



ANALYSE DU RISQUE D'INONDATION PAR RUISSELLEMENT SUR LE BASSIN VERSANT DE L'HÉRAULT

*Note de synthèse de l'étape 1 : Identification
et caractérisation des secteurs à risque*

Version 3 – Mars 2025

 	BRL Ingénierie 1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001 30001 NIMES CEDEX 5
---	--

Date du document	Mars 2025
Contact	Antonin MAZOYER

Titre du document	Analyse du risque d'inondation par ruissellement sur le bassin versant de l'Hérault – Note de synthèse de l'étape 1 : Identification et caractérisation des secteurs à risque
Référence du document :	A01393_Ruiss_BV_Herault_Ph1_NoteSynthese_v1.docx
Indice :	V2

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérifié et validé par
20/03/2025	V1	Version initiale	Camille CREUSOT / Antonin MAZOYER	Jérémi JANSSEN
21/03/2025	V2	Prise en compte des remarques de l'EPTB	Camille CREUSOT / Antonin MAZOYER	Jérémi JANSSEN
17/04/2025	V3	Reprise suite aux remarques de la DDTM30	Antonin MAZOYER	Jérémi JANSSEN

ANALYSE DU RISQUE D'INONDATION PAR RUISSELLEMENT SUR LE BASSIN VERSANT DE L'HÉRAULT

*Note de synthèse de l'étape 1 : Identification et caractérisation des
secteurs à risques*

PRÉAMBULE	1
1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	2
2 DÉMARCHE GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE	3
3 MÉTHODES DE MODÉLISATION ET DE CARTOGRAPHIE DE L'ALÉA RUISSELLEMENT	3
4 DIAGNOSTIC DE VULNÉRABILITÉ DU TERRITOIRE	7
4.1 Inventaire des enjeux exposés	7
4.2 Évaluation de la vulnérabilité	7
5 PRÉCISION ET LIMITES DE L'ÉTUDE	11
5.1 Précision des données	11
5.2 Limites de l'étude	11
6 CONCLUSION ET PERSPECTIVES	12

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des figures

Figure 1 : Localisation du bassin de l'Hérault (source EPTB FH)	2
Figure 2 : Méthode CRUS - Note finale CRUS	4
Figure 3 : Méthode CRUS - Classification de la sensibilité à la production du ruissellement.....	4
Figure 4 : Exemple de résultats issus de la modélisation hydraulique 2D	4
Figure 5 : Pluie d'occurrence 100 ans - Synthèse des dommages estimés par EPCI.....	9
Figure 6 : Sélection des communes les plus vulnérables – Détails des types d'enjeux impactés et des dépassements de seuil par commune - Pluie d'occurrence 100 ans	10

Liste des tableaux

Tableau 1 : Comparaison des approches pour la cartographie du ruissellement.....	5
Tableau 2 : Synthèse des indicateurs monétarisés d'impact du ruissellement à l'échelle du bassin de l'Hérault	7
Tableau 3 : Synthèse des indicateurs non monétarisés d'impact du ruissellement à l'échelle du bassin de l'Hérault	8
Tableau 4 : Surface (ha) concernée par les différents niveaux d'aléa pour la pluie 100 ans, pour chaque type de zone dans les PLU (64 communes)	8
Tableau 5 : Surface (ha) concernée par les différents niveaux d'aléa pour la pluie 100 ans, pour chaque type de zone dans les Cartes Communales (8 communes)	8

PRÉAMBULE

L'animation et la coordination pour la mise en œuvre d'une gestion locale de l'eau sont portées par l'EPTB Fleuve Hérault qui constitue la structure porteuse du SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) et des PAPI (Programme d'Actions de Prévention des Inondations) du bassin versant du fleuve Hérault.

L'EPTB Fleuve Hérault est également co-porteur de la SLGRI (Stratégie Locale de Gestion des Risques d'Inondation) des bassins de l'Orb, du Libron et de l'Hérault en lien avec l'EPTB Orb-Libron.

La présente mission correspond à la fiche Action 1-9 du 3ème PAPI Hérault 2023-2028 intitulée « Étude d'analyse du risque d'inondation par ruissellement à l'échelle du bassin versant de l'Hérault ».

Le bassin versant du fleuve Hérault est concerné, en termes d'aménagement du territoire, par 3 SCOT (Schéma de Cohérence Territoriale), 1 PETR (Pôle d'Équilibre Territorial et Rural), des PLUi (Plan Local d'Urbanisme intercommunal) et des documents d'urbanisme communaux (PLU et cartes communales) approuvés, en cours d'élaboration ou de mise à jour.

La connaissance de l'aléa ruissellement constitue un élément stratégique de choix et d'orientations d'aménagement du territoire, tant en termes de gestion de l'urbanisation existante que d'urbanisation future.

Les objectifs de la mission sont corrélés avec les différentes étapes de l'étude :

- Étape 1 : disposer, sur tout le bassin versant de l'Hérault, d'une cartographie de l'emprise de l'aléa ruissellement, exploitable à une échelle communale ;
- Étape 2 : exploiter cette connaissance comme outil de diagnostic et de sensibilisation à la prévention des risques pour l'ensemble des acteurs du territoire, avec un rendu cartographique clair et pédagogique, utilisable et suffisamment précis ;
- Étape 3 : utiliser cette connaissance pour définir des préconisations de gestion qui pourraient être déclinées ultérieurement sur ces zones.

La première étape a été divisée en 3 sous-étapes distinctes :

- Étape 1-1 : État des lieux initial
- Étape 1-2 : Modélisation et cartographie du ruissellement
- Étape 1-3 : Analyse des enjeux et de la vulnérabilité

Le présent rapport constitue la note de synthèse de l'étape 1.

1 Contexte et objectifs de l'étude

Le **bassin versant de l'Hérault**, d'une superficie de 2 550 km², s'étend au pied des Cévennes, dans la région Occitanie, sur l'arc Méditerranéen. Le secteur est reconnu pour **ses extrêmes hydrologiques** très marqués et un comportement des cours d'eau parfois torrentiel. C'est donc un bassin versant particulièrement **vulnérable aux inondations par ruissellement**.

Figure 1 : Localisation du bassin de l'Hérault (source EPTB FH)



L'étude « *Analyse du risque inondation par ruissellement sur le bassin versant de l'Hérault* », portée par l'EPTB Fleuve Hérault, vise à **améliorer la connaissance** de cet aléa afin de proposer des mesures de prévention et de gestion des risques. Elle s'inscrit dans le cadre du Programme d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI) 2023-2028 et a pour objectif de cartographier les zones concernées par le ruissellement à l'échelle du bassin versant.

La présente note a pour but de **synthétiser la démarche** ayant permis d'aboutir à :

- Une **cartographie détaillée de l'aléa ruissellement** sur l'ensemble du bassin versant ;
- Une **identification des secteurs les plus vulnérables**, notamment les zones urbaines et infrastructures critiques.

Un **dossier cartographique** regroupant ces principaux résultats est disponible en annexe.

2 Démarche générale de l'étude

L'étude s'est déroulée en plusieurs étapes clés :

- **Analyse bibliographique**
 - ➔ recensement des études existantes sur l'Hérault et les bassins voisins, analyse critique
- **Analyse des événements passés**
 - ➔ retour d'expérience sur les inondations récentes, collecte de données
- **Rencontre avec les acteurs locaux**
 - ➔ collecte de témoignages, recueil des observations de terrain et validation des données
- **Analyse hydrologique et topographique**
 - ➔ analyse des modèles numériques de terrain et des données pluviométriques
- **Modélisation et cartographie du ruissellement**
 - ➔ utilisation de différentes méthodes (modèle hydraulique 2D constituant l'élément central de l'étude, CRUS et EXZECO en analyse comparative ou complément)
- **Diagnostic de la vulnérabilité des territoires**
 - ➔ croisement des enjeux et de l'aléa, identification des enjeux exposés au risque

3 Méthodes de modélisation et de cartographie de l'aléa ruissellement

Trois approches principales ont été utilisées pour la cartographie, dont la modélisation hydraulique 2D qui correspond au cœur de l'étude :

1. Méthode CRUS (Cartographie du Ruissellement Urbain et Suburbain)

- ➔ Analyse des facteurs de ruissellement en fonction de la pente, de l'occupation du sol et de la perméabilité.

Développée par le CEREMA et appliquée dans le cadre de la présente étude, cette méthode a permis de réaliser une cartographie de la sensibilité à la production du ruissellement sur l'ensemble du bassin versant. Cette approche repose sur une analyse combinant plusieurs facteurs, indépendamment des épisodes pluvieux. Elle se place en amont des méthodes de transfert et d'accumulation type EXZECO.

2. Modélisation hydraulique 2D (Apport principal de l'étude)

- ➔ Simulation numérique des écoulements avec le logiciel TELEM2D.

Cette approche a permis de cartographier l'aléa ruissellement (hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement) en tout point du territoire d'étude. Elle repose sur l'injection et l'abattement de pluies de projet sur un maillage fin, intégrant la topographie et les caractéristiques du sol.

Il est à noter que cette approche exclut les aléas liés au débordement de cours d'eau. Pour ce faire, un certain nombre de cours d'eau a été écarté de l'approche par modélisation.

3. Méthode ExZEco (Extraction des Zones d'Écoulement)

- ➔ Identification des thalwegs et axes de concentration des écoulements à partir des Modèles Numériques de Terrain (MNT).

Cette approche, développée par le CEREMA et dont les résultats sont disponibles en libre-service, a permis d'effectuer une comparaison des résultats issus de la modélisation et de vérifier la concordance des axes de ruissellement.

Figure 2 : Méthode CRUS - Note finale CRUS

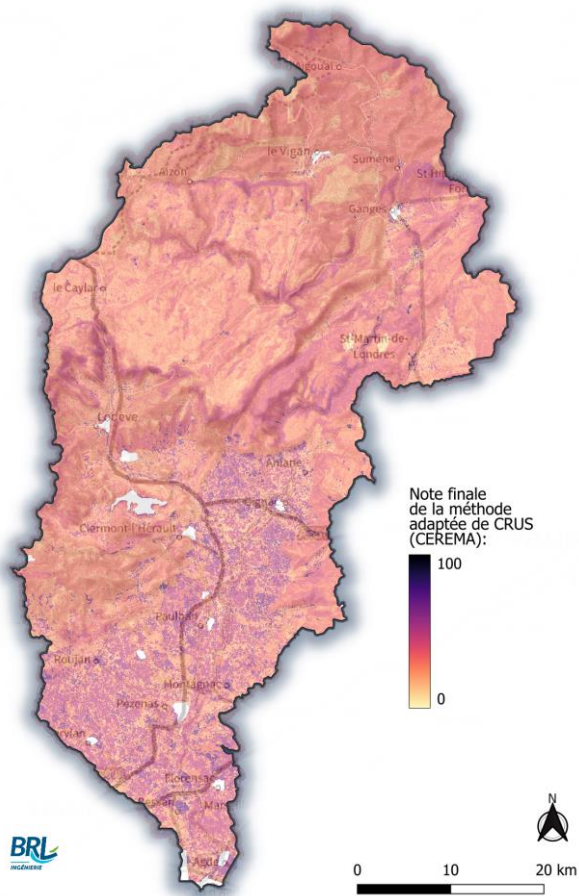
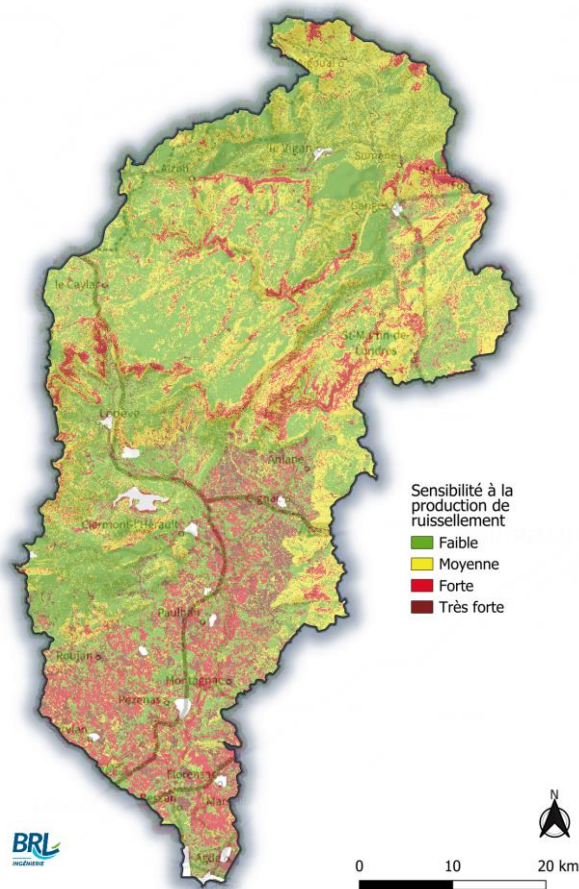


Figure 3 : Méthode CRUS - Classification de la sensibilité à la production du ruissellement



Des atlas à l'échelle communale, issus des différentes approches, sont disponibles dans le dossier cartographique en annexe :

- Cartes de **sensibilité à la production du ruissellement** (méthode CRUS) ;
- Cartes des **hauteurs et vitesses maximales** (modélisation 2D) ;
- Cartes de **comparaison des résultats** du modèle avec la **méthode ExZEco**.

En complément de la comparaison avec les données ExZEco, les résultats de la modélisation hydraulique ont également été confrontés à l'Atlas des Zones Inondables (AZI) issu de la méthode hydrogéomorphologique, sur les axes de ruissellement disposant de données disponibles.

Il est à noter que **les 3 approches sont complémentaires** et présentent toutes des avantages et des inconvénients listés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Comparaison des approches pour la cartographie du ruissellement

Méthode	CRUS	Modélisation 2D	ExZEco
Principe	Analyse de la sensibilité des sols au ruissellement	Simulation de l'écoulement des eaux sur un MNT	Identification des axes naturels d'écoulement à partir d'un MNT
Résolution	Global	Finesse local	Global
Avantages	Permet d'obtenir des résultats sur la sensibilité du territoire à la production du ruissellement.	Très précis, intègre la dynamique des eaux. Permet d'obtenir les résultats sous plusieurs formes (zone inondable, hauteurs d'eau, vitesses, durée de submersion, etc.) en tout point du bassin. Possibilité de simuler plusieurs aléas (1 000 ans, 100 ans).	Rapide et grand échelle. Données libre d'accès.
Limites	Approche amont. Ne fournit pas de zones inondables.	Nécessite la construction d'un modèle qui peut prendre du temps. Dépendant des données d'entrée. Ne peut pas s'appliquer à l'échelle nationale. Gourmand en calculs.	Moins détaillé que la modélisation 2D. Ne prend pas en compte l'intensité des pluies. Ne prend pas en compte les phénomènes de transformation pluie-débit ou de propagation. Pas de données de vitesses ou de durée de submersion.
Apport dans l'étude	Complémentaire aux autres méthodes : elle permet d'identifier les secteurs qui ne présentent pas forcément d'écoulements concentrés mais qui sont à l'origine de ceux-ci. Les résultats indiquent que l'occupation des sols est le principal facteur influençant la sensibilité à la production du ruissellement. Les cultures ouvertes, notamment les vignes, affichent une sensibilité forte, tandis que les zones de pâturage et les espaces forestiers sont peu sensibles. La pente constitue le second facteur déterminant.	Approche qui constitue la base du diagnostic de l'étude. Elle a permis de cartographier le ruissellement très finement sous forme de hauteurs d'eau et de vitesses d'écoulement en tout point du territoire d'étude avec un calcul sur 25 millions de mailles , pour différents types d'événements (P100 et P1000)	La comparaison entre les résultats du modèle hydraulique (P100) et la méthode ExZEco montre une bonne cohérence des thalwegs identifiés dans la modélisation et ceux identifiés par Exzeco. Cependant , concernant les emprises inondées, on remarque des valeurs très distinctes selon si on se trouve dans des zones de reliefs (où ExZEco semble inférieur au modèle) ou des zones de plaines (où ExZEco semble supérieur au modèle).

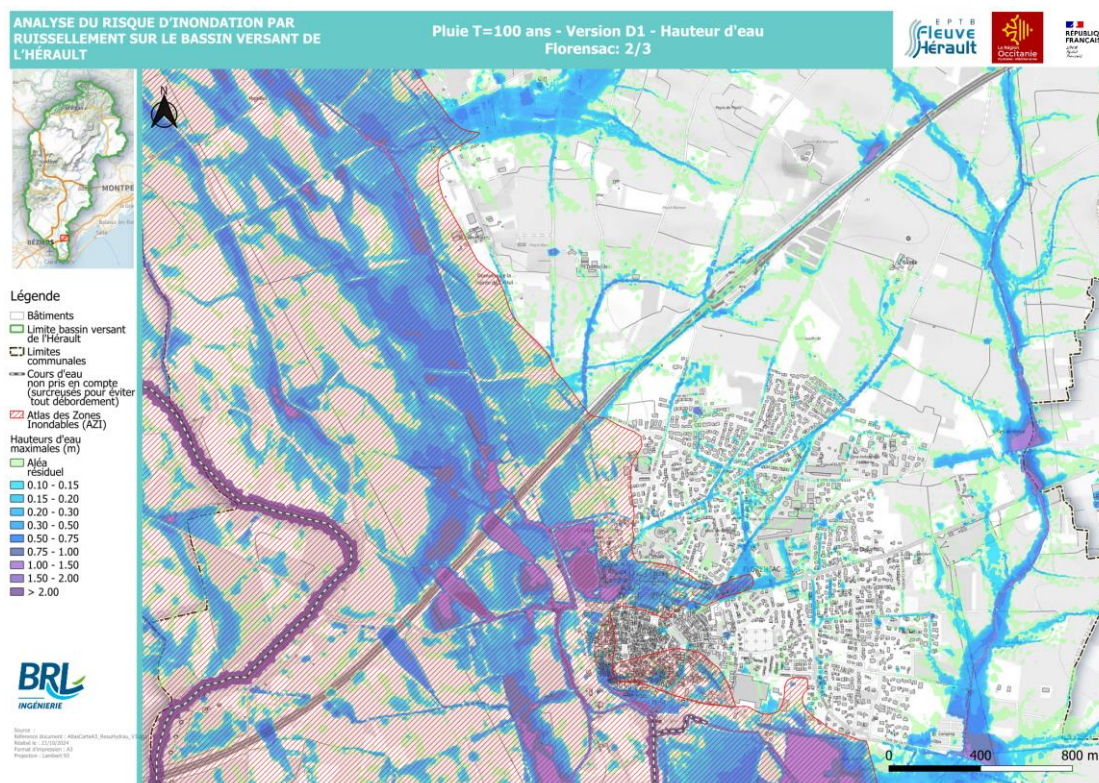
◆ Résultats de la modélisation hydraulique

Les cartes des hauteurs et vitesses maximales sont consultables dans le dossier cartographique de l'étude. Elles ont la forme d'atlas avec une ou plusieurs planches par commune, avec une échelle de l'ordre du 1/15000.

Sur les atlas des hauteurs, une classe pour des hauteurs entre 5 et 10 cm est présentée en tant qu'aléa résiduel. Cette distinction n'est pas faite dans l'atlas des vitesses.

Sur la partie gardoise, afin d'assurer la cohérence avec l'étude PPRI en cours d'élaboration, l'aléa ruissellement n'est pas représenté dans l'emprise considérée comme relevant du débordement de cours d'eau (enveloppe de l'AZI et enveloppe de l'Exzeco 25 grid 2 à 6)

Figure 4 : Exemple de résultats issus de la modélisation hydraulique 2D



4 Diagnostic de vulnérabilité du territoire

L'analyse de la vulnérabilité a permis d'identifier les secteurs et enjeux les plus exposés à l'aléa ruissellement. Cette démarche repose sur un inventaire des enjeux, ainsi qu'une évaluation de leur sensibilité aux inondations par ruissellement.

4.1 Inventaire des enjeux exposés

L'étude a recensé différents types d'enjeux susceptibles d'être impactés :

- **L'habitat** : zones résidentielles situées en aval des axes d'écoulement ;
- **Les activités économiques** : entreprises et exploitations agricoles exposées aux ruissellements ;
- **Les infrastructures sensibles** : écoles, établissements de santé et de gestion de crise ;
- **Les réseaux de transport** : routes et voies ferroviaires affectées par les écoulements d'eau.

4.2 Évaluation de la vulnérabilité

Le croisement des cartes d'aléa **issu de la modélisation 2D** et des enjeux a permis de définir les secteurs les plus à risque. La démarche de l'étude s'est basée sur les indications du **guide référentiel national de vulnérabilité aux inondations**.

Deux types d'indicateurs ont été utilisés pour évaluer la vulnérabilité des enjeux :

- **Indicateurs non monétarisés**
 - ☞ analyse de l'exposition des infrastructures et des populations au risque
- **Indicateurs monétarisés**
 - ☞ estimation des dommages économiques liés aux inondations par ruissellement

Les tableaux suivants synthétisent les valeurs intégrées à l'échelle du bassin versant de l'Hérault pour les différentes catégories d'enjeux (non monétarisés et monétarisés).

Tableau 2 : Synthèse des indicateurs monétarisés d'impact du ruissellement à l'échelle du bassin de l'Hérault

Catégorie d'enjeux	Pluie	
	 100 ANS	 1000 ANS
 AGRICOLE	28 M€ (hors causses)	29 M€ (hors causses)
 ENTREPRISE	60 M€	100 M€
 HABITAT	85 M€	130 M€

Tableau 3 : Synthèse des indicateurs non monétarisés d'impact du ruissellement à l'échelle du bassin de l'Hérault

Catégorie d'enjeu	Pluie	
	 100 ANS	 1000 ANS
 AGRICOLE	2000 ha (hors causses)	2800 ha (hors causses)
 ENTREPRISE	10 000 salariés	15 000 salariés
 POPULATION	20 000 habitants	25 000 habitants
 ENJEUX SENSIBLES	220	280
 ROUTES	Aléa faible : 555 km Aléa moyen : 126 km Aléa fort : 33 km	-

Une **sélection des communes les plus vulnérables** a été réalisée sur la base des critères monétarisés (voir carte page suivante). Au total, **31 communes** ont été identifiées comme particulièrement exposées aux inondations par ruissellement.

Par ailleurs, une comparaison **avec les documents d'urbanisme** en vigueur a également été menée afin d'identifier les zones nécessitant des adaptations réglementaires.

Tableau 4 : Surface (ha) concernée par les différents niveaux d'aléa pour la pluie 100 ans, pour chaque type de zone dans les PLU (64 communes)

Type de zone PLU	Résiduel	Faible	Moyen	Fort	Très Fort
Urbanisée	739	178	190	103	234
A urbaniser dans ZU	120	21	31	22	28
A urbaniser hors ZU	83	23	34	20	25
Agricole	9383	2022	2001	1435	2084
Naturelle	10580	1201	1705	1106	2030

Tableau 5 : Surface (ha) concernée par les différents niveaux d'aléa pour la pluie 100 ans, pour chaque type de zone dans les Cartes Communales (8 communes)

Type de zone Carte Communale	Résiduel	Faible	Moyen	Fort	Très Fort
Urbanisée	3.6	0.6	0.2	0.1	0.2
Zone non constructible	3058	160	209	273	577
Zone constructible	30.0	3.3	4.0	2.6	3.2

Figure 5 : Pluie d'occurrence 100 ans - Synthèse des dommages estimés par EPCI

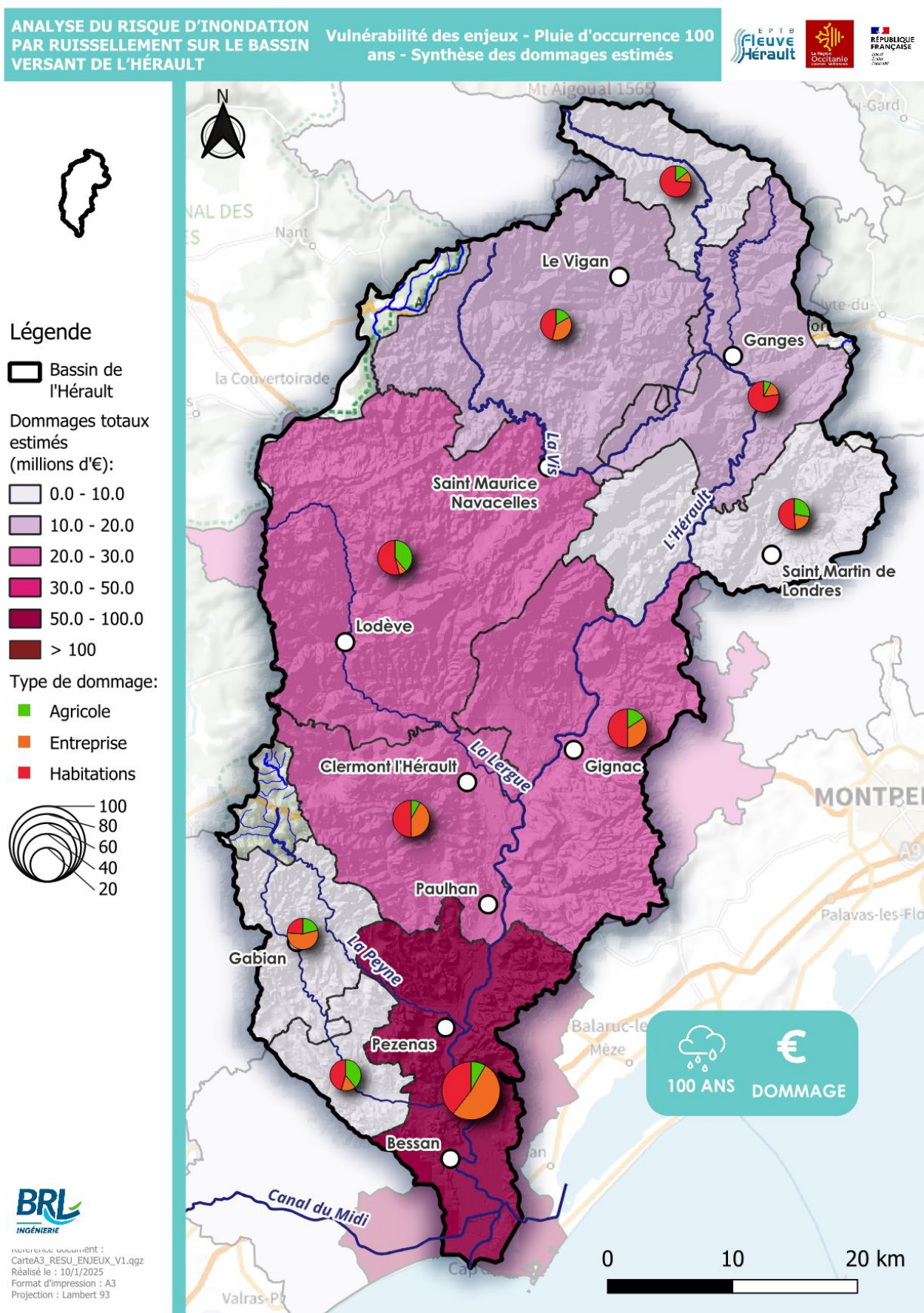
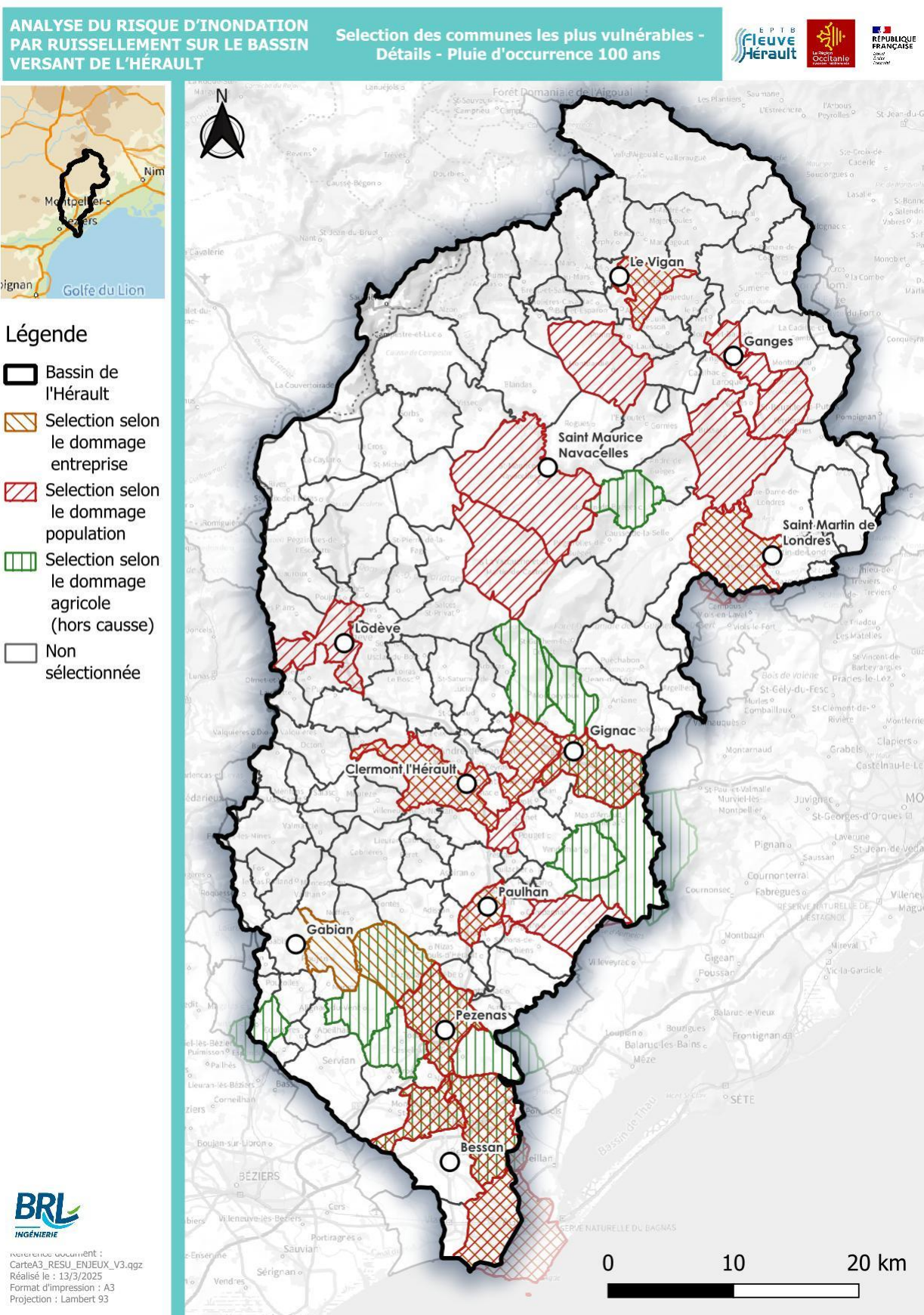


Figure 6 : Sélection des communes les plus vulnérables – Détails des types d'enjeux impactés et des dépassements de seuil par commune - Pluie d'occurrence 100 ans



5 Précision et limites de l'étude

5.1 Précision des données

Les **données pluviométriques** intègrent des statistiques à différentes périodes de retour. Elles s'appuient principalement sur les quantiles de pluie SHYREG ainsi que les coefficients de Montana associées aux postes Météo France du territoire d'étude. Elles couvrent l'ensemble du bassin versant de l'Hérault et ont été spatialisées à une échelle de résolution de 1 km².

Les **données topographiques** proviennent de relevés LIDAR de l'IGN, garantissant une résolution fine, mais dotée d'une certaine incertitude (± 10 cm). De plus les données LIDAR permettent de représenter la majorité des éléments structurant les écoulements (remblais et ouvrages principaux, cours d'eau et fossés, etc.) mais n'incluent pas les éléments de taille inférieure à la taille de la grille du MNT (mobiliers urbains, trottoirs, clôture, digue, etc.). Il ne prend pas non plus en compte les petits ouvrages enterrés.

La **modélisation du ruissellement** repose sur des modèles hydrauliques 2D, offrant une précision accrue par rapport aux méthodes dites « sèches » (CRUS, ExZEco, etc.). Cependant, l'échelle du territoire d'étude, à savoir l'ensemble du bassin versant de l'Hérault (soit 2 550 km²), a conduit à la construction d'un modèle hydraulique global simplifié. Ainsi, il est noté l'absence de modélisation fine des réseaux pluviaux et d'assainissement. En outre, les résultats obtenus sont inhérents à la topographie disponible, et n'inclut donc pas les éléments tels que les murs ou les haies.

Les **données d'entrée pour caractériser les enjeux** exposés au ruissellement proviennent de différentes bases de données officielles (BD Topo, BD Sirene, RPG, etc.). Toutefois, ces données reflètent une situation à un instant donné et comportent une part d'incertitude. De plus, les hypothèses adoptées pour leur traitement peuvent influencer de manière non négligeable les résultats obtenus. Il est donc essentiel d'interpréter les dénombrements d'enjeux avec prudence et de les considérer comme des ordres de grandeur plutôt que des valeurs absolues.

11

5.2 Limites de l'étude

Les **cartographies de l'aléa ruissellement** sont dépendantes de la qualité des données d'entrées (pluviométrie, occupation des sols, topographie, etc.). Les petites infrastructures locales (murets, caniveaux), **ainsi que les réseaux enterrés**, ne sont pas pris en compte dans la modélisation.

Par ailleurs, les cartographies constituent une photographie à un instant donné. Elles ne prennent pas en compte l'évolution potentielle du risque liée **aux futurs aménagements**, ni certains effets liés au **changement climatique**.

Enfin, il est à noter que les cartographies **ne prennent pas en compte l'aléa lié au débordement de cours d'eau**. En effet, il a été exclu de la cartographie l'ensemble des cours d'eau concerné par du débordement de cours d'eau, afin de ne laisser apparaître sur les cartes que le phénomène d'inondation par ruissellement. Le choix des cours d'eau à exclure du diagnostic sur le risque de ruissellement s'est fait en concertation avec l'EPTB Fleuve Hérault sur la base des éléments de la BDTopo affichant l'intitulé "cours d'eau permanent".

De manière générale, il est important de noter que les résultats obtenus dans ce genre d'études **sont dépendants des méthodologies déployées**, que ce soit pour la caractérisation de l'aléa, pour le traitement des enjeux, ou pour le croisement entre aléa et enjeux. Ces choix méthodologiques peuvent avoir un effet non négligeable sur l'étendue et l'intensité de l'aléa considéré, et in fine sur le diagnostic de vulnérabilité du territoire.

L'étude « *Analyse du risque inondation par ruissellement sur le bassin versant de l'Hérault* » est une étude que l'on peut qualifier de fiable à l'échelle **intercommunale, voire communale**.

Pour **des projets d'aménagement locaux**, l'étude devra être complétée par des modélisations plus fines à l'échelle des secteurs considérés, incluant notamment les spécificités du territoire d'étude (réseau pluvial, murs, etc.)

◆ Particularité du secteur des Causses

Les plateaux des Causses se caractérisent par **un relief formé par de nombreuses cuvettes topographiques**, et donc de sous-bassins versants sans exutoire superficiel. De plus, les plateaux comportent des formations karstiques non prises en compte dans le modèle qui participent au drainage de ces cuvettes.

Cette particularité peut entraîner une surestimation significative des emprises inondables et des hauteurs d'eau dans ces secteurs, les cuvettes étant simulées comme se remplissant jusqu'à leur cote de débordement, ce qui pourrait conduire à des résultats éloignés de la réalité.

6 Conclusion et perspectives

L'étude a permis d'aboutir à **une cartographie détaillée** du risque de ruissellement sur le bassin versant de l'Hérault. Cette cartographie constitue un outil d'aide à la décision pour les collectivités et gestionnaires de territoire afin de limiter les risques d'inondation par ruissellement.

Les principaux enseignements de l'étude sont :

- Une **identification claire des zones les plus vulnérables**, notamment les communes situées en aval des axes d'écoulement majeurs ;
- Une **meilleure compréhension des dynamiques de ruissellement**, facilitant l'adaptation des stratégies d'aménagement ;
- Une **confirmation de l'influence de la topographie ou des infrastructures locales** dans l'aggravation ou la réduction du phénomène.

Pour la suite de l'étude, une priorisation des actions est envisagée pour renforcer la résilience des territoires, avec notamment :

- L'intégration des résultats dans les documents d'urbanisme (PLU, SCOT) pouvant conduire à des prescriptions spécifiques dans les zones à risque ;
- L'étude et la mise en place de solutions de gestion du ruissellement (bassins de rétention, zones tampons, aménagements paysagers, désimperméabilisation, pratiques agricoles) ;
- La formation et la sensibilisation des acteurs locaux pour assurer une meilleure prise en compte du risque dans la planification territoriale ;
- Le suivi des évolutions du territoire pour adapter la cartographie aux changements futurs et aux effets du changement climatique.



BRL Ingénierie
1105, av. Pierre Mendès-France
BP 94001 | 30001 Nîmes Cedex 5

Tél : +33(0)4.66.87.81.11
Email : brli@brl.fr
www.brli.brl.fr

