

*Commune de Bellegarde*



## ZONAGE EU ET EP BELLEGARDE

**Détermination des zones inondables par approche hydrogéomorphologique**



Juin 2021

## LE PROJET

Client	<b>Commune de Bellegarde</b>
Projet	<b>Zonage EU et EP Bellegarde</b>
Intitulé du rapport	<b>Détermination des zones inondables par approche hydrogéomorphologique</b>

## LES AUTEURS

	<p>Cereg Territoires – 260 avenue du Col de l'Ange – 13420 GEMENOS          Tel : 04.42.32.32.65 - Fax : 04.42.32.32.66 - aubagne@cereg.com          www.cereg.com</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Réf. Cereg - 2021-CT-000081

Id	Date	Établi par	Vérfié par	Description des modifications / Evolutions
V1	02/06/2021	Gauthier Leriche	Antonin Montané	



# TABLE DES MATIERES

<b>A. CADRE GÉOGRAPHIQUE ET METHODOLOGIQUE.....</b>	<b>5</b>
A.I. SITUATION DE LA COMMUNE.....	6
A.II. CADRE GEOLOGIQUE .....	7
A.III. CADRE GEOMORPHOLOGIQUE .....	8
A.IV. LE RISQUE D'INONDATION CONNU SUR LA COMMUNE .....	9
A.IV.1. Les arrêtés « CatNat » inondation sur la commune.....	9
A.IV.2. Les données géographiques disponibles relatives à l'aléa inondation .....	9
A.V. LA METHODE HYDROGEOMORPHOLOGIQUE.....	11
A.V.3. Outils utilisés pour la cartographie hydrogéomorphologique .....	13
<b>B. ANALYSE DES ZONES INONDABLES.....</b>	<b>14</b>
B.I. DETERMINATION DE L'INONDABILITE .....	15
B.II. DIFFERENCIATION DES TYPES D'INONDATION .....	15
B.II.1. Les inondations par débordement.....	15
B.II.2. Les inondations par ruissellement .....	16
<i>B.II.2.1. Identification des zones de ruissellement.....</i>	<i>16</i>
<i>B.II.2.2. Analyse des secteurs problématiques en matière de ruissellement .....</i>	<i>16</i>
B.II.3. Conclusion sur les zones inondables.....	21

## PREAMBULE

La commune de Bellegarde dans le département du Gard est en cours de révision de son PLU. Dans le cadre de ce processus, il lui est demandé de prendre en compte les inondations par ruissellement, en complément du PPRI et les données EXZECO provenant de la DDTM30.

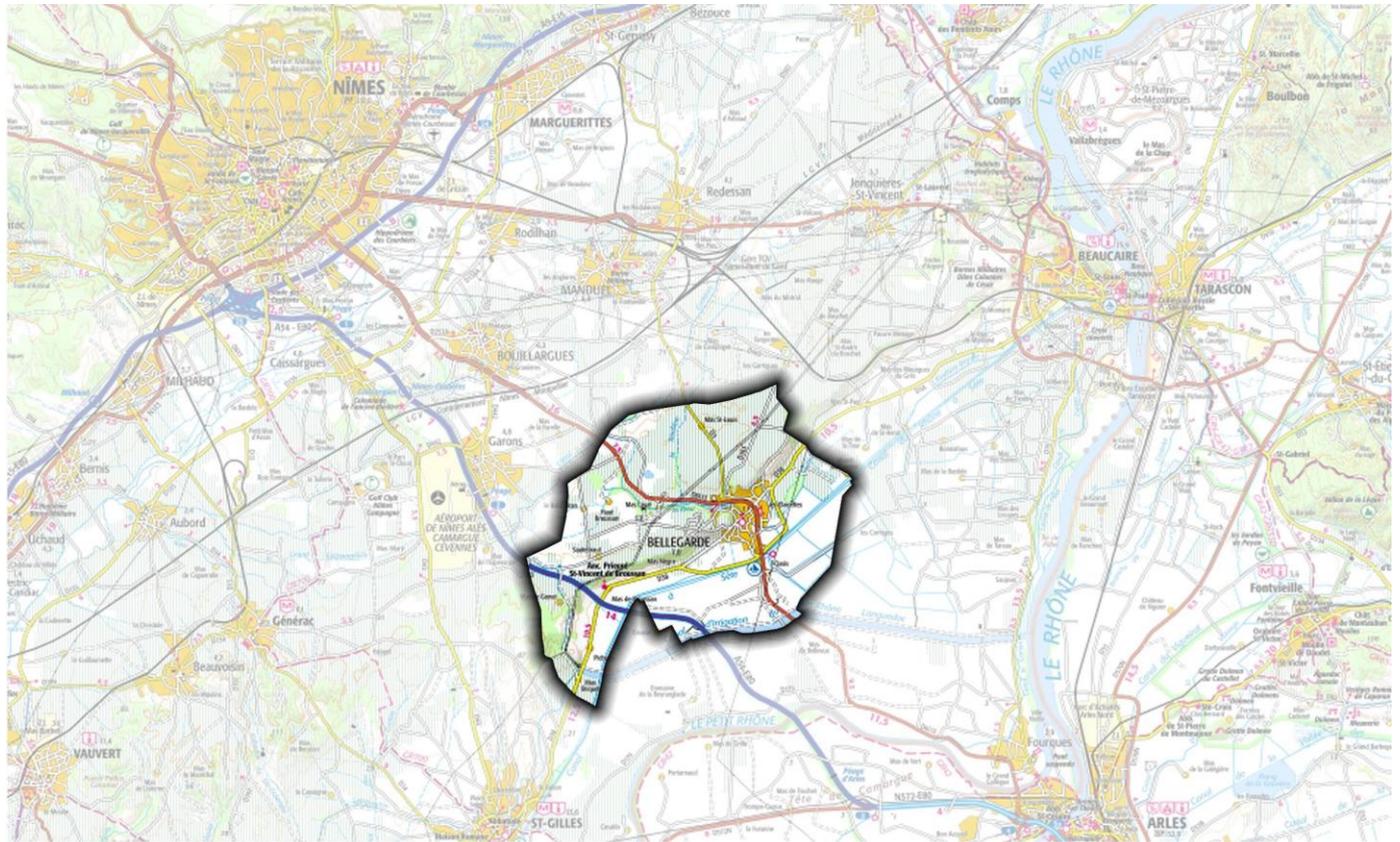
En conformité avec la doctrine relative à la prise en compte du risque inondation dans les documents d'urbanisme, publiée par la DDTM du Gard en mai 2018, Cereg propose d'analyser le ruissellement en s'appuyant sur la méthode hydrogéomorphologique. Cereg fournira également des recommandations quant à la prise en compte de la cartographie hydrogéomorphologique dans le PLU (règles de constructibilité).

# A. CADRE GÉOGRAPHIQUE ET METHODOLOGIQUE



## A.I. SITUATION DE LA COMMUNE

Bellegarde, situé en rive droite du Canal du Rhône à Sète, se trouve sur le territoire de la Communauté de Communes Beaucaire Terre d'Argence. La commune est à 3km de Nîmes (30) et 6km d'Arles (13).



Carte élaborée par Cereg le 20/05/2021 | Source : SCAN100 - IGN

 Limites communales



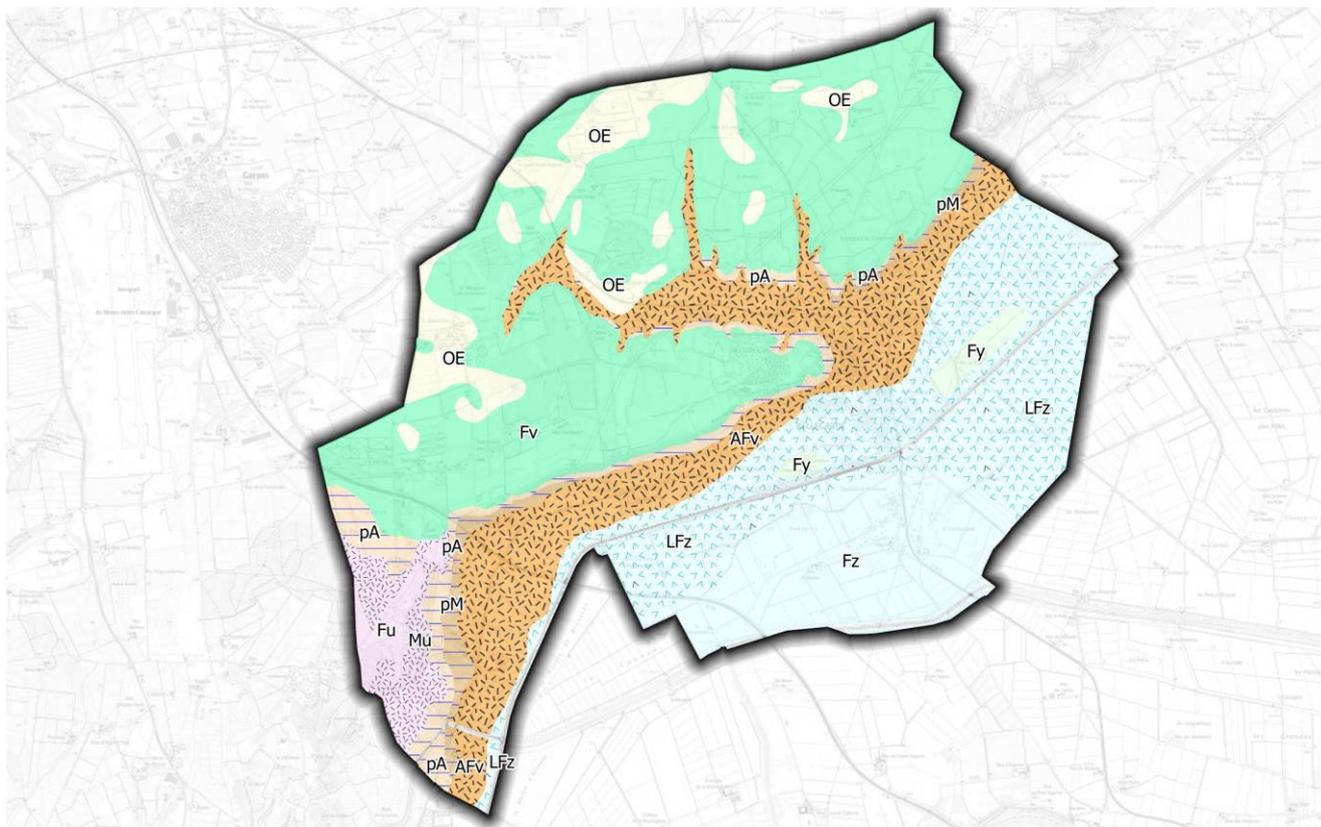
0 2.5 5 km

Figure 1 : Localisation de la commune de Bellegarde

## A.II. CADRE GEOLOGIQUE

La commune montre une géologie relativement homogène (Figure 2). Au nord de la commune, on identifie majoritairement des alluvions anciennes, alluvions des plus hautes terrasses (Fv) et des Loess (OE). Au niveau du centre-ville, nous sommes en présence de formations d’imbrication de limons et de cailloutis (AFv).

Sur le centre de la commune, à proximité du Canal du Rhône à Sète, Vistre, on note la présence d’alluvions récentes à actuelles de basses à très basses terrasses et de la plaine d’inondation des rivières actuelles dans le delta du Rhône, alluvions fines mêlées de sédiments palustres.



Carte élaborée par Cereg le 20/05/2021 | Source : SCAN25 - IGN / BRGM

▭ Limites communales



Figure 2 : Carte géologique de la commune de Bellegarde

### A.III. CADRE GEOMORPHOLOGIQUE

Du fait de l'hétérogénéité de la géologie sur la commune, on constate également une morphologie hétérogène des cours d'eau. Dans la partie nord de la commune où l'on trouve des limons et cailloutis, les cours d'eau sont généralement bien encaissés avec un profil en « V » (Figure 3). Au contraire, au niveau des alluvions, les cours d'eau ont un profil de vallée en « U » (Figure 4). Enfin, pour une grande partie de la commune, la morphologie des cours d'eau est hétérogène en raison de la présence d'un grand nombre formations variées intercalées.

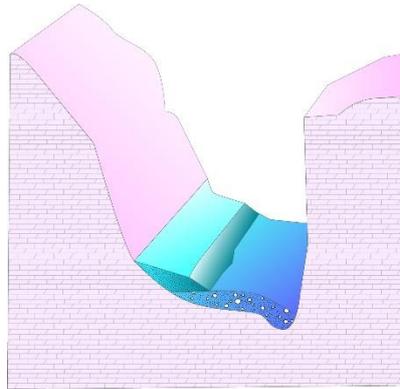


Figure 3 : Vallon en « V » (Modifié d'après Masson, 1996)

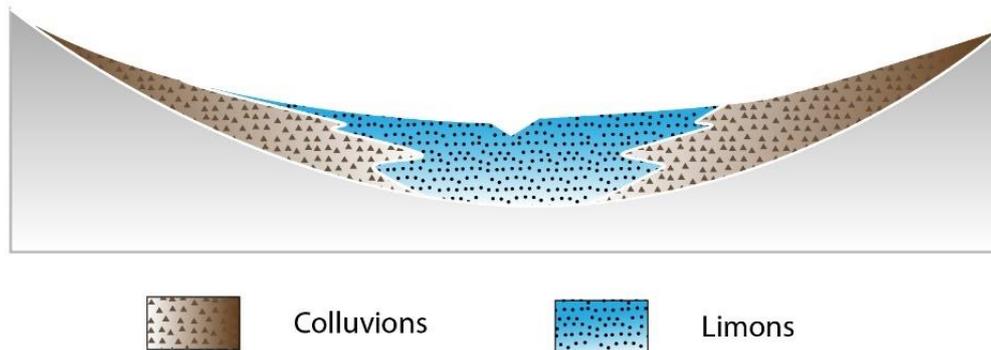


Figure 4 : Vallon en « U » (Modifié d'après Masson, 1996)

## A.IV. LE RISQUE D'INONDATION CONNU SUR LA COMMUNE

### A.IV.1. Les arrêtés « CatNat » inondation sur la commune

La commune est concernée par 8 arrêtés de catastrophes naturelles (dits « CatNat »), pour l'aléa « inondation et coulée de boue ». Ces arrêtés sont listés dans le tableau ci-dessous.

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
30PREF20030055	01/12/2003	04/12/2003	12/12/2003	13/12/2003
30PREF20030035	22/09/2003	22/09/2003	17/11/2003	30/11/2003
30PREF20020107	08/09/2002	10/09/2002	19/09/2002	20/09/2002
30PREF20000002	20/10/1999	21/10/1999	28/01/2000	11/02/2000
30PREF19960002	18/09/1995	19/09/1995	08/01/1996	28/01/1996
30PREF19940004	07/01/1994	15/01/1994	08/03/1994	24/03/1994
30PREF19870028	27/08/1987	27/08/1987	03/11/1987	11/11/1987
30PREF19870027	24/08/1987	24/08/1987	03/11/1987	11/11/1987

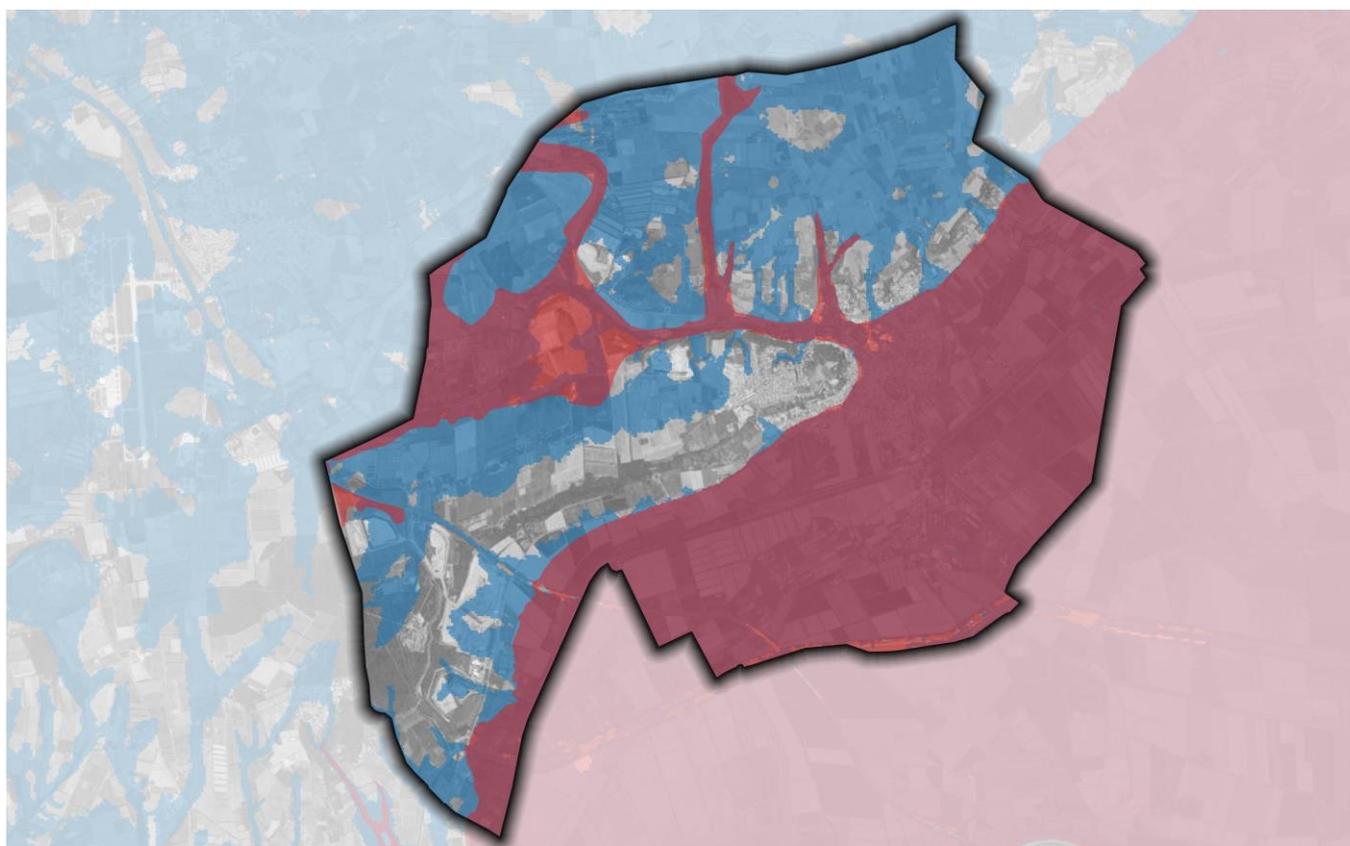
Figure 5 : Arrêtés « CatNat » inondation et coulée de boue sur la commune de Bellegarde

### A.IV.2. Les données géographiques disponibles relatives à l'aléa inondation

Sur la commune, on dispose de deux principales données sur l'aléa inondation. La première donnée est le Plan de Prévention du Risque Inondation (PPRI) approuvé le 13/07/2012.

La seconde est la donnée EXZECO, diffusée par la DDTM30 et réalisée à une résolution de 25 m. Cette méthode à grand rendement est équivalente au remplissage des fonds de vallée. Les zones basses hydrographiques créées sont une approximation des zones potentiellement inondables dans les parties amont des bassins versants (<http://www.eau-mer-fleuves.cerema.fr/i-exzeco-r122.html>). Cette donnée à l'aspect « brut » présente l'intérêt d'identifier les principaux axes d'écoulements de la commune, mais avec un inconvénient principal qui est la surévaluation des zones inondables à l'amont des bassins versants.

Dans le cadre de cette étude, nous allons produire une cartographie des zones inondables par approche hydrogéomorphologique, qui viendra compléter et affiner les zones inondables provenant d'EXZECO. Nous chercherons en particulier à prendre en compte de manière plus fine le ruissellement issu des différents vallons de la commune.



Carte élaborée par Cereg le 20/05/2021 | Source : BDORTHO - IGN / DDTM30

▭ Limites communales

■ PPRI (zonage indifférencié)

■ EXZECO 30 (zonage indifférencié)



0 500 1,000 m

Figure 6 : Le PPRI et la donnée EXZECO sur la commune de Bellegarde

## A.V. LA METHODE HYDROGEOMORPHOLOGIQUE

Tel que précisé en préambule du présent rapport, c'est la méthode hydrogéomorphologique qui a été retenue pour l'identification des zones inondables.

### A.V.1. Origine de la méthode

Cette dernière a été mise au point dans les années 1980 par des experts du ministère de l'Équipement, des scientifiques et des bureaux d'études privés. Elle est reconnue et validée depuis 1996 par les différents ministères en charge de la prévention des inondations et codifiée à travers un guide méthodologique : « Cartographie des zones inondables, Approche hydrogéomorphologique, 1996, Éditions Villes et Territoires, METT-MATE ». Elle trouve alors sa place dans l'ingénierie appliquée aux cours d'eau. Mise en œuvre à grande échelle au niveau national dans le cadre de la nouvelle génération des Atlas de Zones Inondables (AZI), elle est aujourd'hui recommandée pour la réalisation des PPRI tant pour les débordements de cours d'eau que pour le ruissellement.

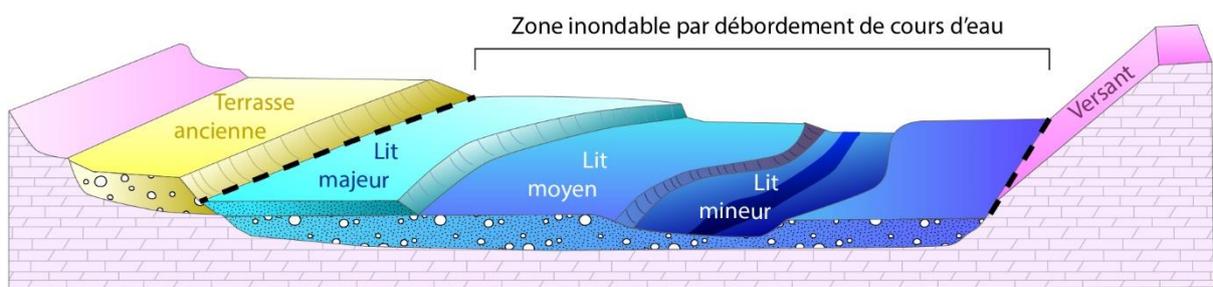
Plusieurs grandes crues en 1992 (Vaison-la-Romaine), 1993 (Pertuis- Vaucluse), 1994 (Coulon-Calavon), 1999 (Aude) et 2002 (Gard) ont rempli les plaines alluviales et validé ainsi l'utilisation de la méthode pour délimiter les zones inondables actuelles.

La cartographie qui en résulte présente la zone inondable maximale atteignable lors des événements pluvieux exceptionnels. Les aménagements anthropiques, les protections hydrauliques ont une incidence marginale sur la zone d'expansion des crues lors de ce type d'événements. Ils sont ainsi considérés comme « transparents » dans cette approche des zones inondables.

### A.V.2. Principes de la méthode

Il s'agit d'une approche géographique qui étudie le fonctionnement naturel des cours d'eau en analysant la structure des vallées et en particulier les formes fluviales mises en place au fur et à mesure des crues successives. Elle produit des cartes représentant les emprises naturelles des zones inondables, accompagnées d'analyses hydrogéomorphologiques du fonctionnement des cours d'eau. Un spécialiste, le géomorphologue, observe les reliefs des fonds de vallée à partir de photographies aériennes, puis sur le terrain. De ces observations, il déduit le fonctionnement des cours d'eau et les limites de leurs zones inondables. Par rapport à d'autres méthodes de diagnostic des zones inondables, elle correspond à des phénomènes qui ont laissé leur empreinte sur le terrain. Elle facilite ainsi l'appropriation des résultats par ses utilisateurs.

C'est une approche qualifiée de « naturaliste », car elle se fonde principalement sur l'observation et l'interprétation du terrain naturel. Une plaine alluviale est composée de plusieurs unités hydrogéomorphologiques : ce sont les différents lits topographiques que la rivière a façonnés dans le fond de vallée au fil des siècles, au fur et à mesure des crues successives. Ces lits résultent d'une combinaison entre les phénomènes d'accumulation des sédiments et leur érosion. En effet, chaque crue dépose des matériaux dans certains secteurs, tandis qu'elle érode ailleurs. C'est le rapport entre ces deux phénomènes qui préside au façonnement progressif des différentes unités. L'accumulation dans le temps des sédiments construit les lits hydrogéomorphologiques tandis que l'érosion marque leurs limites (talus) et modèle leur surface. L'étude de ces unités hydrogéomorphologiques constitue la base de la méthode. Elles sont des témoins des crues passées et récentes dont elles traduisent le fonctionnement et l'extension, ce qui permet d'identifier les zones inondables correspondantes.



Modifié d'après Masson et al. (1996)

Figure 7: Identification des unités spatiales homogènes modelées par les différentes crues et séparées par des discontinuités topographiques (Masson et al., 1996)

Tout comme pour le débordement de cours d'eau, l'identification de zones inondables par ruissellement en utilisant une approche hydrogéomorphologique, s'appuie sur la topographie (recherche de talus, de dépressions) et de sédimentologie (impossible en zone urbaine). En zone rurale, la présence d'espèces hygrophiles (peupliers, saules...) peut également être un indicateur d'une zone de ruissellement, par opposition avec les zones non inondables plus arides. Le ruissellement peut être concentré (Figure 8) ou diffus (Figure 9). Dans le cas d'un ruissellement diffus, celui-ci est associé à des formes convexes (glacis d'épandage) et n'est cartographié que dans le cas où une zone de ruissellement concentré est identifiée à l'amont.

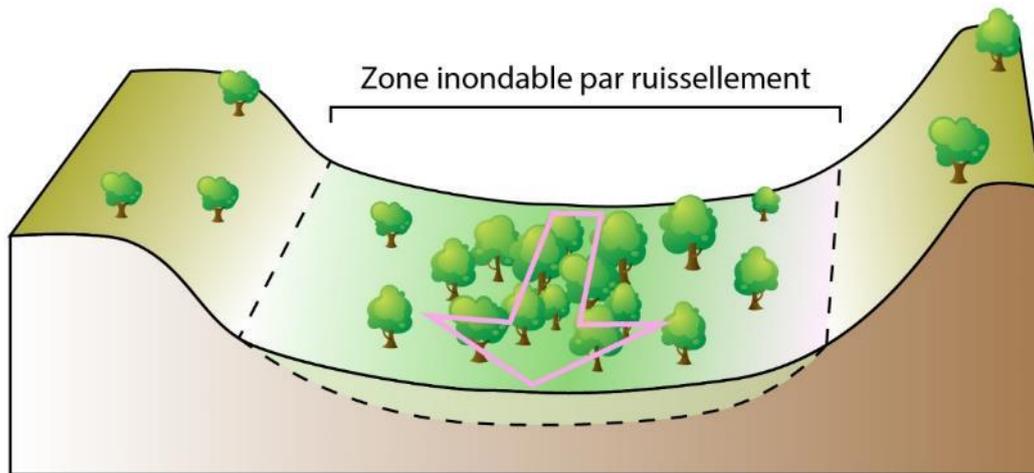


Figure 8 : Identification d'une zone de ruissellement concentré par approche hydrogéomorphologique

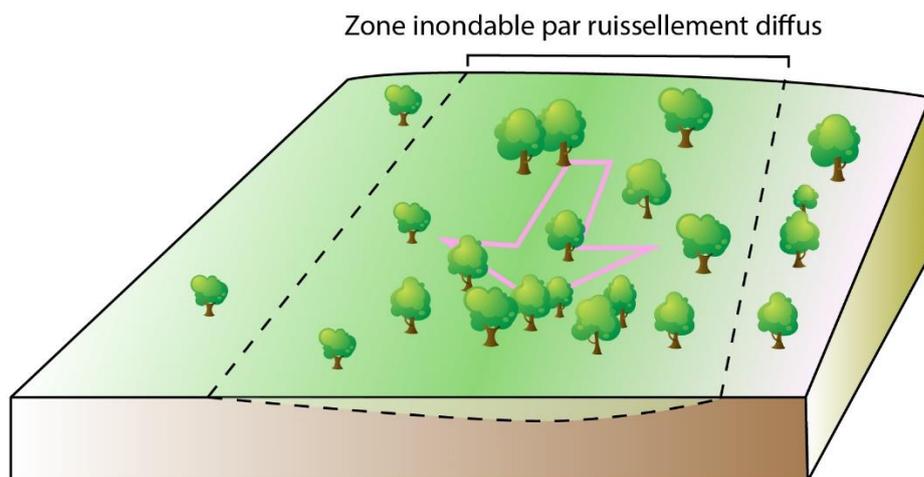


Figure 9 : Identification d'une zone de ruissellement diffus par approche hydrogéomorphologique

## A.V.3. Outils utilisés pour la cartographie hydrogéomorphologique

Pour aboutir à une cartographie hydrogéomorphologique pertinente, nous combinons trois approches des zones inondables, qui se complètent (Figure 10). La photo-interprétation permet de comprendre les morphologies de manière plus « naturelle », en ayant un regard direct sur les zones inondables. L'utilisation du MNT RGE ALTI de l'IGN permet de vérifier la photo-interprétation, notamment au regard de la microtopographie, mais aussi de calculs de superficies drainées. Enfin, les expertises de terrain permettent de valider ou de modifier les limites de zones inondables identifiées grâce à la photo-interprétation et au MNT.

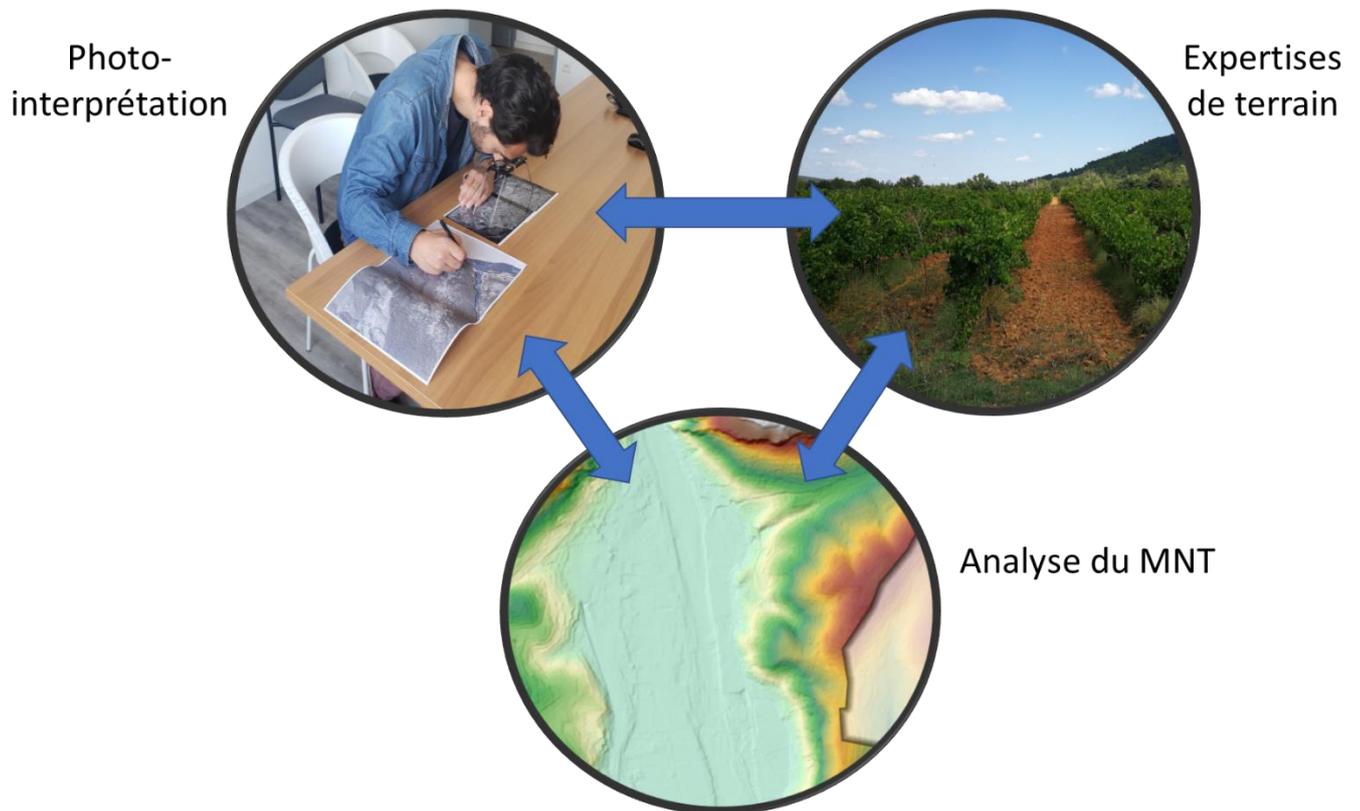


Figure 10 : Les outils de l'interprétation hydrogéomorphologique

Dans l'optique d'améliorer notre compréhension des zones inondables, mais aussi la précision de nos cartes, nous travaillons avec des tablettes tactiles qui nous permettent de consulter les cartes sous format SIG directement sur le terrain. Nous utilisons pour cela l'application Qfield (Figure 11), compatible avec le logiciel Qgis.

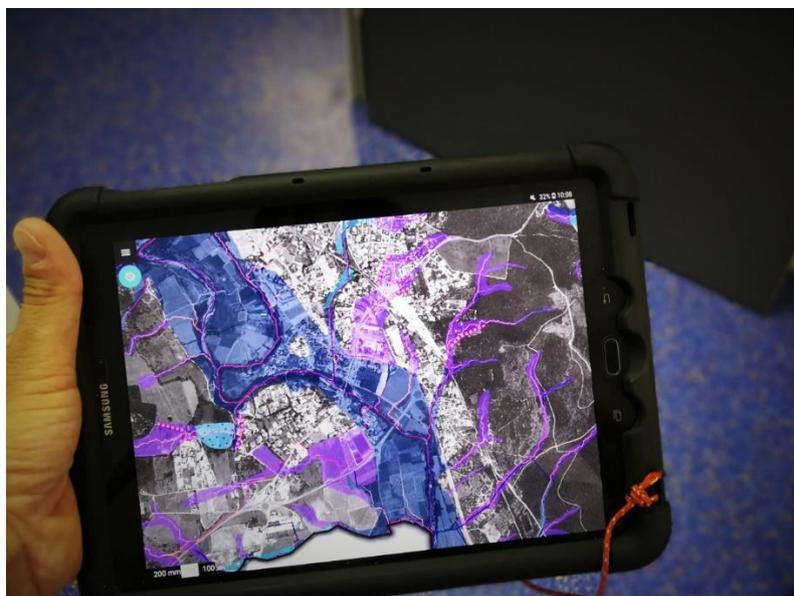


Figure 11 : Cartographie des zones inondables sur la tablette de terrain

# B. ANALYSE DES ZONES INONDABLES



## B.I. DETERMINATION DE L'INONDABILITE

Comme indiqué au chapitre précédent, la cartographie des unités hydrogéomorphologiques permet l'identification de la zone inondable des différents cours d'eau. Les cartes ont été établies suivant le guide méthodologique du Ministère pour la cartographie des zones inondables<sup>1</sup>. On trouvera dans ce guide un large développement sur les modalités techniques permettant l'identification des zones inondables par approche hydrogéomorphologique. Les principaux points à retenir sont qu'il existe divers critères observables sur le terrain permettant d'identifier les différentes unités géomorphologiques d'une plaine alluviale fonctionnelle et de les délimiter entre elles et par rapport à l'encaissant :

- La morphologie est le plus déterminant de ces critères. Son analyse permet d'interpréter la topographie et la microtopographie du milieu alluvial ; elle porte sur les caractéristiques de surface de chaque unité, et sur les contacts entre unités.
- Des critères secondaires (sédimentologie et occupation des sols) permettent de vérifier et de compléter l'analyse, en particulier en cas de doute, en multipliant les indices significatifs et concordants. Ainsi, la nature des formations superficielles constitutives de chaque unité résulte du fonctionnement hydraulique propre de celle-ci et constitue dans de nombreux cas un critère d'identification fiable. De même, l'occupation des sols, largement conditionnée par les caractéristiques pédologiques, hydrologiques et hydrogéologiques des unités, fournit des indices indirects pour l'identification de celles-ci.

Cette détermination s'est traduite par la réalisation d'une cartographie des zones inondables au 1/5 000<sup>ème</sup>.

## B.II. DIFFERENCIATION DES TYPES D'INONDATION

### B.II.1. Les inondations par débordement

Les inondations par débordement concernent les plaines alluviales avec un lit mineur constitué. Généralement, lors des événements pluviaux intenses, le cours d'eau sort de son lit mineur pour occuper son lit majeur. Le niveau de l'eau augmente et la rivière déborde alors de sa situation habituelle. Le cours d'eau peut alors envahir toute ou partie de sa plaine alluviale suivant l'importance de la crue. Ces inondations par débordement témoignent généralement d'une dynamique significative des crues avec dans le cas des grandes crues et des crues exceptionnelles des hauteurs et des vitesses élevées.

En suivant la doctrine définie par la DDTM30, il est considéré comme débordement de cours **d'eau toute zone inondable dont la superficie drainée est supérieure à 1 km<sup>2</sup> et la présence d'un lit mineur**. Dans le cas de la commune de Bellegarde, seuls les cours d'eau suivants sont concernés par du débordement de cours d'eau :

- Le Rhône ;
- Le Rieu (et ses affluents comme la Roubine de Campuget).

**Tous ces cours d'eau ont déjà été pris en compte dans le PPRI. La présente étude ne comprend donc aucune nouvelle zone inondable par débordement de cours d'eau.**

<sup>1</sup> Approche hydrogéomorphologique. 1996. Éditions Villes et Territoires. METT-MATE

## B.II.2. Les inondations par ruissellement

### B.II.2.1. Identification des zones de ruissellement

Une inondation par ruissellement est provoquée par les seules précipitations tombant sur les zones urbaines, et (ou) sur les bassins périphériques naturels ou ruraux de faible taille<sup>2</sup>. Ces ruissellements empruntent un réseau hydrographique naturel (ou artificiel) à débit non permanent ou à débit permanent très faible et sont ensuite évacués quand cela est possible, pour les petites crues uniquement, par le système d'assainissement de la ville, ou par la voirie.

Ce type d'inondation affecte indifféremment des zones naturelles et rurales où la structuration géomorphologique est encore bien marquée malgré la petite taille des bassins versants concernés. Il concerne également des zones plus fortement artificialisées comme les zones urbanisées où la morphologie d'origine est discontinue, masquée, ou a parfois disparu.

Elles peuvent en première analyse passer inaperçues, mais sont en général parfaitement identifiables au moyen de la photo-interprétation, de l'observation de terrain. En effet, dans la majorité des cas, les structures morphologiques sont encore suffisamment présentes pour être révélées par l'approche hydrogéomorphologique. Dans les secteurs ruraux, les aménagements agricoles ont eu tendance plutôt à s'adapter aux structures géomorphologiques. Dans les secteurs à forte urbanisation, les transformations du terrain sont importantes, mais on constate que les grandes structures topographiques sont préservées.

Nous rappelons qu'est considéré comme ruissellement tout écoulement concentré dont la **superficie drainée est inférieure à 1 km<sup>2</sup> et sans la présence d'un lit mineur**. Sur la commune de Bellegarde, pour ne citer que les principaux, les vallons concernés par le ruissellement sont :

- Vallon du Mas Saint-Jean ;
- Vallon du Paradis ;
- Vallon de la Coste Canet ;
- Vallon du Mas de Rispe.

### B.II.2.2. Analyse des secteurs problématiques en matière de ruissellement

#### B.II.2.2.1. Vallon du Mas Saint-Jean

Ce vallon est situé au nord-est du centre-ville. Sur sa partie amont, il est encaissé entre des parcelles viticoles, le point bas se trouvant au niveau de la route, avec une zone de ruissellement d'environ 30m de large.

<sup>2</sup> En l'occurrence moins de 1 km<sup>2</sup> suivant la doctrine DDTM30



Figure 12 : Photo à l'amont du vallon en direction de l'aval

En amont du lotissement, les ruissellements se concentrent sur la voirie sur une largeur de 15m, avant de s'élargir, impactant des habitations situées à proximité du chemin de Saint-Jean. Plus en aval, la zone de ruissellement rejoint le canal de contournement du Rieu.



Figure 13 : Vue sur la zone de ruissellement du vallon du Mas de Saint-Jean

### B.II.2.2.2. Vallon du Paradis

Ce vallon se situe au nord de la RD6113, dans le quartier du Paradis. À l'amont, il se forme après la confluence de deux vallons se formant dans sur dans des zones agricoles. La zone de ruissellement d'une cinquantaine de mètres longe le chemin du Paradis, dans laquelle se trouve une dizaine d'habitations. En aval, la zone de ruissellement rejoint la zone PPRI en traversant la RD6113.



*Figure 14 : Vue sur la zone de ruissellement du vallon du Paradis*

Il est à noter que le chemin de Paradis, est à même de concentrer des écoulements du fait d'une pente importante jusqu'à l'intersection avec le chemin des Costières.



Figure 15 : Vue vers l'amont de du ruissellement sur voirie chemin du Paradis

### B.II.2.2.3. Vallon de la Coste Canet

Ce vallon est localisé au sud du lac des Moulins. Il se compose de trois vallons provenant de l'amont qui confluent à l'intersection du chemin du Cris des Bards et du chemin du Coste Canet. Ces vallons ont des zones de ruissellement faisant une vingtaine de mètres chacun. Des habitations sont situées dans ces zones de ruissellement, notamment le long du chemin du Cros des Bards et dans l'axe du vallon situé impasse de l'Azalée.



Figure 16 : Vue sur le vallon situé impasse de l'Azalée

La zone de ruissellement située sur le chemin du Coste Canet se concentre principalement sur la voirie, les habitations étant pour la plupart situées plus hautes.



Figure 17 : Vue vers l'aval de la zone de ruissellement chemin de Coste Canet

Après la confluence de ces trois vallons, la zone de ruissellement s'élargit sur environ 60 mètres avec le versant en limite gauche et le chemin de Coste Canet en limite droite. On dénombre plusieurs enjeux dans cette zone, avec la présence d'habitats collectifs. Elle rejoint par la suite la zone du PPRI au nord, au niveau du lac des Moulins.

#### B.II.2.2.4. Vallons du Mas de Rispe

Cet ensemble de vallons se situe à proximité du cimetière, au nord de la RD6113. Ils présentent des zones de ruissellement comprises entre 40 et 50 de large à l'amont, principalement sur des zones agricoles.



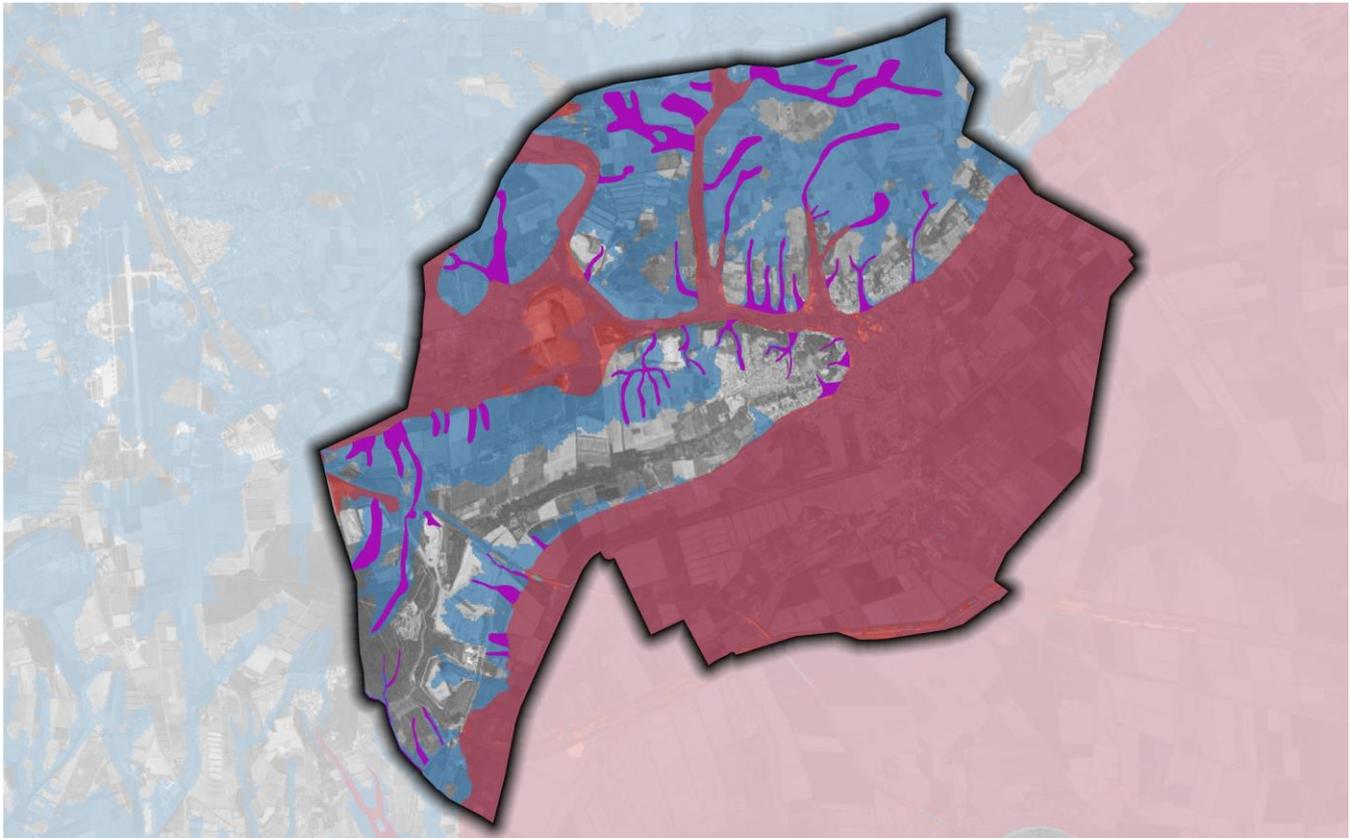
Figure 18 : A gauche : vue sur la zone de ruissellement traversant le chemin / A droite : vue sur la zone de ruissellement à l'aval du chemin

Au niveau de l'ancien chemin de fer de la Camargue de Nîmes à Arles-Trinquetaille, les écoulements provenant des différents vallons confluent avant de rejoindre la zone PPRI en amont de la RD6113.

## B.II.3. Conclusion sur les zones inondables

À l'issue de cette étude, voici les points principaux à retenir :

- Réduction de la zone inondable définie par la donnée EXZECO ;
- Les zones identifiées par l'aléa ruissellement concernent principalement des zones naturelles et agricoles., sur lesquelles l'urbanisation est fortement limitée. Certaines zones urbaines sont cependant soumises à du ruissellement comme les quartiers du Mas de Saint-Jean, de Coste Canet ou encore du Paradis.



Carte élaborée par Cereg le 27/05/2021 | Source : BDORTHO - IGN / DDTM30

- |                                                                                                                 |                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Limites communales          |  Zones inondables Cereg (zonage indifférencié) |
|  PPRI (zonage indifférencié) |  EXZECO 30 (zonage indifférencié)              |



0 500 1,000 m

Figure 19 : Comparaison entre la donnée EXZECO et les zones inondables produites par Cereg



Commune de Bellegarde - 30127

Zonage EU et EP

### Étude du risque pluvial par analyse hydrogéomorphologique

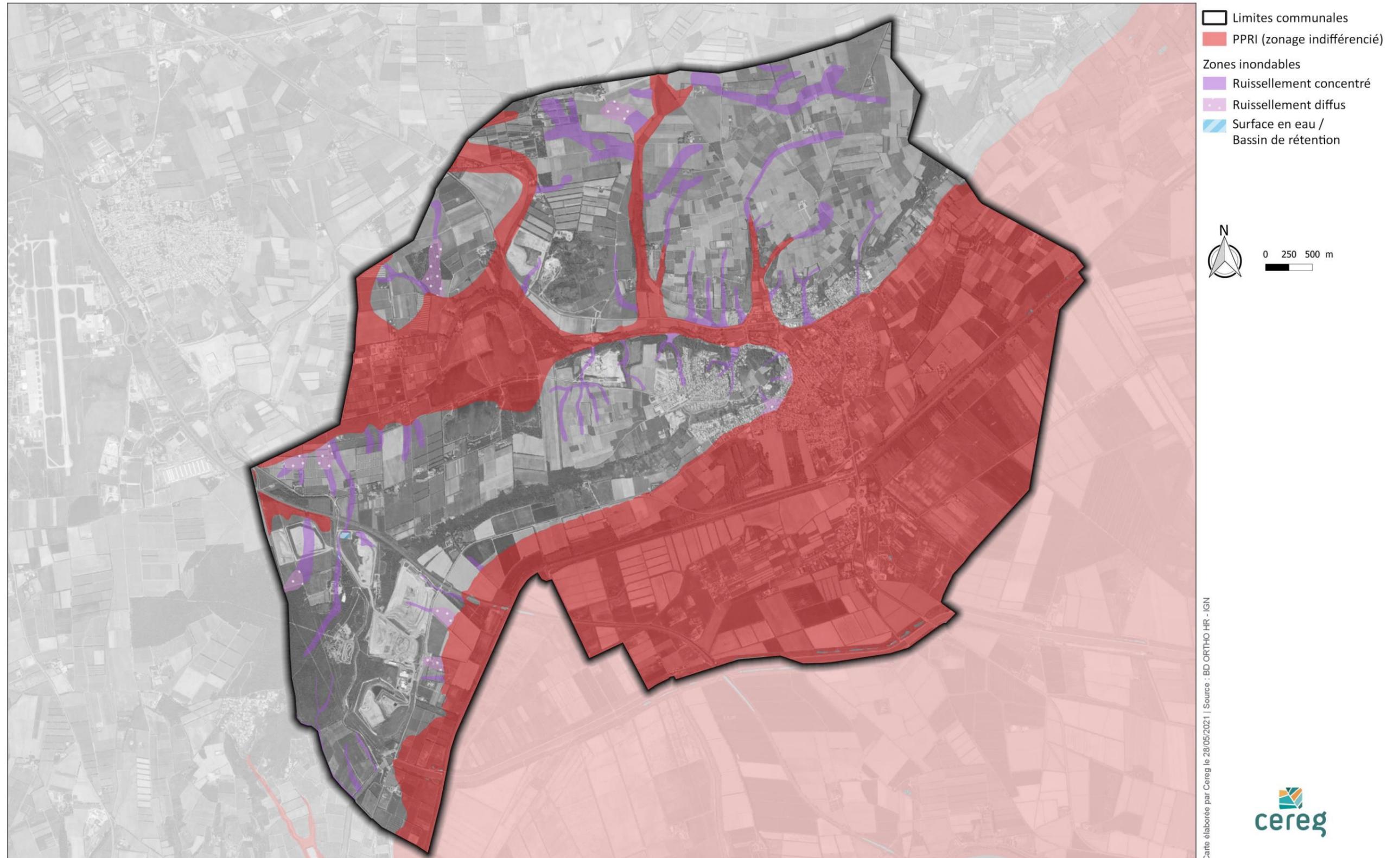


Figure 20 : Cartographie des zones inondables



Commune de Bellegarde - 30127  
Zonage EU et EP - zoom centre-ville  
**Étude du risque pluvial par analyse hydrogéomorphologique**



Figure 21 : Cartographie des zones inondables (zoom centre-ville)