortues d'Hermann des Balkans. En principe, il est exceptionnel de trouver en Corse d'autres tortues que des tortues d'Hermann locales, mais des tortues grecques et des tortues magiques ont tout de même été introduites sur l'île.



4

4

Autres tortues présentes dans la nature

La tortue marginée : exotique (<i>Testudo marginata</i>)	Les tortues grecques : exotiques (<i>Testudo graeca graeca</i>) (<i>Testudo graeca ibera</i>)
Aire de répartition naturelle : Grèce et sud de l'Albanie. Acclimatée en Sardaigne 	1/ <i>Testudo graeca graeca</i> Aire de répartition naturelle : Maroc, Tunisie, Algérie, Libye. Acclimatée dans le sud de l'Espagne, Baléares, Sardaigne.  1 écaille supra caudale (non divisée)  Deux épérons cornés derrière les cuisses. Pas d'éperon corné au bout de la queue  <i>Testudo graeca graeca</i> dans son milieu naturel 2/ <i>Testudo graeca ibera</i> Aire de répartition naturelle : Sud des Balkans, Turquie, Proche orient.  1 écaille supra caudale (non divisée)  <i>Testudo graeca ibera</i> dans son milieu naturel
Tâches du plastron généralement triangulaires 	Carapace allongée en forme de guitare. Dossière relevée en forme de jupe.  1 écaille supra caudale (non divisée)

5

Cas d'hybridation et autres malformations

Les deux sous-espèces de tortues grecques (*Testudo graeca graeca* et *Testudo graeca ibera*), la tortue des Balkans (*Testudo hermanni boettgeri*) et la tortue d'Hermann (*Testudo hermanni hermanni*) peuvent s'hybrider. Par conséquent, des tortues rencontrées dans la nature peuvent présenter des caractères morphologiques mélangés.

Les carapaces en "dos de dragon" :

Dans la nature on rencontre parfois des tortues issues de captivité avec des écailles bosselées appelées « dos de dragon ». Cette déformation irréversible de la carapace est liée à une malnutrition souvent observée en captivité. Cette caractéristique permet de s'interroger sur la présence d'autres critères indiquant s'il s'agit d'une tortue hybride.



La diversité morphologique et génétique des espèces et sous-espèces de tortues terrestres rend très difficile et hasardeuse la détermination exacte des hybrides. Seule une analyse génétique permet de confirmer si c'est un hybride ou pas.

Si vous avez le moindre doute sur l'identification d'une tortue, le CRDGP du SOPHOMAD (Village des tortues et carapaces) d'Amis du Parc Naturel Régional Corse sollicite un avis d'expert. Si vous possédez un animal du Parc Naturel Régional Corse, vous pouvez vous adresser à l'association d'Amis du Parc Naturel Régional Corse pour plus d'informations.

> Contactez : Hubert des Provasances de l'Association Alpes du Sud (CHRD), 1 place de la Concorde - 83400 La Seyne-sur-Mer - Tél. 04 94 94 54 54.

> SOPHOMAD - Village des tortues, BP 24 - 83400 La Seyne-sur-Mer - Tél. 04 94 94 54 54 / 04 94 94 54 54.

> En Corse : Village des tortues : Village des tortues (Parc Naturel Régional Corse) - Route d'Alghero - 20138 Alghero - Tél. 04 95 47 55 04. Association des Amis du Parc Naturel Régional Corse : 15, rue de la République - 20000 Bastia - Tél. 04 95 47 55 04 / 04 95 47 55 04.

Participez à l'enquête

La tortue d'Hermann sauvage est une espèce menacée de disparition !

Elle habite l'Europe méditerranéenne où toutes ses populations sont en déclin, plus particulièrement en Italie, en Espagne et en France.

En France, elle est fortement menacée par les incendies, l'urbanisation des milieux naturels, les travaux forestiers et agricoles, l'hybridation avec des tortues issues de captivité et la collecte d'individus par les particuliers. L'UICN l'a classée « menacée d'extinction » dans le Var et « vulnérable » en Corse dans sa liste rouge des amphibiens et des reptiles de France.

Face à ce déclin général, un plan d'action national a été réalisé afin de définir les actions de conservation à mener pour sa sauvegarde. Cette enquête a pour but de mieux connaître la situation de l'espèce en vue de faciliter sa protection.

Dans le Var et en Corse, vos observations permettront de préciser sa répartition. Dans les Pyrénées-Orientales, elles permettront de d'infirmer ou de confirmer sa disparition. En dehors de

son aire de répartition naturelle, les observations permettront de préciser l'ampleur des introductions dans le milieu naturel.

À la recherche de la tortue d'Hermann sauvage...

Quelques indices : Animal à sang froid, elle passe l'hiver enterrée et devient active dès le printemps et jusqu'à la fin de l'automne. Elle affectionne des milieux variés qu'elle exploite en fonction des saisons : friche, bois clairs, maquis, pelouses ensoleillées pour la ponte, vallons frais et points d'eau durant l'été. Elle se rencontre du niveau de la mer jusqu'à 600 m d'altitude en moyenne.

La tortue d'Hermann est principalement herbivore et les plantes consommées sont très variées. Elle ne se reproduit qu'à partir de 9-11 ans. Elle pond dans le sol 3 à 5 œufs.



Participez à l'enquête en déposant vos observations directement en ligne sur <http://tortue-hermanni-orient-france.org> ou en les envoyant par courriel à tortue.hermann@ceep.asso.fr

Conservatoire - Bndes des Pyrénées de Provence Alpes du Sud (CEEP)
1, place de la Convention - 83400 Le Luc en Provence - Tél : 04 94 50 48 49

*Travaux réalisés avec l'Union Européenne
L'Europe s'engage en faveur de l'écologie et du développement durable*



Rappel :
La tortue d'Hermann est une espèce protégée par la loi. Toute manipulation se doit en aucun cas porter atteinte à l'intégrité de l'animal.
Ne pas manipuler les tortues lorsqu'elles sont sensibles au stress.
Ne pas les retourner sur le dos lorsqu'elles sont sensibles aux problèmes respiratoires.
Tout transport est strictement interdit.



Fiche d'observation ponctuelle (à photocopier)

L'OBSERVATEUR

Nom - Prénom :
Coordonnées (adresse, mail, etc.) :

TORTUE D'HERMANN

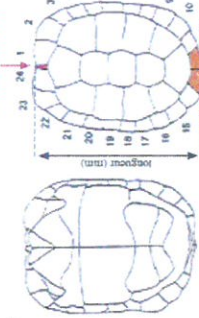
Département et Commune :
Lieu-dit :
Date :
Coordonnées GPS :

Latitude :
Longitude :
Situa précisée le système (Bonne le système géographique WGS84) en degrés décimaux)

2 Sexe	3 Longueur (mm)	4 Age et/ou dip métallique numéroté (si marqué le noter)

Remarques (blessures, anomalies, largeur des écailles sur le ventre...) :

Écaille nuchale



Écailles supra caudales

Longueur (mm) : 18 - 19 - 20 - 21 - 22 - 23

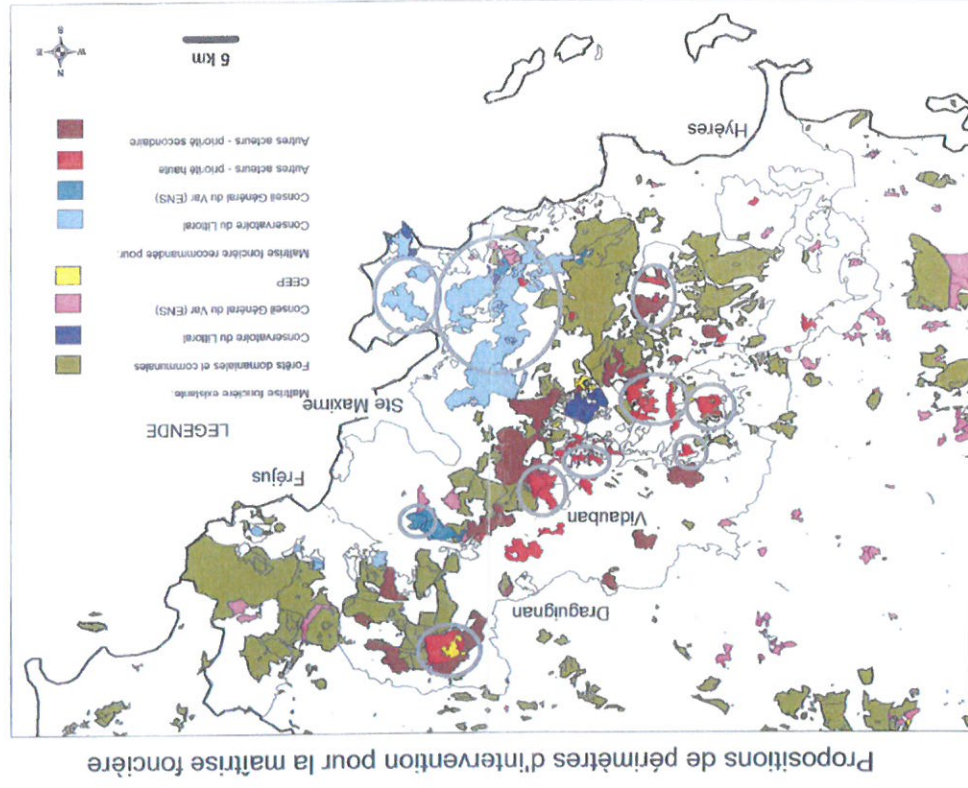
1 Longueur et 2 largeur des écailles nuchales en degrés, angles, secondes.
3 Remarque : si l'animal est un mâle, la longueur de la queue est inférieure à la longueur de la carapace.
4 Remarque : si l'animal est une femelle, la longueur de la queue est supérieure à la longueur de la carapace.
5 Pour les tortues mâles, la longueur de la queue est inférieure à la longueur de la carapace.
6 Pour les tortues femelles, la longueur de la queue est supérieure à la longueur de la carapace.
7 Les données sont à compléter en fonction de la situation de l'animal (adulte ou juvénile).

PARTENAIRES FINANCIERS



ANNEXE 4

Propositions de périmètres d'intervention pour la maîtrise foncière



Annexe n°11 : Risques naturels d'ordre géologique (étude Sud Aménagement Agronomie, 2001)

DEPARTEMENT DU VAR

COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE

**Appréciation des risques naturels
d'ordre géologique**

Cartographie - Notice explicative

ETUDE N°91.83.66

JANVIER 2001

SUD AMENAGEMENT AGRONOMIE
FONS TROUBADO
Chemin du Four
13 100 AIX-EN-PROVENCE
Tél. 04.42.21.25.61 Fax. 04.42.21.30.61

Mairie de Besse-sur-Issole

83 890 Besse-sur-Issole

Tél. 04.94.69.70.04 Fax : 04.94.59.65.57

Sommaire

1. Définition des aléas d'ordre géologique	4
2. Méthode d'appréciation des risques	5
3. Appréciation des risques	7
4. Propositions de dispositions constructives	8

oOo

Liste des illustrations

Figure 1	:	Carte géologique	[Ech. 1 / 25 000]
Figure 1b	:	Légende de la carte géologique	
Figure 2	:	Carte de zonage des risques	[Ech. 1 / 25 000]

Introduction

A la demande de la commune de Besse-sur-Issole (83), SUD Aménagement Agronomie a réalisé une appréciation des risques géologiques (hors risques inondations, technologiques,...etc.) présents sur le territoire communal et proposé un zonage des risques.

Cette analyse est fondée sur l'examen de la carte géologique de la France, feuille de Collobrières à l'échelle 1/50 000, de la carte IGN au 1/25 000 pour la topographie et sur la consultation de la réglementation en vigueur¹ pour la sismicité. La présente note rend compte de cette analyse et énonce un avis sur les risques géologiques.

oOo

¹ Décret n° 91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique

1. Définition des aléas d'ordre géologique

Dans le département du Var et par conséquent sur la commune de Besse-sur-Issole, les principaux risques naturels d'ordre géologique qui peuvent être rencontrés sont :

- l'aléa « sismique » ;
- l'aléa « mouvements de terrain » ;
- l'aléa « affaissements liés aux cavités souterraines ».

Le Bureau de Recherche Géologique et Minière définit ces aléas, de la façon suivante :

☐ Aléa sismique

« Un séisme ou un tremblement de terre se traduit en surface par des vibrations du sol. Il provient de la fracturation des roches en profondeur. Cette fracturation est due à une grande accumulation d'énergie qui se libère, en créant ou en faisant rejouer des failles, au moment où le seuil de rupture mécanique des roches est atteint. »

☐ Aléa « mouvements de terrain »

« Un mouvement de terrain est un déplacement plus ou moins brutal du sol ou du sous-sol ; il est fonction de la nature et de la disposition des couches géologiques. Sous l'expression générique « mouvements de terrain » sont regroupés plusieurs types de phénomènes d'instabilité des terrains, variables en fonction du mécanisme mis en jeu (évolution de l'instabilité, vitesse du mouvement durant la phase d'instabilité majeure, surface de rupture, désorganisation des terrains, etc.). »

L'aléa « mouvements de terrain » regroupe plusieurs phénomènes, en ce qui concerne la commune de Besse-sur-Issole on examinera :

▪ Les chutes de blocs et les éboulements rocheux

« Les chutes de blocs et les éboulements rocheux sont des phénomènes rapides ou événementiels mobilisant des blocs de roche plus ou moins homogènes depuis un sommet ou une pente, avec l'air pour milieu principal de transport et produisant leur dépôt sur une aire plus ou moins large au pied de la pente. »

▪ Les glissements de terrain

« Le glissement de terrain est défini comme le déplacement d'une masse de terrains meubles ou rocheux au long d'une surface de rupture par cisaillement qui correspond souvent à une discontinuité préexistante. Le mouvement est engendré par l'action de la gravité, de forces extérieures (hydrauliques ou sismiques) ou d'une modification des conditions aux limites. »

☐ Aléa « affaissements liés aux cavités souterraines »

Les risques d'affaissements (d'effondrements) de terrain sont liés à la présence de cavités souterraines, naturelles (phénomènes de dissolution de l'anhydrite...) ou artificielles (cavités laissées par les exploitations minières). Les effondrements sont des phénomènes rapides et parfois de grande ampleur.

2. Méthode d'appréciation des risques

L'appréciation des risques géologiques est fondée sur l'examen des critères suivants :

- géologie (lithologie et structure) du secteur étudié ;
- topographie de la zone étudiée ;
- sismicité de la zone ;

□ Géologie

La commune de Besse-sur-Issole appartient d'un point de vue géologique à la « Provence calcaire ». D'après la carte géologique de la France, feuille de Collobrières (cf. 2), on rencontre sur le territoire communal les formations suivantes :

- t_{2a} : Muschelkalk inférieur dolomitique
Cette formation est constituée de dolomies cargneulisées, souvent feuilletées, associées à des marnes dolomitiques passant vers le bas au « Grès bigarré ».
Puissance : 30 à 100 mètres.
- t_{2b} : Muschelkalk moyen calcaire
Cette formation est constituée de calcaire gris fumée, alternant avec des niveaux dolomitiques roses ou jaunes, des marnes de même nuance, ainsi que des lits d'anhydrite toujours dissoute en surface.
Puissance : 90 à 100 mètres.
- t_{2c} : Muschelkalk supérieur dolomitique
Il s'agit de dolomies blanches zonées, souvent feuilletées.
Puissance : quelques mètres.
- t_3 : Keuper
Cette formation est constituée principalement de « marnes irisées » lie-de-vin associées à des dolomies en bancs et des cargneules et surmontées par des alternances de dolomies blanches et de marnes vert réséda.
Puissance : 150 mètres.
- l_1 : Rhétien
Cette formation est constituée d'une alternance de calcaires gris fumée, de marnes vert réséda, de lits dolomitiques brun clair, de marno-calcaires en plaquettes et en miches.
Puissance : 30 à 60 mètres.
- l_2 : Hettangien
Cette formation est constituée de dolomies gris clair, en bancs minces, avec quelques intercalations de marnes réséda.
Puissance : 250 mètres.
- j_{1a-l_4} : Bajocien à Domérien « Calcaires à silex »
Cette formation est constituée de calcaires roux à silex comportant quelques intercalations marneuses.
Puissance : 100 mètres.
- j_{2a-1b} : Bathonien et Bajocien « Calcaires marneux »
Il s'agit d'une formation de marno-calcaire alternant avec des marnes grises.
Puissance : 250 mètres.
- jD : Jurassique supérieur « Faciès dolomitique »
Il s'agit de dolomies grises massives.
Puissance : plusieurs centaines de mètres.
- F_2 : Alluvions récentes
Il s'agit de sables micacés plus ou moins argileux avec des lits de galets.
Puissance : quelques mètres.

L'analyse de la carte géologique montre que d'un point de vue lithologique, le territoire communal peut-être divisé en 2 zones distinctes (cf. fig. 3) :

- une zone orientale située sur des formations triasiques constituées de matériaux présentant une mauvaise cohésion tels que des dolomies cargneulisées, des marnes, avec des horizons de matériaux solubles tels que le gypse ou l'anhydrite ;
- une zone occidentale située sur les formations jurassiques constituées essentiellement de matériaux cohérents tels que des dolomies et des calcaires.

D'un point de vue structural, le territoire de Besse-sur-Issole présente quelques accidents (failles...), qui se répartissent selon 3 directions principales E-O, N-S et NO-SE.

□ Topographie

Le territoire communal de Besse-sur-Issole présente 3 unités topographiques distinctes :

- 1 unité orientale constituée de massifs collinaires de faibles altitudes (300 m NGF) alternant avec de petites dépressions ;
- 1 unité centrale constituée par la plaine alluviale de l'Issole ;
- 1 unité orientale constituée de reliefs plus élevés (500 à 600 m NGF), comme la « Barre de Saint-Quinis ».

Il est évident que plus la pente est importante, plus les risques de glissement, de chute de blocs à flanc de versant sont importants. Et de ce fait ces phénomènes se déclencheront facilement.

□ Sismicité

Le risque sismique du territoire communal, sera apprécié, à partir de la réglementation en vigueur. En effet, le décret n° 91-461 du 14 mai 1991 définit le risque sismique pour chaque département français, canton par canton.

3. Appréciation des risques

Rappel : l'appréciation des aléas géologiques est uniquement fondée sur l'examen des cartes géologique au 1/50 000 et topographique au 1/25 000. De ce fait, seul un zonage des risques sera proposé. L'appréciation du degré (ou du niveau) de risque demandant un examen plus précis ne sera pas défini dans la présente note.

□ Risque sismique

Le canton de Besse-sur-Issole, auquel appartient, bien évidemment la commune de **Besse-sur-Issole** est classé en **zone 0**. Ce zonage² de la France attribue à la **zone 0 une sismicité négligeable**. Les règles de constructions parasismiques ne sont pas obligatoires.

□ Risque « Mouvements de terrain »

Les zones situées sur le versant sud de la Barre de St Quinis, le versant nord du plateau des Narboussières, présentent une pente importante et d'autre part sont constitués de marno-calcaires (matériau de mauvaise cohésion) du Bathonien et Bajocien. Ces secteurs présentent donc un risque d'éboulement, de glissement ou de chute de blocs, nous les avons classé, en zone « **Rm** » (Risque mouvements de terrain).

□ Risque « Affaissements liés aux cavités souterraines »

Les risques d'effondrements de terrain sont liés à la présence de cavités souterraines, naturelles (phénomènes de dissolution des formations gypseuses ou de l'anhydrite) ou artificielles (cavités laissées par les exploitations minières). Il n'y a pas à notre connaissance d'activités minières (actuelles ou passées) ayant pu engendrer des cavités artificielles sur le territoire communal.

En ce qui concerne les cavités naturelles, les formations triasiques et tout particulièrement, celles du **Muschelkalk moyen « t2b »**, renferment fréquemment des niveaux d'anhydrite, très soluble à l'eau. Ces formations sont susceptibles de renfermer et/ou de développer des cavités, comme en atteste les nombreux avens inventoriés sur la carte géologique. Par conséquent, ce risque « affaissements liés aux cavités souterraines » que nous noterons « **Ra** » est bien présent sur la commune de Besse-sur-Issole, il concerne une grande partie de la zone orientale de la commune (cf. fig. 2).

² La France est subdivisée en 5 zones sismiques déterminées en fonction de l'intensité I des tremblements de terre ainsi que de la fréquence de retour Tx d'un tremblement de terre de magnitude x (allant de 1 à 12 sur l'échelle MSK) :

Zone 0 : Sismicité négligeable ■ Règles non obligatoires	Zone Ia : Sismicité très faible (mais non négligeable) ■ Pas d'intensité $\geq$ VIII connue dans la province sismotectonique ; ■ Province sismotectonique où les déformations plio-quaternaires sont faibles ; ■ Zone de transition avec la zone 0. Zone Ib : Sismicité très faible (mais non négligeable) ■ Pas d'intensité $\geq$ IX connue dans la province sismotectonique ; ■ $T_{VIII} > 250$ ans ■ $T_{VII} > 75$ ans
Zone II : Sismicité moyenne ■ Intensité $\geq$ IX ou ■ $T_{VIII} \leq 250$ ans ■ $T_{VII} \leq 75$ ans	Zone III : Sismicité forte ■ Réservée aux Antilles ; ■ Contexte sismique différent.

4. Propositions de dispositions constructives

☐ Risque « Mouvements de terrain »

Toute construction dans cette zone sera donc soumise à une étude géotechnique qui précisera **les règles de fondations sur pente** (cf. DTU...) et devra se prononcer clairement et prendre en compte les risques de chutes de blocs ou de glissement de pente.

☐ Risque « Affaissements liés aux cavités souterraines »

Toute construction dans cette zone sera soumise à une étude géotechnique qui devra préciser la nature du sous-sol, la présence de zones dissoutes ou décomprimées en profondeur et fixer les règles de constructions.

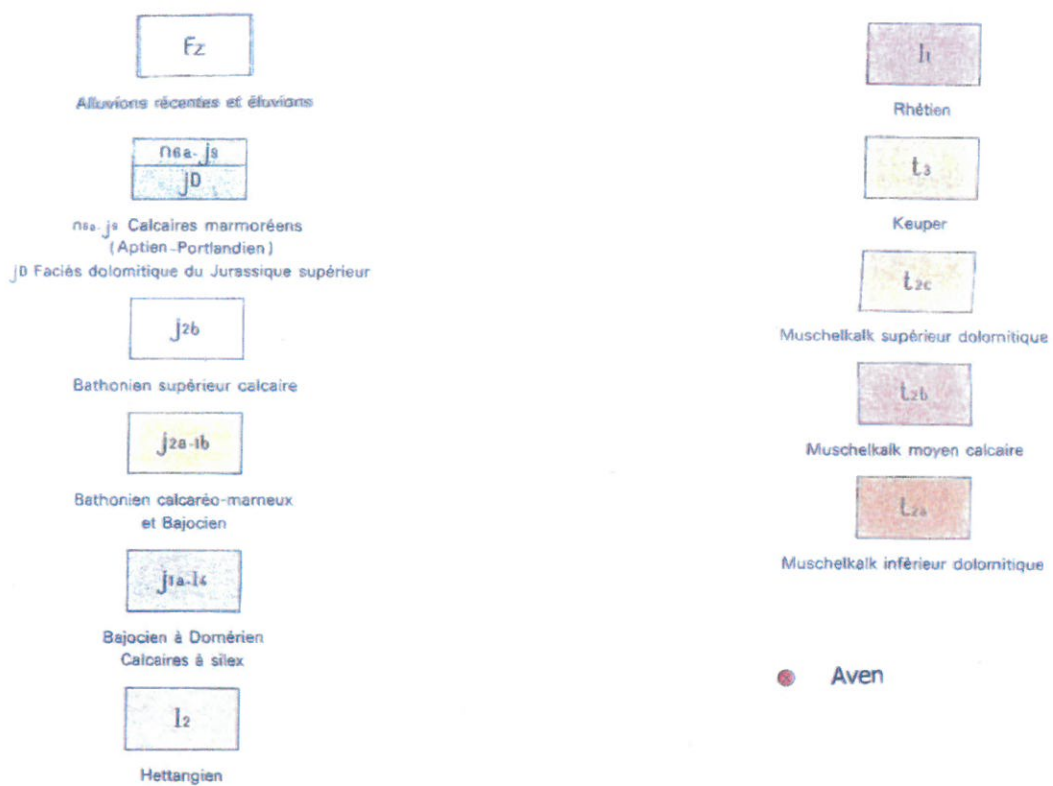
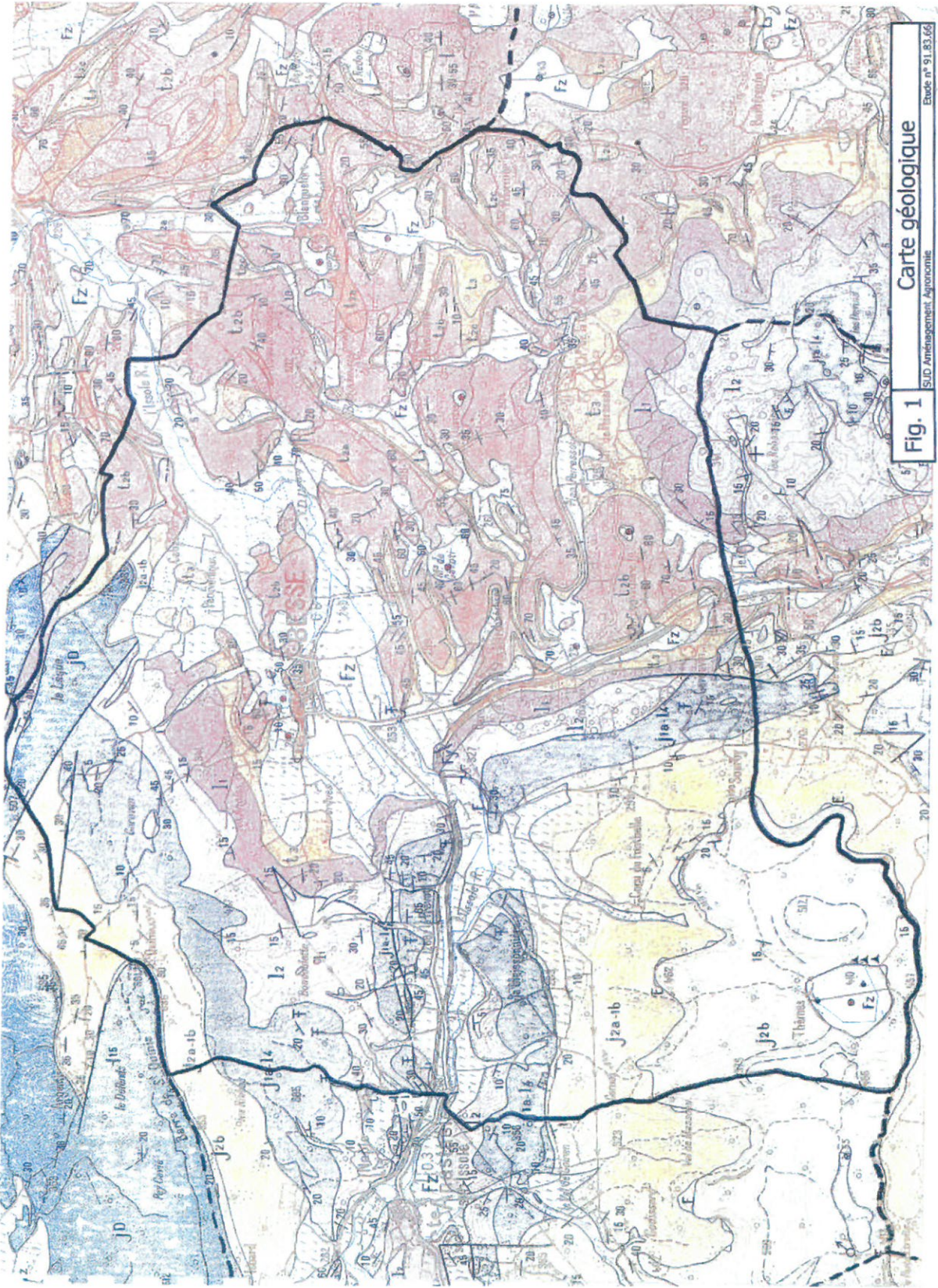


Fig. 1b Légende de la carte géologique
SUD Aménagement Agronomie Etude n° 91.83.66





Annexe n°12 : Risques naturels d'inondation (étude hydraulique « HGM environnement », 2007)

La cartographie des aléas d'inondation est reportée aux pièces graphiques du règlement.



**CARTOGRAPHIE DES
ALEAS D'INONDATION**

BUREAU D'ETUDES

Mairie de Besse-sur-Issole
Place Noël Blache
83 890 Besse-sur-Issole



HGM Environnement
BP 60123
13383 MARSEILLE Cedex 13
Tél : 04 91 61 47 77
Fax : 04 91 70 97 97



hgmenvironnement@wanadoo.fr
<http://perso.wanadoo.fr/hgmenvironnement/>

Responsables du dossier :
J.C. MORALDO, Ingénieur hydraulicien
A. PIVETEAU, Ingénieur hydraulicien

Rapport de synthèse

Réf : 04-10-07-99 | 5

- 1 -

SOMMAIRE

I. AVANT PROPOS.....	3
1.2. Contexte légal.....	3
1.3. Méthodologie.....	4
II. RECUEIL DES DONNEES.....	5
II.1. Travaux préalables.....	5
II.2. Données topographiques.....	6
II.3. Enquête de terrain.....	6
II.3.1. Secteur 1.....	6
II.3.2. Secteur 2.....	8
II.3.3. Secteur 3.....	10
II.4. Enquête sur les crues historiques.....	12
II.4.1. Recueil de témoignages.....	12
II.4.2. Consultation des archives départementales.....	12
III. ANALYSE HYDROLOGIQUE.....	17
III.1. Le Bassin versant de l'Issole.....	17
III.2. Estimation des débits de crue du ravin de la Baume.....	18
III.2.1. Le bassin versant du ravin de la Baume.....	18
III.2.2. Estimation des débits de crue du ravin de la Baume.....	19
III.3. Estimation des débits de crue de l'Issole.....	20
III.3.1. Estimation des débits de l'Issole à partir des formules hydrologiques.....	20
III.3.2. Estimation des débits de l'Issole à partir des mesures DIREN.....	21
III.3.3. Données hydrologiques recueillies dans différentes études.....	22
III.3.4. Episode du 18 janvier 1999.....	24
IV. MODELISATION HYDRAULIQUE.....	27
IV.1. Présentation du logiciel de calcul de lignes d'eau HEC-RAS.....	27
IV.2. Topologie du modèle.....	27
IV.3. Conditions aux limites.....	32
IV.3.1. Limites amont.....	32
IV.3.2. Limite aval.....	32
IV.4. Marges d'incertitudes et calage du modèle hydraulique.....	33
IV.4.1. Incertitudes.....	33
IV.4.2. Calage du modèle hydraulique.....	34
IV.5. Cartographie de la zone inondable pour la crue centennale.....	35
IV.5.1. Méthodologie.....	35
IV.5.2. Analyse des résultats.....	35



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tél : 04 91 61 47 77
Fax : 04 91 70 97 97
<http://perso.wanadoo.fr/hgmenvironnement/>

V. CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION SUR LA COMMUNE DE BESSE SUR ISSOLE.....	40
V.1. Crue de référence.....	40
V.2. Définition.....	40
V.3. Méthodologie.....	41
V.4. Résultats.....	42
PROPOSITION DE REGLEMENT.....	47
1. Zonage.....	47
2. Crue de référence.....	47
3. Effet du présent règlement.....	48
4. Prescriptions relatives aux ouvrages, constructions et installations existants.....	48
5. Règles communes à la zone inondable (zones bleues et rouges confondues).....	48
6. Zones rouges.....	49
7. Zones bleues.....	51
7.1. Règles d'aménagement.....	51
7.2. Règles de construction.....	53
BIBLIOGRAPHIE.....	56
ANNEXES.....	58
ANNEXE 1 : TEXTES DE LOIS.....	59
ANNEXE 2 : ATLAS DES PLUS HAUTES EAUX.....	62
ANNEXE 3 : CARTE DES PLUS HAUTES EAUX.....	70
ANNEXE 4 : PHOTOGRAPHIES DE LA CRUE DE JANVIER 1999.....	72
ANNEXE 5 : TABLEAUX ET PROFILS DES LIGNES D'EAU.....	77
1. Crue décennale de calage.....	78
2. Crue centennale.....	85

I. AVANT PROPOS

I.1. Problématique

En 1958, 1999, 2000 et 2001, la ville de Besse-sur-Issole a subi de fortes inondations. Des études historiques montrent que des événements hydrologiques plus rares sont également survenus au siècle dernier.

A l'heure actuelle, le bassin versant de l'Issole n'est pas couvert par un Plan de Prévention des Risques d'inondations (PPRI).

Dans ce contexte, la mairie de Besse sur Issole a confié à HGM Environnement la cartographie des zones d'aléas d'inondation sur l'ensemble de la commune.

La présente étude doit permettre à la ville de reporter les zones inondables sur le PLU de façon à compléter la connaissance du risque d'inondation.

I.2. Contexte législatif

En l'absence de Plan de Prévention des Risques d'inondation (PPRI), les communes doivent prendre les initiatives afin d'impulser les opérations dans le domaine de la lutte contre les inondations.

Suivant ce même principe, les communes doivent articuler le PLU suivant une carte d'aléas. Les possibilités offertes par les communes en matière de protection contre les inondations sont fixées dans l'article L.211-7 du code de l'environnement.

L'article 1^{er} de la loi n°2000-1208 relative à la solidarité et au renouvellement urbain du 13 décembre 2000 précise, notamment, que les PLU déterminent les conditions d'une gestion des eaux, d'une prévision des risques naturels prévisibles et des pollutions et nuisances de toute nature.

Ces articles de loi sont présentés en annexe.

- 4 -

1.3. Méthodologie

Cette étude est scindée en cinq parties :

- + Recueil des données :
En premier lieu, cette partie a pour objet de rappeler les études hydrologiques et hydrauliques antérieures effectuées sur la commune.
L'enquête de terrain a permis de valider les levés topographiques, d'identifier les ouvrages (digues, remblais, seuils, ouvrages d'art, etc.) et d'établir les caractéristiques hydro-géomorphologiques de l'Issole et de son bassin versant (occupation du sol, zones de ruissellement, champs d'expansion de crues, etc.).
Suite à une enquête auprès des riverains, des informations ont été recueillies sur les plus hauts niveaux de crue et sur le fonctionnement hydraulique de l'Issole (montée des eaux et décrue).
- + Analyse hydrologique :
L'étude hydrologique a pour objectif de déterminer les débits de l'Issole pour des événements de période de retour décennale et centennale aux points caractéristiques du réseau hydrographique de la commune. Cette étude s'appuie sur les études antérieures et sur la recherche historique des crues (consultation des archives départementales, témoignages).
- + Etude hydraulique :
Un modèle hydraulique est construit à partir des levés topographiques.
Les résultats de la modélisation hydraulique sont donnés sous forme de lignes d'eau et de vitesses.
- + Cartographie des aléas d'inondation :
La cartographie des aléas est abordée conformément à la méthodologie appliquée dans le département du Var pour l'élaboration des P.P.R. Inondation. Le territoire communal est découpé en trois zones d'aléas distinctes comprenant l'aléa faible, l'aléa moyen et l'aléa fort.

- 5 -

II. RECUEIL DES DONNEES

La constitution de la base de données constitue l'étape primordiale avant la modélisation hydraulique et la délimitation des zones inondables.

Les principales sources d'informations pour cette étude sont les suivantes :

- + Les études hydrauliques effectuées lors de projets d'aménagement urbain et de voiries, ces études ayant fait l'objet d'études de faisabilité, de dossiers loi sur l'eau ou de projets ;
- + Les enquêtes de terrain et témoignages oraux ;
- + Les photographies réalisées lors de la crue de janvier 1999 ;
- + Les levés topographiques des sections en travers de la rivière et plans topographiques ;
- + Les archives départementales.

II.1. Travaux préalables

Les études hydrologiques et hydrauliques antérieures exploitées dans cette étude sont les suivantes :

- + Aménagement de l'itinéraire Brignoles – Cuers (Déviation de Forcalquieret) – Dossier d'enquête hydraulique – DDE 1976 ;
- + Barrage de Carcès – Etude hydrologique – Définition de la crue de projet du Barrage de Carcès – ville de Toulon – nov. 1982 ;
- + Route départementale n°13 – commune de Besse-sur-Issole – Etude hydraulique – Déviation entre les PK 51.000 et 56.000 – HGM Environnement – mai 1999 ;
- + Collège de Besse-sur-Issole – Var aménagement développement – Etude de faisabilité hydraulique – HGM Environnement – mai 2001 ;
- + Lotissement communal, artisanal et commercial « Le Moulin » – mairie de Besse-sur-Issole – Etude hydraulique – HGM Environnement – nov. 2003 ;
- + Données hydrologiques transmises par la DIREN (banque HYDRO) :
- débits de crue statistiques
- débits de la crue du 8/01/99
- débits de la crue du 25/12/00
- + Collège de Besse-sur-Issole – Var Aménagement Développement – Etude hydraulique complémentaire – HGM Environnement – oct. 2004

- 7 -

II.2. Données topographiques

Cette étude s'est appuyée sur quatre documents topographiques :

- + Carte IGN 3445 OT Cuers-Pierrefeu du Var - Collobrières à l'échelle du 1/25 000^{ème} ;
 - + Plan topographique^{*} au 1/5000^{ème} de la commune de Besse sur l'Issole, septembre 2004, cabinet Opsia Méditerranée ;
 - + Plan topographique^{*} de l'Issole au 1/2000^{ème}, octobre 2004, cabinet Opsia Méditerranée ;
 - + Pour la modélisation, des compléments topographiques terrestres ont été réalisés. Ils comprennent :
 - 100 profils en travers des lits mineurs et majeurs de l'Issole ;
 - 12 sections d'ouvrages d'art ;
 - 36 repères de crue rattachés au NGF, correspondant à l'inondation du 18 janvier 1999 et de décembre 2000.
- La plupart des données de grande précision topographique ont été obtenues par des cabinets de géomètres spécialisés.

II.3. Enquête de terrain

Le lit de l'Issole a été parcouru depuis la limite amont de la commune (limite Besse-sur-Issole / Sainte-Anastase) jusqu'à la limite aval (limite Besse-sur-Issole / Flassans-sur-Issole), ce qui représente environ 8,5 km.
Le lit mineur actuel de l'Issole résulte du passage de nombreuses crues et de travaux d'aménagements de protection contre les crues.

La morphologie du lit majeur et du lit mineur a été reconnue à partir de la carte IGN au 1/25000, des plans topographiques au 1/2000 et 1/5000 réalisés à partir d'une prise de vue aérienne et de l'enquête de terrain.

Trois secteurs ont été distingués sur un plan hydro-géomorphologique :
voir planche 1 : Fonctionnement des crues de l'Issole.

II.3.1. Secteur 1

+ *Lit mineur :*

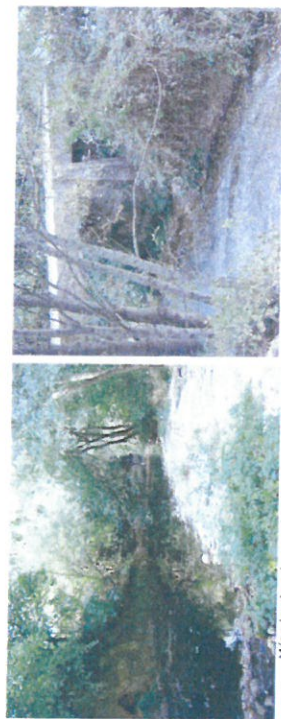
Depuis la limite de Besse-sur-Issole avec Sainte-Anastase jusqu'à l'amont du grand méandre situé au droit de l'extrémité ouest du village de Besse, le lit mineur de l'Issole présente des changements de sections : élargissements et variations de profondeur du lit.
Les berges sont naturelles presque partout.

* Ces documents ont été établis par photogrammétrie



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tél. 04 91 81 47 77
Fax 04 91 70 97 97
hgm@hgm-environnement.com



Méandre dans le quartier de Barbaigne

Pont dans le quartier de l'Auzière

+ *Lit majeur :*

Le lit majeur est inondable principalement en rive gauche. Les premiers débordements se produisent à partir du passage à gué dans le quartier de Barbaigne sur les deux rives.
A l'aval, la plaine viticole de l'Auzière est inondée en rive gauche à partir du méandre où se situent le pont et le passage à gué, à proximité de la voie SNCF. Les eaux se propagent ensuite jusqu'au camping de Besse-sur-Issole.



Lit majeur en rive droite - quartier de Barbaigne

Lit majeur en rive gauche - Camping



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tél. 04 91 81 47 77
Fax 04 91 70 97 97
hgm@hgm-environnement.com

- 8 -

II.3.2. Secteur 2

Le second secteur hydro-géomorphologique se situe au droit du village de Besse. Ce secteur a fait l'objet de plusieurs études hydrauliques.
L'analyse hydro-géomorphologique et les résultats des modélisations hydrauliques ont conduit aux observations suivantes sur le fonctionnement hydraulique de ce tronçon :

+ Lit mineur :

L'Issole déborde principalement en rive gauche. Les débordements s'effectuent par dessus les digues de la rive gauche depuis le pont de la D13 et inondent les champs de vignes du lit mineur. Le fond de la rivière est identique à celui du secteur 1 (gros galets, cailloux). La végétation des berges est constituée de quelques arbres dans le secteur amont puis d'arbres, d'arbrustes et de rochers après le passage de la RD13.

Trois ouvrages d'art sont présents sur ce tronçon :

- Pont de la D13 ;
- Pont du quartier de Notre Dame (récent) ;
- Ancien pont du quartier de Notre Dame.



Gros galets et cailloux dans le fond du lit et végétation des berges

* Voir le chapitre II.1. Travaux préalables



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tél : 04 91 61 47 77
Fax : 04 91 70 97 97
bureau.commune@besse-sur-issole.fr

- 9 -

+ Lit majeur :

Le fonctionnement hydraulique du secteur 2 est caractérisé par les inondations des secteurs suivants, situés en rive gauche :

- La plaine de Flanqueglaire ;
- Le village de Besse-sur-Issole ;
- Les terrains situés au nord et au sud de la déviation ;
- La plaine viticole en sortie du village ;
- Le quartier Notre-Dame.

La plaine de Flanqueglaire est inondable par les eaux de débordement qui franchissent la RD15 à l'ouest du village, en aval du pont SKCF ainsi que par les eaux de ruissellement du ravin de la Baume. Dans cette plaine, les écoulements sont dirigés vers le principal émissaire pluvial du village : l'Issolette.

Les eaux d'inondation de Flanqueglaire ne pouvant être évacuées par l'Issolette traversent le village d'ouest en est en empruntant la rue principale.

Le village est inondé également par une partie des débordements de l'Issole, eux-mêmes responsables de l'inondation du premier giratoire.

La seconde partie des écoulements inondant le premier giratoire se propage le long de la déviation et submerge les terrains situés entre l'Issole et la déviation. Ces terrains sont également inondés par les déversements directs depuis les digues du lit mineur.

Au nord du second giratoire, confluent d'une part les eaux en provenance du village qui empruntent la rue Notre Dame, d'autre part les eaux issues des terres inondées situées au nord de la déviation (voir photo annexée de la crue du 18/01/1999). Le vignoble situé à l'est constitue une vaste zone de stockage des crues en raison de sa topographie.

Depuis 2001, le remblai de la déviation est équipé d'ouvrages de décharges constitués par 7 buses rectangulaires 2*1 m, situées 55 m à l'est du carrefour giratoire.

Ces ouvrages (voir photo ci-dessous) autorisent le transit des eaux de crue sous la déviation, leur permettant ainsi de rejoindre la vallée de l'Issole.



Ouvrages de décharge sous la déviation



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tél : 04 91 61 47 77
Fax : 04 91 70 97 97
bureau.commune@besse-sur-issole.fr

II.3.3. secteur 3

La limite amont du secteur 3 est définie par la confluence des écoulements du lit mineur de l'Issolle avec les écoulements du lit majeur en rive gauche, à l'aval des deux ponts (O6 et O7) du quartier Notre Dame.

Ce tronçon est constitué d'une part d'un linéaire sinueux à l'amont, du quartier Notre Dame jusqu'au grand méandre, d'autre part, d'un linéaire très rectiligne à l'aval, en sortie du grand méandre jusqu'à la limite de commune.

* Lit mineur :

Dans ce secteur, l'Issolle est bordée d'une végétation dense constituée de nombreux arbustes. On note localement la présence d'îlots de galets occupés par des arbres. La rive gauche est endiguée en continu sur presque tout le linéaire du tronçon 3.

Un seul ouvrage d'art est présent sur ce tronçon : le pont et passage à gué quartier de Saint Benoit.



Pont et passage à gué – Saint Benoit



Méandre au droit de Colle Brune

* Lit majeur :

Le secteur est inondé sur les deux rives. Les écoulements se propagent dans la vallée, en direction de Flassans-sur-Issolle.

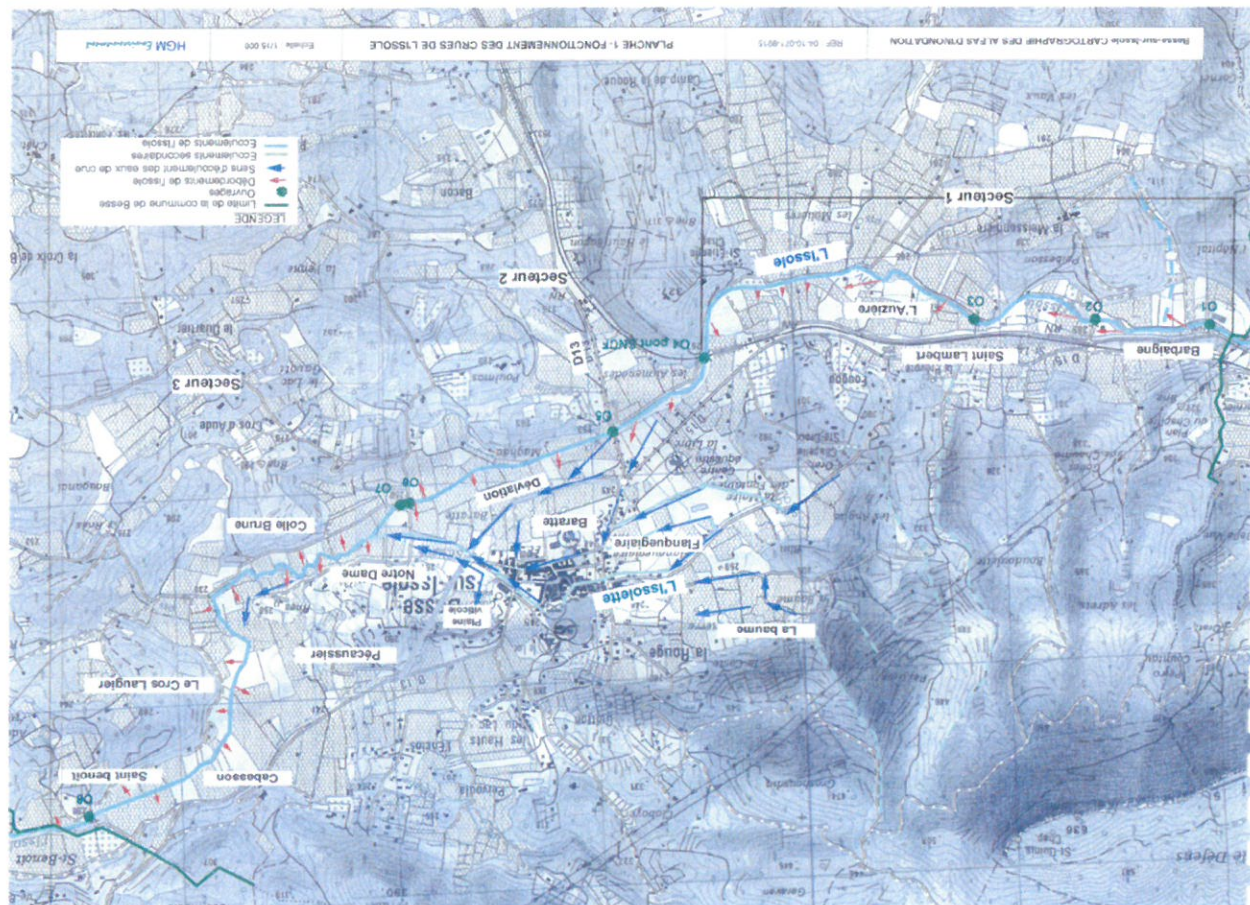


Route en rive droite – direction le Cros Laugier



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLLE
Cartographie des aires d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tél : 04 91 01 47 77
Fax : 04 91 70 07 97
hgm@hgm-environnement.fr



II.4. Enquête sur les crues historiques

L'enquête sur les crues historiques s'est déroulée selon deux axes départementales : le recueil de témoignages auprès des riverains et la consultation des archives départementales.

II.4.1. Recueil de témoignages

L'enquête de terrain effectuée en octobre 2004 a porté sur les secteurs 1 et 3 ; elle a permis d'obtenir des informations essentiellement sur les crues de janvier 1999 et de décembre 2000. Les crues antérieures de l'Issole ont rarement été vécues par les personnes interrogées. Les Plus Hautes Eaux (PHE) recueillies durant cette enquête sont les suivantes :

- PHE à la station EU de Sainte-Anastasia : 267,9 m, crue de janvier 1999 ;
- PHE dans le quartier de Barbaigne (chez Mme Toller, La Soie) : 264,69 m NGF, crue de janvier 1999 et 264,16 m NGF, crue de décembre 2000 ;
- PHE dans le quartier de l'Auzière (chez Mr Lagier) : 256,81 m NGF crue de janvier 1999 et 256,72 m NGF, crue de décembre 2000 ;
- PHE dans le camping de Besse : 253,33 m NGF, crues de janvier 1999 et décembre 2000 ;
- PHE dans le quartier Baratte, 245,74 m NGF, crue de décembre 2000 ;
- PHE dans le quartier Notre Dame (chez Mr Simon) : 243,14 m NGF, crue de décembre 2000 ;
- PHE dans le quartier de la Bauzière (chez monsieur Guillaud) : 237,34 m NGF, crue de janvier 1999.

Les repères de crue sont reportés sur la planche annexée (carte des repères de crue) et sur l'Atlas des Plus Hautes Eaux. **La carte des repères de crue reprend les PHE identifiées lors des études antérieures** et caractéristiques du secteur n°2.

II.4.2. Consultation des archives départementales

La consultation des archives départementales à Dragulignan a permis de préciser la connaissance des crues antérieures et de confirmer certains témoignages oraux. Pour respecter les délais de l'étude, le recensement des données historiques s'est limité à la commune de Besse-sur-Issole.

La documentation historique sur les crues représente un ensemble de témoignages écrits concernant les différents moyens d'agir et de relation entre les personnes et les administrations publiques. Ainsi, la plupart des documents recueillis ont été produits pour répondre aux plaintes des riverains ayant subi des dommages suite aux inondations.

L'essentiel des informations concerne les crues de l'Issole durant la seconde moitié du XIX^{ème} siècle et le début du XX^{ème} siècle.

Les informations les plus riches tant sur un plan qualitatif que quantitatif ont été obtenues dans les archives des Ponts et Chaussées (série S – Hydraulique Besse).

Les documents consultés, par ordre chronologique, sont les suivants :



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des allées d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tél : 04 91 61 47 77
Fax : 04 91 70 97 97
hgm@hgm-environnement.com

- * Extrait du plan cadastral avec cartographie des inondations de mars 1841 daté du 21 mai 1841 par l'ingénieur du Var Cherlabay ;
- * Nivellement de la rivière de l'Issole aux environs de la ville de Besse daté du 26 mai 1841 par l'ingénieur Chariabay ;
- * Lettre et profil de la ligne d'eau du 2 octobre 1846 de l'ingénieur Monsieur Jouda à Monsieur l'ingénieur en chef concernant le rapport et les nivellements dressés par les ingénieurs Ganani et De La Barre en date du 26 mai 1841 sur les inondations fréquentes du quartier Notre Dame ;
- * Procès verbal de visite des lieux du 27 avril 1863 sous la présence de Monsieur Germain, maire de Besse ;
- * Rapport de l'ingénieur ordinaire, du 20 mai 1863 rapportant ces investigations concernant les inondations de l'Issole du printemps 1863 sur la commune de Besse, au quartier Notre Dame ;
- * Rapport de l'ingénieur ordinaire rédigé le 22 juillet 1863 concernant l'implication du barrage des Bauquières dans les inondations de Besse ;
- * Lettre du 8 août 1863 à Monsieur Lefour, préfet de Brignoles, concernant les inondations de Besse par l'Issole ;
- * Rapport du subdivisionnaire en date du 5 juillet 1913 par l'ingénieur ordinaire Velarque pour le projet de construction d'un pont au gué de la madeleine ;
- * Modification de l'arrêté d'autorisation pour la construction d'un pont sur l'Issole et profil du pont projeté, dressé par l'ingénieur soussigné, Monsieur H. Lefebvre, le 31 mars 1914.

Les études sur les inondations ont concerné le secteur de Notre Dame, situé juste à l'aval du village.

Ceci s'explique par la présence, dans ce secteur, d'une retenue d'eau sur l'Issole ayant fait l'objet de contestations. En effet, « dans une pétition du 25 mars 1863, un grand nombre de propriétaires de la commune de Besse demandent que des vanes de fond soient établies dans le barrage fixe des Bauquières, situé à environ 1 500 m en aval de la ville et auquel ils attribuent les inondations qui ont atteint cette année plus de un mètre de hauteur dans le quartier de Notre Dame ».

Des traces écrites plus anciennes ont été retrouvées, datant de l'année 1846. Elles se composent d'un corpus assez important de documents (cartographie des inondations, nivellement de l'Issole, rapport d'ingénieurs, pétitions, etc.). L'ensemble des études tend à mettre en cause principale la retenue des Bauquières dans les inondations du quartier de Notre Dame, des secteurs aval et d'une partie du village.

Cette thèse est revue dans la lettre du 2 octobre 1846 de l'ingénieur Jouda et réfutée par les ingénieurs des Ponts et Chaussées, en 1863 : « Il en résulte de MM les ingénieurs des ponts et Chaussées que les inondations de la ville de Besse-sur-Issole ne doivent pas être attribuées au »

* Extrait du rapport de Mr Horlin, ingénieur ordinaire attaché au service hydraulique, le 20 mai 1863.



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des allées d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tél : 04 91 61 47 77
Fax : 04 91 70 97 97
hgm@hgm-environnement.com

- 14 -

barrage des Bauquières mais au mauvais état du lit de l'Issole, dans la traversée de la commune, tant en amont qu'en aval de la ville ».

Des informations quantitatives ont également été tirées de ces documents :

* Concernant les plus hautes eaux connues :

Ces informations ont été rapportées à partir des profils du lit de l'Issole et des ouvrages, notamment dans l'étude hydraulique de l'ingénieur Lefébure pour la construction d'un pont au gué de la Madeleine, dans le quartier de Saint Lambert, daté du 31 mars 1914 :

- PHE au droit du méandre : 260,49 m (soit sur le profil : 2,73 m au dessus du radier de la rivière) ;
- PHE au pont de Gardanne : 3,1 m par rapport au radier**.

Les études concernant les inondations de Besse ont permis d'établir :

- PHE quartier Notre Dame : 1 m par rapport au terrain naturel (cru de 1863) ;
- PHE au niveau de l'ancien barrage des Bauquières : 3,70 m par rapport au radier : « La hauteur de la lame d'eau qui passait sur la crête du barrage au moment des plus grandes crues avait 1,20 m environ ».

* Concernant l'étendue des inondations :

Une carte des inondations de la crue de mars 1841, datée de mai 1841 a été réalisée à partir du cadastre de Besse-sur-Issole (voir la carte en annexe). Cette source représente la plus riche information recueillie lors de nos recherches aux archives de Draguignan.

La carte illustre l'étendue de l'inondation sur le secteur de Besse ainsi qu'à l'aval. Les eaux ont envahi une partie du village, le secteur dit du « Camps Redon », le quartier Notre Dame, les terrains situés de part et d'autre de l'Issole et des deux côtés du chemin situé en rive droite. En rive droite, les eaux sont descendues jusqu'au quartier de Cabasson.

L'absence de données pluviométriques sur cette période n'a pu permettre de rattacher cet événement à une probabilité d'occurrence. Cependant, les limites d'expansion de la crue de 1841 sont proches des limites de la crue centennale calculée en 1999. Cette comparaison conduit à admettre que la crue de 1841 possède une période de retour voisine de 100 ans***.

La planche 2 illustre cette comparaison.

* Extrait de la lettre à Monsieur Lefebure, Préfet de Brignole, reprenant le rapport de Mr. Hoffin, ingénieur ordinaire attaché au service hydraulique, daté du 22 juillet 1863.

** Aucune date de crue n'a été attribuée pour cette PHE

*** Route départementale n°13 – commune de Besse sur Issole – Etude hydraulique - Déviation entre les PK 54.000 et 56.000 – HGM Environnement - mai 1999



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tél : 04 91 61 47 77
Fax : 04 91 70 97 79
hgm@hgm-environnement.fr

- 15 -

Cette analyse a ainsi permis de définir huit PHE datées de la crue de mars 1841 :

- PHE en rive droite – quartier Cabasson ≈ 239,2 m
- PHE en rive droite – quartier le Cros Laugier ≈ 241,9 m
- PHE en rive droite – quartier de Notre Dame (au droit du grand méandre) ≈ 241,3 m
- PHE en rive droite – quartier de Notre Dame (amont du grand méandre) ≈ 241,9 m
- PHE en rive gauche – quartier de Notre Dame ≈ 245,5 m
- PHE en rive gauche – à l'est du village ≈ 245,1 m
- PHE en rive gauche – à l'est du village ≈ 245,8 m
- PHE en rive gauche – village ≈ 246,2 m



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tél : 04 91 61 47 77
Fax : 04 91 70 97 79
hgm@hgm-environnement.fr

III. ANALYSE HYDROLOGIQUE

III.1. Le Bassin versant de l'Issole

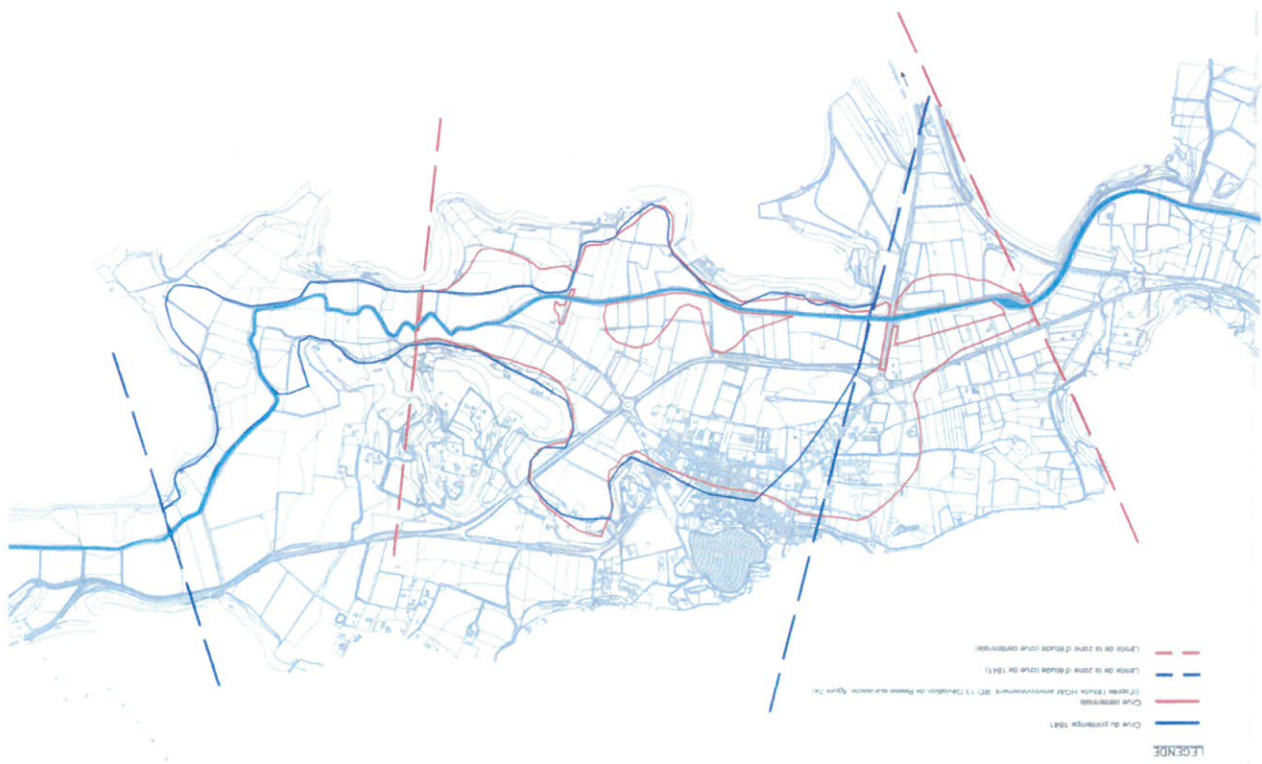
A l'aval du village de Besse, l'Issole contrôle un bassin versant de 150 km² pour une altitude maximale de 900 m. Avec une longueur totale de 27 km, le cours d'eau de l'Issole admet une pente moyenne de 1 % qui décroît de 11 % à 0,4 % au niveau de Besse. La couverture végétale du bassin est constituée de forêts sur les hauteurs, de zones cultivées (principalement des vignes) et de friches dans la plaine autour des villages.

Il convient de distinguer trois zones géologiques :

- + au sud, de Besse-sur-Issole (limité par la D13 à l'ouest et la limite du bassin versant à l'est), des terrains du Trias composés d'un mélange de calcaires, de dolomies ainsi que de sables argileux caractérisés par une « perméabilité en grand » (perméabilité de fissures) ;
- + à l'ouest de Besse, jusqu'aux environs de Sainte-Anastasie et Forcalquieret, des terrains du Jurassique inférieur composés de calcaires où la perméabilité dépend de la fracturation. Les terrains sont entourés jusqu'à la Roquebrusse en passant par Garébut et au sud de Néoures par du Jurassique moyen constitué de calcaires argileux à faible perméabilité ;
- + enfin, des calcaires et des dolomies appartenant au Jurassique supérieur avec possibilité de karsts sont présents où le terrain fracturé est assez perméable.

Au regard de la géologie du secteur, il est possible de qualifier ce bassin versant d'assez perméable (« perméabilité en grand » dépendant de la fracturation du terrain) en notant bien la présence d'une large zone centrale plus propice au ruissellement.

Au droit de Besse, le principal affluent de l'Issole est l'Issolette, canal évacuant à l'aval du village les eaux de ruissellements principalement issues du ravin de Baume.



III.2. Estimation des débits de crue du ravin de la Baume

III.2.1. Le bassin versant du ravin de la Baume

Les études hydrauliques antérieures avaient déjà mis en évidence une zone de concentration des ruissellements issus des reliefs qui surplombent la plaine et le village^{*}. Les études ont montré que le ravin de la Baume est l'une des causes principales de ce ruissellement.

Le ravin contrôle un bassin versant de 174 ha (au droit du collège de Besse). Les eaux de ruissellements se dirigent de façon privilégiée vers les chemins et les fossés d'arrosage qui débordent rapidement. Ceci étant dû à l'absence d'un réseau d'assainissement pluvial calibré.

Pour des événements pluviométriques plus intenses et de plus longues durées, les ruissellements conduisent à inonder la plaine (Flanquergaire), située à l'ouest du village.

Les eaux de ruissellement s'évacuent difficilement en direction du village. Le canal d'arrosage principal s'évacue vers le lac et les autres fossés rejoignent l'issolette qui traverse le village d'ouest en est.

Ce canal constitue quasiment le seul émissaire pluvial du village et de ses alentours, il rejoint l'issolette à l'aval du village, après un parcours d'environ 1,2 km.



L'issolette dans la traversée du village



Passage en galerie de l'issolette

III.2.2. Estimation des débits de crue du ravin de la Baume

Les débits d'orage du ravin de la Baume ont été calculés au droit du collège de Besse par application de la méthode rationnelle.

Les coefficients de ruissellement retenus dans les calculs hydrologiques ont tenu compte :

- * des pentes et couvertures géologiques et végétales pour les zones naturelles (représentent la quasi-totalité du bassin versant) ;
- * des intentions du POS pour les zones urbanisables.

Les paramètres retenus sont les suivants :

Superficie du bassin versant	174 ha
Coefficient de ruissellement	0,15 (reliefs calcaires karstifiés) 0,10 (plaine) 50 mm en 1h 70 mm en 1h 1 h
Pluie décennale critique*	
Pluie centennale critique	
Temps de concentration du bassin versant	

Les débits d'orage sont donnés dans le tableau suivant :

Période de retour	10 ans	25 ans	50 ans	100 ans
Débits	3,3 m³/s	4,4 m³/s	5,3 m³/s	6,6 m³/s

Ces valeurs sont à comparer au débit capable de l'issolette, évalué à 2 m³/s environ.

* D'après le dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau du Collège de Besse-sur-Issoule, HCM Environnement, juin 2002.



* Source : poste pluviographique du Carnet-des-Maures

III.3. Estimation des débits de crue de l'Issole

Des calculs hydrologiques ont été effectués par HGM Environnement sur le bassin versant de l'Issole au travers de l'étude hydraulique de la Route Départementale n°13, Déviation entre les PK54.000 et 56.000, en mai 1999.

Plusieurs méthodes hydrologiques ont été testées sur le bassin versant de l'Issole :

- + Estimation des débits par les formules hydrologiques classiques ;
- + Estimation des débits à partir des mesures DIREN ;
- + Estimation des débits à partir des données recueillies dans différentes études.

III.3.1. Estimation des débits de l'Issole à partir des formules hydrologiques

Les débits décennaux de crue sont estimés sur la base des précipitations de la région de Brignoles (P10 = 133 mm) par la méthode SOCOSE et la méthode SOGREAH. Pour le bassin versant de l'Issole, la méthode CRUPEDIX mène à des valeurs de débits sous-estimées.

+ La méthode SOCOSE

La méthode SOCOSE a été proposée en 1980 par le Ministère de l'Agriculture pour les petits bassins versants.

Outre le débit décennal de pointe de crue Q10 en m³/s, la méthode Socose permet d'évaluer la durée D, en heures, durant laquelle le débit demeure supérieur à Q10 / 2.

Les paramètres explicatifs sont :

- La surface S du bassin versant en km² ;
- La longueur L du plus long thalweg en km ;
- La pluie journalière décennale P10 en mm/j ;
- La hauteur de pluie moyenne annuelle Pa en mm/an ;
- La température moyenne interannuelle ta en °C ramenée au niveau de la mer ;
- Le paramètre b de la loi de Montana liant l'intensité I de la pluie décennale à sa durée t.

Le débit décennal obtenu par la méthode de SOCOSE est : **Q10 = 93,5 m³/s.**

Le passage du débit décennal aux débits cinquantennal et centennal est obtenu :

$$\begin{aligned} \text{- soit en utilisant les coefficients d'ajustement tels que :} \\ Q50 = 1,6 \cdot Q10 \\ Q100 = 2 \cdot Q10 \end{aligned}$$

- soit en utilisant la méthode du Gradex :

Cette méthode, largement utilisée depuis plusieurs années, s'appuie sur la constatation qu'au-delà d'un certain débit, le sol est saturé en eau et toute la pluie qui tombe ruisselle. La courbe de la loi de probabilité des débits extrêmes suit alors celle des pluies, avec la même pente (le



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tél : 04 91 61 47 77
Fax : 04 91 70 97 97
hgm@hgm-environnement.fr

gradex). Dans la région qui nous concerne et pour le bassin versant de l'Issole, le gradex est évalué à environ 19,5 mm ce qui correspond à 40,7 m³/s sur le diagramme de Gumbel. Nous avons choisi d'effectuer le raccord de la crotte du gradex sur le graphique au niveau de la valeur Q10.

Les résultats de ces calculs sont :

Application de la méthode des coefficients : Application de la méthode du gradex :

$$\begin{aligned} Q50 = 150 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q100 = 187 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned} \quad \begin{aligned} Q50 = 178 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q100 = 213 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

+ L'abaque SOGREAH

La SOGREAH a procédé à une synthèse des crues sur des bassins versants de 1 à 100 km² à partir des observations sur 105 stations hydrométriques. Des Abaques ont été réalisées liant le débit de pointe décennal Q10 en m³/s et les paramètres suivants : pente du thalweg principal I en ‰, surface S du bassin en km² ; pluie journalière décennale P10 en mm/j et perméabilité des terrains.

Le débit décennal obtenu par l'abaque SOGREAH est : **Q10 = 95 m³/s.**

Application de la méthode des coefficients : Application de la méthode du gradex :

$$\begin{aligned} Q50 = 152 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q100 = 190 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned} \quad \begin{aligned} Q50 = 179 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q100 = 215 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

III.3.2. Estimation des débits de l'Issole à partir des mesures DIREN

Le limnigraphe installé à Pont-des-Fées (223 km²) depuis 1994 a fait l'objet d'analyses statistiques par la DIREN. Celle-ci annonce les valeurs suivantes :

$$\begin{aligned} Q10 = 62 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q50 = 91 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Ces valeurs ont été corrigées pour tenir compte de la superficie du bassin versant au niveau de Besse suivant la méthode ci-après :

$$QB = QP \left(\frac{SB}{Sp} \right)^{0,75}$$

Avec :

- Sb : surface du bassin versant de Besse ;
- Sp : surface du bassin versant à Pont-des-Fées ;
- QB : débit hydrologique à Besse ;
- Qp : débit hydrologique à Pont-des-Fées.

Ce qui conduit aux débits suivants :

$$\begin{aligned} Q10 = 46 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q50 = 68 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Les faibles valeurs obtenues montrent sans aucun doute un contournement de la station au-delà d'un certain seuil.



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tél : 04 91 61 47 77
Fax : 04 91 70 97 97
hgm@hgm-environnement.fr

III.3.3. Données hydrologiques recueillies dans différentes études

Deux méthodes avaient été appliquées pour l'étude sur la déviation de Forcalquieret : la méthode rationnelle et l'abaque Sogreah. Ces méthodes ont abouti aux débits suivants, en ramenant les débits obtenus pour un bassin versant de 97,5 km² à un bassin versant de superficie 150 km² correspondant au BV de l'Issole, au droit de Besse, en appliquant la correction utilisée au § III.2.2 :

- + Méthode rationnelle :
 $Q_{10} = 86 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{50} = 192 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{100} = 142 \text{ m}^3/\text{s}$
- + Abaque Sogreah :
 $Q_{10} = 70,5 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{50} = 142 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{100} = 142 \text{ m}^3/\text{s}$

Les débits ont également été corrigés pour l'étude du barrage de Carcès où l'étendue du bassin versant est plus importante (440 km²). Les méthodes utilisées dans cette étude sont GRADEX pour les périodes de retour plus rares :

- + Ajustement de Gumbel :
 $Q_{10} = 89 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{50} = 99 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{100} = 112 \text{ m}^3/\text{s}$
- + Méthode du gradex :
 $Q_{10} = 89 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{50} = 99 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{100} = 166 \text{ m}^3/\text{s}$

Une étude réalisée sur le bassin versant du Gapeau au droit de Solliès Pont conduit à une évaluation du débit décennal de 100 m³/s pour un bassin versant de 169 km². L'analogie de ce bassin versant avec celui de l'Issole est justifiée à la fois par la proximité des bassins versants et par la nature géologique comparable. En se référant à la formule régionale $Q_{10} = A_{10} S^{0,5}$, on obtiendrait comme coefficient $A_{10}=2,13$.

Soit les débits suivants :
 $Q_{10} = 91 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{50} = 141 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{100} = 160 \text{ m}^3/\text{s}$

Compte tenu de ce qui précède, nous avons retenu en finale dans la suite de l'étude, les valeurs suivantes :

$Q_{10} = 90 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{20} = 120 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{50} = 160 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{100} = 200 \text{ m}^3/\text{s}$

Le tableau suivant regroupe les différents résultats obtenus* (valeurs de débits ramenées à la superficie du bassin versant au droit de Besse-sur-Issole).

* Résultats tirés de l'étude hydraulique Route départementale n°13, déviation entre les PK 54.000 et 56.000, Commune de Besse-sur-Issole, HGM Environnement, mai 1999.



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse



HGM Environnement
Tel : 04 91 01 41 77
Fax : 04 91 70 97 97
hgm@hgm-environnement.com

TABLAU RECAPITULATIF DES DEBITS DE CRUE DE L'ISSOLE

Méthodes / débits en m³/s	Calculs HGM Environnement		Etude : Déviation de Forcalquieret		Etude : Barrage de Carcès		Etude : Bassin versant du GAPEAU (HGM)
	SOCOSE	SOGREAH	RATIONNELLE	SOGREAH	GUMBEL	Gradex	
Q10	93,5	95	86	70,5	89		91
Q50	150	178			99	Gradex	141
Q100	187	213	192	142	112	166	160

III.3.4. Episode du 18 janvier 1999

Les stations les plus proches de Besse ont révélé de fortes précipitations, pour les 24 heures précédant le pic de crue, avec un gradient d'intensité allant du barrage de Carcès vers le haut du bassin.

La Roquebrussanne (Haut Bassin)	200 mm
Méounes	199 mm
Cuers	153 mm
Brignoles	98,4 mm
Cabasse	62 mm

La DIREN a indiqué un débit de pointe de 73,7 m³/s à la station de Cabasse (Pont des Fées). Toutefois, au vu des valeurs de précipitations supérieures à la fréquence décennale et compte tenu de l'antécédent pluviométrique du bassin versant, il est probable que cette crue possédait une période de retour supérieure à la décennale.

L'estimation du débit de cette crue au niveau de Besse a été effectuée sur la base des niveaux d'eau observés et des sections mouillées des lits mineur et majeur.

On obtient :

- + Lit mineur : 100 m³/s
- + Lit majeur rive gauche circonscrit par la RD 13 : 10 m³/s (champ et chenal parallèle à la route)
- + Lit majeur et rive gauche (secteur du village) : 5 m³/s
- + Lit majeur rive droite : 5 m³/s

Soit un débit total de 120 m³/s que l'on peut associer à une période de retour de 20 ans environ.



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM *Service*
Tel : 04 91 01 42 77
Fax : 04 91 70 97 97
mailto:service@commune-besse.fr



Y5106610 L'Issole à Cabasse [Pont des Fées] - 223 km2
Zone hydrographique : Y5106610 Altitude : 184 m Département : 83 Var
Producteur : DIREN PACA
E-Mail : michel.charnaud@paca.eaufrance.gouv.fr

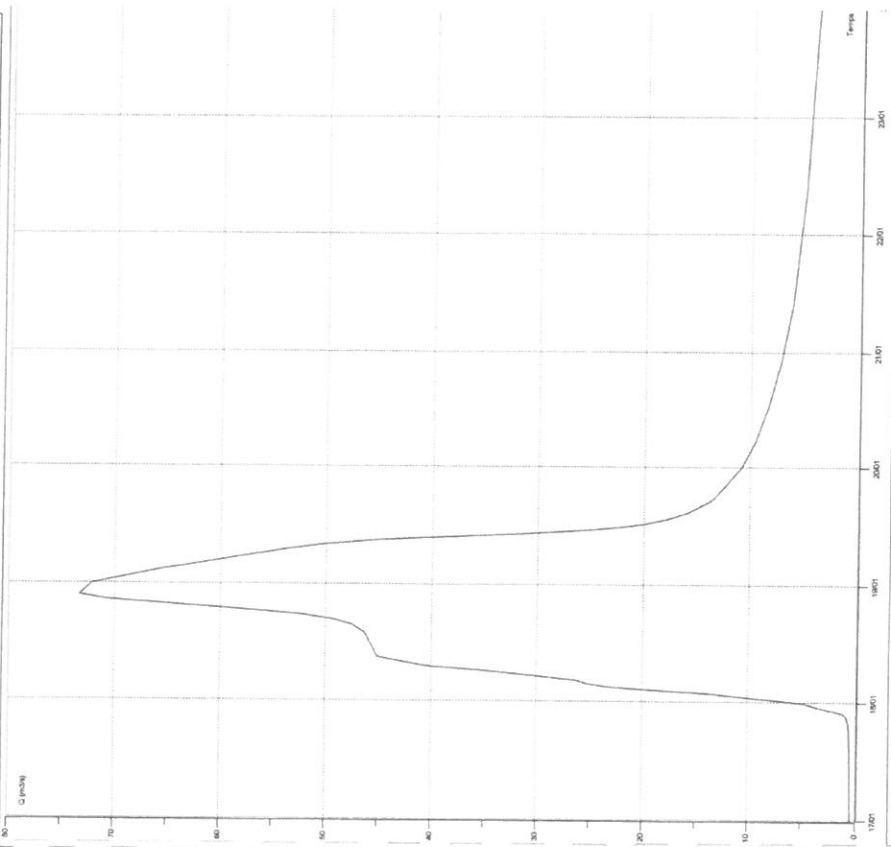


Tel : 4 42 66 65 61

QTVAR : débits à pas de temps variable

Période du 17 janvier 1999 (00:00) au 23 janvier 1999 (23:59)

Précision : 1%



CRUE DE L'ISSOLE DU 18 JANVIER 1999

IV. MODELISATION HYDRAULIQUE

La modélisation hydraulique permet de reconstituer les conditions de propagation de crues débordantes. Elle consiste à reproduire des écoulements connus pour simuler des inondations correspondant à des conditions choisies par le projecteur (débits de pointe par exemple), pour une crue d'occurrence centennale (Q100).

IV.1. Présentation du logiciel de calcul de lignes d'eau HEC-RAS

Un modèle mathématique de lignes d'eau a été élaboré à partir de l'enquête de terrain, des informations historiques provenant des archives des Ponts et Chaussées, des données topographiques récentes, et des calculs de débits.

Les écoulements sont simulés en régime permanent (le débit ne varie pas dans le temps) graduellement varié (la pente varie) et unidimensionnel : le cours d'eau est représenté par une succession de profils en travers, sous le logiciel HEC-RAS¹.

HEC-RAS modélise les écoulements en régime fluvial et/ou torrentiel et permet de prendre en compte des profils en travers avec des rugosités différentes au sein d'une même section ainsi que différents types d'ouvrages hydrauliques (ponts, canalisations, déversoirs, etc.).

IV.2. Topologie du modèle

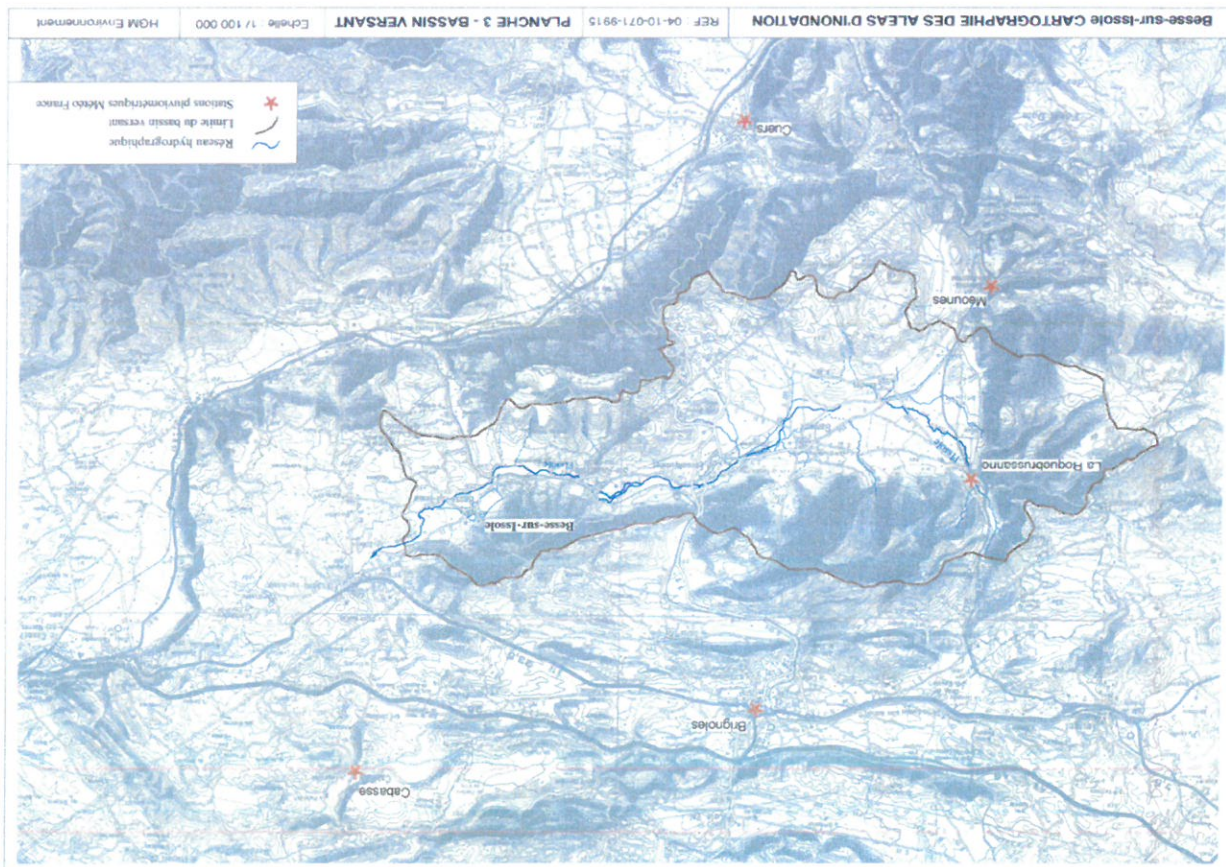
Dans les limites spatiales de l'étude, le linéaire de l'Issole a été divisé en six branches, elles-mêmes divisées en plusieurs biefs.

Le partage des écoulements au droit du secteur amont du village de Besse observé en période de crue a été modélisé par la séparation du lit de l'Issole en deux branches distinctes. Cette « bifurcation » modélise les écoulements responsables de l'inondation du village. La bifurcation rejoint le lit de l'Issole à l'aval de Besse, dans le quartier de Notre Dame.

Le modèle intégré dans le logiciel HEC-RAS est illustré à la page 29 et sur les planches 4a et 4b.

¹ D'après le Guide Méthodologique des Plans de prévention des risques naturels - Risques d'inondation, 1999, Ministère de l'Environnement du territoire et de l'aménagement et le ministère de l'équipement, des transports et du logement, 123 p.

² HEC-RAS : Hydraulic Engineering Center - River Analysis System : logiciel de calcul de ligne d'eau.

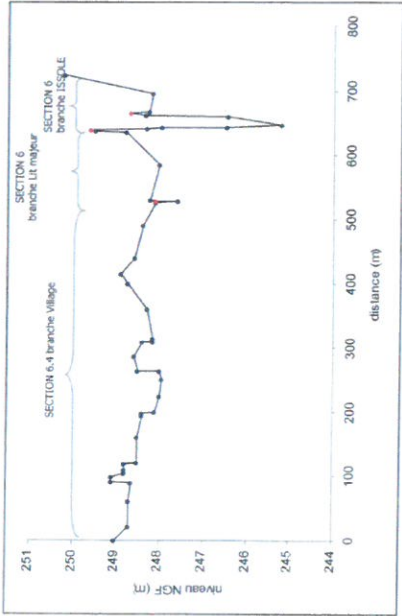


Le tableau suivant indique le nombre de biefs et de profils en travers pour chaque branche du modèle :

Topologie du modèle hydraulique			
Branche	Nombre de biefs	Nombre de profils en travers	Nombre d'ouvrages
BAUME	1	8	2
ISSOLE	2	48	7
LIT MAJEUR	1	8	0
VILLAGE	2	14	0
LIT MAJEUR RG	1	6	2
ISSOLE AVAL	1	17	1

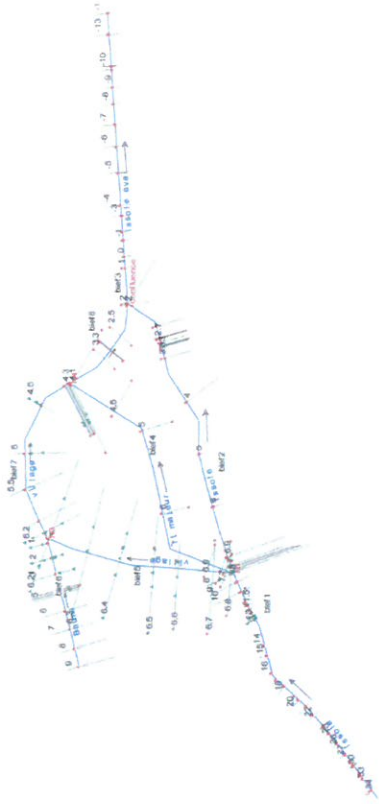
Le schéma ci-dessous illustre la coupe transversale du lit majeur au niveau du secteur du village modélisé par les trois branches distinctes du modèle hydraulique :

- Branche « village » ;
- Branche « lit majeur » ;
- Branche « Issole ».



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tel : 04 91 61 47 77
Fax : 04 91 70 97 97
hgm@hgm-environnement.fr
hgm@orange.fr



Modèle hydraulique sous HEC-RAS

Les profils en travers ont été établis à partir :

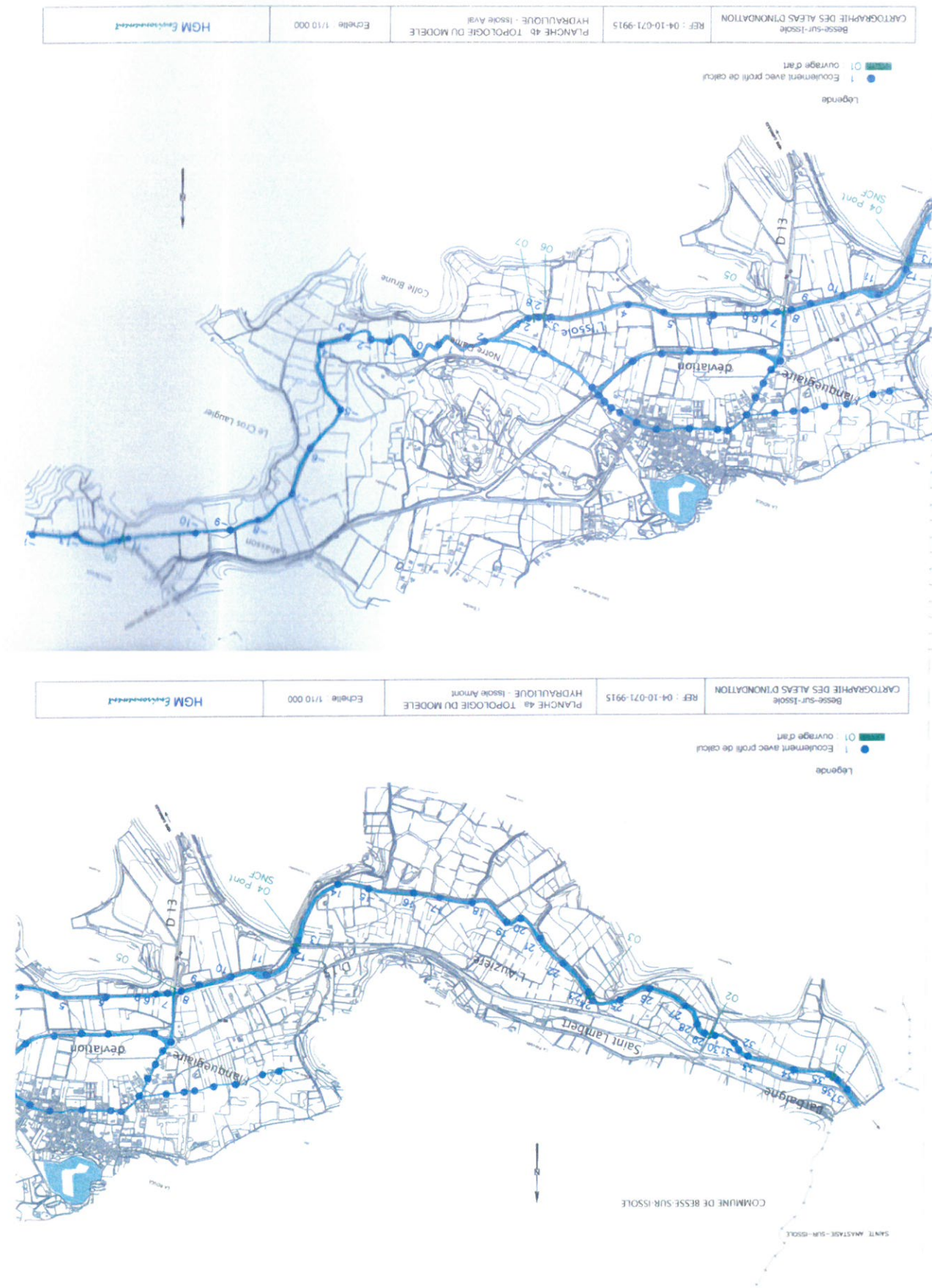
- + De levés topographiques terrestres ;
- + De la photogrammétrie au 1/2 000^{ème} de l'Issole.

Les écoulements dans les secteurs 1 et 3 sont simulés par des écoulements unidimensionnels à l'aide des profils en travers des lits majeurs et lits mineurs.



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tel : 04 91 61 47 77
Fax : 04 91 70 97 97
hgm@hgm-environnement.fr
hgm@orange.fr



IV.4. Marges d'incertitudes et calage du modèle hydraulique

IV.4.1. Incertitudes

Il existe une marge d'incertitude dans la cartographie des zones d'aléas d'inondation. En effet, cette incertitude résulte d'une part de la qualification de l'aléa par la modélisation hydraulique mais avant tout, de la précision initiale de la base de données :

+ Incertitudes sur les données de base

La géométrie du lit mineur a été élaborée à partir des levés topographiques de géomètres de sections en travers du lit mineur. Ces données peuvent être considérées comme de grande précision.

Les profils en travers du lit majeur de l'Issole ont été élaborés soit à partir de levés topographiques de grande précision (secteur 2), soit à partir de la couverture photogrammétrique au 5000^{ème}, comprenant une densification au 2000^{ème} et dont la précision a été estimée de 10 à 15 cm en altimétrie pour une surface de 420 ha. D'autre part, les débits d'entrée du modèle hydraulique retenus dans l'analyse hydrologique sont toujours entachés d'une incertitude liée aux méthodes d'analyse proprement dites.

+ Incertitudes sur la modélisation hydraulique

Il existe également des incertitudes dues aux simplifications du modèle : le lit de l'Issole et le secteur village ont été modélisés par le bial de sections en travers qui rendent compte de tronçons homogènes entre deux sections. En réalité, il existe toujours des artefacts à l'intérieur de chaque tronçon.

Outre la géométrie, le modèle est sensible à d'autres sources d'incertitudes, notamment les coefficients de rugosités des berges et du lit majeur (k de Strickler) et les conditions aux limites amont et aval, les coefficients de débit des ouvrages (débits, seuils, ponts...).

IV.3. Conditions aux limites

IV.3.1. Limites amont

L'analyse hydrologique a permis de définir les débits utilisés dans le modèle hydraulique. Les débits de pointes intégrés dans le modèle hydraulique sont les débits de période de retour 10, 20, 50 et 100 ans suivants :

	Fiver	RS	Q10	Q20	Q50	Q100
1 Bayne	bei6	9	3,3	4,1	5,3	6,6
2 Bayne	bei6	5	3,3	4,1	5,3	6,6
3 Bayne	bei6	4	3,3	4,1	5,3	6,6
4 Issole	bei1	37	90	120	180	200
5 Issole	bei1	13	90	120	180	200
6 Issole	bei2	8	86	100	106	115
7 Issole	bei2	6	86	96	100	108
8 Issole	bei2	4	86	87	89	96
9 Issole	bei2	3,3	72	74	76	83
10 Issole	bei2	3,2	67	69	70	77
11 Issole	bei2	2,7	60	61	63	69
12 la majeure	bei4	7,7	2,5	9	27	41,5
13 la majeure	bei4	6	2,5	14	22	47,5
14 village	bei5	6,8	2,5	11	26	43,5
15 village	bei7	6,2	2,5	11	26	43,5
16 la majeure RG	bei6	4	5	33	71	102
17 la majeure RG	bei6	3,3	19	46	84	117
18 la majeure RG	bei6	3,2	20	52	90	123
19 la majeure RG	bei6	2,6	30	59	97	131
20 Issole aval	bei3	2	90	120	180	200

IV.3.2. Limite aval

En aval, la condition limite est prise égale à la hauteur normale (pente aval = 0,004 m/m).

Le modèle fonctionne en régime fluvial.



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM
Tél : 04 91 81 47 77
Fax : 04 91 70 87 87
L'INFORMATEUR DES DÉPENSES DE LA COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM
Tél : 04 91 81 47 77
Fax : 04 91 70 87 87
L'INFORMATEUR DES DÉPENSES DE LA COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE

IV.5. Cartographie de la zone inondable pour la crue centennale

Les lignes d'eau Q20 et Q100 obtenues après calage sont données en annexe.

IV.5.1. Méthodologie

A partir de la modélisation de l'Issole, du ravin de la Baume et des débordements du lit majeur, le niveau d'eau obtenu en chacun des profils a été transcrit sur le plan topographique au niveau de chaque profil de manière à pouvoir tracer les zones inondables. Les lignes d'eau ont été interpolées entre chaque profil sur le plan topographique.

Dans le quartier de Flanqueglaire, les crues du ravin de la Baume et de l'Issole sont supposées non concomitantes, compte tenu des différences de superficies des deux bassins versants.

IV.5.2. Analyse des résultats

L'emprise de la zone inondable pour la crue centennale est illustrée à la planche 5. Les zones inondées les plus étendues sont observées dans le quartier de l'Auzière (secteur 1), le quartier de Flanqueglaire et le secteur du village (secteur 2), le secteur de Notre Dame, le secteur de Cabasson et de Saint-benoît (secteur 3).

+ Secteur 1 :

Pour une crue centennale, l'Issole déborderait au niveau de la station d'épuration de Saint-Anastase-sur-Issole en rives droite et gauche.

Les débordements se font essentiellement en rive gauche, compte tenu du relief.

Sur cette rive, les inondations atteignent rarement la voie SNCF et la RD15.

En rive droite, le chemin bordant l'Issole n'est pas toujours inondé.

Au droit du quartier de Saint-lambert, on note la présence d'un petit talweg où s'écoulent les débordements. Le quartier de l'Auzière présente cette même caractéristique.

Ce phénomène se reproduit également à l'amont du pont SNCF : un écoulement s'effectue dans un nouveau talweg coupant ainsi le grand méandre.

Les écoulements du lit majeur de l'Issole sont bloqués par les remblais du pont de la SNCF en rive gauche.

BRANCHE / PROFIL	Hauteur d'eau moyenne en lit majeur en m		Vitesse moyenne en lit majeur en m/s	
	Rive gauche	Rive droite	Rive gauche	Rive droite
Issole / 34	0,85	0,67	1,28	1,09
Issole / 29	0,25	0,96	0,57	1,38
Issole / 23	0,61	0,56	1,10	1,04
Issole / 19	0,60	0,66	1,26	1,36
Issole / 14	0,80	0,23	0,78	0,34



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tél: 04 91 61 47 77
Fax: 04 91 70 97 97
mailto:contact@hgm-environnement.fr

IV.4.2. Calage du modèle hydraulique

Le calage du modèle a été effectué sur les crues de janvier 1999 et de décembre 2000 qui présentent comme intérêt d'être bien observées (photographie et repères de crue). L'occurrence de ces crues est estimée à 20 ans environ. Les PHF recueillies aux archives départementales ont permis de valider les hauteurs d'eau de la crue centennale.

+ Lit mineur

Sur l'ensemble du lit mineur de l'Issole, il existe des variations de rugosités. Ces variations sont dues d'une part à l'état de la végétation au niveau des berges ainsi qu'au linéaire de l'Issole (rectiligne à l'aval, sinueux à la confluence, assez rectiligne avec de grands méandres en amont). C'est la raison pour laquelle nous sommes amenés à considérer un intervalle acceptable de coefficients k , de 18 à 25 pour les tronçons comportant des berges très végétalisées et comportant un linéaire sinueux et de 23 à 27 pour les tronçons rectilignes et dont les berges sont moins végétalisées.

+ Lit majeur

Le lit majeur est constitué de cultures, de friches et parfois de prairies, suivant les secteurs. Le coefficient de rugosité utilisé pour le lit majeur est compris dans un intervalle de $k = 10$ à $k = 15$;
 $k = 10$ lorsqu'on note la présence d'arbres et d'arbustes ;
 $k = 15$ pour les prairies, cultures et vignobles.



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tél: 04 91 61 47 77
Fax: 04 91 70 97 97
mailto:contact@hgm-environnement.fr

+ Secteur 2 :

En sortie du pont de la SNCF, les digues de l'Issole ne sont pas suffisantes pour contenir la crue centennale, et provoquent de nouveaux débordements en rives gauche et droite. Les remblais de la RD15 permettent de limiter les inondations au nord, protégeant ainsi l'ouest du quartier de la Libre. Cependant, la RD15 est submergée au droit du méandre situé entre le pont de la SNCF et le pont de la RD13.

Le pont de la RD13 est également insuffisant pour les débordements du lit majeur de l'Issole. C'est en amont du pont qu'un écoulement se produit en direction du village, par déversement sur la RD15. Cet écoulement a été modélisé par le bief « village ».

Un second écoulement prend naissance à l'est du pont de la RD13 et s'écoule en direction du quartier de Baratte, le long de la déviation. Pour cette crue, la majeure partie de la déviation serait inondée.

Dans le secteur du village, l'emprise de l'inondation par la crue centennale reste proche de celle obtenue dans l'étude « Route départementale n°13 – commune de Besse-sur-Issole – mai 1999 ».

En sortie du village, les écoulements sont drainés naturellement vers l'Issole. Les remblais de la déviation en sortie du second giratoire, direction Flassans-sur-Issole, provoquent une expansion des débordements du bief village juste à l'est de l'étang, sous la RD13.

Cette surface peut être considérée comme une zone de stockage temporaire des eaux, dont la vidange est assurée par les ouvrages de décharge (sept cadres 2*1 h) situés sous la déviation. Les écoulements dans le lit majeur de l'Issole, modélisés par les branches « village » et « lit majeur », convergent au niveau du second giratoire, formant à l'aval la branche « lit majeur rive gauche ».

La confluence des écoulements en lit majeur de l'Issole avec les écoulements du lit mineur de l'Issole se produit à l'aval des deux ponts du quartier Notre Dame.

BRANCHE / PROFIL	Hauteur d'eau moyenne en lit majeur en m		Vitesse moyenne en lit majeur en m/s	
	Rive gauche	Rive droite	Rive gauche	Rive droite
Issole / 10	0,33	0,27	0,53	0,65
Issole / 5	-	0,62	-	0,65
Issole / 2	-	0,67	-	0,23
Village / 5,5	0,56	0,34	1,86	0,44
Village / 4,5	1,12	0,90	0,36	0,31



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tél : 04 91 61 47 77
Fax : 04 91 70 97 97
hgm@hgm-environnement.fr

+ Secteur 3 :

Sur ce secteur, l'Issole inonde la vallée devenue plus étroite. Les écoulements ont tendance à « couper » les petits méandres de l'Issole. Un écoulement secondaire se produit à l'intérieur du grand méandre et rejoint le lit mineur de l'Issole plus à l'aval.

En direction de Flassans, l'emprise des débordements de l'Issole s'étend à la quasi totalité de la plaine alluviale.

BRANCHE / PROFIL	Hauteur d'eau moyenne en lit majeur en m		Vitesse moyenne en lit majeur en m/s	
	Rive gauche	Rive droite	Rive gauche	Rive droite
Issole aval / -5	0,28	0,34	0,49	0,79
Issole aval / -8	0,36	0,50	0,68	0,85
Issole aval / -11	0,76	0,17	1,11	0,41
Issole aval / -14	0,70	0,52	1,00	0,80

+ Plaine de Flanqueglaire :

La plaine de Flanqueglaire, située à l'ouest du village, est inondée par les débordements du ravin de la Baume. Les écoulements du ravin ont été modélisés par la branche « Baume ».

Les eaux de ruissellement empruntent les chemins et fossés d'arrosage puis finissent par déborder dans la plaine de Flanqueglaire. Les écoulements dans les fossés s'évacuent en direction du village, par le canal de l'Issolette.

BRANCHE / PROFIL	Hauteur d'eau moyenne en lit majeur en m		Vitesse moyenne en lit majeur en m/s	
	Rive gauche	Rive droite	Rive gauche	Rive droite
Baume / 8	0,16	0,16	0,36	0,37
Village / 6,6	-	0,45	-	0,52



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tél : 04 91 61 47 77
Fax : 04 91 70 97 97
hgm@hgm-environnement.fr

Valeurs limites pour un véhicule de 800 kg ayant une hauteur de caisse de 0,15 m

Pente en %	0,1	0,6	1	2	4	5
Hauteur max en cm	26,3	25,3	23,5	20,3	15,6	13,7
Vitesse en m/s	0,8	1,9	2,3	2,9	3,5	3,6

V.3. Méthodologie

La carte est illustrée par des couleurs significatives caractérisant les surfaces affectées par un ou plusieurs aléas hiérarchisés en fonction de leur intensité. Elle situe les ouvrages de protection (digues) et les équipements qui peuvent avoir un impact sur les conditions de submersion.

Le tableau suivant indique la répartition des intensités d'aléa, en domaine urbain :

	Vitesse < 0,5 m/s	0,5 m/s ≤ vitesse < 1 m/s	Vitesse ≥ 1 m/s
Hauteur < 0,5 m	B1 : risque faible	R2 : risque élevé	R1 : risque très fort
0,5 m ≤ Hauteur < 1 m	B1 : risque faible	R2 : risque fort	R1 : risque très fort
1 m ≤ Hauteur < 2 m	R2 : risque fort	R1 : risque très fort	R1 : risque très fort
Hauteur ≥ 2 m	R1 : risque très fort	R1 : risque très fort	R1 : risque très fort

Le tableau suivant indique la répartition des intensités d'aléa, pour les zones d'expansion des crues :

	Vitesse < 0,5 m/s	0,5 m/s ≤ vitesse < 1 m/s	Vitesse ≥ 1 m/s
Hauteur < 0,5 m	E : champ d'expansion des crues	E : champ d'expansion des crues	R1 : risque très fort
0,5 m ≤ Hauteur < 1 m	E : champ d'expansion des crues	R2 : risque fort	R2 : risque très fort
1 m ≤ Hauteur < 2 m	R2 : risque fort	R2 : risque très fort	R1 : risque très fort
Hauteur ≥ 2 m	R2 : risque très fort	R1 : risque très fort	R1 : risque très fort

Note : Afin de différencier la zone d'aléa fort de la zone d'expansion des crues, le code de couleur est complété des indices suivants :

- R2 : Risque fort
- R1 : Risque très fort
- B2 : Risque élevé
- B1 : Risque modéré
- E : Champs d'expansion des crues

V. CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION
SUR LA COMMUNE DE BESSE SUR ISSOLE

V.1. Crue de référence

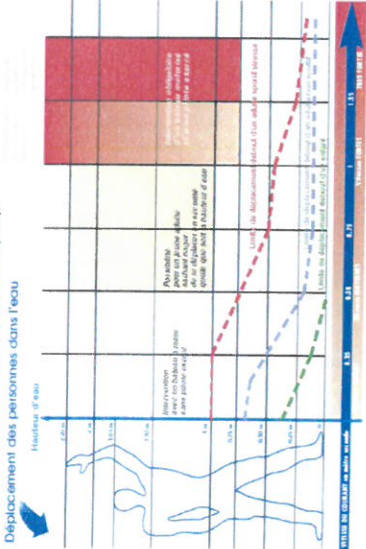
Le débit centennal de projet est retenu pour la cartographie des zones inondables et des aléas d'inondation, à défaut de l'observation d'une crue plus importante.

V.2. Définition

La carte d'aléa est la représentation géographique du niveau d'intensité du phénomène d'inondation par ruissellement à partir de l'estimation des divers paramètres physiques qui le caractérisent :

- la hauteur d'eau ;
- la vitesse d'écoulement ;
- la vitesse de montée des eaux ;
- le temps de submersion*.

La classification du risque repose sur une connaissance des paramètres définie ci-dessus ainsi que des éléments spécifiques telles que es valeurs limites de hauteur et vitesse pour le déplacement des personnes dans l'eau et les valeurs limites pour des véhicules particuliers (voir schéma ci-dessous et tableau ci-après).



* Définition proposée par le Ministère de l'écologie et du développement durable, 2003, plans de prévention des risques naturels (PPR), risques d'inondation (ruissellement périurbain).

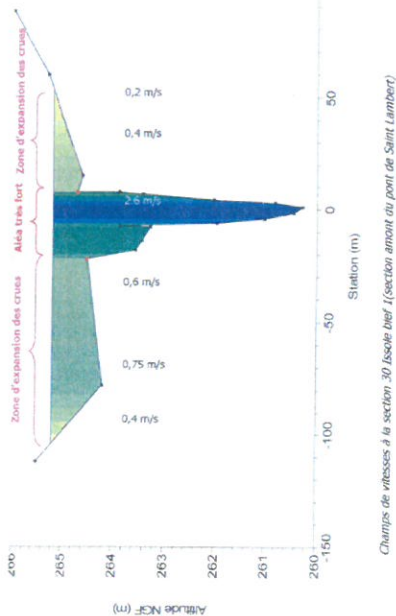
- 42 -

V.4. Résultats

La carte des aléas est présentée en annexe.
Cette carte reprend le code de couleur exposé ci-dessus. Seules les zones affectées par un risque d'inondation apparaissent en couleur. Les zones non directement exposées sont en blanc.

+ Secteur 1 :

Sur les rives droite et gauche de l'Issole, la zone d'aléa très fort résulte des débordements immédiats de l'Issole : vitesse supérieure à 0,5 m/s et hauteur supérieure à 1 m.



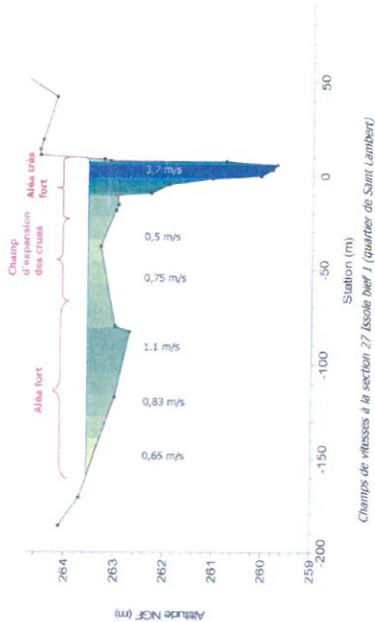
A l'aval du pont de Saint-Lambert, un débordement plus important affecte le quartier, aussi bien en rive gauche qu'en rive droite.
En rive droite, l'inondation affecte la petite cuvette formée des remblais du pont à l'amont et creusée par un petit affluent.
En rive gauche, les débordements empruntent un petit talweg situé en zone d'aléa fort.



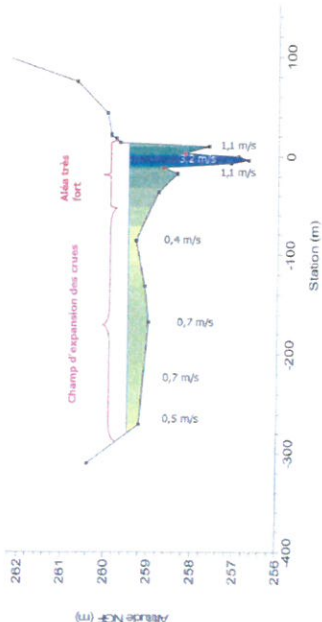
COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM
Tél : 04 91 61 42 77
Fax : 04 91 70 97 97
hgm@commune-besse-sur-issole.fr

- 43 -



Le quartier de l'Auzière comprend une large zone d'expansion des crues.

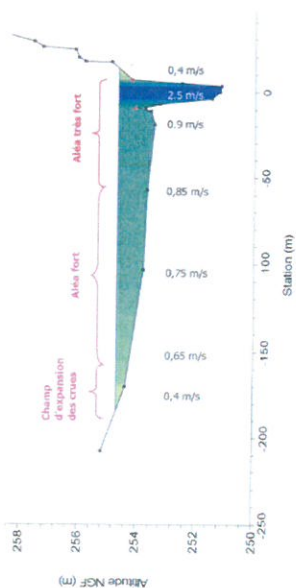


Dans le quartier situé à l'amont du pont SNCF, les écoulements coupent le grand méandre élargissant ainsi la zone d'aléa très fort.



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

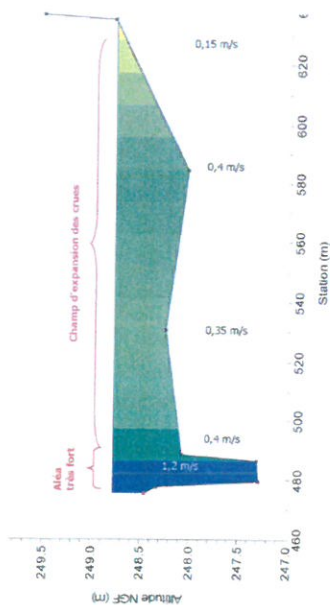
HGM
Tél : 04 91 61 42 77
Fax : 04 91 70 97 97
hgm@commune-besse-sur-issole.fr



Champs de vitesses à la section 14 Issole bief 1 – Camping de Bessa

+ Secteur 2 :

Les débordements s'effectuant à partir du premier giratoire en lit majeur génèrent une zone d'expansion des crues située entre le lit mineur de l'Issole et la déviation.



Champs de vitesses à la section 6 lit majeur -- aval du premier gratoir

Le secteur du village est affecté par les zones d'aléas suivantes :

- Aléa fort en raison des fortes vitesses générées par la faible rugosité des voies qu'empruntent les écoulements. Cette zone est assez limitée par la surface que représente la voie principale ainsi que les maisons adjacentes.



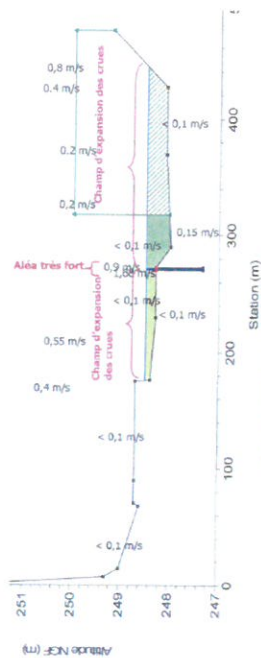
COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSELE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse



HGM *Environnement*
Tél : 04.91.61.47.77
Fax : 04.91.70.97.97
hamen@environnement.fr

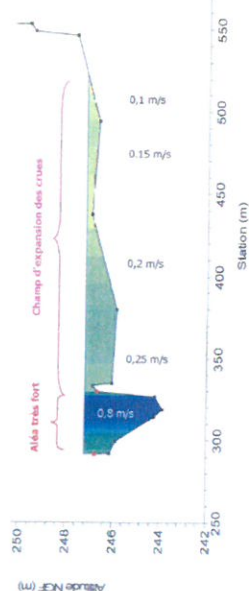
- Aléa faible en raison de l'épanchement de la crue dans les vignobles situés entre le village et la déviation et entre la déviation et l'Issole.
- Les fossés disposés de part et d'autre de la déviation représentent des zones d'aléa très fort.

L'apport du ravin de la Baume génère une zone inondable à l'ouest du village classée en zone d'expansion des crues (zone R2). Cette zone correspond au quartier de Flanqueigaire. Ce quartier est affecté à la fois par les débordements de l'Issole et par les débordements du ravin de la Baume.



Champs de vitesses à la section 3 Baume

A la sortie du village, le quartier Notre-Dame est affecté par un large champ d'expansion des crues en rive droite.



Champs de vitesses à la section 3.3 Issole bief 2
(Quartier Notre-Dame à l'amont de la confluence)

La zone d'expansion de la crue située à l'est du village est classée en zone de risque très fort, en raison de hauteurs d'eau importante.



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse



HGM *Environnement*
Tel: 04.91 81 47 77
Fax: 04.91 70 97 97
hgm@environnement@wanadoo.fr

Secteur 3 :

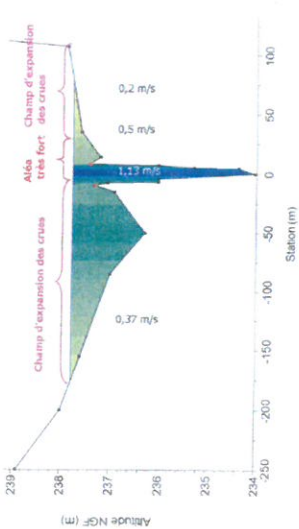
Le secteur 3 est affecté par un risque d'inondation aussi bien en rive droite qu'en rive gauche.
A l'amont du secteur (quartier Notre Dame) et en rive gauche, le chemin desservant les principales habitations est inondable. Ces habitations, situées sur le versant adret de la colline (à l'est de Pécaussier) sont protégées contre les crues majeures de l'Issole.

De même en rive droite, les rares habitations présentes ne sont pas affectées par le risque d'inondation. Elles restent situées en limite extérieure de la zone R2.

A l'amont, les écoulements en lit majeur coupent les petits méandres de l'Issole engendrant ainsi une zone R1 (zone rouge) plus large que le lit mineur.

L'intérieur du grand méandre (rive gauche) est le siège d'une petite dépression, orientée sud ouest - nord est, qui a pour effet de créer une zone d'écoulements secondaires canalisant ainsi les écoulements provenant du chemin d'accès aux habitations.

En limite aval de commune, les terrains sont affectés par un aléa R1 (zone rouge) en raison de la hauteur d'eau importante ($h > 1m$).



Champs de vitesses à la section -7 Issole aval



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tel : 04 91 01 47 77
Fax : 04 91 70 87 87
besse-sur-issole@orange.fr

PROPOSITION DE REGLEMENT

En l'absence d'une réglementation PPR, il est proposé d'étudier une réglementation communale sur les bases qui suivent.

Le présent règlement fixe les dispositions applicables :

- aux biens et activités existants ainsi qu'à l'implantation de toutes constructions et installations,
- à la réalisation de tous travaux et exercices de toutes activités, sans préjudice de l'application des autres législations et réglementations en vigueur.

1. Zonage

Conformément au décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 pris en application de la loi du 2 février 1995 susvisée, le territoire communal a été divisé en trois zones, prenant en considération la crue de référence dite centennale.

- ZONE ROUGE : Zone estimée très exposée et dans laquelle il ne peut y avoir de mesure de protection efficace ;
- ZONE BLEUE : Zone estimée exposée à des risques moindres dans laquelle des parades peuvent être mises en œuvre ;
- ZONE BLANCHE : Zone dans laquelle il n'y a pas de risque prévisible ou pour laquelle la probabilité d'occurrence est inférieure à celle de la crue de référence dite centennale.

2. Crue de référence

La crue de référence est, dans le cas de la commune de Besse-sur-Issole, la crue de période centennale dont les cotes rattachées au Nivellement Général de la France (NGF), exprimées en mètres correspondent aux profils ci-après et notés :

- P.37 à P.14 Issole pour l'Issole ;
- P.9 à P.1 Baume pour le ravin de Baume ;
- P.6.8 à P.4.2 Village pour les débordements de l'Issole dans le secteur du village ;
- P.7 à P.4 Lit majeur pour les débordements de l'Issole en rive gauche, avant le second giratoire ;
- P.4 à P.2 Lit majeur rive gauche pour les débordements de l'Issole en rive gauche à l'aval du second giratoire.

Nota : les cotes de référence entre deux profils seront définies par interpolation des valeurs exprimées pour chacun des profils pris en extrémité.



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM Environnement
Tel : 04 91 01 47 77
Fax : 04 91 70 87 87
besse-sur-issole@orange.fr

- 48 -

3. Effet du présent règlement

La nature et les conditions d'exécution des techniques de prévention prises pour l'application du présent règlement sont définies et mises en œuvre sous la responsabilité du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre concernés par les constructions, travaux et installations.

4. Prescriptions relatives aux ouvrages, constructions et installations existants

Dans toutes les zones soumises au risque d'inondation, les mesures suivantes doivent être prises pour l'existant :

- * Les constructions existantes ne comportant pas de plancher à au moins 0,20 m au-dessus de la cote de référence doivent comporter un point d'attente des secours à au moins 0,20 m au-dessus de cette cote et de capacité correspondant à l'occupation des locaux.
- * L'aménagement des sous-sols existants est interdit.
- * Les parties de bâtiments situées au-dessous de la cote de référence doivent être protégées d'une entrée d'eau en cas de crue. Leurs menuiseries, portes, fenêtres, vantaux, revêtements de sols et de murs, protections phoniques et thermiques, doivent pouvoir résister à l'eau et leurs ouvertures être rendues étanches.
- * La démolition ou la modification sans étude préalable des ouvrages jouant un rôle de protection contre les crues est interdite.
- * Le changement de destination dans les zones d'expansion de crue est interdit lorsqu'il s'accompagne d'une augmentation de la vulnérabilité des personnes et des biens.

5. Règles communes à la zone inondable (zones bleues et rouges confondues)

- * Toute demande d'autorisation de construction, lotissement, installations, aménagements et travaux de toute nature doit être accompagnée d'un plan en trois dimensions, coté en altitude rattaché au NGF et faire figurer la cote de crue de référence sur les coupes et façades et en tant que de besoin, les prescriptions d'un homme de l'art relatives aux parades proposées pour tenir compte du présent règlement.
- * Le niveau du premier plancher habitable et/ou aménageable doit être situé au moins à 0,20 m au-dessus de la cote de la crue de référence.
- * Le soubassement des constructions doit permettre la libre circulation des eaux :



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM
Tél : 04 91 61 47 77
Fax : 04 91 70 97 97
hgm@commune-besse-sur-issole.fr

- 49 -

- dans le cas général, par vide sanitaire ouvert, auquel cas :

- * Les constructions, lorsqu'elles pourront être autorisées ou orientées, dans leur plus grande longueur, dans le sens du courant.
- * pour l'implantation des constructions : le rapport entre la largeur inondable de la construction et la largeur totale du terrain ne doit pas dépasser la valeur de 0,4, les largeurs étant mesurées perpendiculairement à l'écoulement principal de l'eau.
- dans le cas de zones urbaines denses, caractérisées par une importante occupation des sols, une continuité bâtie, une mixité des usages entre logements, commerces et services : notwithstanding la qualité architecturale des projets de constructions qui pourraient être autorisés, la sécurité devra être assurée par la mise en œuvre de structures sur piliers protégés des affouillements, quelle que soit l'implantation des constructions.

SONT INTERDITS :

- * toutes constructions à très forte vulnérabilité, notamment sur les personnes, telles que moyennes et grandes surfaces commerciales, groupes scolaires, foyers, crèches, hôpitaux, habitats touristiques collectifs, centres de vacances, campings, stationnements collectifs de caravanes ou de bateaux, etc.... ;
- * les clôtures pleines perpendiculaires au sens du courant,
- * les sous-sols,
- * les remblaiements affouillements (sauf piscine) et endiguements, à l'exception des cas où ils sont destinés à protéger des lieux densément urbanisés existants.

6. Zones rouges

La zone rouge comporte une :

- + **Zone R1 :**
 - * zone où la hauteur d'eau est supérieure à 2 m,
 - * zone où la hauteur d'eau est supérieure à 1 m et la vitesse d'écoulement supérieure à 0,5m/s,
 - * zone où la vitesse d'écoulement est supérieure à 1 m/s.



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM
Tél : 04 91 61 47 77
Fax : 04 91 70 97 97
hgm@commune-besse-sur-issole.fr

- 50 -

+ **Zone R2 :**

- zone d'expansion des crues,
- zone où la hauteur d'eau est comprise entre 1 et 2 m avec des vitesses inférieures à 0,5 m/s,
- zone où la hauteur d'eau est comprise entre 0,5 m et 1 m avec des vitesses comprises entre 0,5m/s et 1m/s.

RÈGLES D'AMÉNAGEMENT

A – Sont interdits

- + **en zone R1 :** tous travaux, remblais, constructions, installations de quelque nature qu'ils soient, à l'exception des infrastructures publiques et de leurs ouvrages, des cultures de plain champ nouvelles, à condition qu'ils ne fassent pas obstacle à l'écoulement des eaux et n'aggravent pas leurs effets.

B – Sont seuls autorisés

- + **en zone R 1 et R 2,** les travaux d'entretien et de gestion normaux des biens et activités existants.

+ **en zone R 2,**

A condition qu'ils ne fassent pas obstacle à l'écoulement des eaux et n'aggravent pas les risques et leurs effets :

- les cultures annuelles et pacages et la replantation (dans le sens d'écoulement des eaux) de cultures permanentes, et la plantation de cultures permanentes herbacées,
- la plantation de cultures arbustives, à condition de ne pas constituer de haie dense et continue,
- les serres «plastiques» sur arceaux, sans surélévation des terrains et à condition d'être orientées dans le sens du courant de l'eau et de disposer sur pignon d'un dispositif d'enfacement à l'eau dont la hauteur se situe 0,20 mètre au-dessus de la cote de référence,
- lorsque la hauteur d'eau est inférieure à 1 mètre, la création de 250 m² maximum de surface hors œuvre brute de hangars strictement liés et nécessaires aux cultures agricoles des exploitations dont la surface totale est d'au moins 5 ha, à condition :
 - qu'il n'y ait pas sur le territoire de l'exploitation, de terrains moins exposés au risque que celui faisant l'objet de la demande,
 - qu'ils soient destinés à stocker des récoltes, du matériel mobile et du matériel de travail du sol,
 - qu'ils soient orientés selon le sens du courant et de disposer sur les parois exposées au courant de grilles dont la hauteur se situe à 0,20 mètre au-dessus de la cote de référence et perméable à l'eau sur au moins 70 % de ces parois,



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE

Cartographie des aléas d'inondation

Rapport de synthèse

HGM *Environnement*

Tel : 04 91 61 47 77

Fax : 04 91 70 97 97
mailto:urbanisme@commune-besse.fr

- 51 -

- les plantations permanentes arboricoles ne constituant pas un obstacle à l'écoulement des eaux et respectant un espacement de 4 m minimum entre les plants et les vignes dont les rales orientées dans le sens du courant devront être espacées d'une largeur de 2 m minimum,
- les installations à usage de gestion des cours d'eau et nécessaires à l'exploitation des captages d'eau potable,
- les installations et travaux divers destinés à améliorer l'écoulement ou le stockage des eaux, à réduire le risque, ou à protéger les lieux existants densément urbanisés,
- les carrières, ballastières et gravières sans installations fixes ni stockage ou traitement des matériaux susceptibles de gêner l'écoulement des crues,
- les aménagements de terrains de plein air, de sports et de loisirs au niveau du sol, à l'exclusion de toute construction,
- les réseaux d'irrigation et de drainage avec bassins d'orage destinés à compenser les effets sur l'écoulement des eaux, ces bassins devant être conçus pour résister à l'érosion et aux affouillements,
- les clôtures constituées d'au maximum 3 fils superposés espacés d'au moins 50 cm, avec poteaux distants d'au moins 2 m,
- les piscines enterrées et fondées à condition de la mise en place d'un balisage du bassin.

7. Zones bleues

Les zones bleues exposées à un moindre risque correspondent à :

- + **une zone B 1** dans laquelle :
 - la hauteur d'eau est inférieure ou égale à 1 m et où la vitesse de l'eau est inférieure à 0,5m/s.
- + **une zone B 2** dans laquelle :
 - la hauteur d'eau est inférieure ou égale à 0,50 m et où la vitesse de l'eau est comprise entre 0,5 et 1 m/s.

7.1. Règles d'aménagement

A – Sont interdits en zones bleues

- la création ou l'extension de terrains de camping et caravanage, de parcs résidentiels de loisirs,
- l'implantation de parcs destinés à l'élevage des animaux,
- tout remblai et les dépôts de matériaux et endiguement, à l'exclusion de ceux destinés à protéger les lieux densément urbanisés,
- toutes constructions et installations en fond de «thalweg» (vallons) et à moins de 10 m de l'axe,



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE

Cartographie des aléas d'inondation

Rapport de synthèse

HGM *Environnement*

Tel : 04 91 61 47 77

Fax : 04 91 70 97 97
mailto:urbanisme@commune-besse.fr

réseaux divers (électricité, gaz, eau, téléphone) et à la mise en valeur des ressources naturelles, sous réserve qu'elles ne fassent pas l'objet d'une occupation humaine permanente et que les équipements sensibles soient situés au minimum à 0,20 m au-dessus de la cote de référence.

7.2 Règles de construction

A - Niveau des planchers des constructions nouvelles

Le plancher le plus bas ne doit pas être réalisé à moins de 0,20 m au-dessus de la cote de référence. Les remblais étant interdits, le sous-bassement des constructions doit pouvoir permettre une libre circulation des eaux (constructions sur pilotis par exemple ou perméabilité à 70 % par vide sanitaire ouvert, des ouvrages de soutien), et sans ouverture dans l'axe du courant.

B - Techniques et matériaux

Les parties d'ouvrages situées à moins de 1 m au-dessus de la cote de référence, tels que :

- ✓ constructions et aménagements de toute nature,
- ✓ menuiseries, portes, fenêtres, vantaux,
- ✓ revêtements de sols et murs, protections thermiques et phoniques,

doivent être constituées de matériaux imputrescibles et insensibles à l'eau, être conçues pour résister à la pression hydraulique, à l'érosion et aux effets des affouillements.

C - Réseaux

- ✓ l'utilisation de systèmes d'assainissement non étanche est interdite,
- ✓ les réseaux intérieurs aux constructions doivent être munis d'un dispositif de mise hors service automatique ou établi, en particulier pour les constructions neuves, à 1 m au-dessus de la cote de référence,
- ✓ tout circuit électrique situé à moins de 1 m au-dessus de la cote de référence doit pouvoir être coupé séparément,
- ✓ tout appareil électrique fixe doit être placé au moins à 1 m au-dessus de la cote de référence,
- ✓ l'implantation de nouveaux réseaux et de leurs équipements à moins de 0,50 m au-dessus de la cote de référence est interdite à l'exception :
 - des drainages et épaissements,
 - des irrigations,
 - des réseaux d'eau potable élançables,
 - des réseaux d'assainissement élançables à l'eau de crue, et munis de dispositifs assurant leur fonctionnement en cas de crue,
 - des réseaux électriques et téléphoniques enterrés et protégés contre les eaux.



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM *Environnement*
Tél : 04 91 61 47 77
Fax : 04 91 70 97 97
hgm@commune-besse.fr

- ✓ toutes constructions, installations nouvelles en zone B 2, nonobstant les dispositions du § B ci-dessous.

B – Sont admis en zones bleues (sous réserve des § 4 et 5)

- + en zone B 1 : les constructions nouvelles sous réserve de l'application des règles communes aux zones inondables et de l'application des règles de construction édictées ci-après au 7-2.

+ en zone B 1 et zone B 2 :

- ✓ l'aménagement des habitations existantes à condition qu'il n'y ait pas changement de destination ; les planchers habitables créés ou aménagés seront situés au minimum à 0,20 m au-dessus de la cote de référence,
- ✓ l'aménagement des constructions existantes à usage d'hébergement tels que foyers, hôtels, hôpitaux, commerces et entreprises, à condition qu'il n'y ait pas augmentation de la capacité d'accueil et pas de changement de destination ; les planchers habitables créés ou aménagés seront situés au minimum à 0,20 m au-dessus de la cote de référence ; les effectifs reçus devront disposer d'un accès rapide à un niveau refuge de dimensions suffisantes, situé à 0,20 m minimum au-dessus de la cote de référence,
- ✓ l'aménagement des constructions existantes avec changement de destination, ne peut avoir pour conséquence de déroger aux règles de la zone B1, de diminuer la sécurité des personnes ni d'augmenter la vulnérabilité des biens ou les risques de nuisances,
- ✓ le stockage des produits polluants ou dangereux devra se faire au-dessus de la cote de la crue de référence majorée de 0,20 m minimum.

+ en zone B 2 :

- ✓ la création d'habitations nouvelles liées et nécessaires à l'exploitation agricole s'il n'y a pas sur le territoire de l'exploitation de terrain moins exposé au risque que celui faisant l'objet de la demande ; tout plancher habitable sera situé au minimum à 0,20 m au-dessus de la cote de référence,
- ✓ les constructions nouvelles liées et nécessaires à l'exploitation agricole, autres qu'à usage d'habitation, s'il n'y a pas sur le territoire de l'exploitation de terrain moins exposé au risque que celui faisant l'objet de la demande ; leur usage ne devra pas avoir pour effet de provoquer un rassemblement de personnes ; les occupants devront disposer d'un accès rapide à un niveau refuge situé au minimum à 0,20 m au-dessus de la cote de référence,
- ✓ les constructions et installations à usage de gestion des cours d'eau et celles nécessaires à l'exploitation des captages d'eau potable et des



COMMUNE DE BESSE-SUR-ISSOLE
Cartographie des aléas d'inondation
Rapport de synthèse

HGM *Environnement*
Tél : 04 91 61 47 77
Fax : 04 91 70 97 97
hgm@commune-besse.fr