

**Annexe 14 : Etude hydraulique – HTV – Janvier 2021**

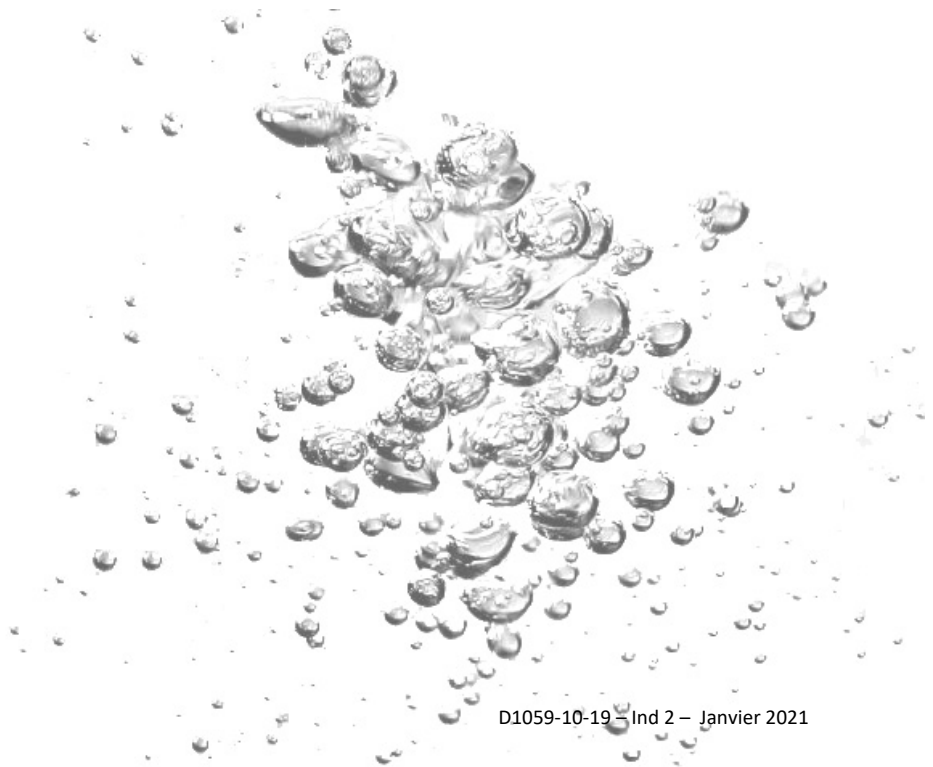


**Gaïa**

Route de Mazères  
09700 SAVERDUN

**Projet de gravière sur la commune de Bram (11)  
Etude hydraulique des incidences sur les écoulements**

*Rapport d'étude*



D1059-10-19 - Ind 2 - Janvier 2021



32 chemin de Bier  
38110 SAINTE-BLANDINE  
Tél/Fax : 04.74.83.39.12  
Port. : 06.08.41.65.62  
Email : contact.htv@orange.fr



# TABLE DES MATIERES

<b>Chapitre 1 Préambule</b> .....	<b>1</b>
1.1 Contexte et objectifs .....	1
1.2 Démarche de l'étude.....	2
<b>Chapitre 2 Hydrologie</b> .....	<b>4</b>
2.1 Contexte hydrologique .....	4
2.2 Crues de références .....	5
<b>Chapitre 3 Espace de mobilité</b> .....	<b>6</b>
3.1 Définition et cadre réglementaire de l'espace de mobilité .....	6
3.2 Espace de mobilité maximal (EMAX) .....	6
3.3 Espace de mobilité historique (EHIST) .....	8
3.4 Conclusion .....	8
<b>Chapitre 4 Analyse hydraulique</b> .....	<b>13</b>
4.1 Constitution du modèle hydraulique.....	13
4.1.1 Modèle utilisé .....	13
4.1.2 Topographie – structure de modélisation .....	13
4.1.3 Conditions aux limites.....	15
4.1.4 Calage du modèle.....	15
4.2 Résultats des simulations à l'état actuel .....	15
4.2.1 Fonctionnement général.....	15
4.3 Incidence du projet sur les crues .....	20
4.3.1 Généralités .....	20
4.3.2 Impact du projet sur les conditions d'écoulements.....	20
4.3.3 Impact du projet sur la capacité du champ d'expansion des crues .....	20
4.3.4 Impact du projet vis-à-vis des autres exploitations environnantes .....	21
4.4 Conclusions .....	21

# TABLE DES ILLUSTRATIONS

---

Tableau 2-1 :	Débits du Fresquel à la station de Carcassonne (939 km <sup>2</sup> ) .....	4
Tableau 2-2 :	Débits de référence des cours d'eau de la zone d'étude (Source PPRI) ..	5
Figure 1-1 :	Localisation de la zone d'étude .....	3
Figure 2-1 :	Ecoulement mensuel moyen du Fresquel à la station de Carcassonne ...	4
Figure 2-2 :	Hydrogramme de crue du ruisseau de la Preuille et du ruisseau de Rebenty	5
Figure 3-1 :	Espace de mobilité maximale (EMAX).....	7
Figure 3-2 :	Extrait de la carte de Cassini .....	9
Figure 3-3 :	Extrait de la carte d'Etat Major .....	10
Figure 3-4 :	Photographie aérienne ancienne (1954) .....	11
Figure 3-5 :	Photographie aérienne actuelle .....	12
Figure 4-1 :	Secteur couvert par la modélisation 2D .....	14
+Figure 4-2 :	Inondabilité à l'état actuel en crue centennale (Vue générale) .....	16
Figure 4-3 :	Vitesse d'écoulement à l'état actuel en crue centennale (Vue générale)	17
+Figure 4-4 :	Inondabilité à l'état actuel en crue centennale (Zoom sur la zone d'étude)	18
Figure 4-5 :	Vitesse d'écoulement à l'état actuel en crue centennale (Zoom sur la zone d'étude)	19

### 1.1 Contexte et objectifs

La société GAÏA est autorisée par l'arrêté n° 2008-11-3243 du 23 mai 2008, à exploiter une sablière, une installation de traitement et une station de transit sur les communes de Bram et Montréal (11), aux lieux-dits « Valgros » et « Le Pigné », sur une surface de 19,6 ha. Cette autorisation est accordée pour une durée de 30 ans, soit jusqu'au 23 mai 2038.

Conformément à son plan de phasage, l'exploitation s'est d'abord concentrée dans le secteur nord-ouest. Mais le gisement, estimé à 7 m d'épaisseur dans cette zone d'après les sondages prospectifs, s'est avéré plus fin, avec une épaisseur moyenne plutôt comprise entre 3 et 5 m, comme attendu dans le secteur sud-ouest. Ainsi, l'exploitation a avancé plus vite que prévu et, douze ans après le démarrage de l'extraction, il ne reste déjà plus qu'à peine trois années d'exploitation (à hauteur du tonnage annuel moyen de 60 000 tonnes/an).

La société GAÏA, qui dispose de la maîtrise foncière de deux parcelles contiguës au nord-ouest de l'emprise actuellement autorisée, souhaite donc étendre son installation sur 5,25 ha au droit de ces parcelles, pour pouvoir poursuivre l'exploitation du gisement de Bram et de son installation de traitement.

L'exploitation est réalisée en deux fois : après la découverte, le gisement hors d'eau est extrait avec une chargeuse qui alimente des installations de traitement mobiles (criblage et lavage seulement).

Le gisement en eau est extrait par campagnes à l'aide d'une pelle hydraulique. Celle-ci dépose les matériaux extraits sous forme de cordon pour qu'ils s'égouttent, puis ils sont repris à la chargeuse une fois égouttés pour être traités dans les installations.

Les eaux de lavage sont décantées dans trois bassins successifs. Les eaux sont donc recyclées et seul un appoint d'eau est pompé dans le lac ouest.

Le projet prévoit une remise en état à vocation écologique et paysagère réalisée de façon coordonnée avec l'exploitation.

Dans le cadre du projet, l'extraction avancera d'abord du sud vers le nord dans la moitié sud-ouest de la zone d'extraction, puis du nord vers le sud dans sa moitié nord-ouest. Parallèlement, la pointe sud-ouest du site sera remblayée à l'aide de matériaux inertes extérieurs. Les installations de traitement y seront déplacées pour finir l'extraction. Il n'y aura plus d'extraction durant les dernières années, seulement de l'accueil de matériaux inertes pour finaliser la remise en état du site.

La présente étude a pour objectif de fournir les compléments demandés en matière d'incidences hydrauliques du projet pendant la phase d'exploitation et après réaménagement.

## 1.2 Démarche de l'étude

Préalablement à la mise en œuvre d'un modèle hydraulique, plusieurs étapes importantes sont nécessaires pour préparer le travail d'analyse des impacts d'un projet de gravière.

Dans un premier temps, une analyse du comportement hydrologique du site a été menée afin de définir précisément les débits de crue de référence à prendre en compte.

Puis dans un deuxième temps, il est nécessaire de procéder à une analyse hydrogéomorphologique qui caractérisera l'espace de mobilité des cours d'eau en présence. La détermination de l'espace de mobilité des cours d'eau au droit du site est un élément déterminant dans la compréhension des risques de capture.

Puis dans un troisième temps, un modèle hydraulique a été mis au point et la crue de référence a été simulée en l'état actuel.

Enfin, le quatrième temps a été consacré à la détermination des dispositions constructives.

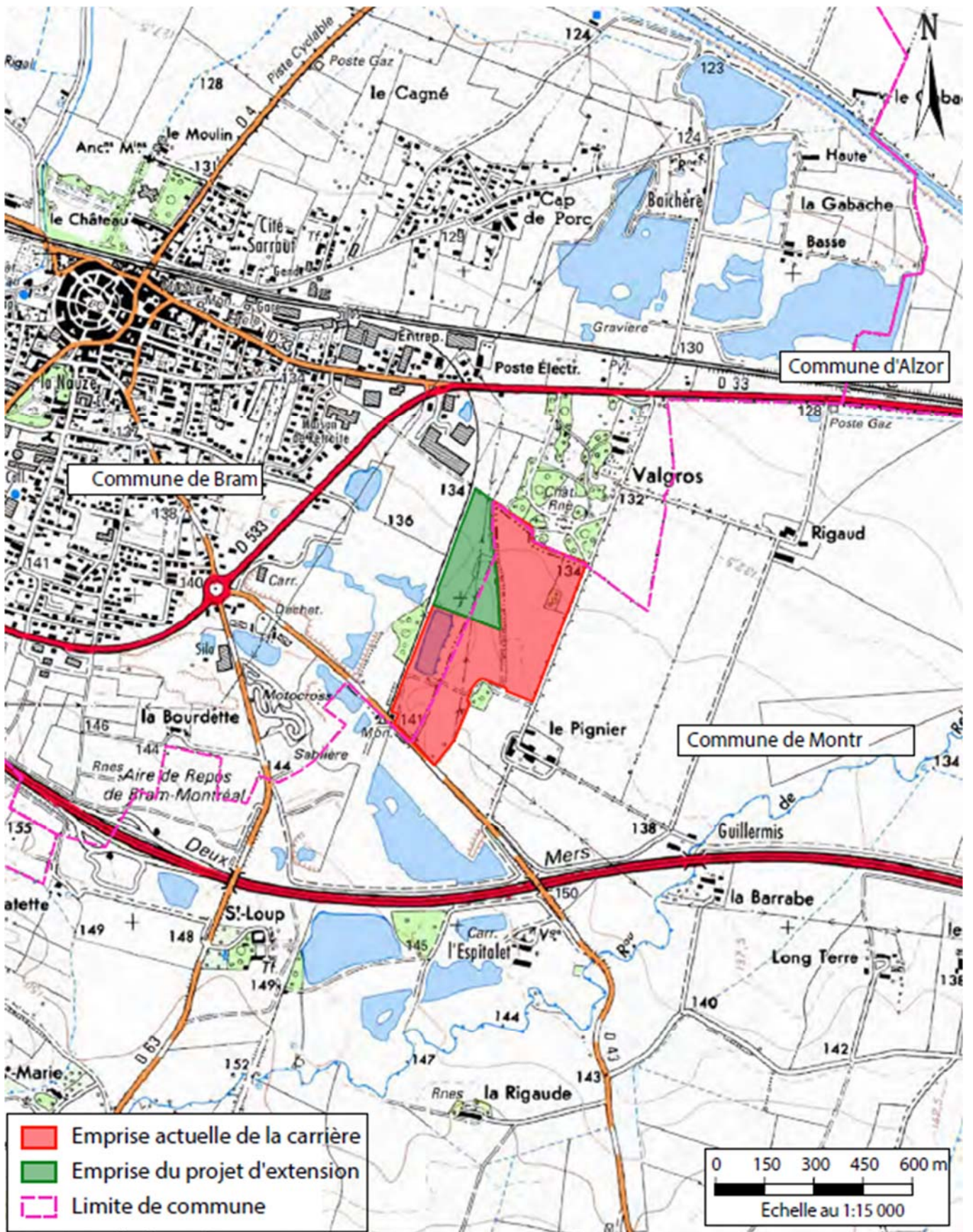


Figure 1-1 : Localisation de la zone d'étude

## 2.1 Contexte hydrologique

La zone d'étude est concernée par les écoulements du Fresquel, du ruisseau de Rebenty et du ruisseau de la Preuille.

A noter que le Fresquel se situe au nord du canal du Midi, celui-ci faisant écran au débordement du Fresquel sur le territoire de Bram. La zone d'étude étant pincée géomorphologiquement parlant entre le remblai de l'autoroute A61 et celui du canal du Midi, se trouve inondée par le ruisseau de Rebenty et par le ruisseau de la Preuille mais qui se trouvent sous l'influence aval du Fresquel.

L'hydrologie moyenne du Fresquel est suivie au niveau de la station hydrométrique de Carcassonne (Pont Rouge) située en aval de la zone d'étude (Station Y1364010).

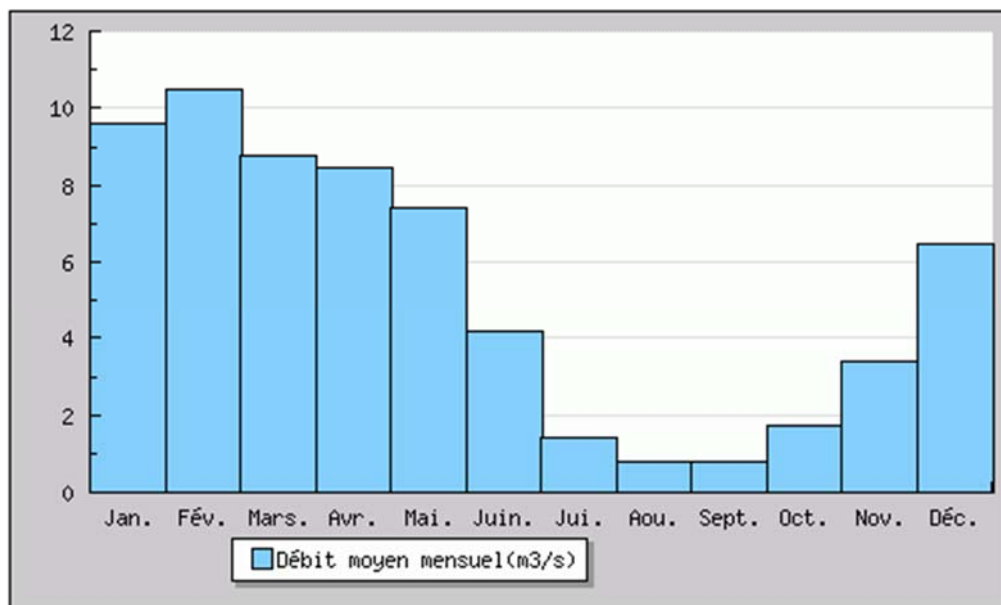


Figure 2-1 : Ecoulement mensuel moyen du Fresquel à la station de Carcassonne

Tableau 2-1 : Débits du Fresquel à la station de Carcassonne (939 km<sup>2</sup>)

	QMNA5	Module	Q2
<b>Le Fresquel à Carcassonne (939 km<sup>2</sup> 1977-2020)</b>	<b>0.100 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>9.62 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>110 m<sup>3</sup>/s</b>

(Source : banque hydro DREAL – calculs statistiques sur 44 années d'observations)



## 2.2 Crues de références

Les débits de crue de référence ont été estimés dans l'étude hydrologique préalable au PPRI du bassin versant du Fresquel par le cabinet BRLi en 2010, pour le compte du de la Direction Départemental des Territoires et de la Mer de l'Aude.

Nous reportons ci-dessous les hypothèses hydrologiques nécessaires à la réalisation de l'étude.

Tableau 2-2 : Débits de référence des cours d'eau de la zone d'étude (Source PPRI)

Temps de retour	10 ans	100 ans
Fresquel	163	371
Preuille	45	147
Rebenty	44	158

L'hydrogramme de crue s'étale sur une durée de 2 jours.

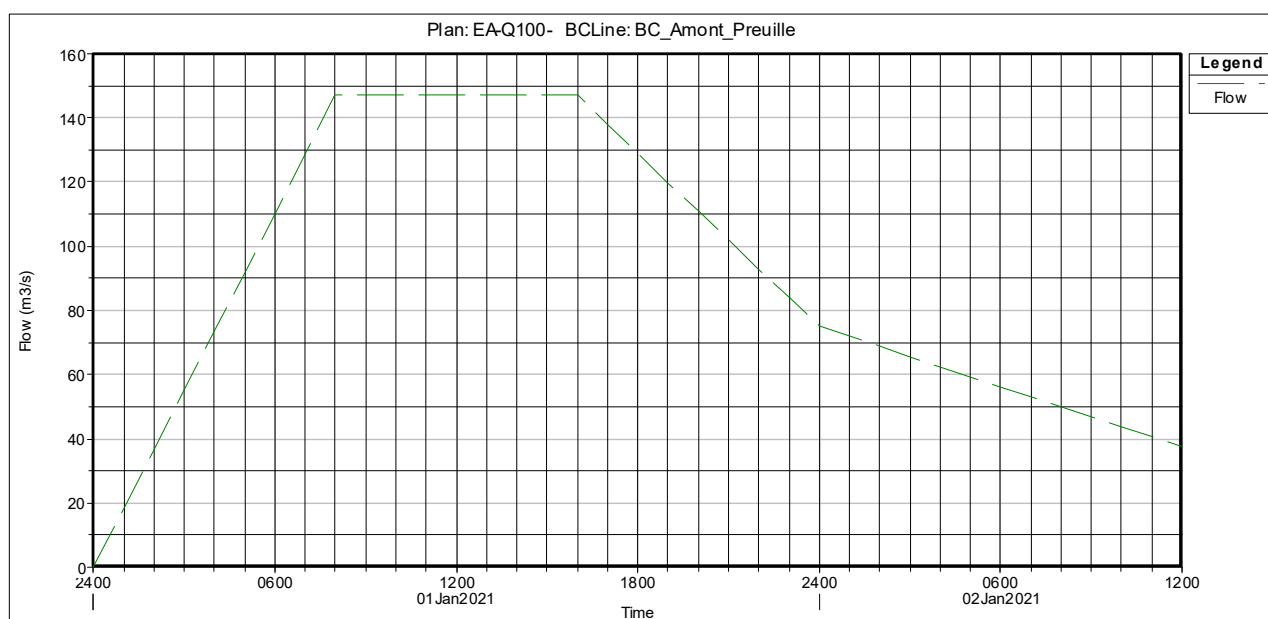
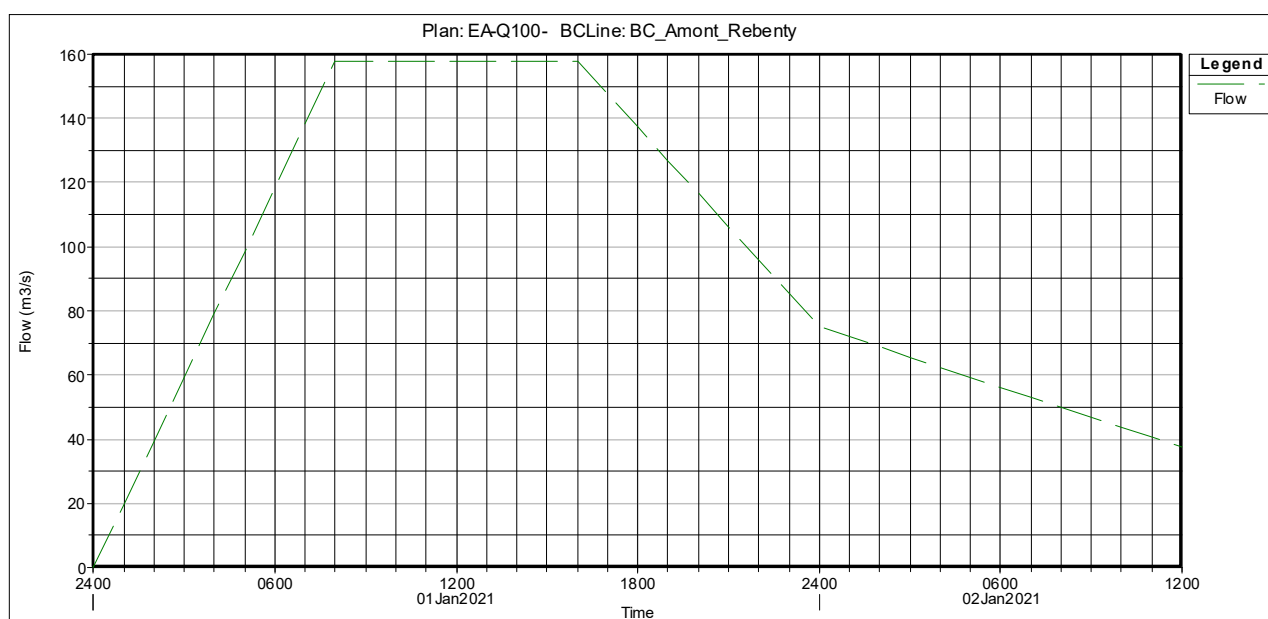


Figure 2-2 : Hydrogramme de crue du ruisseau de la Preuille et du ruisseau de Rebenty

# Chapitre 3

## Espace de mobilité

### 3.1 Définition et cadre réglementaire de l'espace de mobilité

Dans le cadre de cette étude, nous retiendrons la définition de l'espace de liberté selon le Schéma Départemental des carrières de l'Aude qui est défini comme l'espace du lit majeur à l'intérieur duquel le lit mineur peut se déplacer

Pour aller un peu plus loin, nous utiliserons la doctrine méthodologique définie par le guide technique n°2 de l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse intitulé « Détermination de l'espace de liberté des cours d'eau » de novembre 1998. Selon cette méthodologie, l'espace de mobilité s'étend comme « l'espace du lit majeur à l'intérieur duquel le ou les chenaux fluviaux assurent des translations latérales pour permettre une mobilisation des sédiments ainsi que le fonctionnement optimum des écosystèmes aquatiques et terrestres ».

Conformément à la méthode, notre étude s'est attachée à établir les périmètres suivants :

- ❑ EMAX : l'espace de mobilité maximal qui correspond à l'espace de mobilité maximal théorique basé sur l'amplitude du corps sédimentaire mobilisable en fond de vallée.
- ❑ EHIST : l'espace de mobilité historique qui correspond à l'espace du lit majeur à l'intérieur duquel le ou les chenaux fluviaux assurent des translations latérales historiques.

Les exploitations de carrière de granulats sont interdites dans l'espace de mobilité du cours d'eau (arrêté ministériel du 22 septembre 1994 modifié).

### 3.2 Espace de mobilité maximal (EMAX)

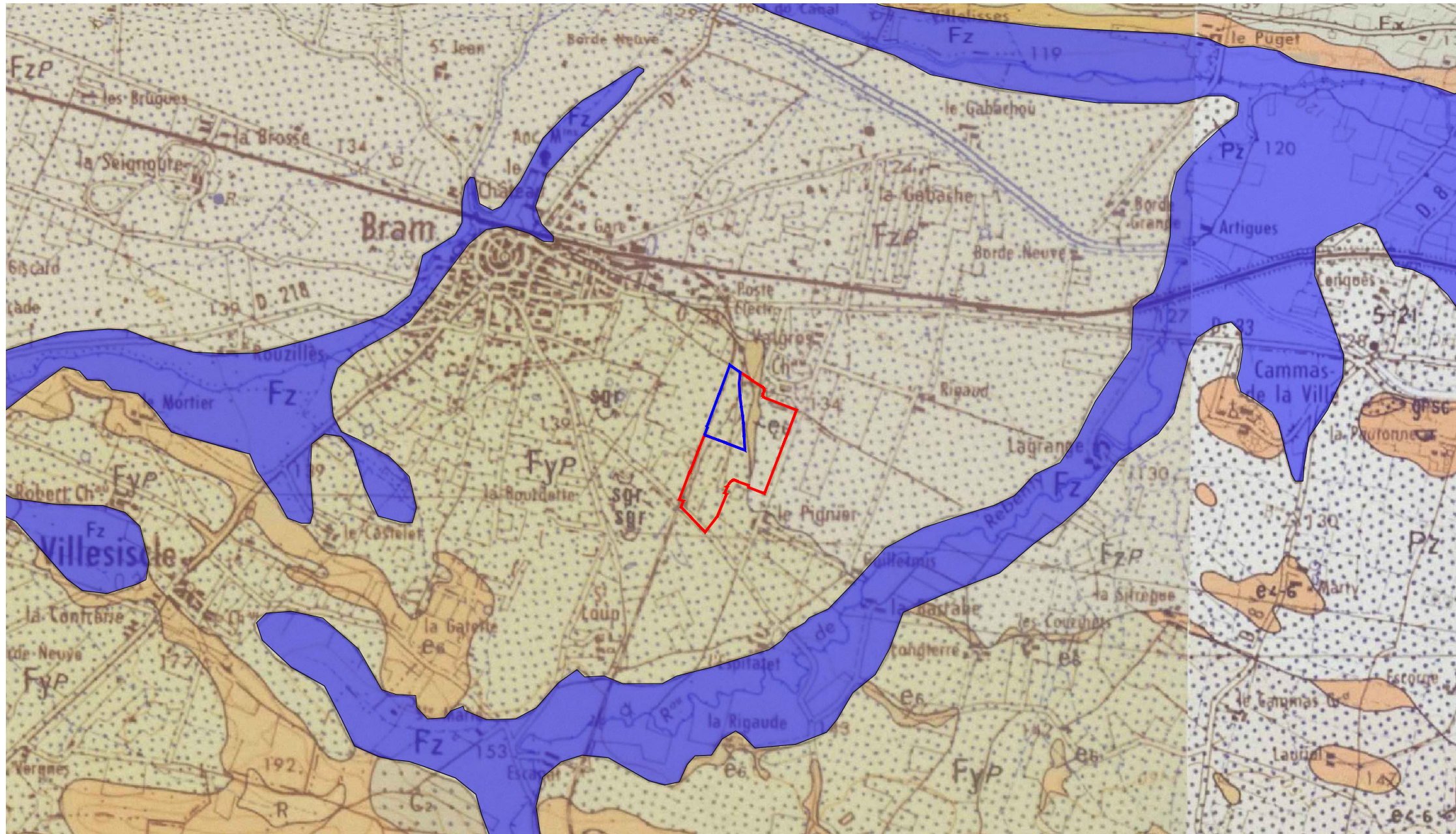
Selon le guide méthodologique, l'espace de divagation maximale doit se confondre avec l'emprise des alluvions « modernes » à une échelle pluri-séculaire (Holocène récent). Cette première enveloppe est la plus vaste des enveloppes évoquées ci-dessus. Elle correspond à l'espace idéal, qui n'est pas entièrement mobilisable par le cours d'eau à notre échelle de temps mais bien à l'échelle de temps géologique. Elle reflète les processus de déplacement de lit au cours des derniers milliers d'années.

Cette espace correspond sensiblement au corps sédimentaire mis en place à la fin de la glaciation du Würm (-12 000 ans) dans le fond de vallée et encore potentiellement mobilisable. Cela correspond aux alluvions actuelles de la vallée qui sont identifiées par les terrains Fz sur la carte géologique du BRGM correspondant aux alluvions modernes (limons, sables et graviers).

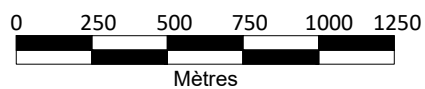
Les alluvions anciennes (FyP et Fy) ne sont pas concernées par l'espace de mobilité maximale.

# Projet de gravière à Bram

## Etude hydraulique



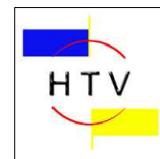
Echelle : 1/25 000



Légende :

- EMAX
- Extension
- Emprise actuelle

Espace de mobilité maximale



### 3.3 Espace de mobilité historique (EHIST)

Il s'agit à partir de l'analyse de documents anciens et des photographies aériennes de cartographier la divagation historique des cours d'eau. Cette approche intègre implicitement l'anthropisation du milieu.

HTV a fait l'acquisition auprès de l'Institut National Géographique de cartes anciennes et de photographies aériennes listées ci-dessous.

Année	Nom / Code de la mission
XVIII <sup>ème</sup> siècle	Carte de Cassini
Début XX <sup>ème</sup> siècle	Carte d'Etat Major
1954	C2645-0071_1954_F2345-2645_0175
2018	Source IGN

Ces photographies sont présentées dans les pages suivantes.

L'analyse comparative de ces photographies montre qu'à l'échelle des 100 dernières années, les ruisseaux de la Preuille et de Rebenty ne présente pas de divagation au droit du projet.

### 3.4 Conclusion

La zone d'étude se situe en dehors de l'espace de mobilité maximale et historique.

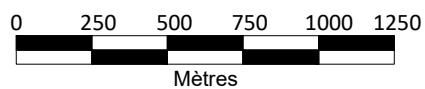
L'implantation du site est par conséquent conforme à l'arrêté ministériel du 22 septembre 1994 modifié.

# Projet de gravière à Bram

## Etude hydraulique



Echelle : 1/25 000



Légende :

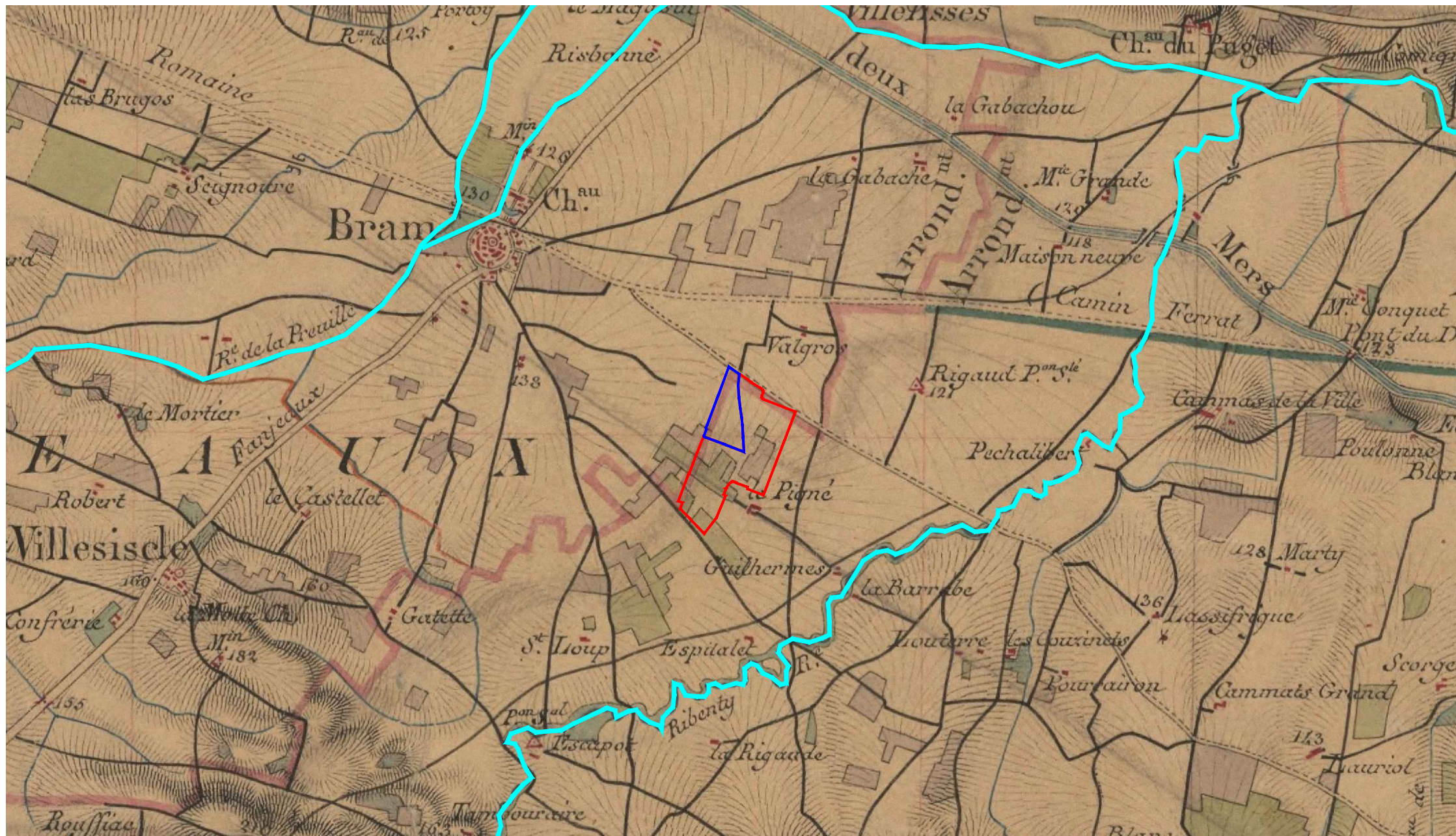
- Hydrographie
- Extension
- Emprise actuelle

Carte de Cassini

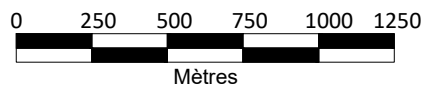


# Projet de gravière à Bram

## Etude hydraulique



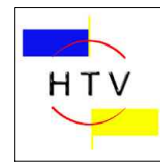
Echelle : 1/25 000



Légende :

- Hydrographie
- Extension
- Emprise actuelle

Carte d'Etat Major

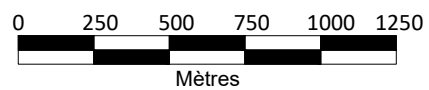


# Projet de gravière à Bram

## Etude hydraulique



Echelle : 1/25 000



Légende :

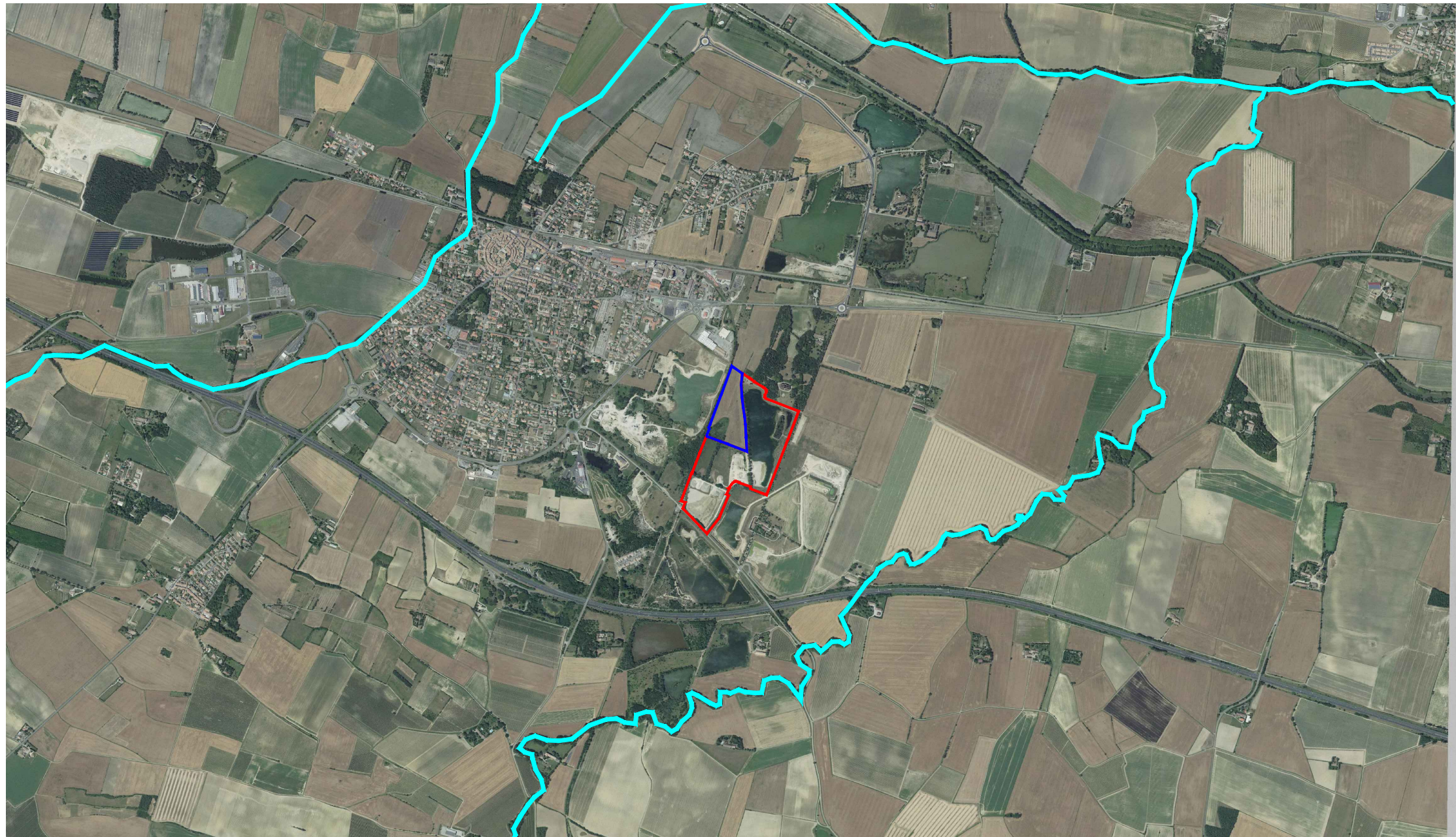
- Hydrographie
- Extension
- Emprise actuelle

Photographie aérienne ancienne  
(Année 1954)

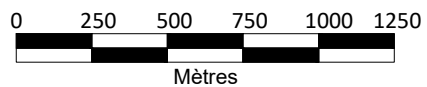


# Projet de gravière à Bram




## Etude hydraulique



Echelle : 1/25 000



Légende :

-  Hydrographie
-  Extension
-  Emprise actuelle

Photographie aérienne actuelle





# Chapitre 4

## Analyse hydraulique

### 4.1 Constitution du modèle hydraulique

#### 4.1.1 *Modèle utilisé*

Nous utilisons pour la modélisation des écoulements en rivière le logiciel HEC-RAS développé par l'US Army Corps of Engineers. Ce modèle est utilisé avec succès sur un grand nombre de rivières et ruisseaux en France et à l'étranger. C'est un standard utilisé dans le monde entier, en permanente amélioration grâce au "retour d'expérience" des nombreux utilisateurs. Pour l'étude des crues de cours d'eau tels que ceux visés par l'étude, il présente les avantages suivants :

- ❑ **Description des écoulements dans les champs d'inondation**, permettant au besoin de prendre en compte le terme d'inertie. Cette condition est indispensable dans le cas de débordements en piémont sur des cônes d'alluvions, et pour permettre des calculs de remous au sein du lit mineur et dans les lits majeurs rive gauche et rive droite dans le cas de débordements par-dessus des endiguements jouxtant le lit mineur,
- ❑ **Modélisation filaire, mais qui permet de décrire de façon illimitée tous les déversements et toutes les vidanges se produisant d'un bief dans un autre** : ainsi, il est possible de décrire de façon dissociée les écoulements en lit mineur et en lit majeur, les remplissages et vidanges de zones annexes (de types casiers d'inondation), les déversements par-dessus des digues, les remplissages et vidanges à des moments différés d'un bief et d'un autre qui peuvent se mettre temporairement en relation, ...
- ❑ **Résolution complète des équations de Barré de St Venant en régime transitoire et bidimensionnel** (les crues ne pouvant être valablement étudiées qu'en régime transitoire, pour prendre en compte le phénomène de laminage des hydrogrammes dû aux débordements).

#### 4.1.2 *Topographie – structure de modélisation*

Les données topographiques utilisées pour la construction du modèle hydraulique sont issues du modèle numérique de terrain RGE Alti acquis auprès de l'IGN au pas de 5m auxquelles nous avons ajouté les relevés topographies du site.

Sur ces bases, nous avons construit un modèle 2D représentant l'ensemble des écoulements depuis l'autoroute A61 jusqu'au canal du Midi.

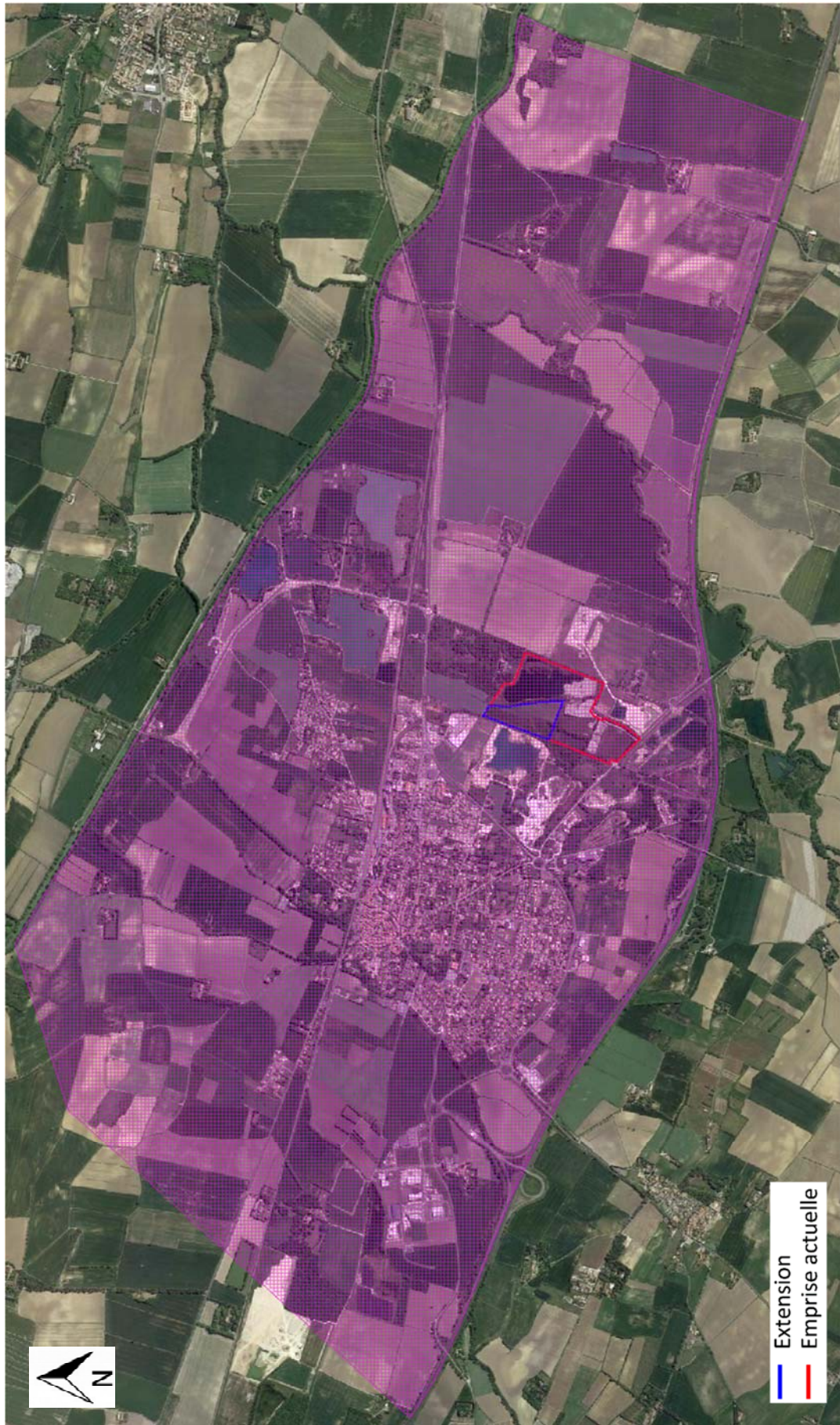


Figure 4-1 : Secteur couvert par la modélisation 2D

### 4.1.3 Conditions aux limites

#### Limite amont :

Les conditions aux limites amont sont constituées par les hydrogrammes du ruisseau de la Preuille et du ruisseau de Rebenty.

#### Limite aval :

La condition limite en aval est le niveau d'eau en crue centennale du Fresquel en aval du canal du Midi au niveau de la confluence avec le ruisseau de Rebenty.

### 4.1.4 Calage du modèle

Le calage du modèle a été effectué sur la base des observations de terrain confrontées aux valeurs généralement publiées dans les catalogues de rugosités estimées par expérimentation.

Les paramètres de rugosité retenus sont les suivants :

- En lit mineur :  $n = 0,04$
- En lit majeur :  $n = 0,06$

## 4.2 Résultats des simulations à l'état actuel

### 4.2.1 Fonctionnement général

*Les figures en pages suivantes illustrent la description du fonctionnement hydraulique présentée ci-dessous.*

*Un contour rouge symbolise l'emprise actuelle et le contour bleu l'extension projetée.*

La modélisation hydraulique met en évidence qu'en aval de l'autoroute A61, le ruisseau de Rebenty et le ruisseau de la Preuille débordent rapidement dans leurs lits majeurs (à partir d'une crue biennale environ). Le canal du Midi barrant la totalité du lit majeur, les débordements viennent rapidement s'accumuler contre le remblai du canal.

**Au plus fort de la crue, la zone de projet n'est pas atteinte par les débordements des ruisseaux concernés. Le limite d'extension de la zone inondable en crue centennale se situe juste en bordure Est du site comme on peut le distinguer sur les figures des pages suivantes.**

**En conséquence, le site d'étude peut seulement être concerné par des ruissellements de surface en lien avec des orages locaux brefs mais intenses.**



**+Figure 4-2 : Inondabilité à l'état actuel en crue centennale (Vue générale)**  
*(Echelle de couleur de dégradé de bleu pour représenter les hauteurs d'eau en mètre)*

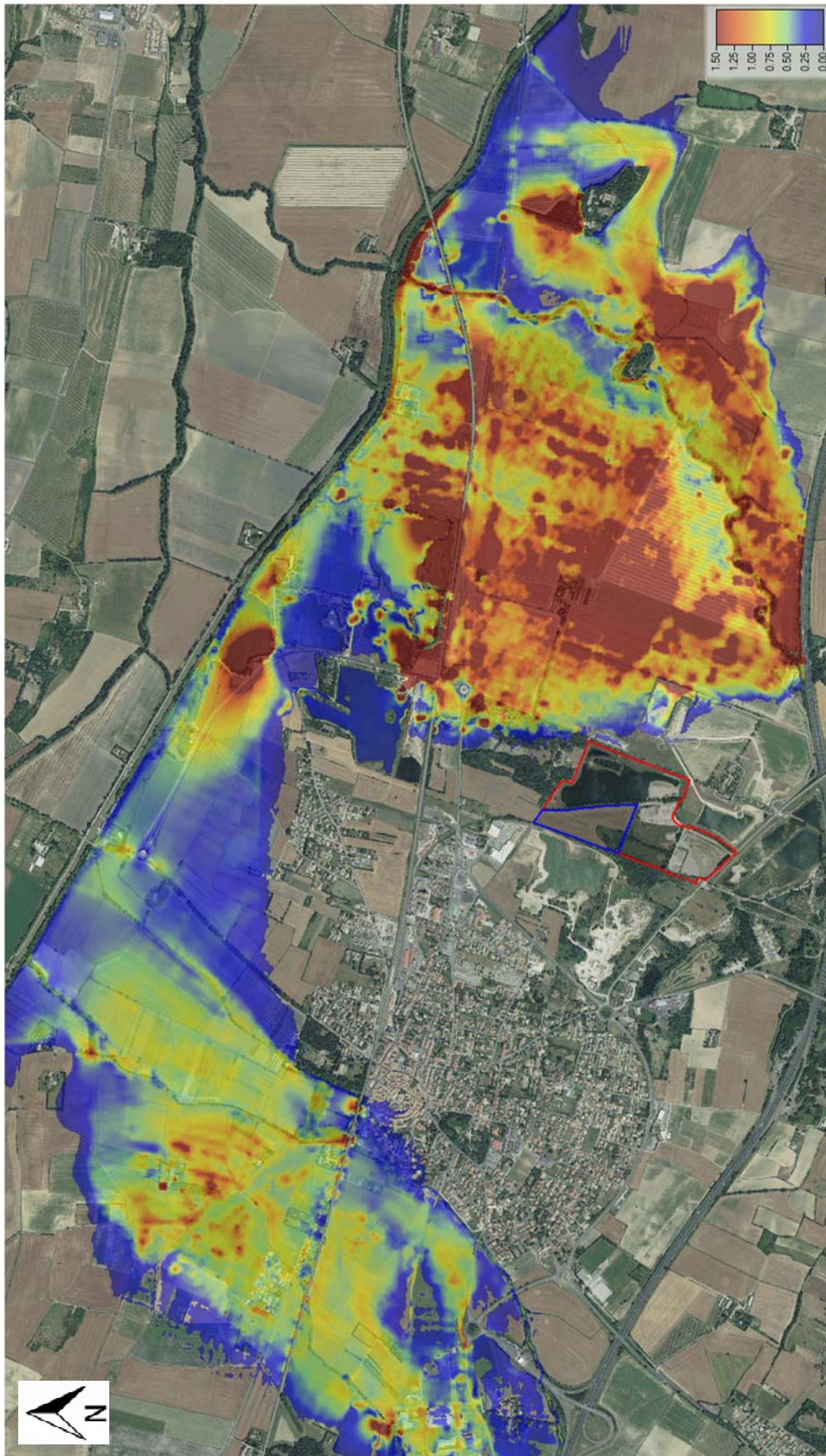
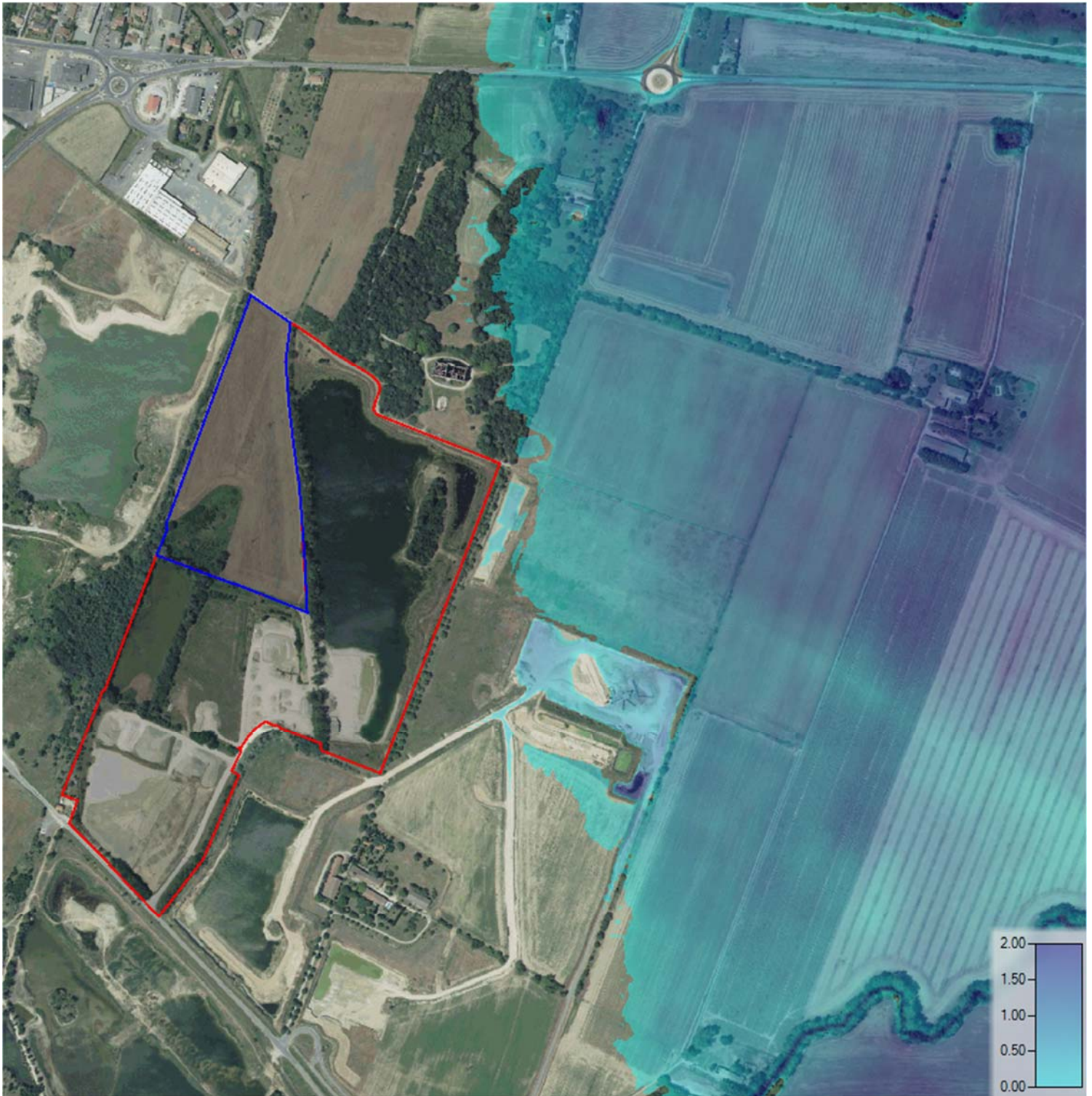
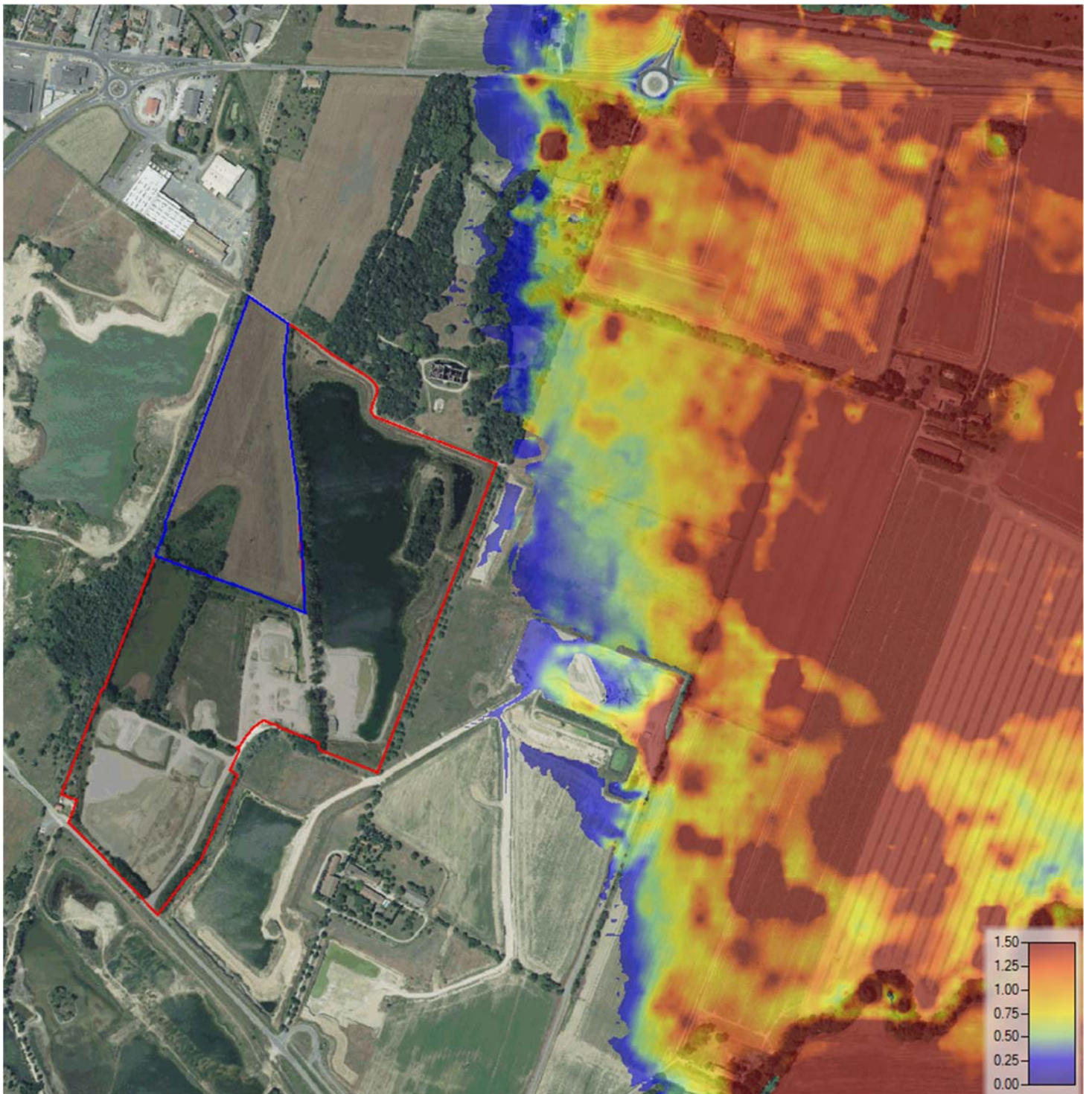


Figure 4-3 : Vitesse d'écoulement à l'état actuel en crue centennale (Vue générale)  
 (Echelle de couleur dégradé pour représenter les vitesses d'écoulement en m/s)



**+Figure 4-4 :** *Inondabilité à l'état actuel en crue centennale (Zoom sur la zone d'étude)*  
*(Echelle de couleur dégradé de bleu pour représenter les hauteurs d'eau en mètre)*



**Figure 4-5 :** Vitesse d'écoulement à l'état actuel en crue centennale (Zoom sur la zone d'étude)  
 (Echelle de couleur de dégradé pour représenter les vitesses d'écoulement en m/s)

## 4.3 Incidence du projet sur les crues

### 4.3.1 Généralités

De façon générale, la mise en place d'un projet de gravière se traduit par trois types d'incidences sur les conditions d'écoulement :

- ❑ **Un impact sur les conditions de mise en eau du lit majeur, des plans d'eau, du passage de la crue sur le site et les risques d'érosion**
- ❑ **Un impact dynamique**, lié aux modifications de section d'écoulement par le projet qui se traduit par une variation des hauteurs et des vitesses, en amont et en aval du projet ;
- ❑ **Un effet sur la capacité de stockage** du lit majeur qui se traduit, à l'aval, par une modification de la vitesse de propagation de l'onde de crue et du débit de pointe.

Comme le modèle hydraulique montre que le site n'est pas inondable, le projet que ce soit en phase d'extraction ou après remise en état n'a pas pu être étudié par modélisation numérique.

Cependant, la carte de zonage du PPRI élaborée par BRL montre que le site du projet serait soumis à submersion sur la base d'une approche hydrogéomorphologique. Sans critiquer un document approuvé et règlementairement opposable aux tiers, l'échelle détaillée à laquelle nous travaillons nous permet de signaler que le site n'est vraisemblablement pas inondable pour une crue centennale concomitance de la Preuille, du Rebenty et du Fresquel. Cela n'exclut pas la possibilité d'être néanmoins inondable pour des crues d'occurrence plus rares (temps de retour millénal par exemple).

C'est pourquoi, dans la suite de l'analyse nous proposons de rendre compte des impacts hydrauliques prévisibles du projet à dire d'expert.

### 4.3.2 Impact du projet sur les conditions d'écoulements

Dans l'état actuel, et en théorie pour les crues exceptionnelles ( $T > 100$  ans) qui pourraient potentiellement venir inonder le site, l'extraction de matériaux pendant la phase d'exploitation puis la création d'un plan d'eau après remise en état sont de nature à abaisser la ligne d'eau puisque créant plus de section hydraulique et plus de capacité de stockage pour les volumes de crue.

En conséquence, le projet n'est pas de nature d'une part à modifier l'inondabilité des enjeux de voisinage dans la plaine au sud-est du bourg de Bram, de même il n'est pas de nature à aggraver les crues du Rebenty.

En outre, le projet n'est pas de nature à modifier les vitesses d'écoulements car le projet se situe en bordure occidentale du lit majeur là où les vitesses sont quasiment nulles.

### 4.3.3 Impact du projet sur la capacité du champ d'expansion des crues

L'extraction de matériaux pendant la phase d'exploitation puis la création d'un plan d'eau après remise en état sont de nature à augmenter la capacité de stockage du champ d'expansion des crues exceptionnelle ( $T > 100$  ans).



#### 4.3.4 Impact du projet vis-à-vis des autres exploitations environnantes

A l'Est du site d'étude, deux exploitations sont en cours : Sablières de Bram et Patebex. A terme, ces exploitations seront remises en état avec la création de plans d'eau. Ces sites sont en partie inondables en crue centennale du Rebenty selon la modélisation hydraulique menée pour cette étude.

La présence de ces sites, tant en phase exploitation qu'après remise en état n'est pas de nature à modifier les conclusions de l'étude concernant le fonctionnement hydraulique sur le site d'étude (non inondable en crue centennale).

De même, le projet sur le site d'étude (Phase exploitation / phase remise en état) n'aura pas d'influence sur le fonctionnement hydraulique au droit des sablières de Bram et de Patebex.

## 4.4 Conclusions

Le site projet est inondable uniquement pour les crues exceptionnelles d'occurrences largement supérieures à 100 ans.

Dans ce cadre, aucune disposition constructive n'est prévue que ce soit en phase exploitation ou pour la remise en état.