DDT 48

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Direction Départementale des Territoires

DEFINITION DE L'ALEA INONDATION SUR LA COMMUNE DE LANUEJOLS (48)

Rapport d'étude

cereg
ÉTUDES - MESURES - MAÎTRISE D'ŒUVRE

Février 2018

LE PROJET

Client	***DDT 48***
Projet	**Définition de l'aléa inondation sur la commune de Lanuéjols (48)**
Intitulé du rapport	**Rapport d'étude**

LES AUTEURS

cereg ÉTUDES - MESURES - MAÎTRISE D'ŒUVRE	Cereg Ingénierie - 589 rue Favre de Saint Castor – 34080 MONTPELLIER Tel : 04.67.41.69.80 - Fax : 04.67.41.69.81 - montpellier@cereg.com www.cereg.com

Réf. Cereg - ER16027

Id	Date	Etabli par	Vérifié par	Description des modifications / Evolutions
V1	29/05/2017	Erwan Cabon	Philippe Debar	Version initiale
V2	28/02/2018	Erwan Cabon Fanny Bousquié	Philippe Debar	Phases 3 et 4 + prises en compte des remarques de la commune du 08.02.2018

Certification	*Accréditation*
afaq ISO 9001 Qualité AFNOR CERTIFICATION	cofrac ESSAIS Accréditation n° 1 - 6111 Portée disponible sur www.cofrac.fr

TABLE DES MATIERES

A. PHASE 1 : APPROCHE HYDRO-GEOMORPHOLOGIQUE 7

A.I. METHODOLOGIE 8

A.II. POINTS REMARQUABLES 10

A.III. ENJEUX 12

A.IV. ELEMENTS DE CONNAISSANCE SUR LES CRUES 12

B. PHASE 2 : MODELISATION HYDROLOGIQUE 13

B.I. METHODOLOGIE 14

B.II. ANALYSE DU BASSIN VERSANT 15

B.III. DONNEES DISPONIBLES 17

B.III.1. Suivi hydrométrique 17

B.III.2. Pluviométrie statistique 17

B.III.3. Événement de calage : 2003 18

B.III.4. Construction de pluies de projet 19

B.IV. SIMULATION DU FONCTIONNEMENT DU BASSIN VERSANT 20

B.IV.1. Montage et calage du modèle 20

B.IV.2. Débits de projet 21

C. MODELISATION HYDRAULIQUE 23

C.I. SECTEURS MODELISES 24

C.II. METHODOLOGIE DE L'ETUDE HYDRAULIQUE 24

C.III. DONNEES TOPOGRAPHIQUES 25

C.IV. CONSTRUCTION DES MODELES HYDRAULIQUES 27

C.IV.1. Montage des modèles hydrauliques 27

C.IV.1.1. Code de calcul utilisé 27

C.IV.1.2. Maillage de la zone d'étude 27

C.V. CALAGE DES DIFFERENTS MODELES 29

C.V.1. Données de calage 29

C.V.2. Résultat du calage 30

C.I. CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES 35

C.I.1. Les simulations réalisées 35

C.I.2. Analyse du fonctionnement hydraulique actuel 35

C.I.2.1. Lanuéjols (village) 35

C.I.2.2. Bourg de Vitrolles 36

C.I.2.3. Zone d'activité Terre Bleue 36

C.I.2.4. Lieu-dit Le Boy 37

D. PHASE 4 : CARTOGRAPHIE DE L'ALEA DE REFERENCE 38

D.I. METHODOLOGIE DE DEFINITION DE L'ALEA 39

D.II. ALEA HYDROGEOMORPHOLOGIQUE 39
D.III. ALEA HYDRAULIQUE SUR LES ZONES A ENJEUX RETENUES 41
E. ANNEXES 42

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Nombre d'enjeux 12
Tableau 2 : Données morphométriques 16
Tableau 3 : Caractéristiques hydrologiques des bassins versants 16
Tableau 4 : Données hydrométriques 17
Tableau 5 : Coefficients de Montana de Mende et cumul journalier 17
Tableau 6 : Paramètres SCS des bassins retenus après calage 21
Tableau 7 : Débits de projets retenus 21
Tableau 8 : Levés topographiques réalisés sur la commune de Lanuéjols 25
Tableau 9 : Synthèse des observations et Plus Hautes Eaux (PHE) recensées lors des crues historiques sur la commune de Lanuéjols 29
Tableau 10 : Coefficients de rugosité retenu 30
Tableau 11 : Coefficients de rugosité en fonction de l'occupation des sols de la zone d'étude de Vitrolles 32
Tableau 12 : Coefficients de rugosité en fonction de l'occupation des sols de la zone d'étude 34
Tableau 13 : Traduction des unités hydrogeomorphologique en aléa 39
Tableau 14 : Prise en compte des perturbations anthropiques dans l'aléa hydrogéomorphologique 40
Tableau 15 : Caractérisation de l'aléa inondation en fonction du croisement hauteurs/vitesses 41

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1 : Linéaire concerné par l'étude 6
Illustration 2 : Identification des unités spatiales homogènes modelées par les différentes crues 8
Illustration 3 : Exemple de cartographie hydromorphologique des zones inondables 9
Illustration 4 : Sous-bassins versants drainés 15
Illustration 5 : Observations de l'événement de décembre 2003 18
Illustration 6 : Pluie de projet de Keifer 19
Illustration 7 : Schéma d'assemblage des bassins versants 20
Illustration 8 : Résultat type pour le bassin en amont de Lanuéjols soumis à la pluie de 2003 20
Illustration 9 : Secteurs retenus pour la modélisation hydraulique 24
Illustration 9 : Localisation des levés topographiques réalisées sur les zones modélisées 26
Illustration 10 : Maillage du secteur modélisé sur Vitrolles et vue 3D des éléments structurants les écoulements 27

Illustration 11 : Maillage du secteur modélisé sur Lanuéjols et vue 3D des éléments structurants les écoulements 28

Illustration 12 : Maillage des secteurs de Le Boy et de la zone d'activité Terre Bleue à Lanuéjols 28

Illustration 13 : Localisation des observations et Plus Hautes Eaux (PHE) recensées lors des crues historiques sur la commune de Lanuéjols 30

Illustration 14 : Fonctionnement hydraulique du village de Lanuéjols pour la crue de 2003 31

Illustration 15 : Fonctionnement hydraulique du secteur de Vitrolles pour la crue de 2003 32

Illustration 16 : Vue du ruisseau des Ambiéras depuis le RD41 33

Illustration 17 : Fonctionnement hydraulique du lieu-dit Le Boy pour la crue de 2003 35

Illustration 18 : Définition de l'aléa hydrogeomorphologique 39

Illustration 19 : Prise en compte des perturbations anthropiques dans l'aléa hydrogéomorphologique et cas spécifique des remblais 40

PREAMBULE

La Direction Départementale des Territoires de la Lozère souhaite définir l'aléa inondation sur le territoire de la commune de **Lanuéjols**, en particulier sur les cours d'eau suivants, d'amont en aval :

- La Nize
- Le ruisseau de Vitrolles
- Le ruisseau de la Prade
- Le ruisseau de Gravière
- Le ruisseau d'Ambiéras
- Le ruisseau de Bramefan

La zone précise à étudier est présentée sur la carte suivante :

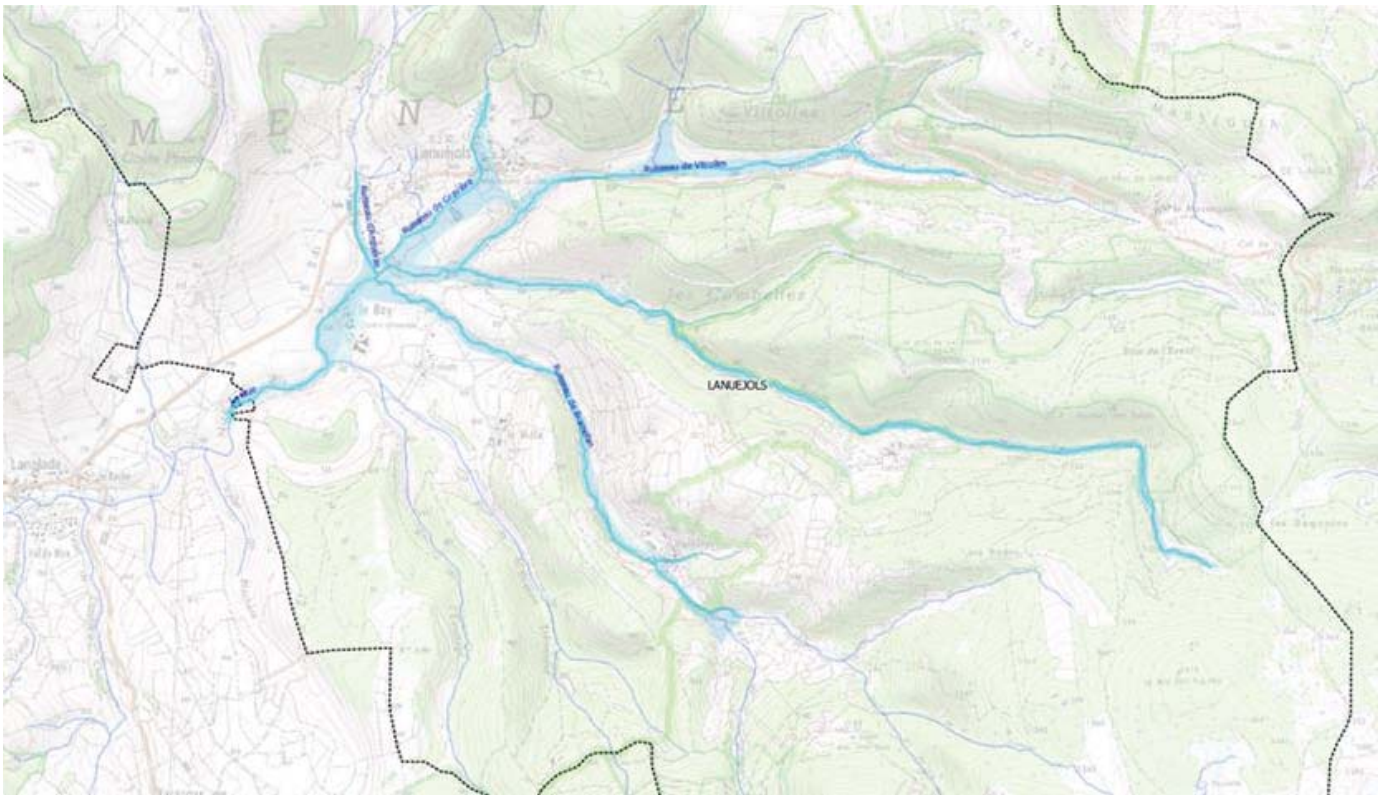


Illustration 1 : Linéaire concerné par l'étude

La mission confiée à Cereg se déroule en 3 phases pour aboutir à une cartographie de l'aléa inondation :

- **Approche hydrogéomorphologique** de la zone inondable sur l'ensemble du linéaire ;
- **Étude hydrologique** du bassin versant permettant de définir les débits statistiques en plusieurs points ;
- **Étude hydraulique ciblée** sur les zones à enjeux pour préciser la zone inondable hydrogéomorphologique.

A. PHASE 1 : APPROCHE HYDRO-GEOMORPHOLOGIQUE

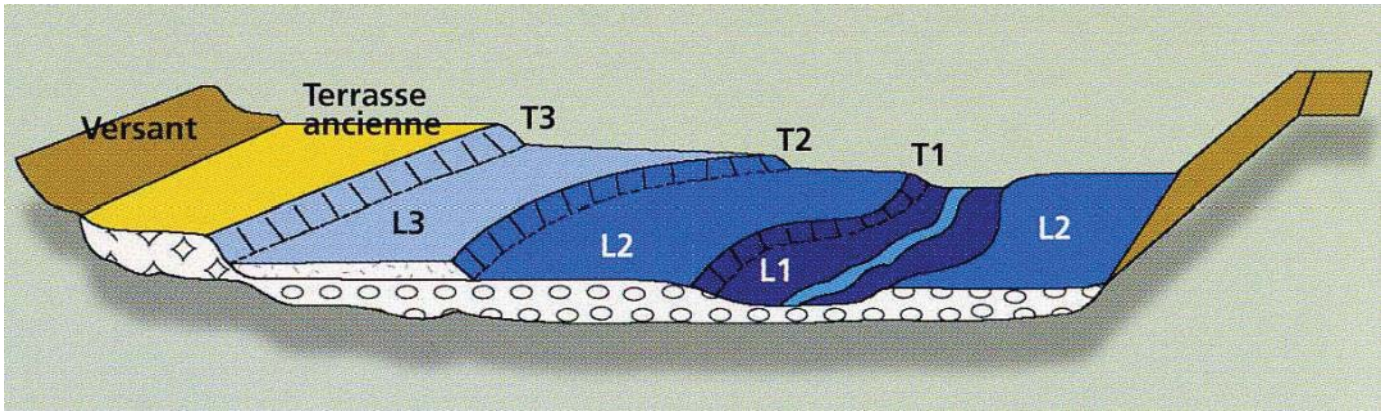
A.I. METHODOLOGIE

L'approche hydrogéomorphologique appliquée ici consiste à préciser les limites des zones inondables à partir de photo-interprétation (analyse stéréoscopique de photographies aériennes) complétée par des investigations de terrain et l'analyse des repères de crues et témoignages.

C'est une méthode qui ne nécessite pas de modèle mathématique. En revanche, les limites des zones inondables ainsi déterminées ne sont pas liées à des périodes de retour précises : elles fournissent les limites physiques naturelles du champ d'expansion des crues.

Succinctement, on peut retenir pour cette méthode les différentiations suivantes :

- **lit mineur** : espace occupé toute l'année par le cours d'eau et inondé en totalité par une crue fréquente type annuelle ou bisannuelle ;
- **lit moyen** : espace inondé en cas de crue moyenne, de fréquence généralement autour de 10 ans ;
- **lit majeur et lit majeur exceptionnel** : espace inondé par les crues les plus rares ou exceptionnelles ;



- L1 : lit mineur, incluant le lit d'étiage
- L2 : Lit moyen, fonctionnel pour les crues fréquentes
- L3 : Lit majeur, fonctionnel pour les crues rares à exceptionnelles
- T1 : Limite des crues non débordantes
- T2 : Limite du champ d'inondation des crues fréquentes
- T3 : Limite du champ d'inondation des crues exceptionnelles

Illustration 2 : Identification des unités spatiales homogènes modelées par les différentes crues

Cette méthodologie prend également en compte :

- les secteurs inondables par ruissellement (zones urbaines, agricoles ou naturelles, cône de déjection, …)
- les éléments naturels ou anthropiques susceptibles d'influencer le fonctionnement hydraulique du cours d'eau (digue, remblai, seuil, zones végétalisées, …)
- certains enjeux situés en zone inondable (bâtiments, campings, ...).

On notera toutefois que l'analyse hydrogéomorphologique concerne en premier lieu l'espace alluvial non perturbé par les activités et les aménagements humains (qui constitue en quelque sorte un cadre de référence explicitant le fonctionnement du cours d'eau). Elle demeure cependant riche d'enseignements même lorsque des transformations d'origine anthropique ont profondément bouleversé le milieu naturel. Ces transformations peuvent modifier notablement le fonctionnement hydraulique de la plaine alluviale fonctionnelle, soit dans le sens de l'accélération, soit au contraire dans celui du freinage et de la rétention. Elles peuvent aussi perturber l'interprétation hydrogéomorphologique en modifiant la morphologie des différents lits ainsi que leurs limites.

La technique de saisie de l'information, qu'il s'agisse de photo-interprétation ou d'observations de terrain, permet d'obtenir une précision planimétrique compatible sans difficulté avec une cartographie à l'échelle du 1/25 000, mais aussi, moyennant quelques précautions, à celle du 1/10 000, voire du 1/5 000, compatible avec l'élaboration d'un PPRi.

L'analyse hydrogéomorphologique limitée aux observations de terrain ne permet pas d'évaluer directement les hauteurs d'eau susceptibles d'être atteintes par de fortes crues. Des informations à ce sujet peuvent cependant être déduites de la présence de dépôts sédimentaires de crues passées sur des talus externes de lit majeur à pente faible. Elles sont cependant trop aléatoires pour constituer un critère pertinent dans les cas courants. A l'inverse, l'intégration dans cette méthode d'informations fournies par des relevés de crues historiques permet d'apporter à cette question une réponse plus ou moins complète selon les cas. Pour ce qui est des vitesses d'écoulement, il s'avère hasardeux de tenter de les obtenir à partir des seules données morphologiques.

L'utilisation combinée de la modélisation hydraulique avec l'analyse hydrogéomorphologique pour la définition d'un aléa nécessite une attention particulière pour s'assurer de leur bonne complémentarité. Le calage du modèle (prévu en tranche conditionnelle) ainsi que la détermination des débits de pointe utilisés sont en effet des leviers influant fortement sur les résultats des simulations. Nous utiliserons la modélisation dans cet esprit de cohérence avec le fonctionnement morphologique du cours d'eau.

Le rendu cartographique obtenu permet une compréhension globale des écoulements de crue sur la zone, tout en indiquant clairement les structures qui les impactent :

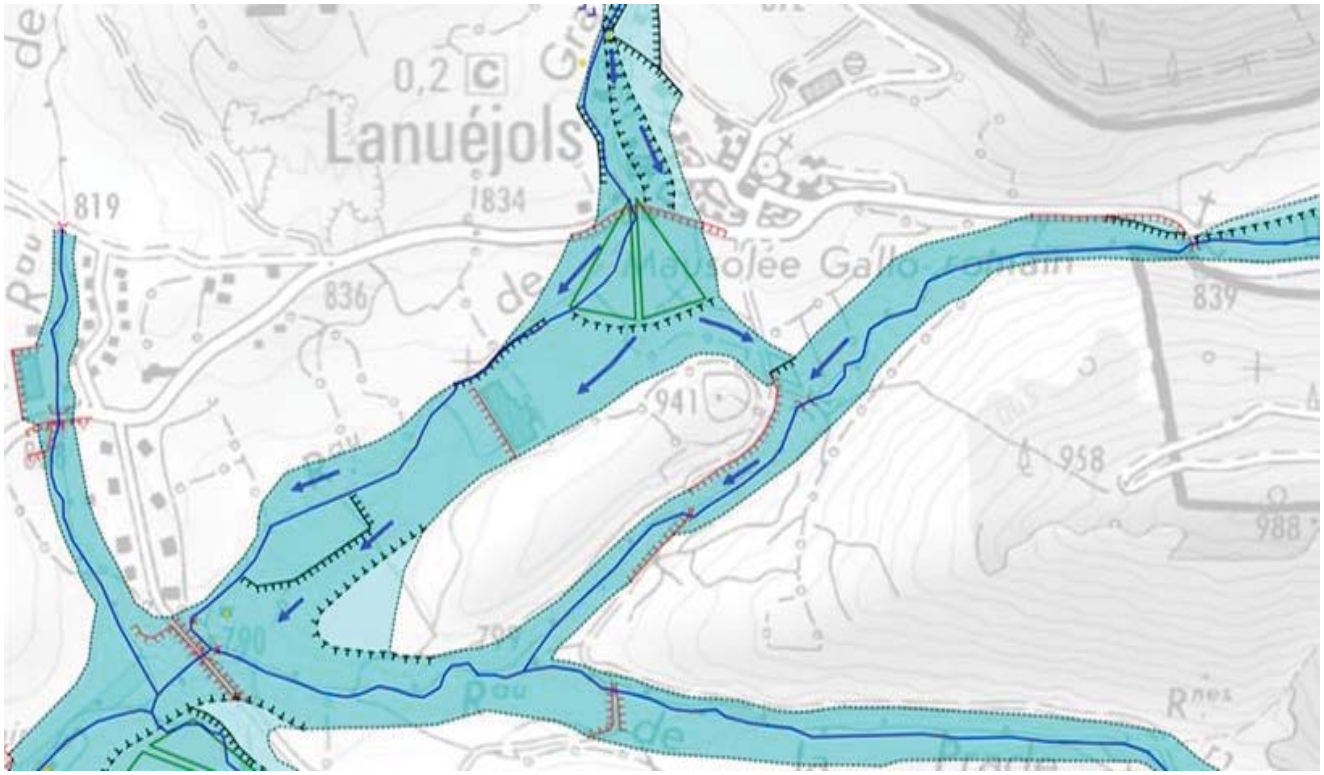


Illustration 3 : Exemple de cartographie hydromorphologique des zones inondables

Les cartographies de l'ensemble de la zone d'étude sont disponibles en annexe.

Il est proposé de retenir les niveaux d'aléa suivants :

- **lit mineur et lit moyen : Aléa fort**
- **Lit majeur et lit majeur exceptionnel : Aléa faible**

A.II. POINTS REMARQUABLES

On notera les quelques points remarquables suivants sur le fonctionnement du bassin versant en crue :

- **Tous les amonts des cours d'eau sont encaissés dans des gorges, avec des lits bien marqués**

- **Le bourg de Vitrolles est en partie construit clairement dans le lit majeur du ruisseau et de son affluent**

- **Le bourg de Vareilles est situé de part et d'autre du champ majeur très encaissé de l'affluent recalibré et busé qui arrive en rive droite du ruisseau de Bramefan. Les écoulements de crue s'effectuent alors en nappe sur la voirie.**

- **Lanuéjols est situé sur le cône de déjection du ruisseau de la Gravière. De nombreux enjeux sont ainsi susceptibles d'être impactés par des écoulements de crue en nappe sur ce cône. Il faut noter une microtopographie complexe (jeu de talus, trottoir, passages busés, ...) et un lit perché puis busé, le fond du vallon traversant le champ derrière jusqu'à l'ancienne fontaine.**

La RD41 est clairement en remblai au-dessus du mausolée Gallo-romain et barre le cône de déjection.

- **La divergence potentielle des écoulements en aval de Lanuéjols, sur le bas du cône de déjection, une partie des hauts pouvant rejoindre le ruisseau de Vitrolles au-dessus de l'ancien lagunage**

- **En aval, le ruisseau de Gravière est perché dans la plaine agricole**

- **Le champ majeur rive droite du ruisseau d'Ambièras partiellement en remblai (ZA des terres Bleues)**

- **La zone de confluence des quatre cours d'eau en amont du Boy, structurée par les ouvrages en remblai et le cône de déjection du ruisseau de Bramefan**

- **Les enjeux du Boy situés dans la zone d'expansion de la nize**

- **Les nouvelles lagunes en remblai au-dessus d'un lit mineur très encaissé**

A.III. ENJEUX

Les enjeux présents sur le secteur étudié sont présentés en annexe. Il a été identifié :

- les bâtis
- les ERP transmis par les Services de L'État et localisés par nos soins
- les « points d'activité ou d'intérêt » de la BD Topo de l'IGN
- les captages
- les stations d'épuration (STEP)
- les zonages liés à l'urbanisme le cas échéant.

On peut noter la présence de la STEP de Brajon et celle du Boy, l'école de Lanuéjols et le Centre du Boy.

Lieu	Nombre de bâti	ERP/PAI	Cours d'eau	Écoulement
Vitrolles	*6*		*Vitrolles/affluent*	*torrentiel*
Vareilles	*11*		*Bramefan/affluent*	*torrentiel*
Lanuéjols	*43*	*1*	*Gravière*	*torrentiel*
Lot. Terres Bleues	*5*	*1*	*Ambiéras*	*torrentiel*
Le Boy	*9*	*4*	*La Nize*	*plaine*
TOTAL	**74**	**6**		

Tableau 1 : Nombre d'enjeux

A.IV. ELEMENTS DE CONNAISSANCE SUR LES CRUES

Sur les cartes précédentes est également renseignée la localisation des témoignages sur les crues qui ont pu être collectés sur le terrain.

On notera toutefois que ce ne sont pas pour la plupart des repères de crue « classiques », au sens d'un niveau maximum atteint par une crue donnée et visualisés sur un support solide mais bien souvent une information de présence d'eau.

Les plus remarquables sont commentés ci-après, d'amont en aval.

- Dans les années 1950, le ruisseau de la Gravière a débordé sur les quartiers amont de Lanuéjols (il n'était pas encore busé, et n'a pas débordé depuis les travaux)
- En 2003 au niveau de la confluence de la Nize et du ruisseau de Gravière, il a été observé une zone inondée d'environ 8m de large avec une hauteur d'eau de 5cm environ sur le terrain à côté du bâti
- Les bâtis en amont du Boy, le long de la Nize n'ont semble-t-il jamais été inondés
- En 2003, le petit passage busé à l'entrée des gorges en aval du Boy était légèrement submergé.

B. PHASE 2 : MODELISATION HYDROLOGIQUE

B.I. METHODOLOGIE

Dans le cadre de la définition de l'aléa inondation sur la commune, il est nécessaire de définir les débits de pointe statistiques d'occurrences 10, 30 et 100 ans sur chaque tronçon représentatif. Ils seront de plus nécessaires pour définir les conditions aux limites des modèles hydrauliques qui seront éventuellement mis en place par la suite.

La zone d'étude intercepte une large gamme de bassins versants, allant de la petite tête de bassin (100ha) à un bassin versant plus important caractérisé par un chevelu dense d'affluents (30km²).

La Nize sur la zone d'étude n'est pas suivie par une station hydrométrique. La station la plus proche est celle du Bramont à Saint-Bauzile (Les Fonts). **Elle draine un bassin versant (116 km²) plus de 3 fois supérieur à celui drainé par l'ensemble de la zone d'étude (35km²) et situé en aval de la confluence Nize/Bramont, ce dernier drainant également un bassin versant très important**. Dans ces conditions, il parait délicat de s'assurer d'un calage correct sur les petits sous-bassins versants amonts (100ha), ce qui reste primordial au vu des enjeux en amont (Vitrolles, Vareille, Lanuéjols).

Afin de s'assurer d'une définition correcte des débits de pointe sur l'ensemble de la zone d'étude, mais également de rejouer la pluie de 2003 nécessaire au calage des modèles hydrauliques, il est proposé la méthodologie suivante, réalisée en quatre temps :

- **Calcul des paramètres (CN, tc, …) et des débits de pointe des sous-bassins versants unitaires** qui composent la zone d'étude, à partir des méthodes classiques de l'hydrologie conceptuelle, pour les 3 occurrences 10, 30 et 100 ans;
- **Montage des sous-bassins versants d'un modèle mathématique global** permettant de simuler l'assemblage des différents cours d'eau. Le code de calcul utilisé est HEC-HMS
- **Calage du modèle afin de retrouver pour les 3 occurrences les débits de pointe des sous-bassins versant** en injectant des pluies statistiques d'occurrence 10, 30 et 100 ans.
- **Simulation de la pluie observée en 2003 afin de déterminer la réponse des sous-bassins versants à cet événement réel**. Ceci nécessite de déterminer l'occurrence de la pluie observée (pour choisir le bon jeu de paramètres des sous-bassins versants en fonction du calage précédent) et les conditions initiales de saturation du sol (une pluie d'occurrence donnée tombant sur un bassin versant déjà saturé générera un débit d'occurrence supérieur à celle de la pluie).

B.II. ANALYSE DU BASSIN VERSANT

La zone d'étude sur laquelle un modèle hydrologique est mis en place draine 10 sous-bassins versants (BV):

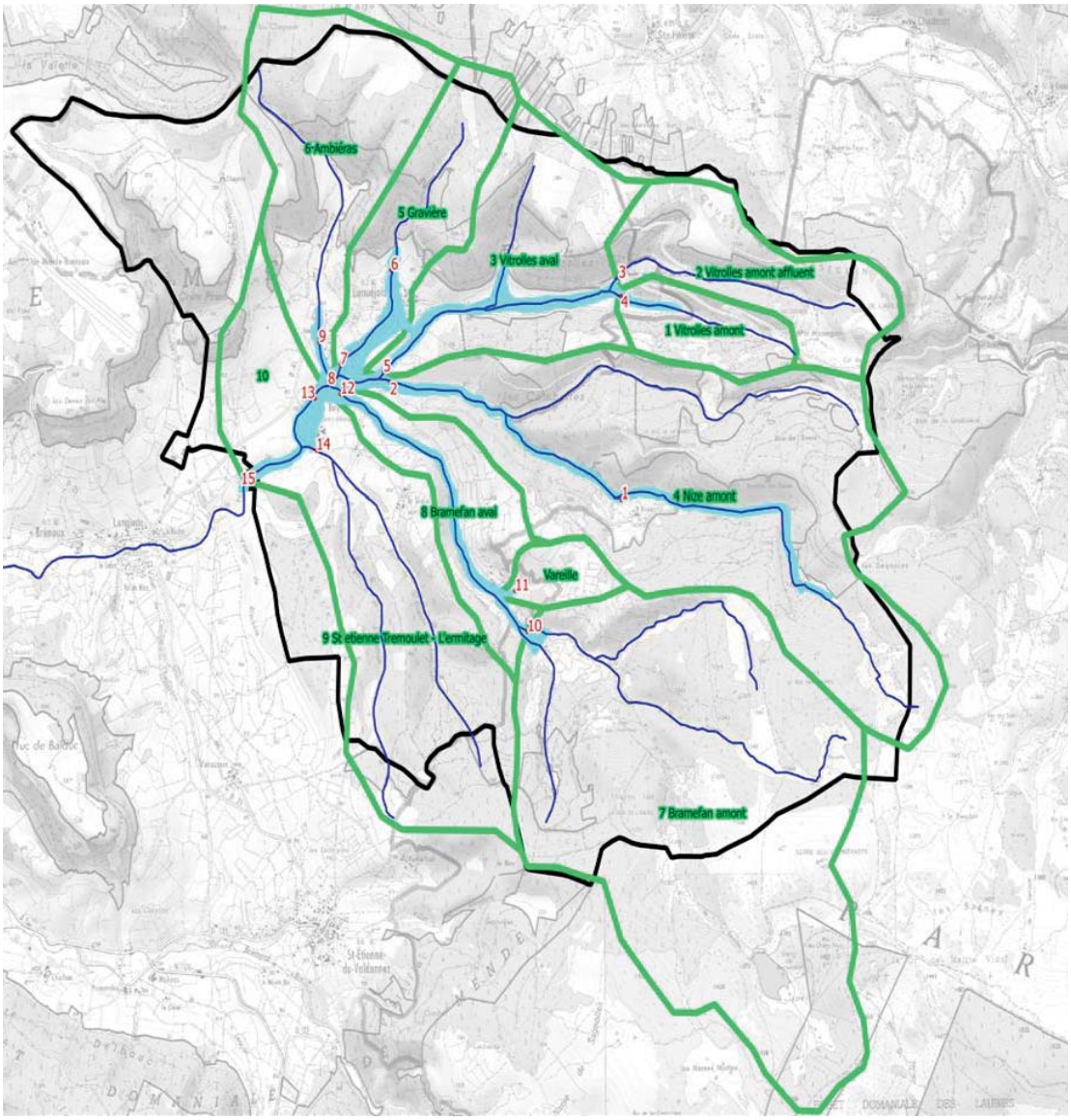


Illustration 4 : Sous-bassins versants drainés

Pour chacun, l'occupation du sol a été caractérisée à partir du Corine Land Cover (année 2012) et les caractéristiques morphométriques identifiées à partir du scan25 de l'IGN et du RGE ALTi (premier tableau suivant)

A partir de ces éléments, les grandeurs hydrologiques caractéristiques des bassins versants sont estimées (second tableau) :

- Le coefficient de ruissellement (Cr), fonction de l'occupation du sol et de l'occurrence de la pluie, rend compte de l'augmentation de la part de pluie qui ruisselle avec l'intensité des précipitations ;
- Le temps de concentration (tc), correspondant au temps que met une goutte d'eau pour parcourir le cheminement hydraulique, c'est-à-dire la distance séparant le point le plus éloigné du bassin versant, de son exutoire. Il a été choisi d'utiliser la formule de Richard, qui tient compte de l'occurrence de la pluie ;

Le tableau suivant présente les caractéristiques moprhométriques :

BV	Surface TOTALE	Surface Imperm	Culture	Pâturage, prairie	Forêts denses	Bois	Longueur L	Dénivelé Z	Pente moyenne
	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m	m	m/m
1	91,9		7,0		84,5	0,4	1870,0	293,4	0,2
2	198,8		63,2	2,3	90,5	42,9	2963,0	359,7	0,1
3	289,3		35,6	59,2	132,1	62,5	3332,0	354,3	0,1
4	776,4		32,7	11,6	659,5	72,7	6964,0	612,2	0,1
5	182,1	5,9	40,4	18,4	91,8	25,7	3052,0	374,1	0,1
6	320,5	4,2	111,4	0,0	199,6	5,4	3398,0	350,1	0,1
7	943,6		30,7		678,8	234,1	5041,0	536,2	0,1
8	198,5		95,6	36,7	23,6	42,7	3791,0	366,3	0,1
9	427,9		0,5	95,5	271,0	60,9	4467,0	533,7	0,1
10	108,9		89,7	1,6	10,6	7,0	2283,0	251,2	0,1

Tableau 2 : Données morphométriques

Le tableau suivant présente les grandeurs hydrologiques calculées :

BV	Coefficient de ruissellement			Temps de concentration (min)		
	T= 10 ans	T= 30 ans	T= 100 ans	T= 10 ans	T= 30 ans	T= 100 ans
1	0,21	0,27	0,34	64,0	44,0	29,0
2	0,26	0,32	0,39	91,0	65,0	46,0
3	0,27	0,33	0,40	104,0	75,0	53,0
4	0,19	0,25	0,31	276,0	200,0	147,0
5	0,28	0,35	0,41	89,0	63,0	45,0
6	0,26	0,32	0,39	110,0	79,0	55,0
7	0,21	0,28	0,35	182,0	119,0	83,0
8	0,28	0,34	0,40	118,0	86,0	62,0
9	0,25	0,31	0,38	139,0	96,0	67,0
10	0,33	0,39	0,45	65,0	48,0	34,0

Tableau 3 : Caractéristiques hydrologiques des bassins versants

Ces grandeurs caractéristiques serviront au calage du modèle hydrologique global.

B.III.DONNEES DISPONIBLES

B.III.1. Suivi hydrométrique

La Nize sur la zone d'étude n'est pas suivie.

Les débits de l'ensemble du bassin du Bramont (Nize comprise) sont suivis 7 km à l'aval de la zone d'étude, 2.5km à l'aval de la confluence Bramont/Nize.

	Le Bramont à Saint-Bauzille
Code	*O7035010*
Chronique	*1970-2017 (47 ans)*
BV	*116km²*
Qp nov. 2003	*78.7 m³/s*
Q10	*50 m³/s*
Q30	*65 m³/s*
Q100 (estim.)	*80 – 90 m³/s*

Tableau 4 : Données hydrométriques

Il apparaît les crues récentes remarquables suivantes :

- **24 déc. 1973 (69.1 m³/s)**
- **25 oct. 1976 (74.7 m³/s)**
- **le 5 nov. 1994 (93.30 m³/s)**
- **le 3 déc. 2003 (78.70 m³/s)**

les crues de 1994 et 2003 sont proches d'une crue centennale à la station (qui peut être estimée entre 80 et 90m³/s).

Dans la mesure où la pluie de l'épisode de 2003 est bien connue, nous retiendrons cette crue pour le calage des modèles hydrauliques. Elle sera donc rejouée dans le modèle hydrologique.

B.III.2. Pluviométrie statistique

Afin de disposer de données pluviométriques représentatives sur le bassin versant, les coefficients de Montana (a et b) de la station de Mende ont été recalés sur le bassin versant grâce aux hauteurs de pluies SHYREG pour des durées de 6min à 24h. Pour les durées supérieures (1, 2 et 3 jours), il a été repris les cumuls calculés à la station du Bleymard :

Durée de la pluie	6min – 2h		2h – 6h		6h – 24h		1j	2j	3j
Occurrence	a	b	a	b	a	b	Cumul		
5	*18,86*	*0,61*	*19,87*	*0,66*	*33,86*	*0,94*	*728.*	*92.7*	*102.1*
10	*24,37*	*0,62*	*24,53*	*0,68*	*28,97*	*0,66*	*92.5*	*113.4*	*126.1*
20	*29,39*	*0,63*	*28,91*	*0,69*	*28,39*	*0,59*	*117.3*	*137.9*	*155.4*
30	*35,55*	*0,63*	*33,93*	*0,7*	*26,65*	*0,5*	*134.9*	*154.4*	*175.6*
50	*39,8*	*0,64*	*37,37*	*0,71*	*25,34*	*0,45*	*160.9*	*178.1*	*205.1*
100	*45,98*	*0,64*	*42*	*0,73*	*23,21*	*0,37*	*204.8*	*213.2*	*253.7*

Tableau 5 : Coefficients de Montana de Mende et cumul journalier

B.III.3. Événement de calage : 2003

La pluviométrie ayant généré la crue de 2003 est analysée ici afin de déterminer son occurrence et donc de la simuler avec les paramètres adéquats.

L'exploitation de la pluie radar de 2003 disponible sur le bassin, entre le 30 nov. 2003 et le 4 déc. 2003, permet de disposer d'une pluie spatialisée tous les kilomètres rendant compte de l'évolution de la pluie sur les différents sous-bassins versants.

Afin de correctement prendre en compte l'état initial du bassin versant avant cette crue, il a été également utilisé le hyétogramme de pluie horaire le plus proche du bassin versant, à savoir la station de Mende.

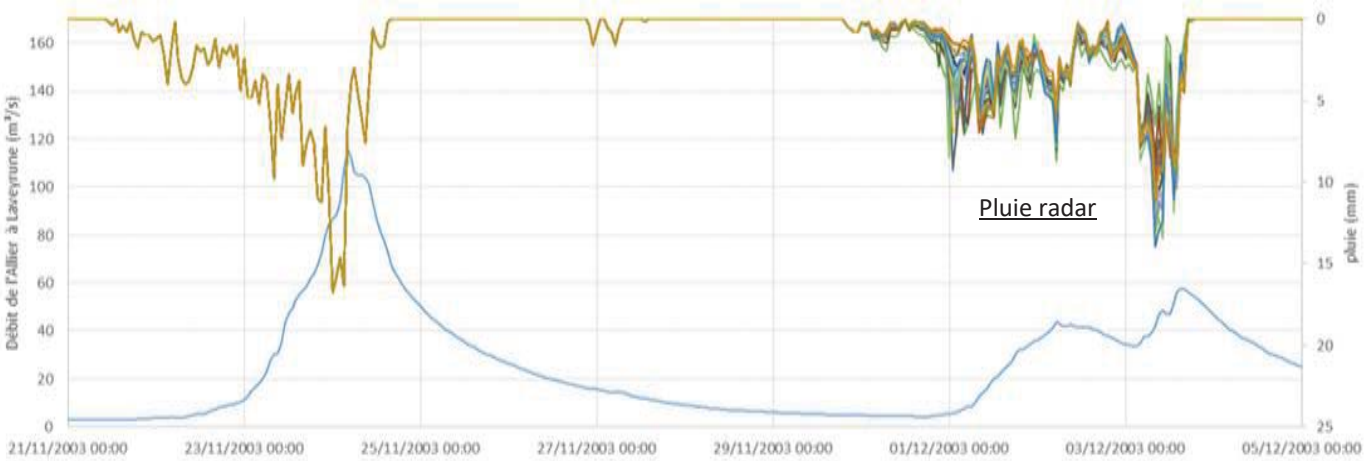


Illustration 5 : Observations de l'événement de décembre 2003

Il apparaît les éléments remarquables suivants :

- Le premier pic de pluie du 24 nov.2003 – qui n'a pas généré de crue significative (20 ans en terme de débit) – a une occurrence de 75ans sur 6h en terme de pluie. Il a contribué à saturer les sols.
- La pluie ayant généré le pic de crue du 3 décembre 2003 est globalement homogène sur l'ensemble du bassin versant ;
- Elle est caractérisée par une durée totale importante (près de 3 jours), et par 3 pics de pluie significatifs, saturant progressivement le bassin versant, le dernier ayant généré le pic de débit à la station :
- L'analyse statistique montre que l'occurrence de chacun de ces pics est très faible au vu de leur durée (entre 10h et 18h), à savoir 5 à 10 ans. **C'est en revanche sur sa durée totale de 3 jours que l'occurrence de cette pluie est importante : 40 ans environ**.

B.III.4. Construction de pluies de projet

Une pluie de projet est une pluie synthétique construite à partir de paramètres statistiques élaborés sur la base des chroniques de pluies observées. Elle permet de simuler un épisode de pluie représentatif d'une occurrence donnée.

Dans le cas présent, il est choisi d'utiliser les pluies de Keifer, recommandées pour la simulation de bassins versants naturels. Elles ont comme particularité d'avoir la même occurrence quelle que soit la durée de la pluie. Ceci permet de simuler une pluie homogène sur l'ensemble du bassin versant tout en ayant une grande variabilité de superficie et de temps de concentration.

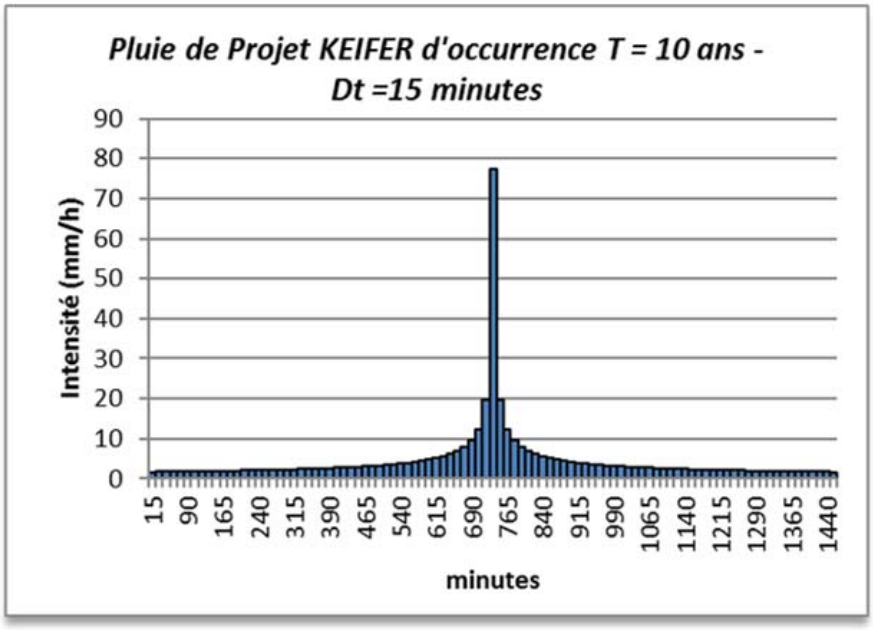


Illustration 6 : Pluie de projet de Keifer

Il est construit une pluie théorique par occurrence. Ces pluies seront injectées dans le modèle hydrologique.

B.IV. SIMULATION DU FONCTIONNEMENT DU BASSIN VERSANT

B.IV.1. Montage et calage du modèle

La modélisation hydrologique du fonctionnement du bassin versant est effectuée avec le code de calcul HEC-HMS en réalisant la transformation pluie/débit par la méthode SCS.

Cette méthode est basée sur un modèle conceptuel à un réservoir, permettant de calculer le ruissellement direct en prenant en compte les pertes initiales dues aux caractéristiques du bassin versant (type de sol, occupation du sol) et des précipitations cumulées à chaque pas de temps. Il se base sur un paramètre appelé Curve Number (CN) caractérisant la capacité de rétention du bassin versant (**dépendante de l'occupation du sol et paramètre à caler**) et le Lag time (Lt), dépendant du temps de concentration.

Montage de la structure du modèle

L'assemblage réalisé sur HEC-HMS est le suivant, conformément aux sous-bassins analysés :

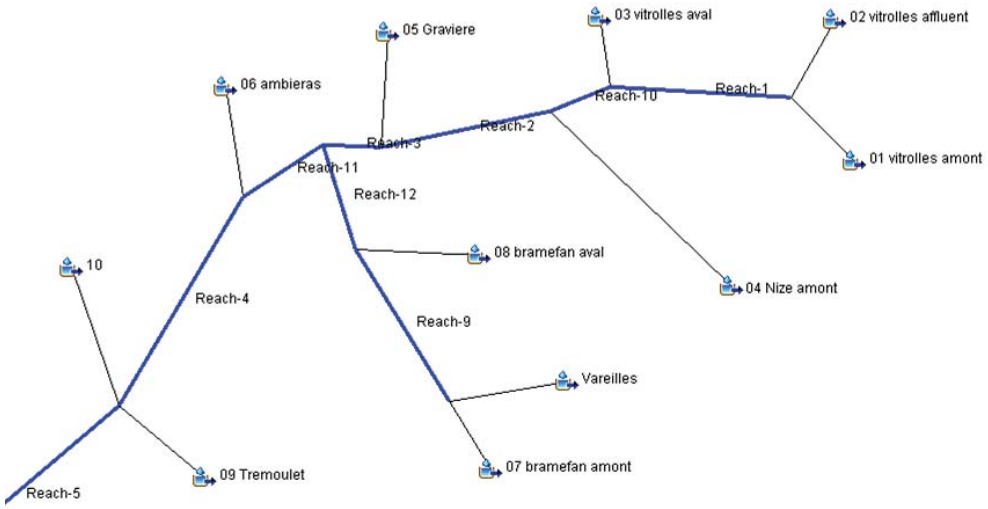


Illustration 7 : Schéma d'assemblage des bassins versants

Le résultat est un hydrogramme à l'exutoire de chaque sous-bassin étudié.

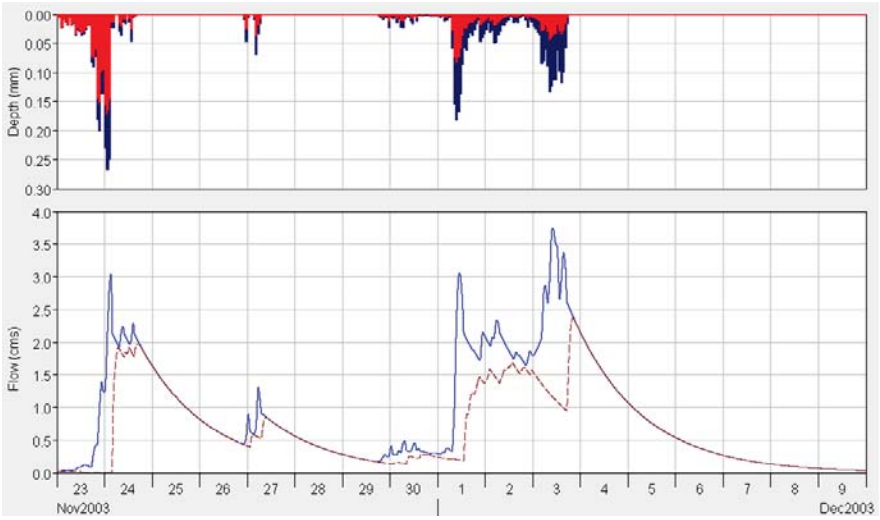


Illustration 8 : Résultat type pour le bassin en amont de Lanuéjols soumis à la pluie de 2003

Procédure de calage

Pour chaque occurrence, la pluie statistique de Keifer est injectée sur l'ensemble des sous-bassins versants.

Les CN sont alors ajustés de manière à retrouver au mieux les débits de pointe statistiques pour toutes les occurrences.

Les paramètres retenus sont les suivants :

BV	Lt	CN	BV	Lt	CN
1	*38*	37	**6**	*71*	38
2	*50*	39	**7**	*129*	28
3	*61*	39	**8**	*51*	37
4	*189*	33	**9**	*93*	36
5	*53*	39	**10**	*26*	43

Tableau 6 : Paramètres SCS des bassins retenus après calage

Le modèle est alors considéré apte à fournir les débits de pointes pour l'ensemble des points nodaux pour toutes les occurrences nécessaires à la présente étude.

Il est donc également exploité pour la crue de déc. 2003, en utilisant la pluie spatialisée issue des observations radar.

B.IV.2. Débits de projet

Au final, les débits de projet retenus ici sont les suivants, aux différents points nodaux du bassin versant :

ID	Cours d'eau	Lieux dit	Q10	Q30	Q100	2003
1	*La Nize*	*Brajon*	*2,26*	*4,36*	*8,36*	*5,6*
2	*La Nize*	*Confluence ru. Vitrolles*	*4,37*	*8,43*	*16,19*	*10,84*
3	*Ravin de Combe Sourde*	*Vitrolles*	*3,07*	*5,81*	*11,07*	*3,3*
4	*Ru. de Vitrolles*	*Vitrolles*	*1,55*	*2,96*	*5,7*	*1,5*
5	*Ru. de Vitrolles*	*Confluence Nize*	*8,45*	*13,05*	*22,61*	*11,52*
6	*Ru de Gravière*	*Lanuéjols*	*2,03*	*3,7*	*6,84*	*2,5*
7	*Ru de Gravière*	*Confluence nize*	*3,04*	*5,53*	*10,23*	*3,74*
8	*Nize*	*Franchissement confluence Nize/Gravière*	*13,02*	*24,78*	*47,49*	*25,16*
9	*Ru des Ambiéras*	*ZA Terres Bleues*	*4,06*	*7,56*	*14,23*	*6,06*
10	*Ru de Bramefan*	*Vareilles*	*5,42*	*10,54*	*20,63*	*13,33*
11	*Affluent Vareilles*	*Vareilles*	*0,99*	*1,91*	*3,72*	*0,94*
12	*Ru de Bramefan*	*Confluence Nize*	*7,55*	*14,61*	*28,47*	*16,8*
13	*Nize*	*Le boy*	*22,28*	*42,45*	*81,43*	*47,24*
14	*Ru de l'ermitage*	*Le boy*	*4,1*	*7,8*	*14,9*	*7,43*
15	*La Nize*	*Lagunage*	*26,94*	*51,27*	*98,14*	*54,89*

Tableau 7 : Débits de projets retenus

On retiendra que la crue de 2003 à une occurrence variable selon la superficie des BV, d'environ 10 ans pour les plus petits à 40 ans vers l'aval. On peut également noter que le débit décennal à la station hydrométrique semble cohérent avec la modélisation hydrologique, en revanche le débit centennal semble sous-estimé largement puisque déjà dépassé sur la Nize

C. MODELISATION HYDRAULIQUE

C.I. SECTEURS MODELISES

Suite à l'analyse morphologique, les secteurs présentés sur la carte suivante ont été retenus par les Services de l'État de la Lozère, choisis vis-à-vis des enjeux présents ou futurs pour faire l'objet d'une étude hydraulique par modélisation :

- Vitrolles
- Lanuéjols
- ZA des Terres Bleues
- Le Boy

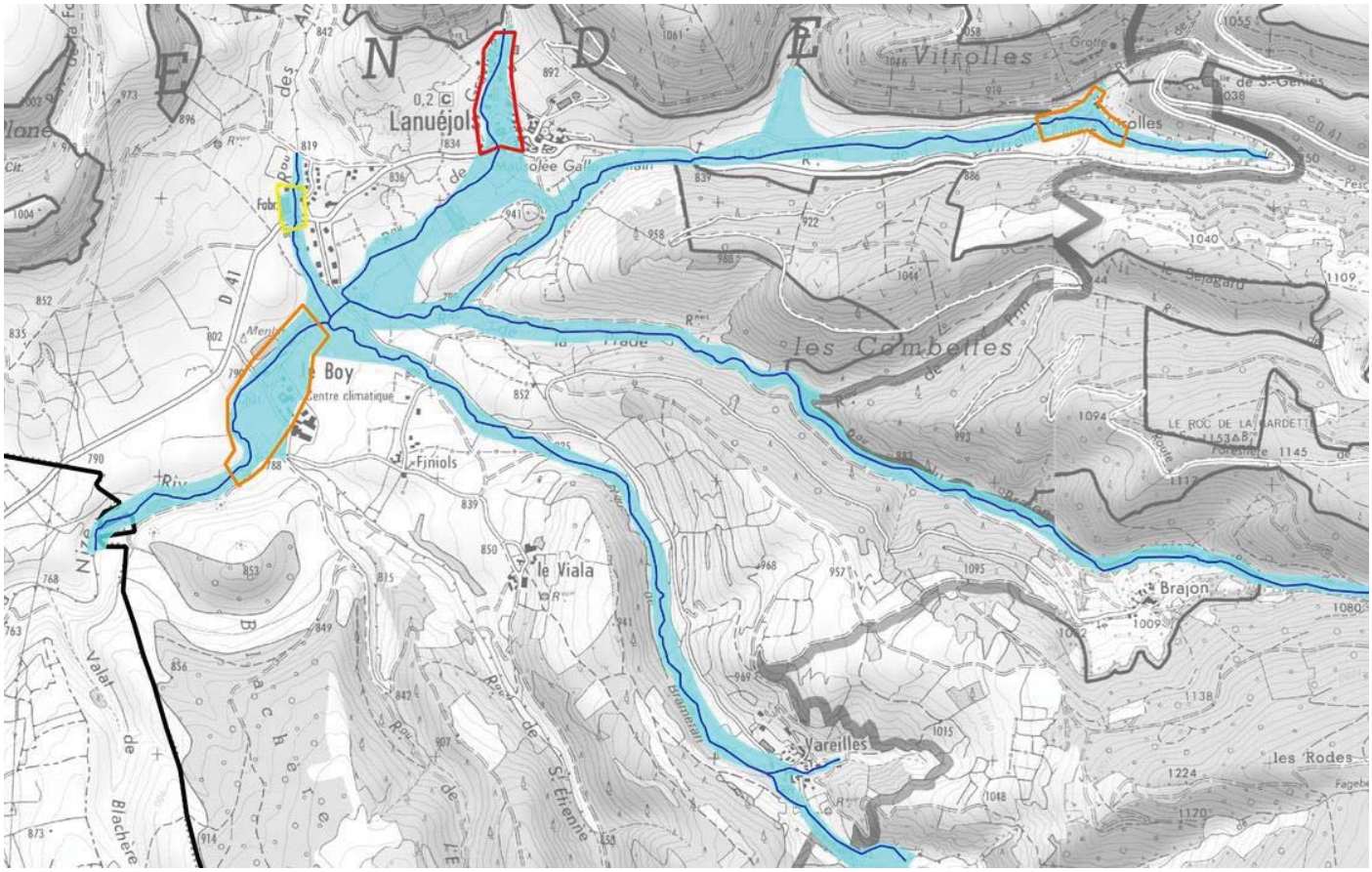


Illustration 9 : Secteurs retenus pour la modélisation hydraulique

C.II. METHODOLOGIE DE L'ETUDE HYDRAULIQUE

L'estimation quantitative des écoulements par modélisation hydraulique sur les différents secteurs à enjeux repose sur quatre étapes successives permettant d'aboutir à la définition des cartes d'aléas :

- Etape 1 : construction du modèle hydraulique à partir des données topographiques ;
- Etape 2 : Calage du modèle sur une crue historique (crue de 2003 dans le cas d'espèce) ;
- Etape 3 : Simulation des crues de projet ;
- Etape 4 : Analyse du fonctionnement hydraulique actuel et cartographie.

Une modélisation hydraulique bidimensionnelle des écoulements a été réalisée sur l'ensemble des secteurs à risque identifiés précédemment.

L'utilisation d'un modèle hydraulique bidimensionnel est pertinent sur les secteurs où les écoulements présentent des zones de convergence et/ou de divergence mais aussi sur les secteurs où le lit mineur du cours d'eau est perché.

Les modèles sont construits sur la base de données topographiques qui ont été spécifiquement réalisées pour les besoins de l'étude en connaissance du fonctionnement morphologique des cours d'eau.

Les apports des bassins versants périphériques à la zone d'étude, déterminés dans le cadre de l'analyse hydrologique, sont utilisés comme données d'entrée pour le modèle hydraulique.

C.III. DONNEES TOPOGRAPHIQUES

Le type de levés topographique réalisés au droit des secteurs à enjeux modélisé dépend du fonctionnement hydraulique pré-identifié lors des visites de terrain. La divergence dans les écoulements nécessite la réalisation d'un plan topographique à l'échelle 1/500e permettant de bien décrire l'ensemble des éléments structurants les écoulements (murs, talus, bâtis ; …). Lorsque les écoulements sont uniformes, des levés de profils en travers établis sur le lit mineur et le champ majeur sont suffisants.

Le tableau suivant précise le type de levés topographiques réalisés au droit des secteurs à enjeux modélisés :

Localisation	Type de levé topographique
Vitrolles	*Profils en travers lit mineur et champ majeur (12)* *Levés d'ouvrages hydrauliques (3)*
Lanuéjols	*Profil en travers en amont (8)* *Plan topographique 1/500e*
Le Boy	*Profils en travers lit mineur et champ majeur (9)* *Levés d'ouvrages hydrauliques (2)*
ZA Terre Bleue	*Zone Profils en travers lit mineur et champ majeur (2)* *Levés d'ouvrages hydrauliques (1)*

Tableau 8 : Levés topographiques réalisés sur la commune de Lanuéjols

Les illustrations suivantes indique la localisation des différents levés effectués. Le plan topographique ainsi que le cahier des profils en travers sont données dans l'annexe n°2.

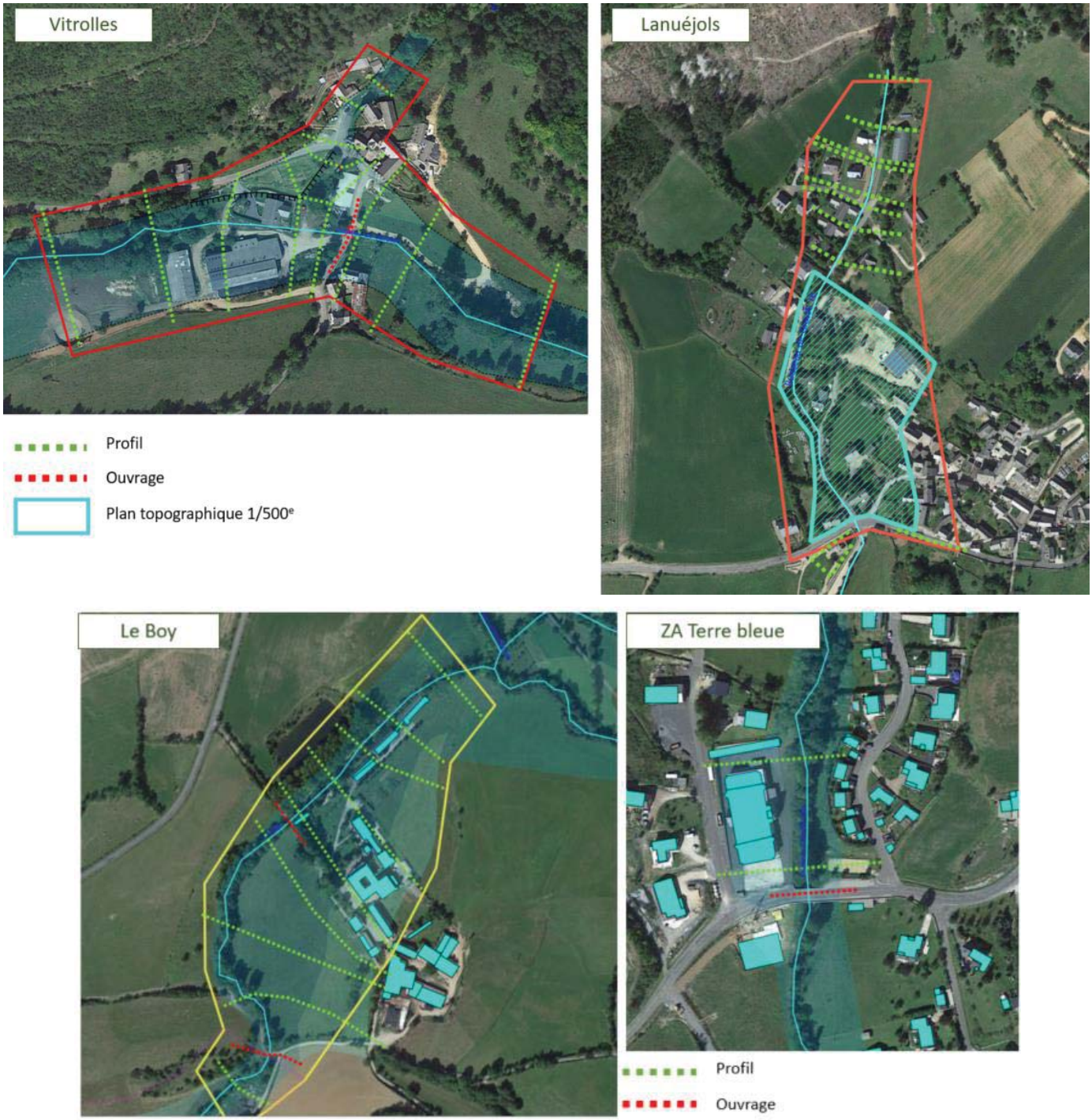


Illustration 9 : Localisation des levés topographiques réalisées sur les zones modélisées (cf. annexe 2)

C.IV.CONSTRUCTION DES MODELES HYDRAULIQUES

C.IV.1. Montage des modèles hydrauliques

C.IV.1.1. Code de calcul utilisé

Le code de calcul utilisé par CEREG Ingénierie est SW2D. Il est développé par le laboratoire HYDROSCIENCES de Montpellier. Ce code a été retenu car il gère les fronts secs (secteurs non en eau en début de calcul) et il résout à chaque pas de temps l'ensemble des équations 2D du système de Barré de Saint Venant.

SW2D repose sur la discrétisation de la zone d'étude en petites mailles basées sur les données topographiques fournies.

Le fonctionnement du code SW2D est détaillé en annexe 3 du présent document.

C.IV.1.2. Maillage de la zone d'étude

Le modèle mathématique utilisé s'appuie sur un maillage de l'espace élaboré à partir des différents points topographiques et complétés localement par les observations de terrain. Il permet de prendre en compte les éléments structurants principaux du secteur : les voiries, les talus, les remblais,… nécessaires à la bonne description du fonctionnement hydrodynamique de la zone d'étude. En définitive, le maillage permet de créer un MNT sur lesquels sont reportés les différents obstacles aux écoulements. Les bâtiments sont intégrés en tant que limite imperméable faisant obstacle aux écoulements.

Sur le secteur de Vitrolles, le maillage tient compte de la présence des bâtis et des murs en limite du lit mineur du cours d'eau. Les tronçons busés des deux cours d'eau sont rendus compte dans le modèle par une loi d'orifice dont l'écoulement est limité par la capacité de la conduite et par le contrôle aval potentiel en sortie de l'ouvrage. Dans le cas où les apports sont supérieurs à la capacité d'évacuation des ouvrages, les eaux empruntent les axes d'écoulements mis en évidence par la topographie suivant les deux directions x et y.

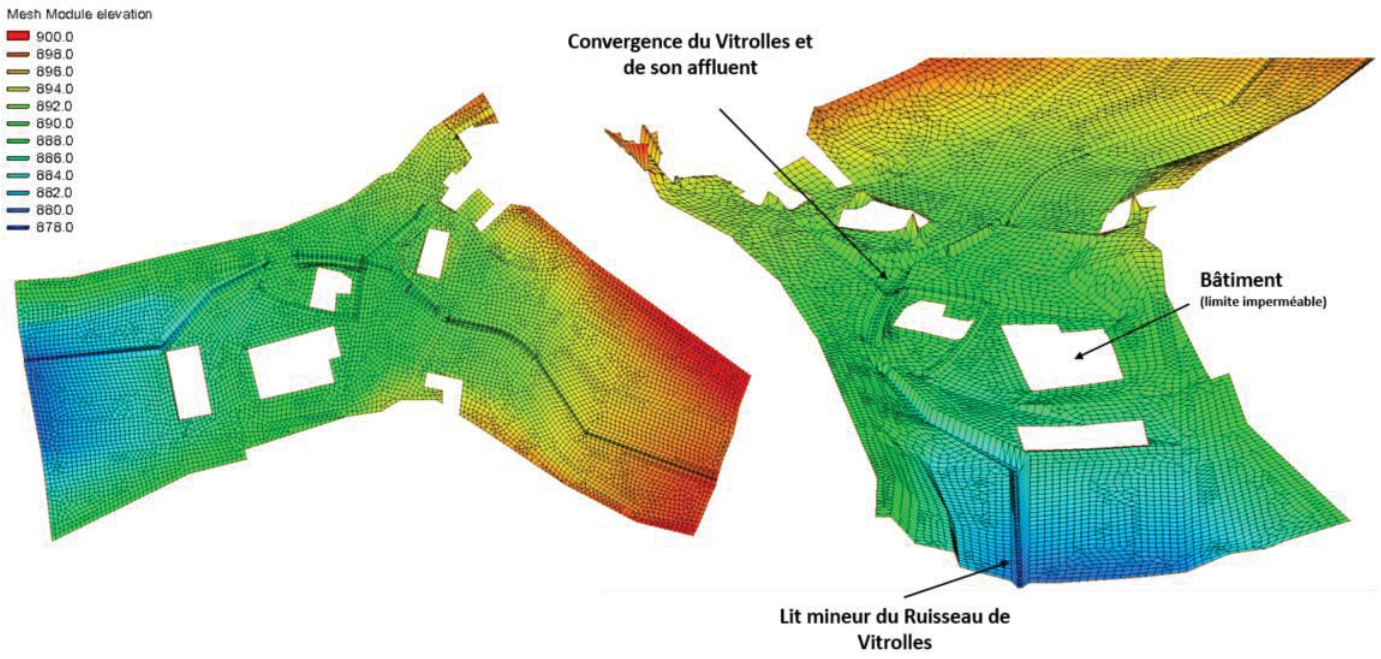


Illustration 10 : Maillage du secteur modélisé sur Vitrolles et vue 3D des éléments structurants les écoulements

Sur Lanuéjols, le ruisseau de la Gravière présente la particularité d'être perché en amont puis busé sur la partie urbaine. Le busage est pris en compte dans le modèle par une loi d'orifice. En cas d'épisode pluvieux important, des débordements du réseau

enterré sont susceptibles de se produire et d'emprunter des axes d'écoulement divergents par rapport au positionnement actuel du tronçon busé. Sur la zone d'étude, les voiries sont bordées par d'épais murs en pierre qui orientent les écoulements. Les murs structurants ont été intégrés à la modélisation hydraulique pour rendre compte de la réalité des écoulements et pour caler le modèle.

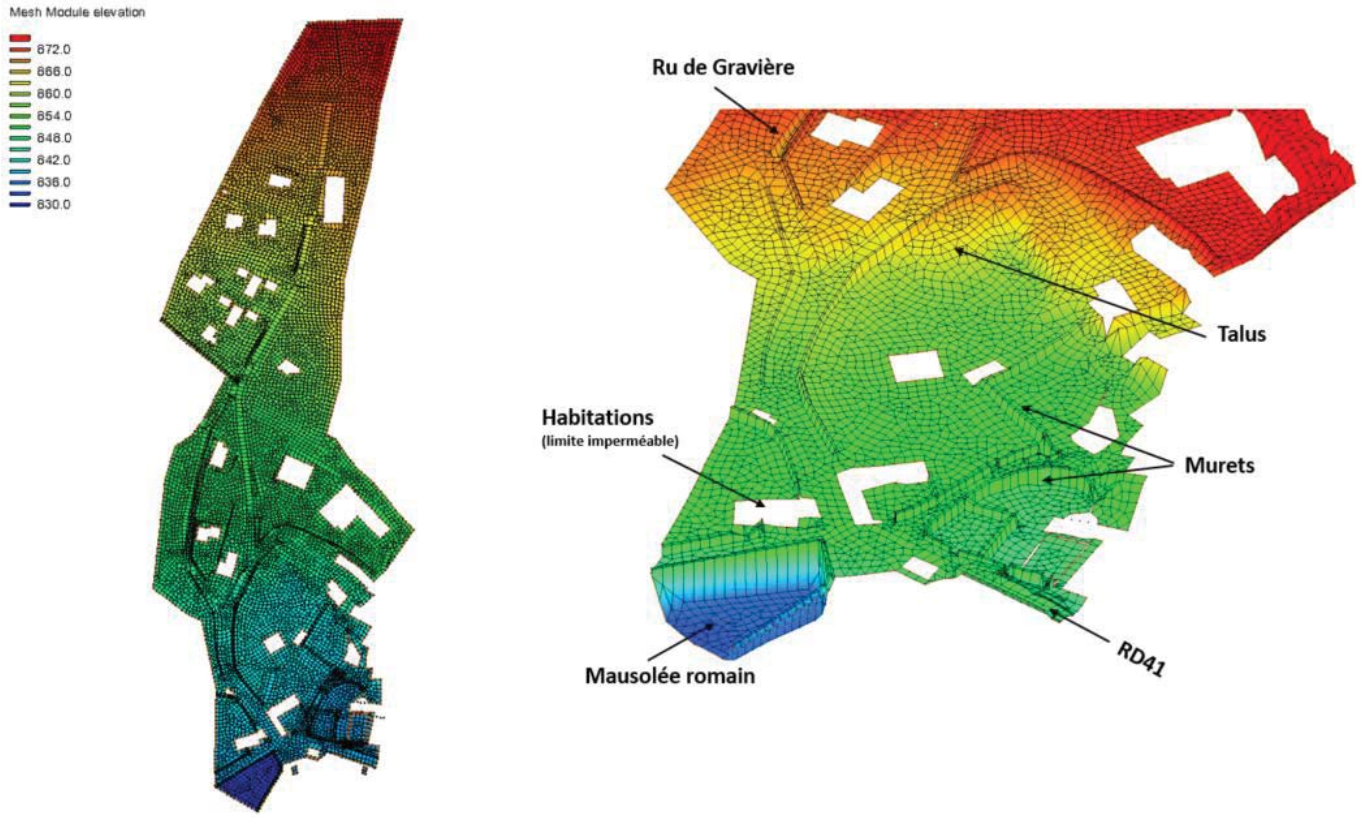


Illustration 11 : Maillage du secteur modélisé sur Lanuéjols et vue 3D des éléments structurants les écoulements

Les modèles hydrauliques sur les secteurs de Le Boy et de la zone d'activité Terre Bleue ont été construits sur la base des profils en travers et tiennent compte des ouvrages hydrauliques de franchissement en remblais.

Entre deux profils en travers successifs, le modèle a été construit sur la base d'une interpolation topographique des profils.

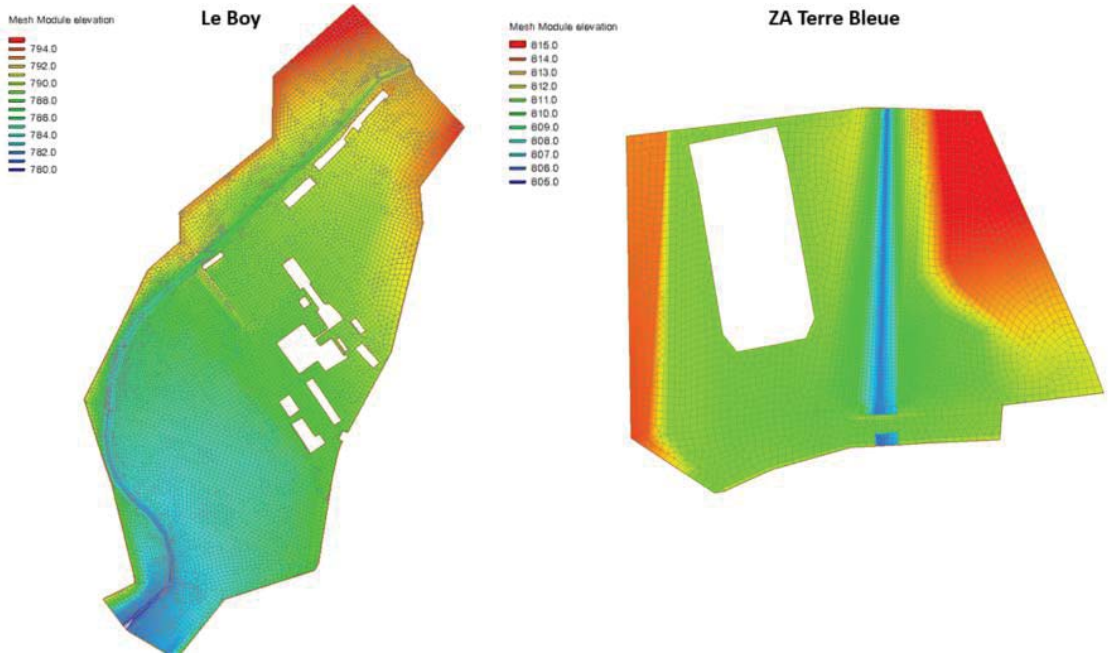


Illustration 12 : Maillage des secteurs de Le Boy et de la zone d'activité Terre Bleue à Lanuéjols

Les modèles ainsi établis sont ensuite exploités pour effectuer une modélisation hydraulique des écoulements qui suppose :

- La création des fichiers d'entrée : des conditions aux limites sont définies et injectées dans le modèle. Il peut s'agir de débits, cotes ou d'un coefficient d'écoulement. Dans le cas présent, les conditions aux limites appliquées au modèle hydraulique correspondent aux débits de pointe issus de la modélisation hydrologique.
- Une condition d'écoulement libre prise en compte en limite aval du modèle : cela signifie que l'on impose au modèle un écoulement normal sur le plan hydraulique.
- les calculs hydrauliques avec SW2D : les équations de propagation sont résolues pour chaque maille et à chaque pas de temps ;
- la cartographie des résultats.

SW2D fournit aux différents points du maillage la hauteur d'eau, les débits, la norme et les champs de vitesse.
Les calculs sont menés en régime permanent.

C.V. CALAGE DES DIFFERENTS MODELES

C.V.1. Données de calage

Le calage des différents modèle consiste à retrouver par le calcul, des niveaux d'eau observées à l'occasion d'évènements pluvieux exceptionnels servant de référence.

Dans le cas d'espèce, le calage est réalisé sur l'épisode du 1 au 3 décembre 2003, pour laquelle on dispose du plus grand nombre de données qualitatives et quantitatives en termes de zone inondable. De plus, cet épisode correspond à l'épisode historique le plus fort connu sur la commune.

Les données utilisées pour le calage correspondent :

- Aux zones d'inondation et conditions d'écoulement connues ;
- Les repères de crue dont témoignent les habitants.

Le tableau suivant synthétise les différentes données de calage qui ont pu être recensées à l'occasion des visites de terrains sur les secteurs de modélisation. La localisation des observations est reportée sur l'illustration suivante.

Secteur	n°Observation /PHE	Localisation	Date	Commentaire
Lanuéjols	*1*	*Franchissement de la Gravière*	*1949/1950*	*Débordement (avant busage)*
	2	*Rive droite la Gravière - secteur amont*	*ND*	*Aucun débordement depuis busage en 1976 (pas inondé en 2003)*
Vtrolles	*Aucune donnée*			
Ruisseau des Ambiéras	*Aucune donnée*			
Château du Boy	*3*	*Bâtis bordure rive gauche La Nize*	*ND*	*Bâtiment jamais inondé depuis 1960 (pas inondé en 2003)*
	4	*Champs Sud-Ouest du château*	*ND*	*Champs jamais inondés (pas inondé en 2003)*
	5	*Franchissement aval de la confluence entre la Nize et le ruisseau de Saint-Etienne Trémoulet*	*2003*	*Léger débordement (ouvrage en charge)*

Tableau 9 : Synthèse des observations et Plus Hautes Eaux (PHE) recensées lors des crues historiques sur la commune de Lanuéjols

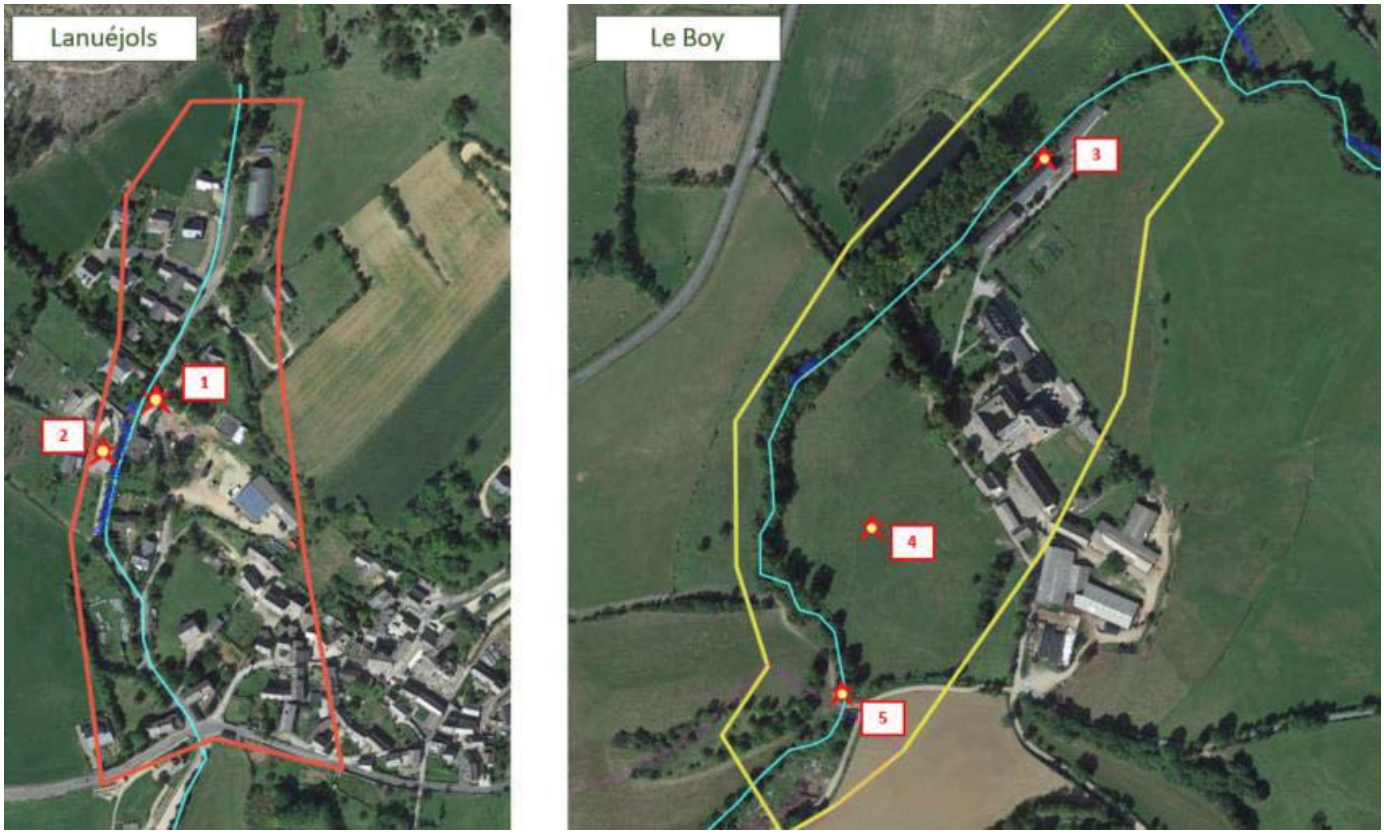


Illustration 13 : Localisation des observations et Plus Hautes Eaux (PHE) recensées lors des crues historiques sur la commune de Lanuéjols

C.V.2. Résultat du calage

Le calage du modèle consiste à faire varier les paramètre d'un modèle pour qu'il soit le plus représentatif possible de la réalité observée. En modélisation hydraulique 2D, cette étape repose sur la variation du paramètre de rugosité.

Lanuéjols

Planche n°4-1 : Hauteurs maximales de submersion pour la crue de décembre 2003 (calage du modèle) – Lanuéjols

Aucun niveau d'eau atteint lors de l'épisode pluvieux de décembre 2003 n'a été recensé sur Lanuéjols. Seules deux informations qualitatives de zones non impactés par la crue de 2003 ont pu être relevées.

Le calage a été réalisé de façon à vérifier ces deux observations en se basant sur des valeurs de rugosité généralement rencontrés en modélisation 2D.

La rugosité du modèle a été attribuée en fonction de l'occupation du sols et des valeurs couramment rencontrés sur ce type de zone d'étude. D'après les visites de terrains, il semble que les voiries bordées d'épais murets puissent être considérées comme des axes d'écoulement pour les eaux de débordement. Il est ainsi pertinent de proposer une spatialisation du coefficient de rugosité pour distinguer les voiries, des parcelles d'habitation peu imperméabilisées.

Les coefficients de rugosité s retenus pour ce modèle sont donnés dans le tableau ci-après :

Occupation du sol	Coefficient de rugosité
Zone urbaine peu dense	*15 -20*
Voirie, chemins	*40*

Tableau 10 : Coefficients de rugosité retenu

Il est important de rappeler que sur le secteur Nord, le modèle a été construit sur la base de profils en travers et d'observation de terrain. Ainsi, l'information sur l'emprise de la zone inondable entre deux profils résulte d'une interpolation topographique pouvant présenter quelques écarts ponctuels par rapport à la réalité de terrain. Toutefois, le modèle permet de rendre des axes préférentiels d'écoulements ainsi que des zones de divergences des écoulements où l'aléa inondation est susceptible de se produire.

Au niveau des résidences au Nord, le fossé est busé par tronçon (au droit des accès aux habitations). Les buses existantes (Ø500mm) sont insuffisante pour évacuer le débit d'apport estimé à 2.5 m³/s occasionnant ainsi des débordements sur les voiries. Au niveau du profil topographique P21, on constate que la voirie qui permet la desserte aux habitations est située à une altimétrie inférieure à celle de la voirie principale où transite l'ouvrage enterré. Cela signifie que lorsque le fossé déborde, les eaux ruissellent vers ce point bas. Les habitations existants créent un obstacle aux écoulements générant des hauteurs d'eau ponctuelles de 30 cm en moyenne.

A l'aval, la voire sert d'axe préférentiel des écoulements jusqu'au Sud du village. En effet, celle-ci est aménagée dans le tracé du talweg topographique (dans le point bas). Dans le cas d'espèce, le cours d'eau qui transite en limite Ouest est dit perché, c'est-à-dire qu'il est situé une altimétrie supérieure à l'axe préférentiel des écoulements. Ainsi dès lors que le réseau est insuffisant (buse ou lit mineur insuffisant), les eaux ruissellent par la voirie.

Compte tenu des fortes pentes, les hauteurs d'eau restent faible (globalement inférieure à 20 cm) et n'impacte pas les enjeux pour l'épisode de 2003.

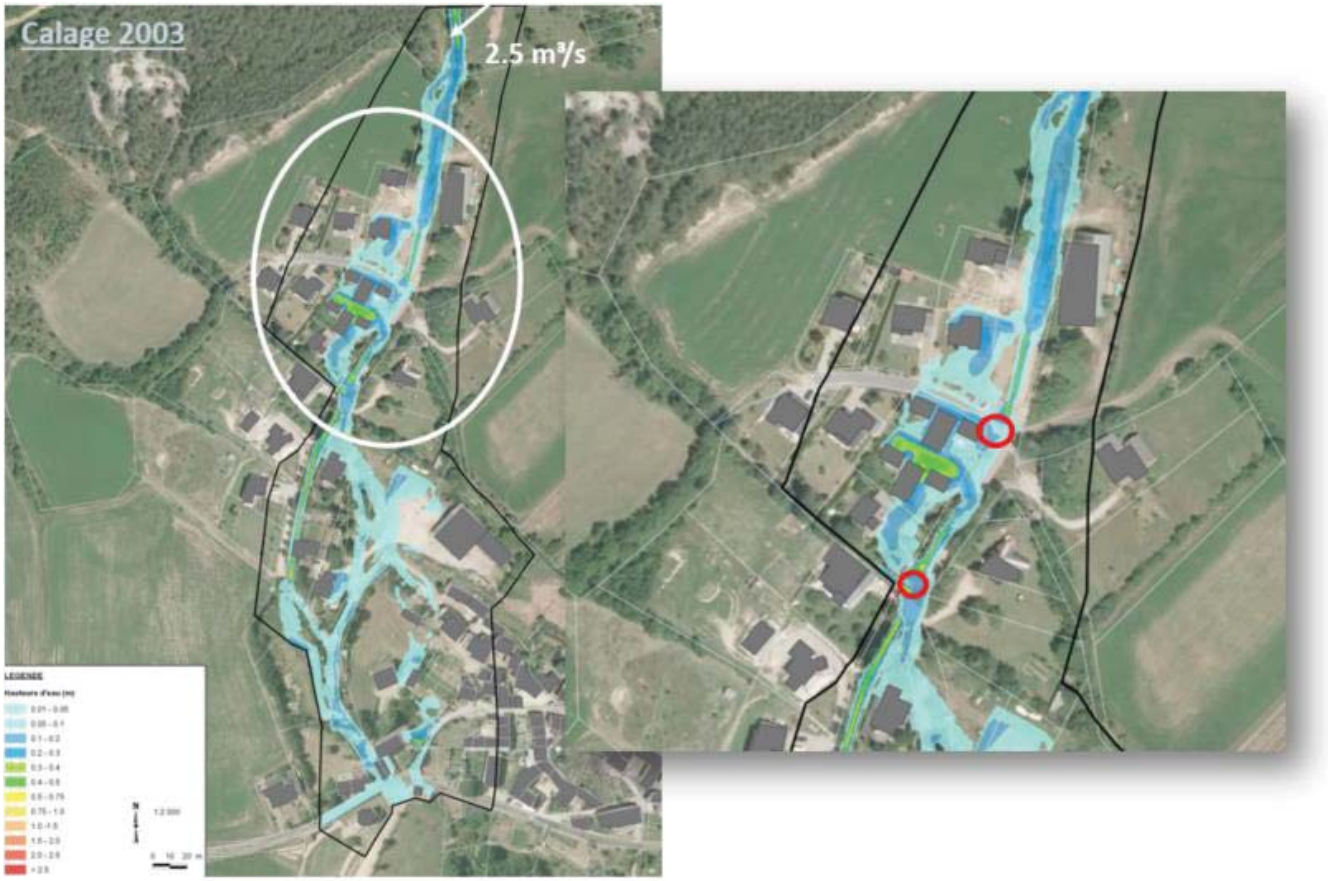


Illustration 14 : Fonctionnement hydraulique du village de Lanuéjols pour la crue de 2003

Bourg de Vitrolles

Planche n°4-6 : Hauteurs maximales de submersion pour la crue de décembre 2003 (calage du modèle) – Bourg de Vitrolles

Sur le secteur de Vitrolles, on ne dispose pas d'information sur les niveaux atteints lors de la crue de 2003. Il a simplement été rapportés que les deux hangars agricoles situés au Sud n'auraient pas été inondés pour la crue de 2003.

Le coefficient de rugosité du modèle a été attribué regard de l'occupation du sol et de cette observation. La zone d'étude est concernée par :

- Un secteur urbanisé peu dense ;
- Des parcelles agricoles à végétation herbacée.

Les coefficients de rugosité associés à ce type d'occupation du sol couramment employés pour la modélisation 2D sont les suivants :

Occupation du sol	Coefficient de rugosité
Zone urbaine peu dense – grandes parcelles	*15 à 20*
Parcelles agricole à végétation herbacée	*20 à 30*

Tableau 11 : Coefficients de rugosité en fonction de l'occupation des sols de la zone d'étude de Vitrolles

Dans le cas d'espèce, il est proposé de retenir un coefficient de rugosité uniforme égal à 30 pour retrouver les observations recensés lors de la crue (bâtis agricoles non inondés en 2003). Compte tenu de la faible emprise du lit mineur du cours d'eau et de la présence des ouvrages de franchissement de capacité limité, il n'est pas opportun de proposer une spatialisation spécifique du coefficient de rugosité pour le lit mineur.

L'illustration suivante précise le fonctionnement hydraulique du secteur pour la crue de 2003.

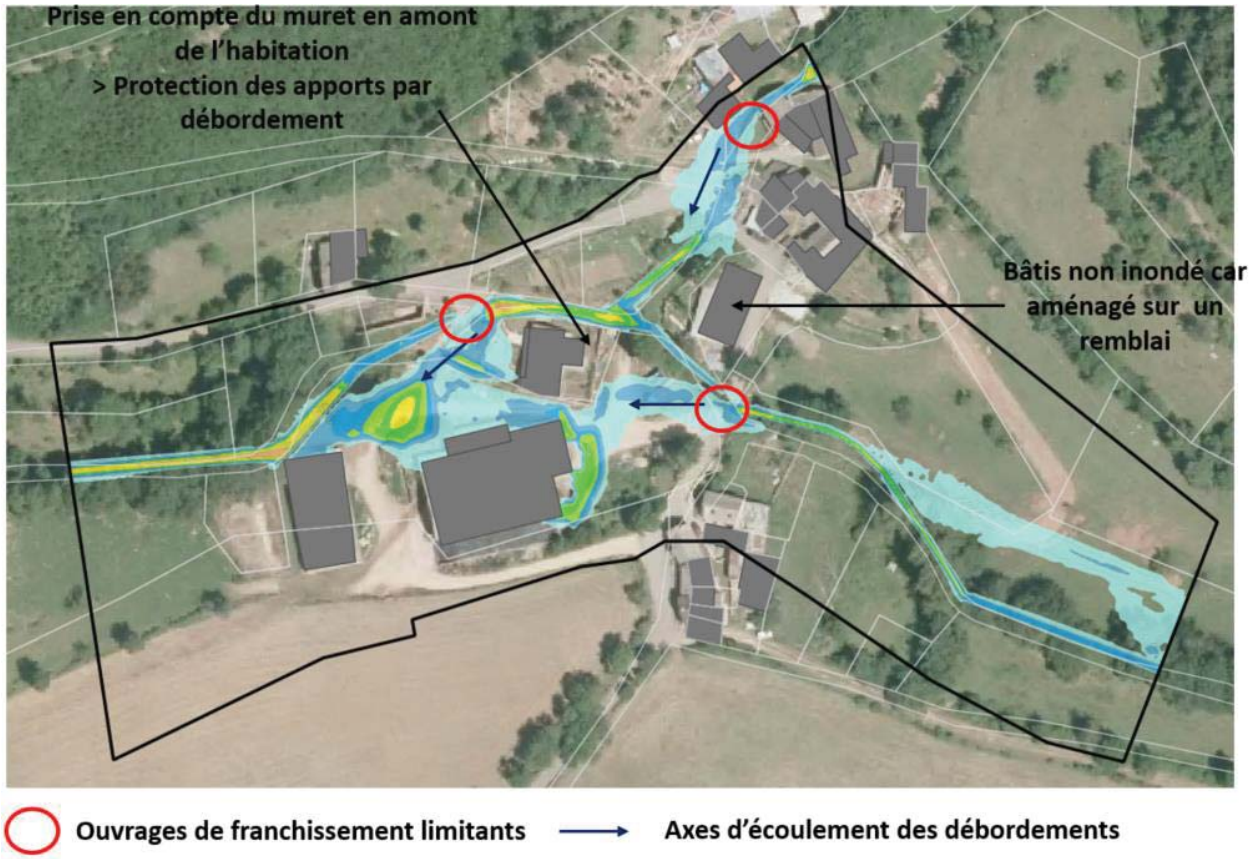


Illustration 15 : Fonctionnement hydraulique du secteur de Vitrolles pour la crue de 2003

Pour la crue de 2003, le bassin versant amont du ruisseau de Vitrolles ne génère pas de débordement significatif jusqu'au premier ouvrage de franchissement (buse Ø500 mm). Son insuffisance provoque des débordements sur une faible lame d'eau (inférieure à 15 cm) en direction des 3 bâtiments (1 habitation et 2 bâtiments agricoles) situés en rive gauche du ruisseau :

- Le muret de limite de l'habitation, intégré dans le modèle génère un obstacle aux écoulements et permet d'éviter les intrusions d'eau vers l'habitation pour la crue de 2003 ; l'inondation modélisée du jardin s'effectuant par l'aval ;
- Le premier bâtiment agricole constitue un obstacle aux écoulements. On constate en amont des hauteurs d'eau de l'ordre de 40 cm. Le profil en travers topographique indique notamment un point bas topographique situé en amont du premier hangar ;
- Au Nord du second bâtiment agricole, les eaux de débordement rejoignent le lit mineur du ruisseau de Vitrolles sans occasionner d'inondation.

Au Nord-Est, l'affluent du Vitrolles est canalisé sous le voirie. La capacité de l'ouvrage étant insuffisante en amont (buse Ø500 mm), des débordements sont mis en évidence par le modèle au niveau de la voirie avec des hauteurs d'eau globalement inférieures à 15 cm. Ils finissent par rejoindre le lit mineur à l'aval. Sur ce secteur, pour éviter l'inondation des habitations, il convient de conserver cette absence d'obstacle aux écoulements.

Le hangar situé en rive gauche de la confluence des deux ruisseaux n'est pas inondé car il est aménagé sur un remblai.

Au niveau du 3ème ouvrage de franchissement (2 buses Ø500 mm), des débordement ont lieu en rive gauche créant un axe d'écoulement parallèle au cours d'eau dont les eaux retournent dans le lit mineur sans impacter le hangar agricole.

Il est important de rappeler que le modèle hydraulique a été construit sur la base de profils en travers (au nombre de 13 sur le secteur de Vitrolles). Ainsi, l'information sur l'emprise de la zone inondable entre deux profils résulte d'une interpolation topographique pouvant présenter quelques écarts ponctuels par rapport à la réalité de terrain. Dans le cas d'espèce, la densité des profils en travers permets de rendre compte des axes préférentiels d'écoulements ainsi que des zones de divergences des écoulements où l'aléa inondation est susceptible de se produire.

Zone d'activité Terre Bleue

Planche n°4-11 : Hauteurs maximales de submersion pour la crue de décembre 2003

Sur la zone d'activité Terre Bleue, on ne dispose pas d'information sur les niveaux atteints lors de la crue de 2003. Le coefficient de rugosité du modèle a été attribué au regard de l'occupation du sol. En amont du franchissement de la RD41, le ruisseau des Ambiéras est caractérisé par une forte densité de végétation. Pour tenir compte de l'encombrement du lit mineur, le coefficient de rugosité du modèle a été calé à la valeur 10.

Illustration 16 : Vue du ruisseau des Ambiéras depuis le RD41

Pour la crue remarquable de 2003, le débit du cours d'eau a été estimé à 6.1 m³/s par la modélisation hydrologique. Ce débit a été injecté en amont du modèle établi.

Les résultats de la modélisation ont mis en évidence que l'ouvrage de franchissement de la D41 est non limitant pour le débit de la crue de 2003 dans une configuration normale de l'ouvrage (absence d'embâcles). Ainsi aucun débordement du cours d'eau n'a été mis en évidence pour l'épisode de 2003.

Lieu-dit Le Boy

Planche n°4-16 : Hauteurs maximales de submersion pour la crue de décembre 2003

Pour le calage du modèle hydraulique réalisé sur le lieu-dit Le Boy, on ne dispose pas de niveau d'eau atteint lors de l'épisode pluvieux de décembre 2003 . En revanche, des informations qualitatives de zones non impactées par la crue de 2003 ont pu être recueillies.

Le coefficient de rugosité du modèle a donc été attribué au regard de l'occupation du sol de la zone modélisée qui est constituée par :

- De zones imperméabilisées dégagées au droit du château ;
- Des parcelles naturelles de type agricole.

Les coefficients de rugosité associés à ce type d'occupation du sol couramment employés pour la modélisation 2D sont les suivants :

Occupation du sol	Coefficient de rugosité
Zones imperméabilisées dégagées	*35 -40*
Parcelles agricoles	*20*

Tableau 12 : Coefficients de rugosité en fonction de l'occupation des sols de la zone d'étude

Le coefficient de rugosité retenu pour le modèle est de 35.

Sur le secteur amont du lieu-dit, le cours d'eau de la Nize est très faiblement débordant en rive gauche avec de faibles lames de débordements de moins de 5 cm. Ces débordements n'entrainent pas de désordre notable au droit des bâtiments situés en rive gauche.

Au niveau château Le Boy, l'ouvrage de franchissement crée une diminution de la section d'écoulement générant une rehausse de la ligne d'eau en amont pour la crue de 2003. En amont du bâtiment situé à proximité l'ouvrage de franchissement, le haut de la berge en rive gauche est abaissé favorisant les débordements. Ces derniers générés sur une lame de 10 à 15 cm créent un axe d'écoulement secondaire qui se propage dans la zone aménagée avant de s'écouler vers la parcelle agricole au Sud.

Les eaux s'écoulent ensuite en nappe sur de faibles hauteurs d'eau (de moins de 10 cm) avant de rejoindre la Nize.

La zone inondable identifiée sur le champ agricole au Sud du Château est liée aux apports du ruisseau de l'ermitage en rive gauche de la Nize (débit d'apport en 2003 estimé à 7.4 m^3/s) qui s'écoulent suivant le cône de déjection identifié dans l'analyse hydrogéomorphologique et qui viennent se mêler avec les débordements amont de la Nize.

Sur ce secteur, la Nize est faiblement débordante en rive gauche. En aval, le passage à gué est submergé.

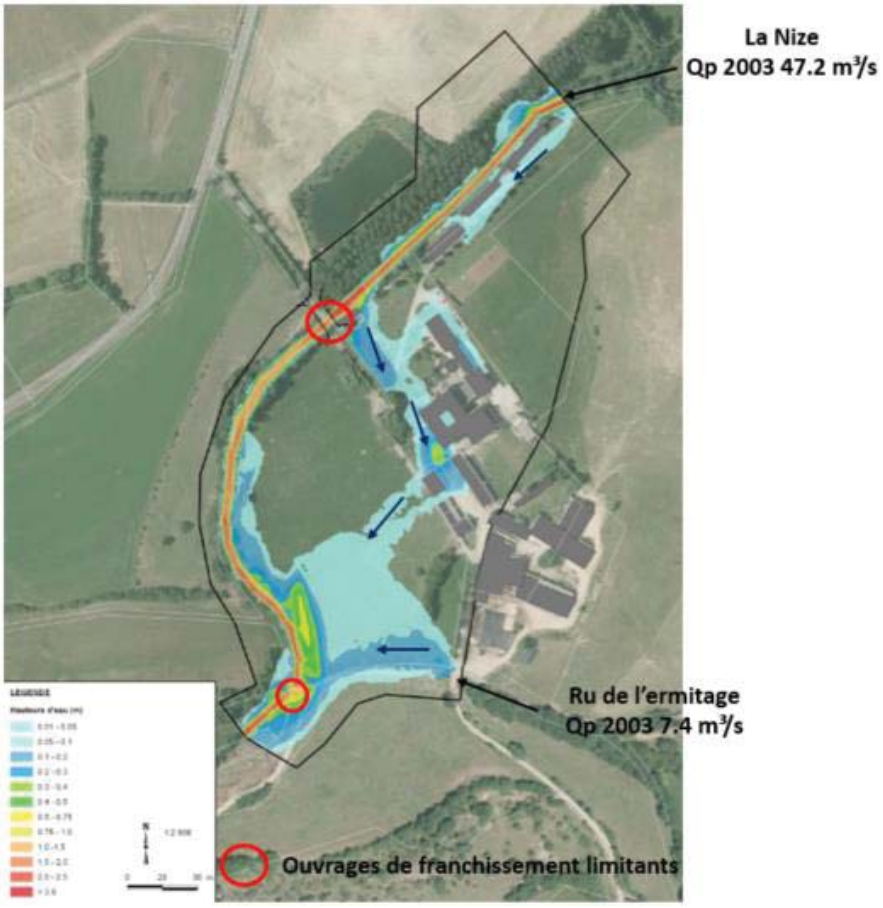


Illustration 17 : Fonctionnement hydraulique du lieu-dit Le Boy pour la crue de 2003

C.I. CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES

C.I.1. Les simulations réalisées

Les modèles hydrauliques établis sont exploitées pour établir les cartes des zones inondables pour :

- Les différentes crues de projets décennale, trentennale et centennale ;
- L'évènement marquant de 2003.

C.I.2. Analyse du fonctionnement hydraulique actuel

C.I.2.1. Lanuéjols (village)

Crues décennales et trentennales

Planches n°4-2 et 4-3

Pour les crues décennale et trentennale, le fonctionnement hydraulique est similaire à la crue de 2003 (débit d'apport proche de celui de 2003). Les hauteurs d'eau sur l'ensemble du secteur modélisé sont inférieures à 50 cm.

La capacité du ruisseau de Gravière est limitant dès l'occurrence décennale provoquant des débordements qui sont canalisées en surface par les voiries (celles-ci étant situées au niveau du point bas topographique). La situation en lit perché du cours d'eau crée une zone de divergence des écoulements. Les deux axes d'écoulement finissent par se rejoindre à l'aval pour emprunter

simultanément le réseau pluvial enterré (buse Ø800 mm) et l'axe de la voirie en surface. L'ensemble des eaux pluviales empruntent ensuite la RD puis sont évacuées au Sud par le chemin existant en limite du Mausolée romain.

Crue centennale

Planches n°4-4 et 4-5

En cas de crue centennale du ruisseau de Gravière, la quasi-totalité des apports ruissellent en surface par les voiries (débit d'apport centennal de 6.8 m³/s).

Les habitations au Nord sont desservies par des voies d'accès dont la situation topographique génère un stockage ponctuel des eaux (altimétrie inférieure à l'axe du cours d'eau). La présence des habitations génère un obstacle aux écoulements qui favorise en sus ce stockage ponctuel des eaux de débordement.

A l'aval, les eaux ruissellent sur des hauteurs d'eau moyenne de 20 cm et sont évacuées par les voiries. Cependant, au vu des fortes pentes, les vitesses d'écoulement dépassent les 2 m/s au niveau des voiries.

Au niveau des hangars agricoles, les eaux qui transitent par la voirie débordent en suivant un 3ème axe d'écoulement qui tend à rejoindre le secteur de la source située au point le plus bas, avant de rejoindre la RD à l'aval.

C.I.2.2. Bourg de Vitrolles

Planches n°4-7 à 4-10

En cas de crue centennale sur le hameau de Vitrolles, 3 enjeux apparaissent en zone inondable à savoir :

- les deux hangars agricoles : le premier dans le sens des écoulements fait obstacle aux écoulements provoquant une zone de stockage en amont , le second est partiellement impacté par des hauteurs d'eau de moins de 10 cm.
- L'habitation qui est essentiellement inondée par l'aval par les débordements de l'ouvrage de franchissement (2 buses Ø500mm).

Sur le secteur les vitesses écoulements en cas de crue sont importantes (de 1.5 à 2 m/s sur les principaux axes d'écoulements). Il s'agit du paramètre présentant la contrainte la plus importante en termes d'aléa sur la zone étudiée faisant basculer la majeure partie de la zone inondée en aléa fort (cf. croisement des hauteurs et vitesses de la phase 4).

C.I.2.3. Zone d'activité Terre Bleue

Planches n°4-12 et 4-15

L'intérêt de la modélisation sur la zone d'activité Terre Bleue de Lanuéjols réside dans l'évaluation du risque de défaillance de l'ouvrage de franchissement de la RD41.

Il a été mis en évidence par la simulation de l'épisode de 2003 que cet ouvrage n'était pas limitant et n'engendrait ainsi aucun débordement au droit des enjeux.

Cette observation est également vérifiée pour les crues statistiques décennale et trentennale dont les débits associés sont respectivement de 4.1 et 7.6 m³/s.

En cas de crue centennale dont le débit est évalué à 14.2 m³/s, les contraintes exercées sur l'ouvrage sont plus importantes et la forme de l'ouvrage (ouvrage voûte empierré) crée une réduction ponctuelle de la section d'écoulement. Cependant, ce dernier reste également non limitant et permet un écoulement d'une crue centennale sans débordement au droit des enjeux en amont.

C.I.2.4. Lieu-dit Le Boy

Crues décennales et trentennales

Planches n°4-17 et 4-18

En cas de crue décennale de la Nize (débit estimé à 22.3 m³/s) aucun débordement n'est constaté sur le tronçon longeant le lieu-dit. Le pont voûte existant n'est pas limitant.

A l'aval du lieu-dit, l'ouvrage submersible (2 buses Ø500 mm) est limitant pour la crue décennale et génère ponctuellement des débordements sans incidence sur des enjeux existants.

La Nize à l'aval de la confluence avec le ruisseau de l'ermitage est caractérisée par un lit mineur d'avantage encaissé qui augmente sa capacité d'écoulement. La zone inondable est ainsi réduite à l'emprise du lit mineur en cas de crue décennale.

Pour la crue trentennale (débit de la Nize estimé à 42.5 m³/s), le pont présente une réduction de la section d'écoulement sans pour autant être en charge (tirant d'air estimé à 65 cm avant mise en charge). Aucun débordement sur le lieu-dit Le Boy n'a été mis en évidence par la modélisation hydraulique.

Crue centennale

Planches n°4-19 et 4-20

Le débit de la Nize en crue centennale sur le secteur du Boy a été estimé à 81.4 m³/s par la modélisation hydrologique et représente près de 1.7 fois le débit de la crue de 2003.

Pour la crue centennale, la capacité hydraulique de la Nize est limitante en amont du Boy. Les simulations mettent un évidence des débordements du cours d'eau dès l'amont du modèle créant un axe d'écoulement secondaire en direction du château le Boy.

Les bâtiments existants, le pont ainsi que les remblais liés au pont créent des obstacles aux écoulements qui favorisent les zones de stockage des débordements et des débordements du cours d'eau en rive gauche. Sur la zone à enjeux, les hauteurs de submersion sont comprises entre 40 et 80 cm.

La zone inondée s'évacue ensuite vers le champ agricole au Sud et rencontre la zone inondable du ruisseau de l'ermitage, affluent de la Nize en rive gauche.

L'inondation du champ au Sud est également liée à la capacité limitante de l'ouvrage de franchissement de la Nize et plus globalement à la section du lit mineur.

A l'aval, la capacité du lit mineur de la Nize est augmentée entrainant une diminution des hauteurs d'eau dans le champ majeur. Néanmoins, en cas de crue centennale, les vitesses d'écoulement sont très importantes et dépassent les 3 m/s.

D. PHASE 4 : CARTOGRAPHIE DE L'ALEA DE REFERENCE

D.I. METHODOLOGIE DE DEFINITION DE L'ALEA

La cartographie de l'aléa des PPRI est établie sur la base de l'évènement historique le plus fort ou si sa période de retour est inférieure à 100 ans sur la base d'une crue centennale reconstituée. Dans le cas d'espèce, deux niveaux de précision ont été retenu. **Les cartes d'aléa font l'objet de la série des planches n°5 dans l'atlas cartographique**.

- Une approche hydrogéomorphologique (Phase 1) qui détermine l'enveloppe maximale de la zone inondable « naturelle », celle qui a façonné la vallée telle qu'elle est aujourd'hui ;
- Une approche hydraulique (Phase 2 et 3), localisée sur les zones à enjeux et qui défini par simulation mathématique des écoulements l'emprise de la crue centennale (ou de la crue supérieure observée).

D.II. ALEA HYDROGEOMORPHOLOGIQUE

La détermination des aléas par approche hydrogéomorphologique est basée sur la correspondance entre la dynamique des crues et la morphologie du terrain déterminée en Phase 1. Elle est conforme aux niveaux d'aléas (fort, moyen, faible).

La démarche se fait en deux étapes :

Traduction stricte des unités hydrogéomorphologiques en niveaux d'aléas :

Nature géomorphologique	Lit mineur et lit moyen (zone d'écoulement dynamique, chenaux de crue, anciens bras)	Lit majeur (hors zone d'écoulement dynamique)	Lit majeur exceptionnel
Hauteur d'eau	*Hauteurs très importantes*	*Hauteurs importantes*	*Hauteurs faibles*
Vitesses d'écoulement	*Vitesses élevées*	*Vitesses moyennes à faibles*	*Vitesses faibles*
ALEA	***FORT***	***MOYEN***	***FAIBLE***

Tableau 13 : Traduction des unités hydrogeomorphologique en aléa

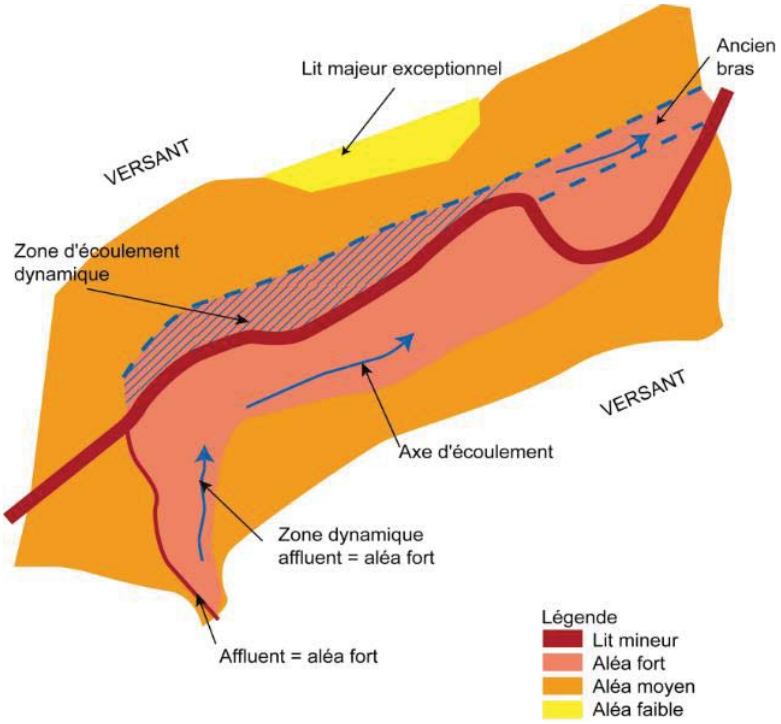


Illustration 18 : Définition de l'aléa hydrogeomorphologique

L'analyse hydrogéomorphologique est bien adaptée pour les secteurs naturels.

En revanche, des aménagements anthropiques peuvent profondément bouleverser le milieu naturel et modifier notablement le fonctionnement hydraulique de la plaine alluviale fonctionnelle, soit dans le sens de l'accélération, soit au contraire dans celui du freinage et de la rétention.

Ceci induit donc une nécessaire prise en compte de ces éléments structurant dans la définition de l'aléa, ce qui amène à la seconde étape.

Prise en compte des aménagements anthropiques (digues, remblais linéaires et surfaciques) :

Les méthodes de prise en compte de ces éléments est détaillé dans le tableau suivant, couplé avec une analyse sur le terrain qui permet de nuancer ces règles :

Perturbations anthropiques	Lit mineur, lit moyen et lit majeur (zone d'écoulement dynamique)	Lit majeur (hors zone d'écoulement dynamique)	Lit majeur exceptionnel
Remblais longitudinaux		Si la distance versant/remblai > distance remblai/zone d'écoulement dynamique **(aléa maintenu)**	
		Si la distance versant/remblai < distance remblai/zone d'écoulement dynamique **(aléa déclassé)**	
Remblais transversaux			
Zones remblayées		Si la distance versant/remblai > distance remblai/zone d'écoulement dynamique **(aléa maintenu)**	
		Si la distance versant/remblai < distance remblai/zone d'écoulement dynamique **(aléa déclassé)**	
	Zone remblayée de grande surface, sans aucune information sur les crues historiques : aléa inconnu		
Cas particuliers		Aggravation de l'aléa suivant les cas	

Tableau 14 : Prise en compte des perturbations anthropiques dans l'aléa hydrogéomorphologique

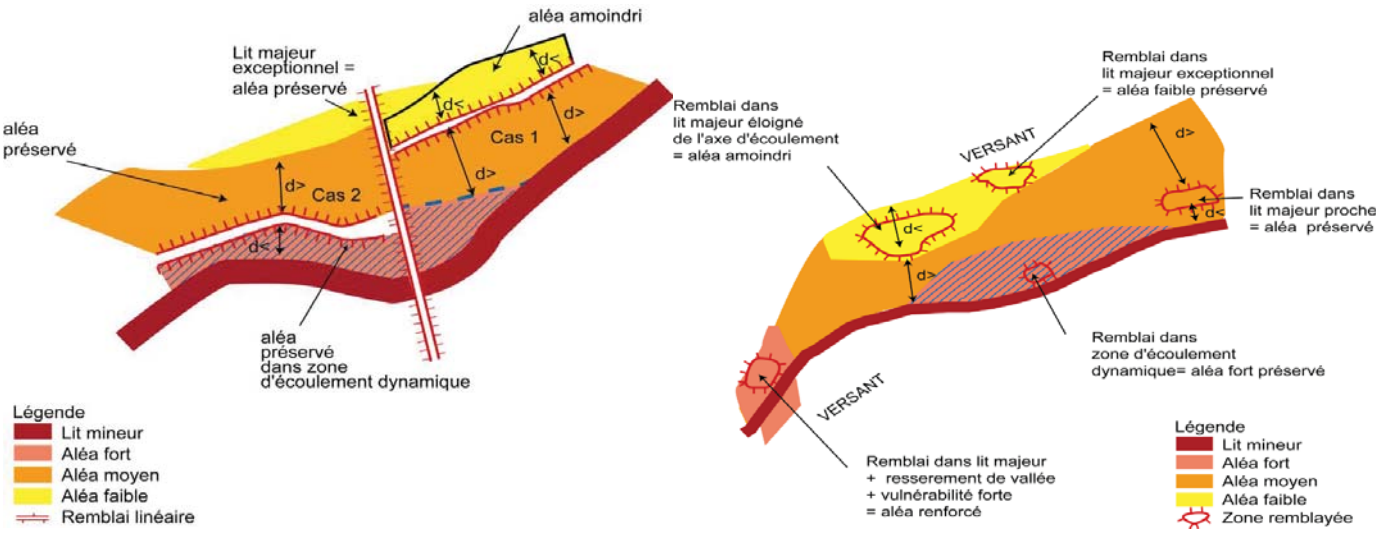


Illustration 19 : Prise en compte des perturbations anthropiques dans l'aléa hydrogéomorphologique et cas spécifique des remblais

D.III. ALEA HYDRAULIQUE SUR LES ZONES A ENJEUX RETENUES

Sur le territoire de la commune, il apparait qu'aucune crue supérieure à la crue centennale n'a été observée.

L'aléa simulé correspond ainsi à l'enveloppe maximale générée par un épisode pluvieux centennal.

On distingue :

- les zones de danger, correspondant à un aléa fort (F),
- les zones de précaution, correspondant à des secteurs moindrement exposés à l'aléa de référence, qu'il est souhaitable de préserver pour laisser libre l'écoulement des eaux et ne pas réduire leur champ d'expansion, et qui regroupent :
    - la zone d'aléa modéré (M),
    - la zone d'aléa résiduel (R), qui correspond aux secteurs non inondés par la crue de référence mais potentiellement inondables par une crue supérieure. L'aléa résiduel est constitué par l'emprise comprise entre l'enveloppe hydrogéomorphologique et l'enveloppe de la crue de référence modélisée (centennale dans le cas d'espèce).

Sur les secteurs ayant fait l'objet d'une modélisation hydraulique, la distinction entre l'aléa fort et modéré résulte du croisement des hauteurs de submersion et des vitesses d'écoulement suivant :

	Vitesse < 0.5 m/s	**0.5 m/s < Vitesse**
Hauteur < 0.5m	Modéré	Fort
0.5 m < Hauteur	Fort	Fort

Tableau 15 : Caractérisation de l'aléa inondation en fonction du croisement hauteurs/vitesses

La série de planche n°6 en annexe intègre en complément des aléa des planches n°6, les lignes d'isocotes issues de la modélisation hydraulique. Cette cartographie a également fait l'objet d'un lissage correspondant à la suppression des zones inondées isolées dont la superficie n'excède pas 200 m².

E. ANNEXES

LISTE DES ANNEXES

Annexe n°1 :Atlas Cartographique 44
Annexe n°2 :Levés topographiques 45
Annexe n°3 :Description du code de calcul SW2D 46

Annexe n°1 :Atlas Cartographique

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

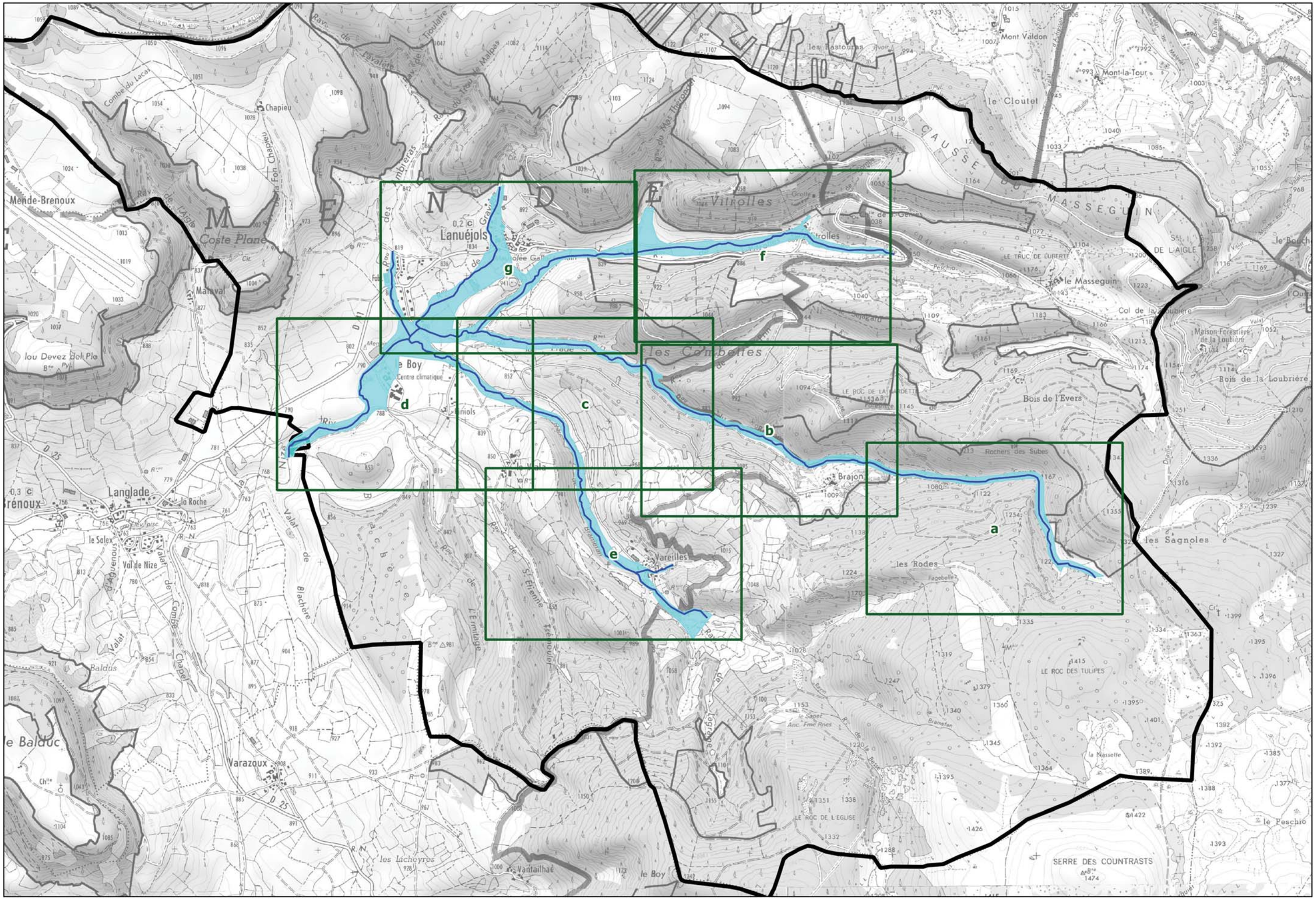
Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Synoptique - Commune de Lanuejols

00

ER16027

Sources: Scan 25 IGN



LEGENDE

- Limite commnale
- Cours d'eau
- Zone inondable morphologique
- Planche synoptique

Echelle: 1/25 000

0 500 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

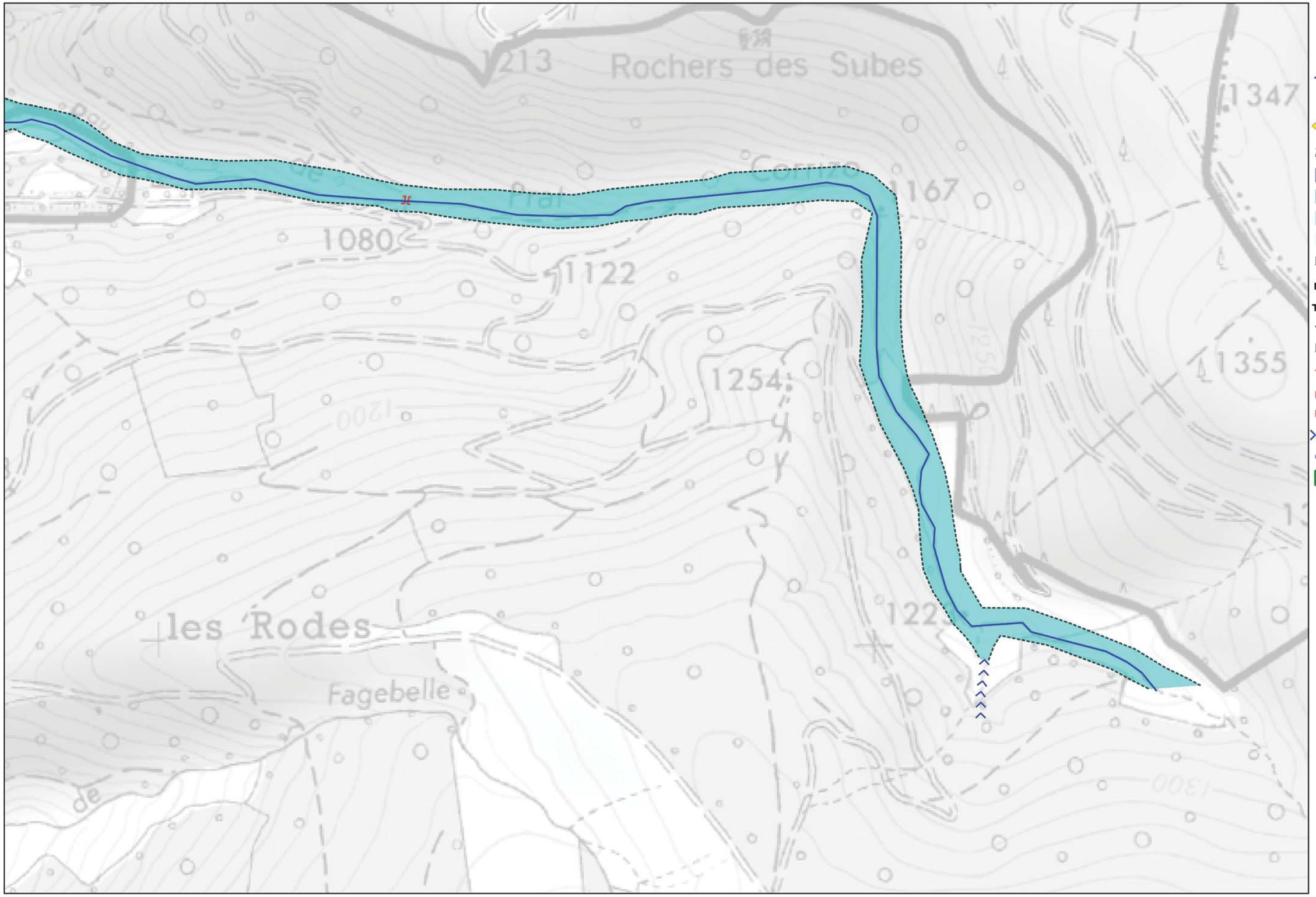
Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Hydromorphologie - Commune de Lanuejols

01a

ER16027

Sources: Scan25



LEGENDE

- Cours d'eau
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone inondable morphologique

- lit mineur
- lit moyen
- lit majeur
- lit majeur exceptionnel

Limite morphologique

- Talus net
- Talus peu marqué
- Pied de versant

Element de morphologie

- Ouvrage d'art
- Remblais d'infrastructure
- Remblais
- Ravin
- Axe d'écoulement en crue
- Cône de déjection

Echelle: 1/5 000

0 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

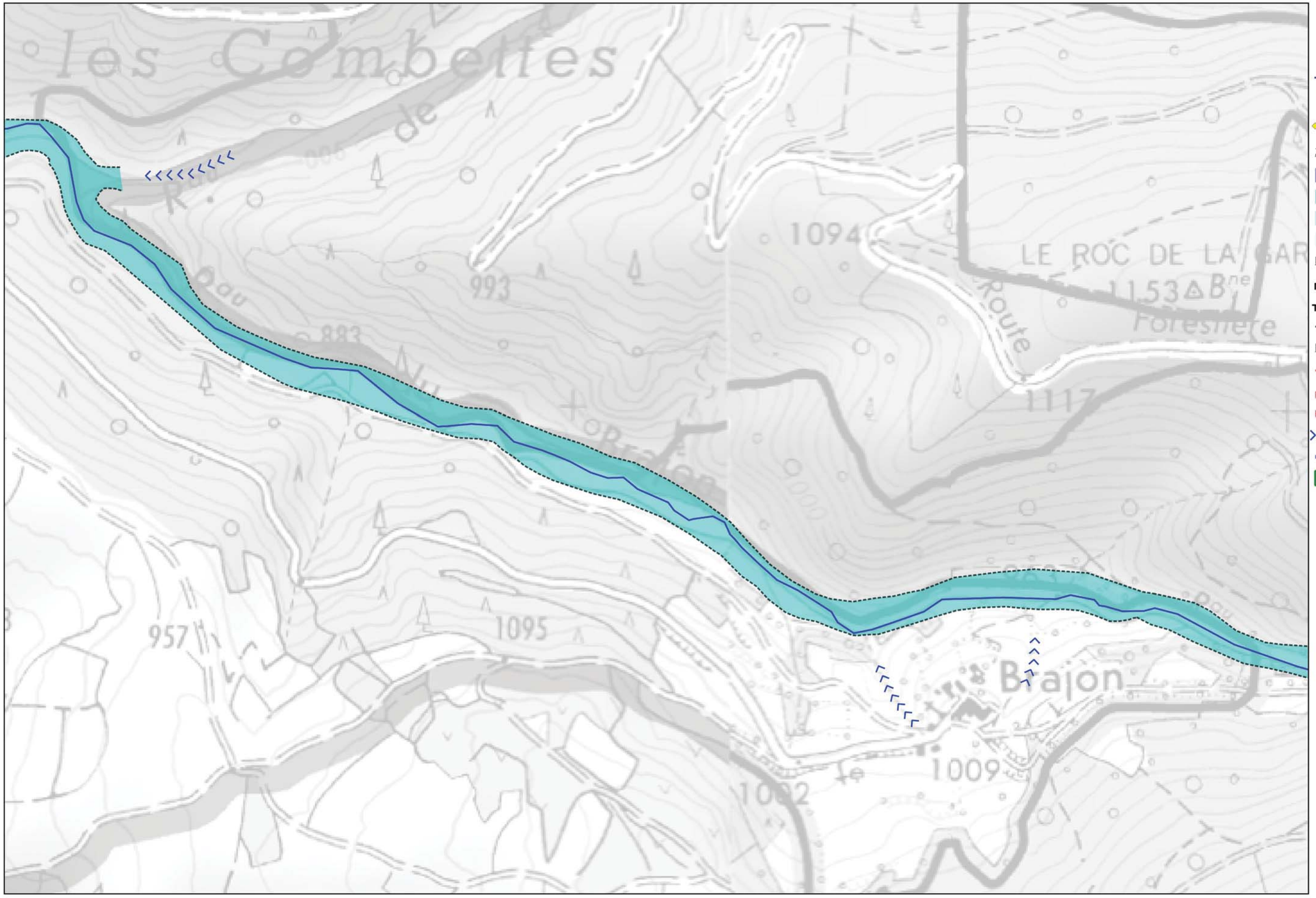
Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Hydromorphologie - Commune de Lanuejols

01b

ER16027

Sources: Scan25



LEGENDE

- Cours d'eau
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone inondable morphologique

- lit mineur
- lit moyen
- lit majeur
- lit majeur exceptionnel

Limite morphologique

- Talus net
- Talus peu marqué
- Pied de versant

Element de morphologie

- Ouvrage d'art
- Remblais d'infrastructure
- Remblais
- Ravin
- Axe d'écoulement en crue
- Cône de déjection

Echelle: 1/5 000

0 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

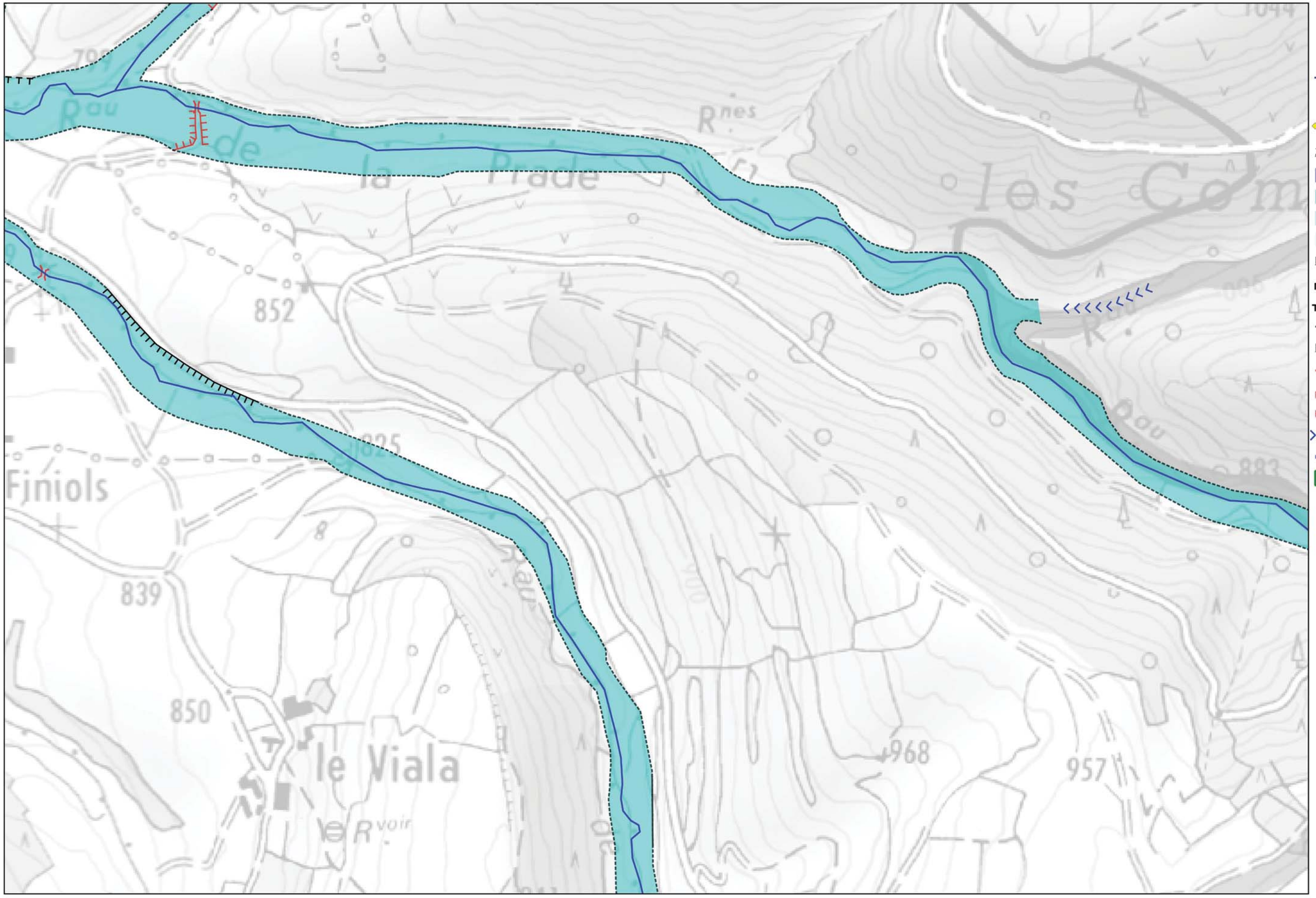
Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Hydromorphologie - Commune de Lanuejols

01c

ER16027

Sources: Scan25



LEGENDE

- Cours d'eau
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone inondable morphologique

- lit mineur
- lit moyen
- lit majeur
- lit majeur exceptionnel

Limite morphologique

- Talus net
- Talus peu marqué
- Pied de versant

Element de morphologie

- Ouvrage d'art
- Remblais d'infrastructure
- Remblais
- Ravin
- Axe d'écoulement en crue
- Cône de déjection

Echelle: 1/5 000

0 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

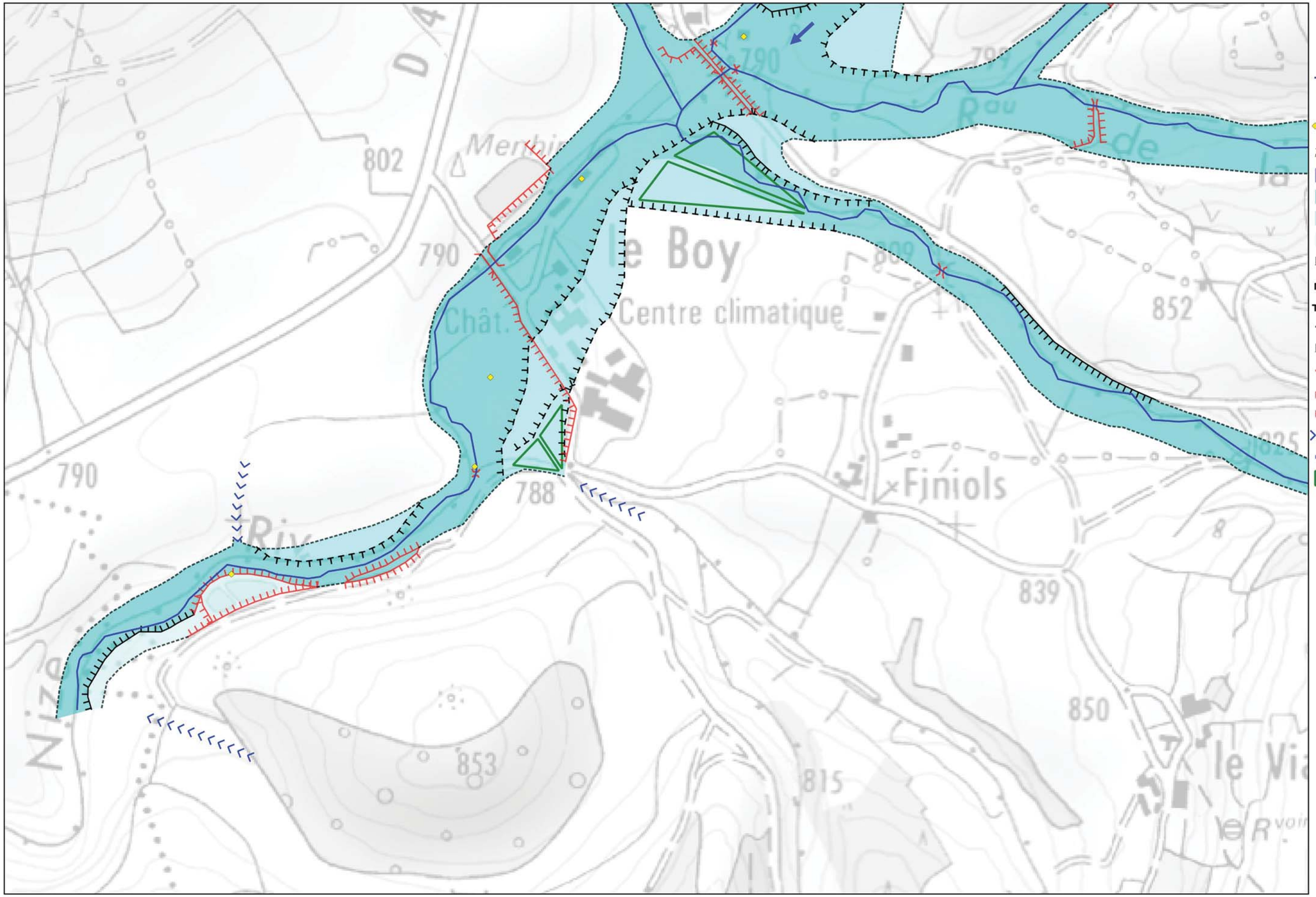
Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Hydromorphologie - Commune de Lanuejols

01d

ER16027

Sources: Scan25



LEGENDE

- Cours d'eau
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone inondable morphologique

- lit mineur
- lit moyen
- lit majeur
- lit majeur exceptionnel

Limite morphologique

- Talus net
- Talus peu marqué
- Pied de versant

Element de morphologie

- Ouvrage d'art
- Remblais d'infrastructure
- Remblais
- Ravin
- Axe d'écoulement en crue
- Cône de déjection

Echelle: 1/5 000

0 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Hydromorphologie - Commune de Lanuejols

01e

ER16027

Sources: Scan25

LEGENDE

- Cours d'eau
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone inondable morphologique

- lit mineur
- lit moyen
- lit majeur
- lit majeur exceptionnel

Limite morphologique

- Talus net
- Talus peu marqué
- Pied de versant

Element de morphologie

- Ouvrage d'art
- Remblais d'infrastructure
- Remblais
- Ravin
- Axe d'écoulement en crue
- Cône de déjection

Echelle: 1/5 000

0 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Hydromorphologie - Commune de Lanuejols

01f

ER16027

Sources: Scan25

LEGENDE

- Cours d'eau
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone inondable morphologique

- lit mineur
- lit moyen
- lit majeur
- lit majeur exceptionnel

Limite morphologique

- Talus net
- Talus peu marqué
- Pied de versant

Element de morphologie

- Ouvrage d'art
- Remblais d'infrastructure
- Remblais
- Ravin
- Axe d'écoulement en crue
- Cône de déjection

Echelle: 1/5 000

0 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

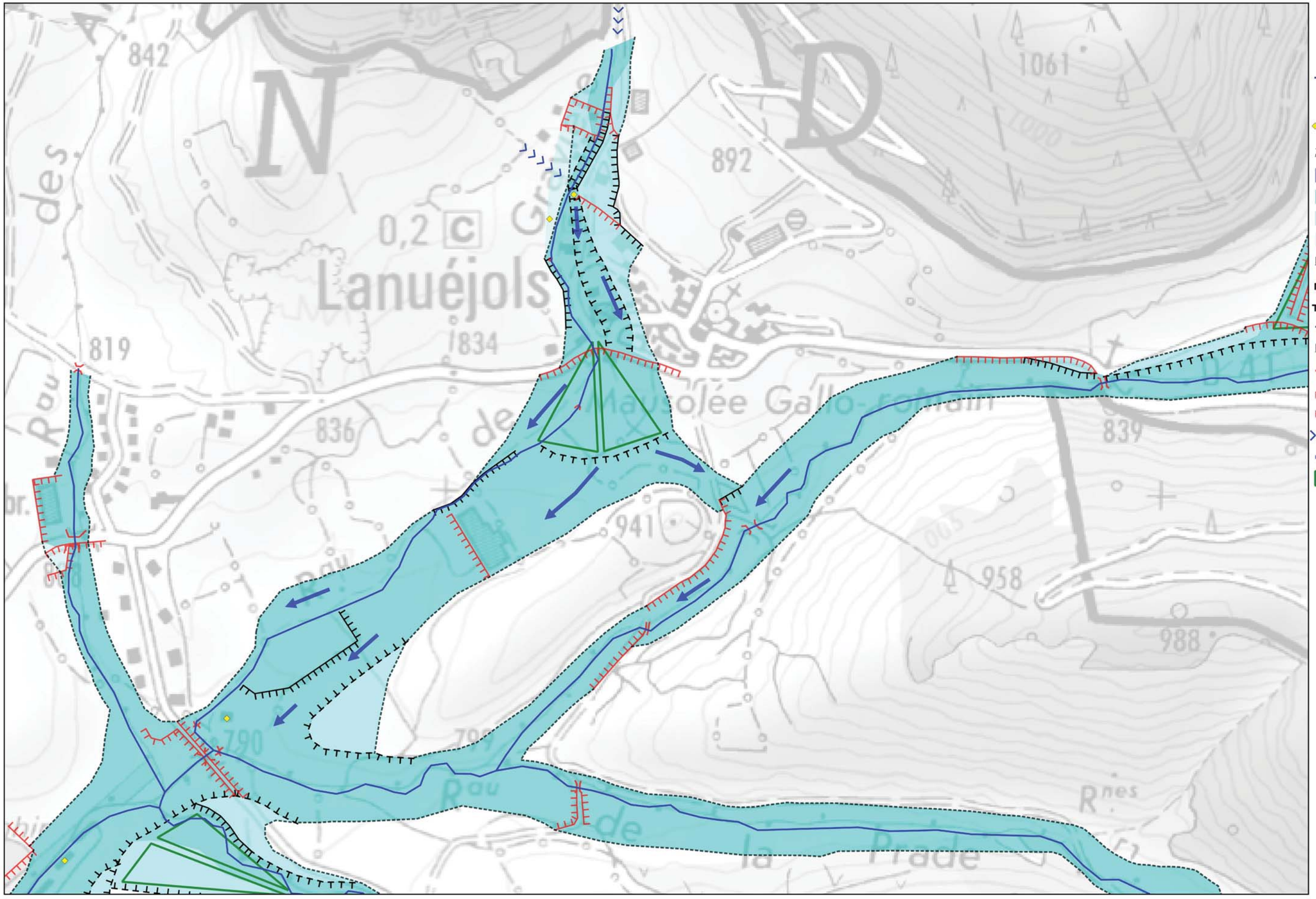
Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Hydromorphologie - Commune de Lanuejols

01g

ER16027

Sources: Scan25



LEGENDE

- Cours d'eau
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone inondable morphologique

- lit mineur
- lit moyen
- lit majeur
- lit majeur exceptionnel

Limite morphologique

- Talus net
- Talus peu marqué
- Pied de versant

Element de morphologie

- Ouvrage d'art
- Remblais d'infrastructure
- Remblais
- Ravin
- Axe d'écoulement en crue
- Cône de déjection

Echelle: 1/5 000

0 — 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Hydromorphologie - Commune de Lanuejols

02a

ER16027

Sources: BD Ortho - BD Parcellaire - BD Topo

LEGENDE

- Cours d'eau
- Bâtiment
- Route
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone inondable morphologique

- lit mineur
- lit moyen
- lit majeur
- lit majeur exceptionnel

Limite morphologique

- Talus net
- Talus peu marqué
- Pied de versant

Element de morphologie

- Ouvrage d'art
- Remblais d'infrastructure
- Remblais
- Ravin
- Axe d'écoulement en crue
- Cône de déjection

Echelle: 1/5 000

0 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

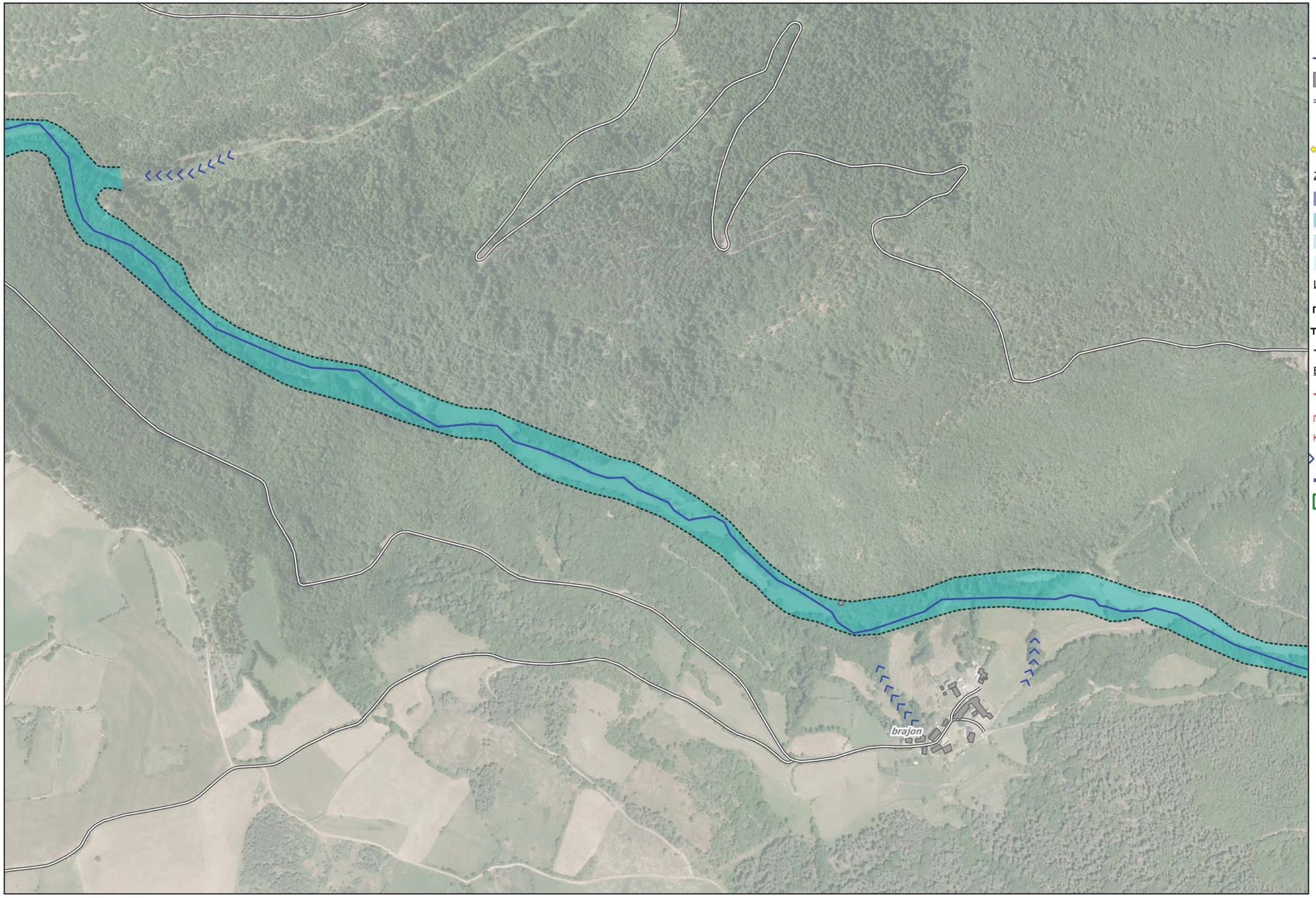
Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Hydromorphologie - Commune de Lanuejols

02b

ER16027

Sources: BD Ortho - BD Parcellaire - BD Topo



LEGENDE

- Cours d'eau
- Bâtiment
- Route
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone inondable morphologique

- lit mineur
- lit moyen
- lit majeur
- lit majeur exceptionnel

Limite morphologique

- Talus net
- Talus peu marqué
- Pied de versant

Element de morphologie

- Ouvrage d'art
- Remblais d'infrastructure
- Remblais
- Ravin
- Axe d'écoulement en crue
- Cône de déjection

Echelle: 1/5 000

0 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

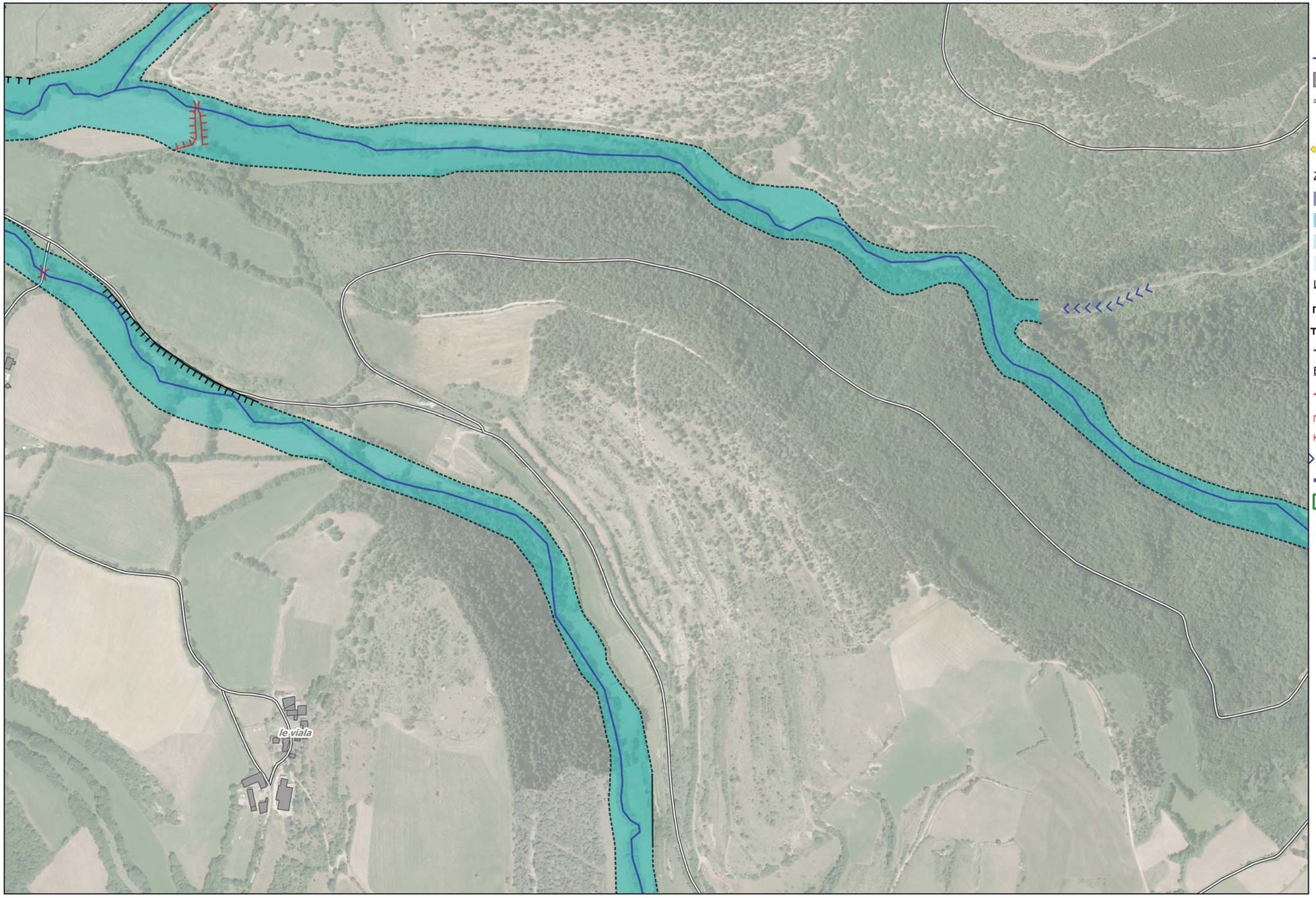
Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Hydromorphologie - Commune de Lanuejols

02c

ER16027

Sources: BD Ortho - BD Parcellaire - BD Topo



LEGENDE

- Cours d'eau
- Bâtiment
- Route
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone inondable morphologique

- lit mineur
- lit moyen
- lit majeur
- lit majeur exceptionnel

Limite morphologique

- Talus net
- Talus peu marqué
- Pied de versant

Element de morphologie

- Ouvrage d'art
- Remblais d'infrastructure
- Remblais
- Ravin
- Axe d'écoulement en crue
- Cône de déjection

Echelle: 1/5 000

0 — 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Hydromorphologie - Commune de Lanuejols

02d

ER16027

Sources: BD Ortho - BD Parcellaire - BD Topo

LEGENDE

- Cours d'eau
- Bâtiment
- Route
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone inondable morphologique

- lit mineur
- lit moyen
- lit majeur
- lit majeur exceptionnel

Limite morphologique

- Talus net
- Talus peu marqué
- Pied de versant

Element de morphologie

- Ouvrage d'art
- Remblais d'infrastructure
- Remblais
- Ravin
- Axe d'écoulement en crue
- Cône de déjection

Echelle: 1/5 000

0 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Hydromorphologie - Commune de Lanuejols

02e

ER16027

Sources: BD Ortho - BD Parcellaire - BD Topo

LEGENDE

- Cours d'eau
- Bâtiment
- Route
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone inondable morphologique

- lit mineur
- lit moyen
- lit majeur
- lit majeur exceptionnel

Limite morphologique

- Talus net
- Talus peu marqué
- Pied de versant

Element de morphologie

- Ouvrage d'art
- Remblais d'infrastructure
- Remblais
- Ravin
- Axe d'écoulement en crue
- Cône de déjection

Echelle: 1/5 000

0 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Hydromorphologie - Commune de Lanuejols

02f

ER16027

Sources: BD Ortho - BD Parcellaire - BD Topo

LEGENDE

- Cours d'eau
- Bâtiment
- Route
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone inondable morphologique

- lit mineur
- lit moyen
- lit majeur
- lit majeur exceptionnel

Limite morphologique

- Talus net
- Talus peu marqué
- Pied de versant

Element de morphologie

- Ouvrage d'art
- Remblais d'infrastructure
- Remblais
- Ravin
- Axe d'écoulement en crue
- Cône de déjection

Echelle: 1/5 000

0 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

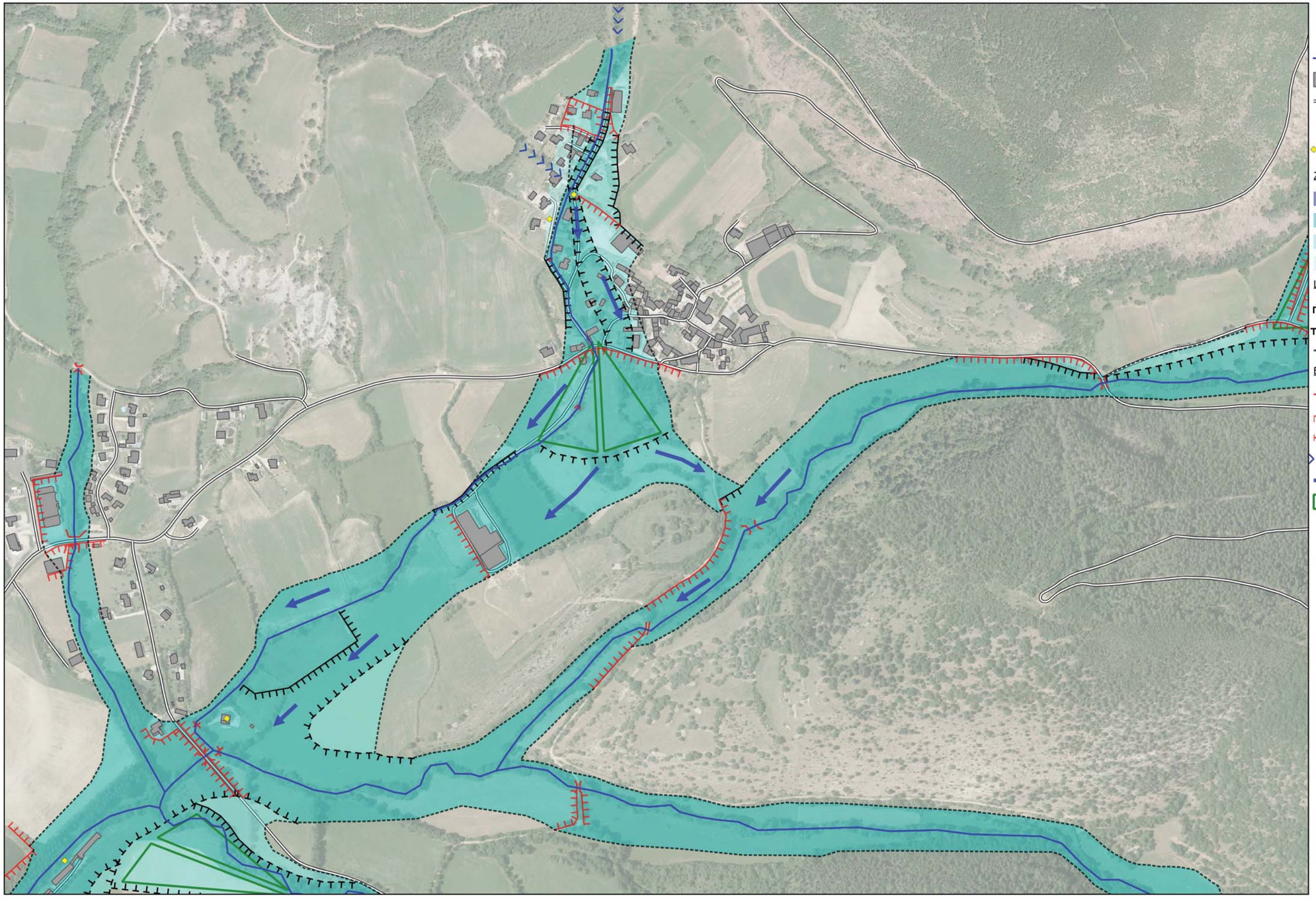
Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Hydromorphologie - Commune de Lanuejols

02g

ER16027

Sources: BD Ortho - BD Parcellaire - BD Topo



LEGENDE

- Cours d'eau
- Bâtiment
- Route
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone inondable morphologique

- lit mineur
- lit moyen
- lit majeur
- lit majeur exceptionnel

Limite morphologique

- Talus net
- Talus peu marqué
- Pied de versant

Element de morphologie

- Ouvrage d'art
- Remblais d'infrastructure
- Remblais
- Ravin
- Axe d'écoulement en crue
- Cône de déjection

Echelle: 1/5 000

0 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

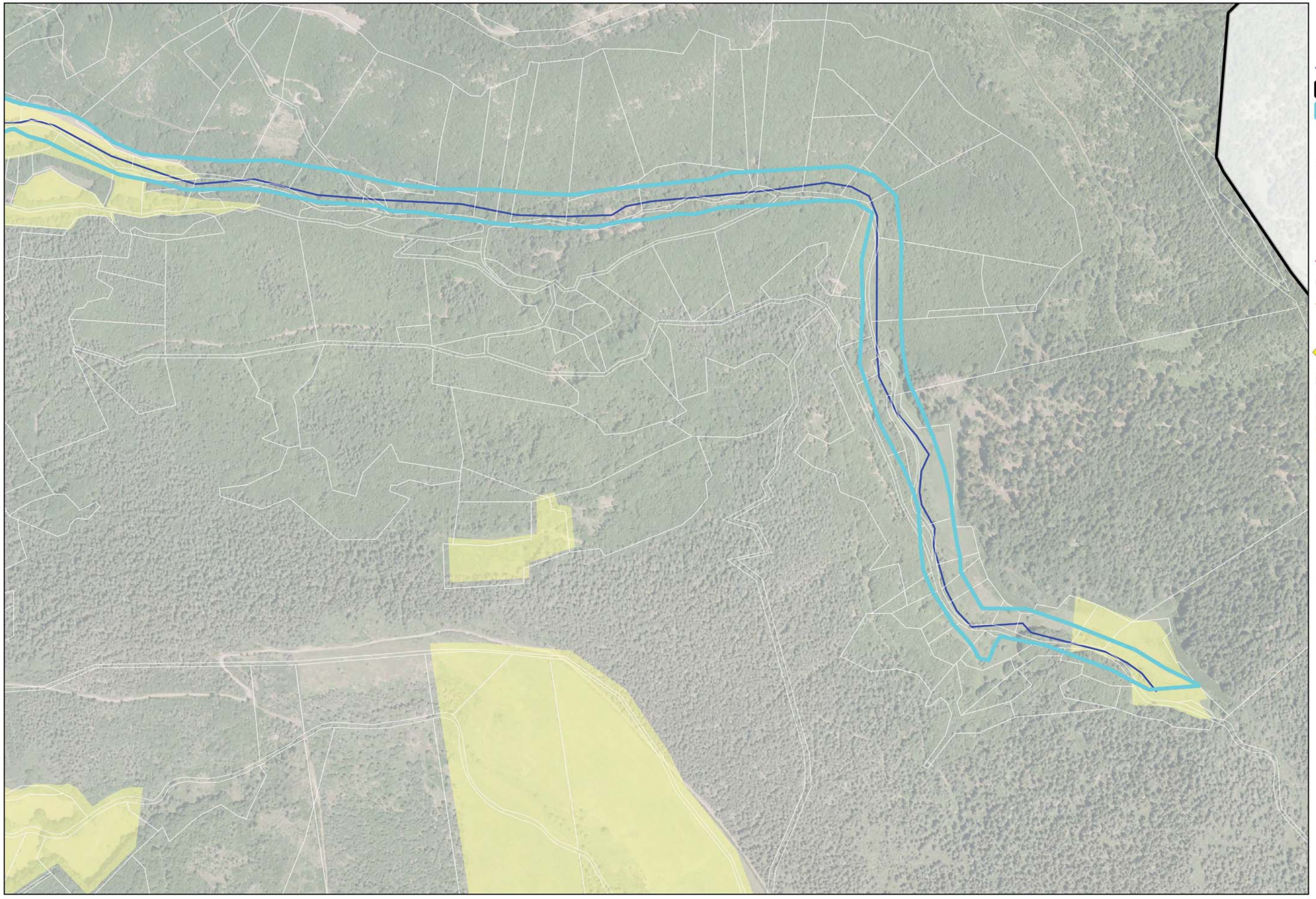
Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Carte des enjeux - Commune de Lanuejols

03a

ER16027

Sources: BD Ortho - BD Topo - BD Parcellaire



LEGENDE

- Cours d'eau
- Limite communale
- Zone inondable morphologique
- Captage
- STEP
- ERP
- Point d'activité ou d'intérêt (BD Topo)
- Monument historique
- Voie ferrée
- Route
- Ligne électrique
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone urbanisme

- Urbaine
- A urbaniser
- Agricole
- Naturelle

Echelle: 1/5 000

0 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

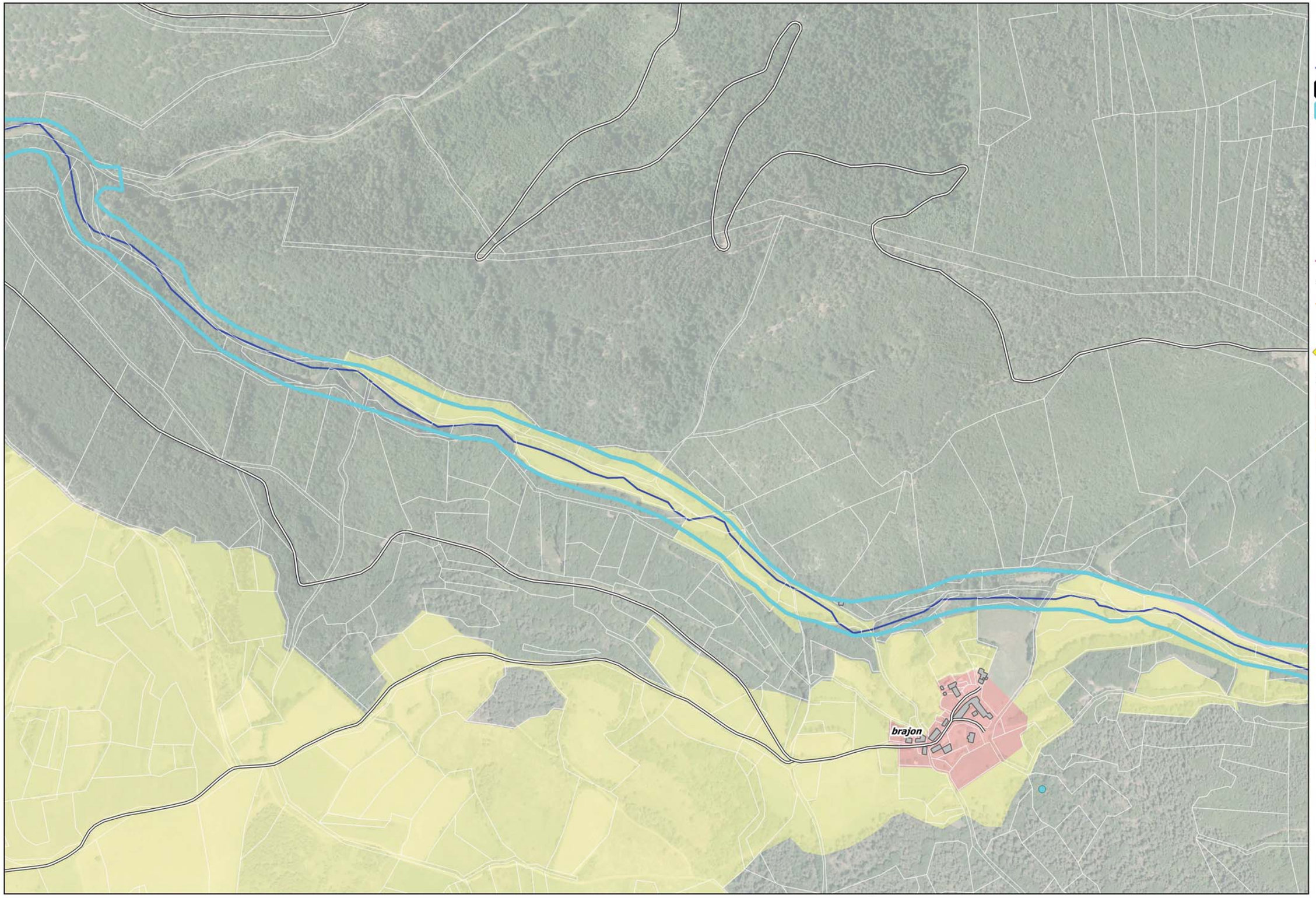
Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Carte des enjeux - Commune de Lanuejols

03b

ER16027

Sources: BD Ortho - BD Topo - BD Parcellaire



LEGENDE

- Cours d'eau
- Limite communale
- Zone inondable morphologique
- Captage
- STEP
- ERP
- Point d'activité ou d'intérêt (BD Topo)
- Monument historique
- Voie ferrée
- Route
- Ligne électrique
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone urbanisme

- Urbaine
- A urbaniser
- Agricole
- Naturelle

Echelle: 1/5 000

0 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

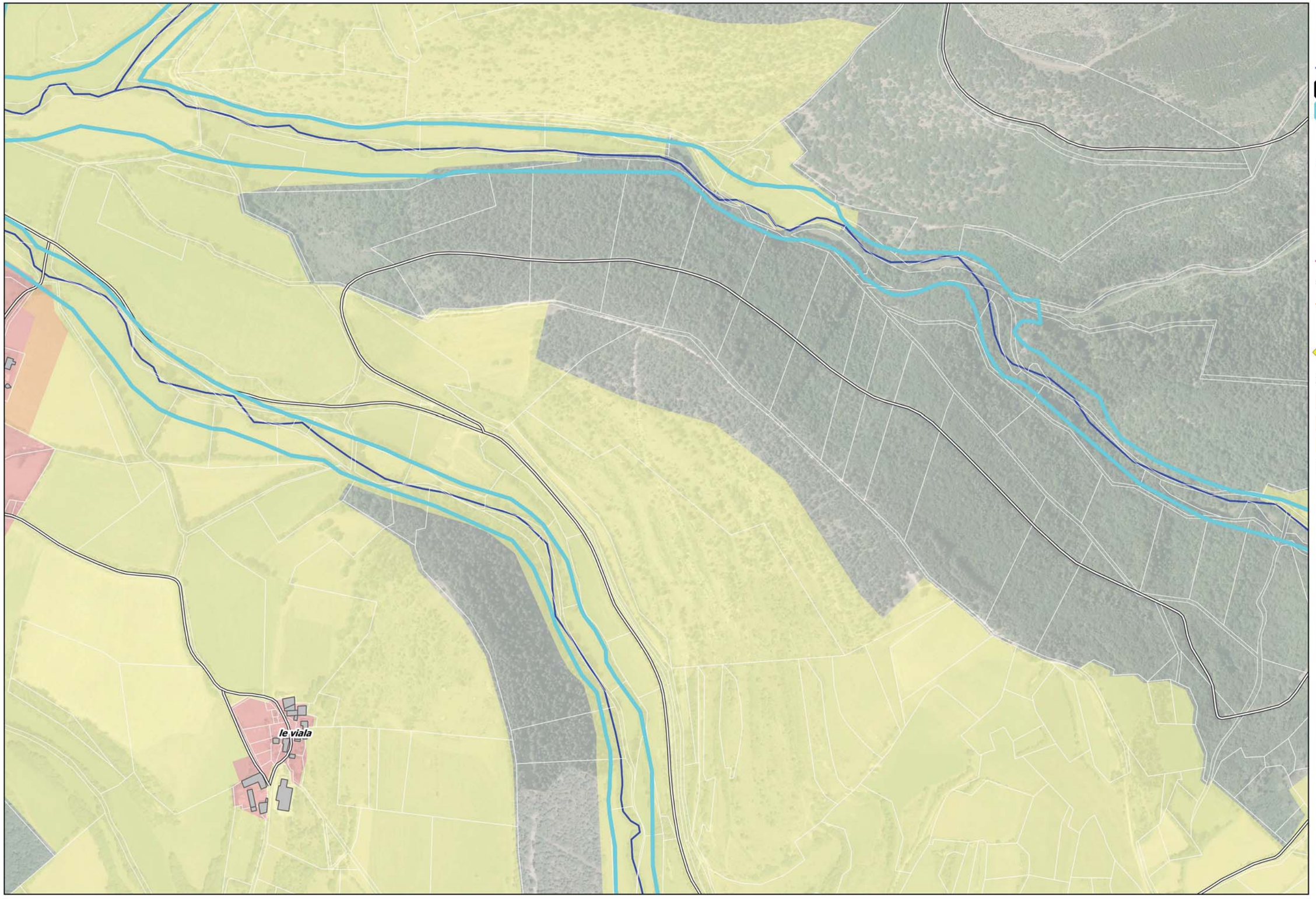
Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Carte des enjeux - Commune de Lanuejols

03c

ER16027

Sources: BD Ortho - BD Topo - BD Parcellaire



LEGENDE

- Cours d'eau
- Limite communale
- Zone inondable morphologique
- Captage
- STEP
- ERP
- Point d'activité ou d'intérêt (BD Topo)
- Monument historique
- Voie ferrée
- Route
- Ligne électrique
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone urbanisme

- Urbaine
- A urbaniser
- Agricole
- Naturelle

Echelle: 1/5 000

0 — 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Carte des enjeux - Commune de Lanuejols

03d

ER16027

Sources: BD Ortho - BD Topo - BD Parcellaire

LEGENDE

- Cours d'eau
- Limite communale
- Zone inondable morphologique
- Captage
- STEP
- ERP
- Point d'activité ou d'intérêt (BD Topo)
- Monument historique
- Voie ferrée
- Route
- Ligne électrique
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone urbanisme

- Urbaine
- A urbaniser
- Agricole
- Naturelle

Echelle: 1/5 000

0 — 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

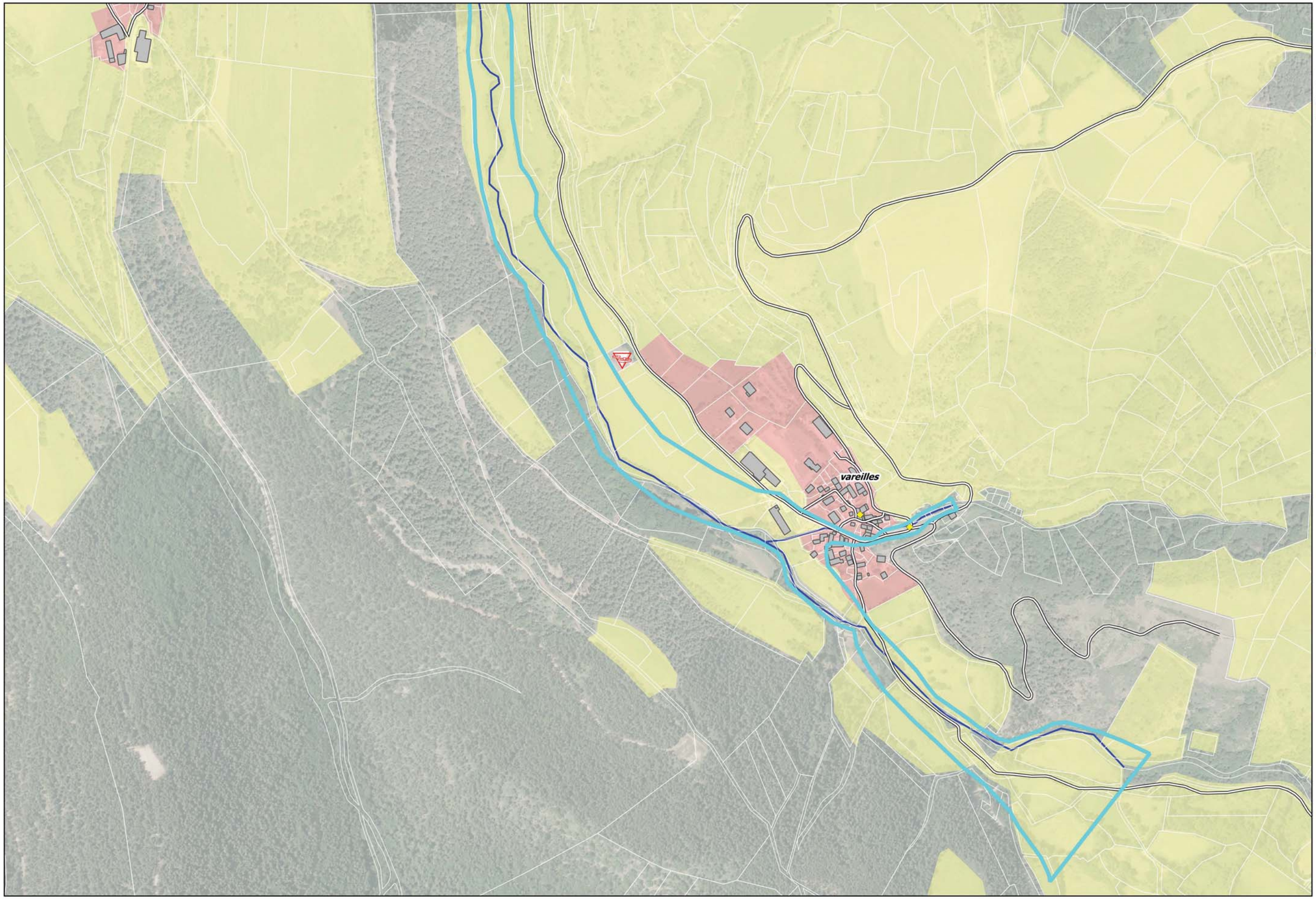
Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Carte des enjeux - Commune de Lanuejols

03e

ER16027

Sources: BD Ortho - BD Topo - BD Parcellaire



LEGENDE

- Cours d'eau
- Limite communale
- Zone inondable morphologique
- Captage
- STEP
- ERP
- Point d'activité ou d'intérêt (BD Topo)
- Monument historique
- Voie ferrée
- Route
- Ligne électrique
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone urbanisme

- Urbaine
- A urbaniser
- Agricole
- Naturelle

Echelle: 1/5 000

0 — 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

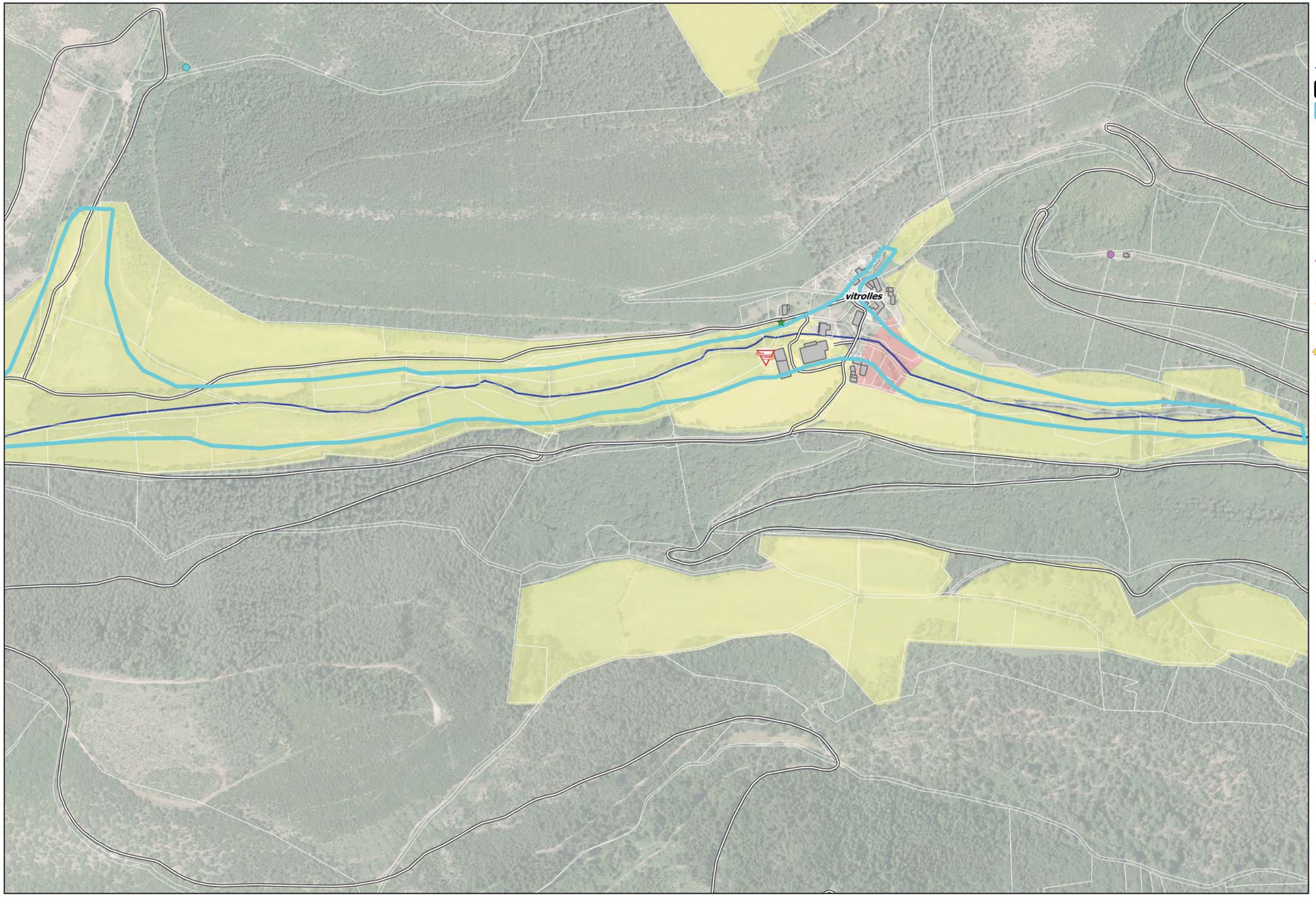
Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Carte des enjeux - Commune de Lanuejols

03f

ER16027

Sources: BD Ortho - BD Topo - BD Parcellaire



LEGENDE

- Cours d'eau
- Limite communale
- Zone inondable morphologique
- Captage
- STEP
- ERP
- Point d'activité ou d'intérêt (BD Topo)
- Monument historique
- Voie ferrée
- Route
- Ligne électrique
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone urbanisme

- Urbaine
- A urbaniser
- Agricole
- Naturelle

Echelle: 1/5 000

0 100 m

cereg

Direction Départementale des Territoires de la Lozère

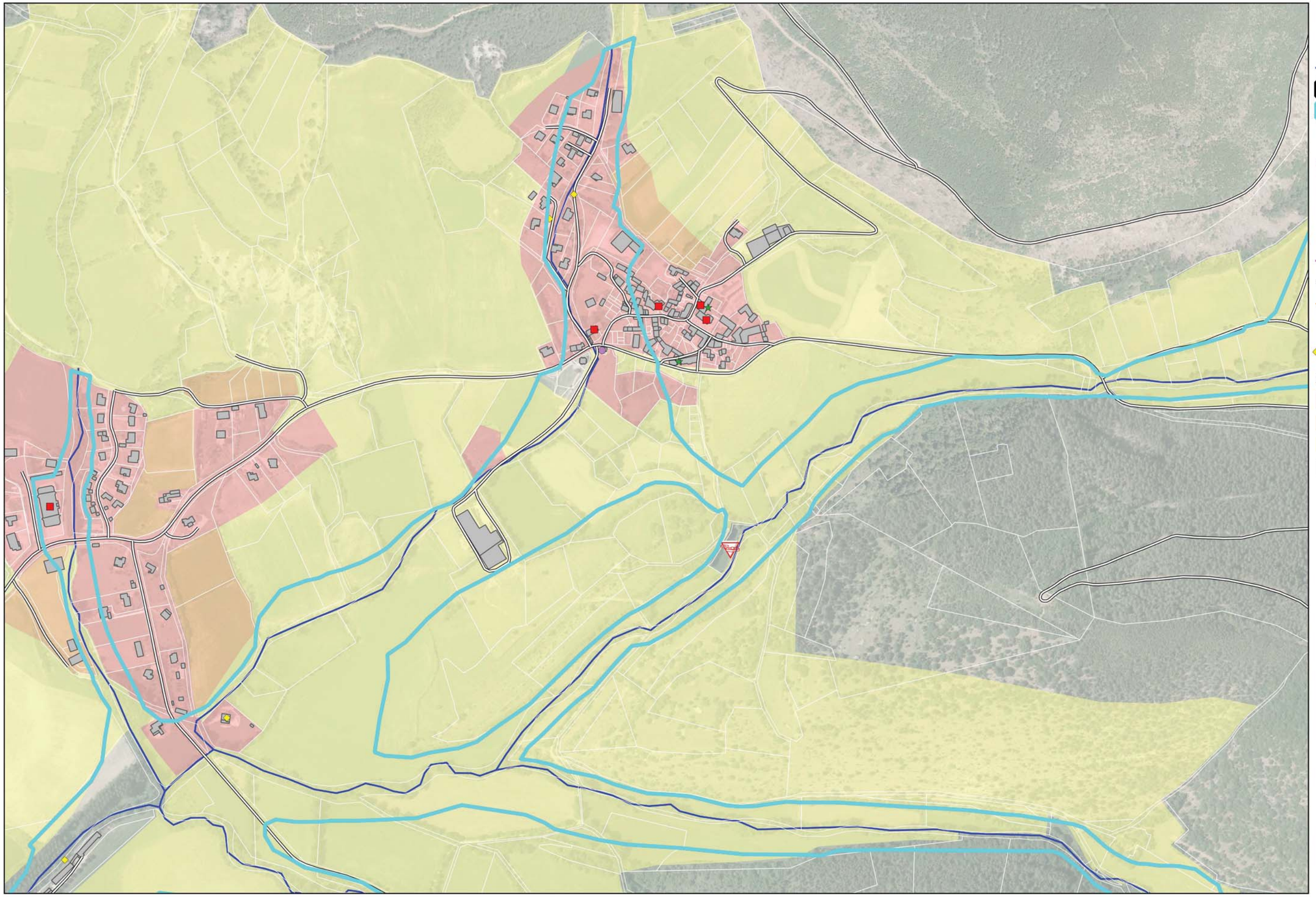
Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Carte des enjeux - Commune de Lanuejols

03g

ER16027

Sources: BD Ortho - BD Topo - BD Parcellaire



LEGENDE

- Cours d'eau
- Limite communale
- Zone inondable morphologique
- Captage
- STEP
- ERP
- Point d'activité ou d'intérêt (BD Topo)
- Monument historique
- Voie ferrée
- Route
- Ligne électrique
- Eléments de connaissance sur une crue
- Emprise inondée observée (approximative)

Zone urbanisme

- Urbaine
- A urbaniser
- Agricole
- Naturelle

Echelle: 1/5 000

0 — 100 m

cereg

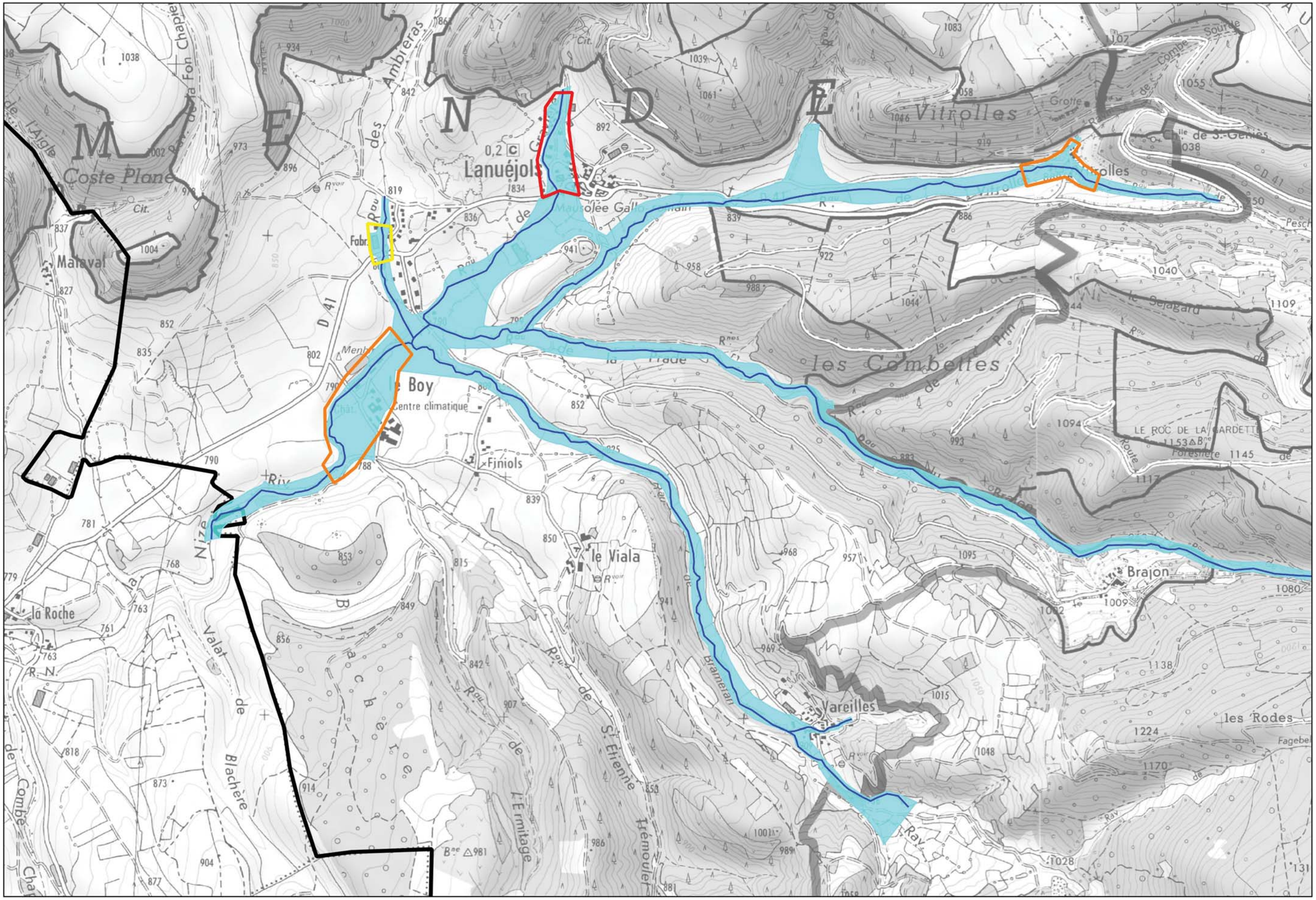
Direction Départementale des Territoires de la Lozère

Réalisation d'études d'aléas inondation sur les communes de Saint-Alban sur Limagnole, Rieutort de Randon, Lanuéjols et Chasseradès en Lozère

Zones modélisées - Commune de Lanuejols

ER16027

Sources: Scan 25 IGN



LEGENDE

- Limite commnale
- Cours d'eau
- Zone inondable morphologique

Type calcul

- 1D
- 2D
- capacité

Echelle: 1/15 000

0 300 m

cereg

Direction Départementale des Territoires - Lozère (48)

Définition de l'aléa inondation sur la commune de Lanuejols

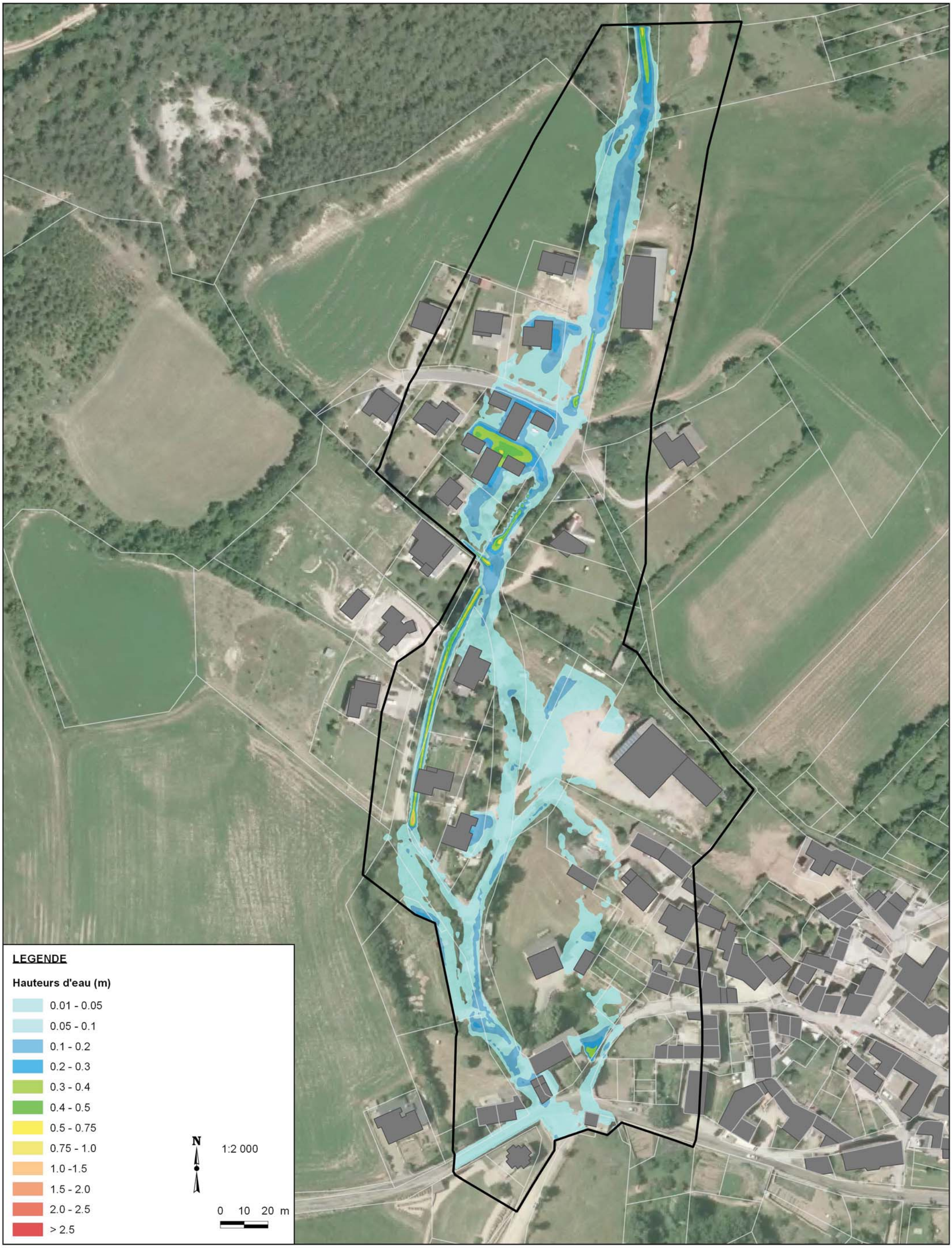
Hauteurs maximales de submersion pour la crue de 2003

cereg

4-1

ER16027

Source : BD ORTHO



Direction Départementale des Territoires - Lozère (48)

Définition de l'aléa inondation sur la commune de Lanuejols

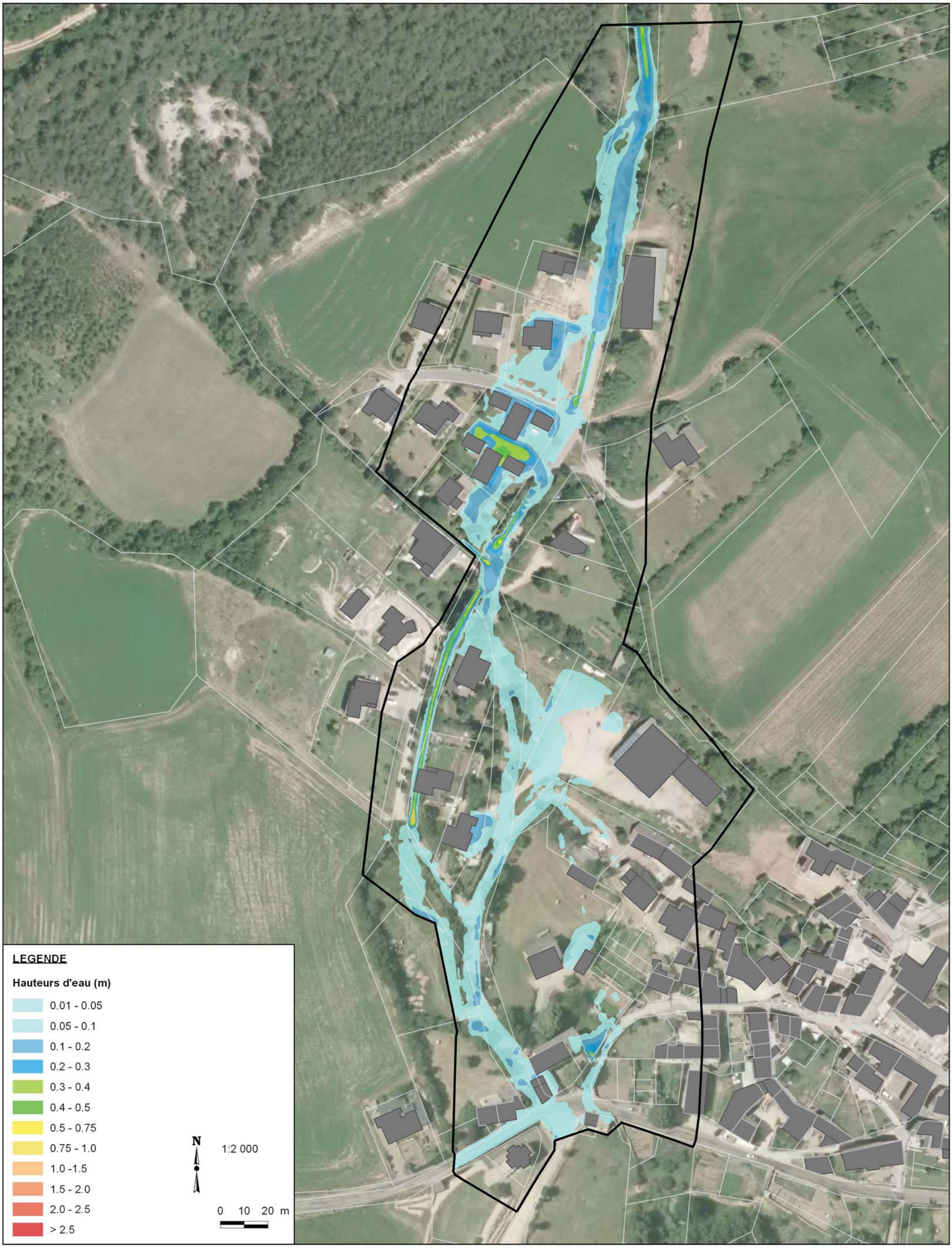
Hauteurs maximales de submersion pour l'occurrence 10 ans

cereg

4-2

ER16027

Source : BD ORTHO



Direction Départementale des Territoires - Lozère (48)

Définition de l'aléa inondation sur la commune de Lanuejols

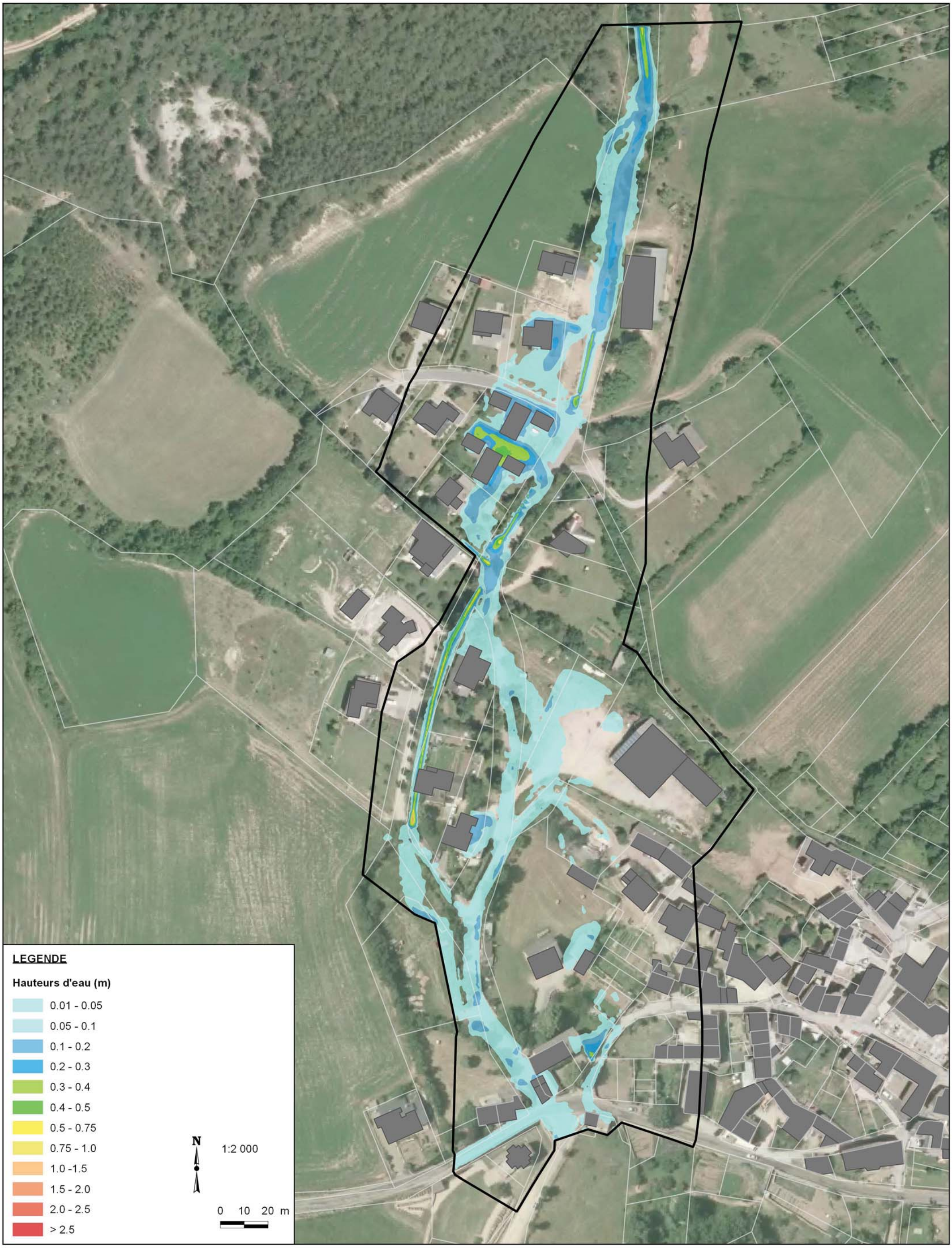
Hauteurs maximales de submersion pour l'occurrence 30 ans

cereg

4-3

ER16027

Source : BD ORTHO



Direction Départementale des Territoires - Lozère (48)

Définition de l'aléa inondation sur la commune de Lanuejols

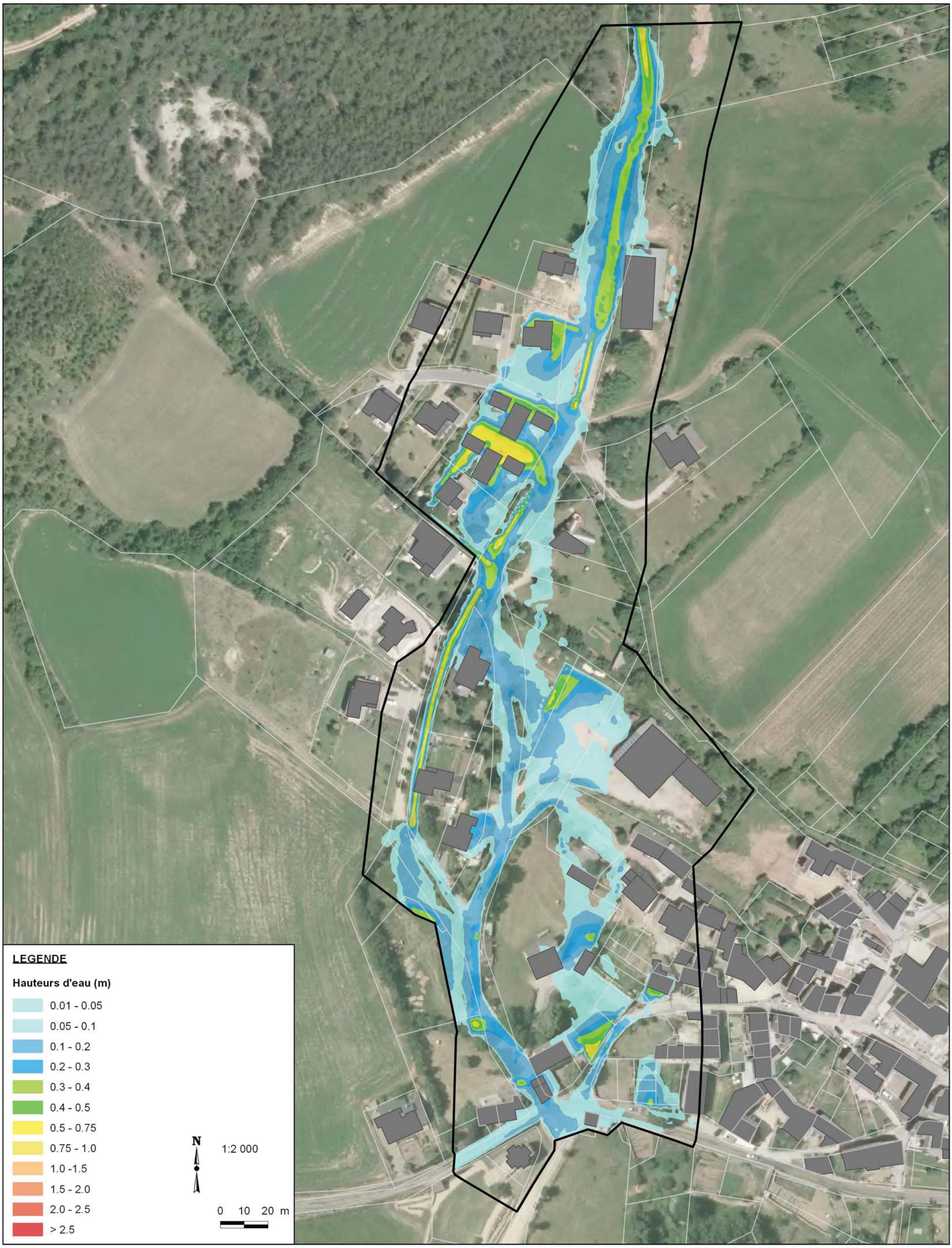
Hauteurs maximales de submersion pour l'occurrence 100ans

cereg

4-4

ER16027

Source : BD ORTHO



Direction Départementale des Territoires - Lozère (48)

Définition de l'aléa inondation sur la commune de Lanuejols

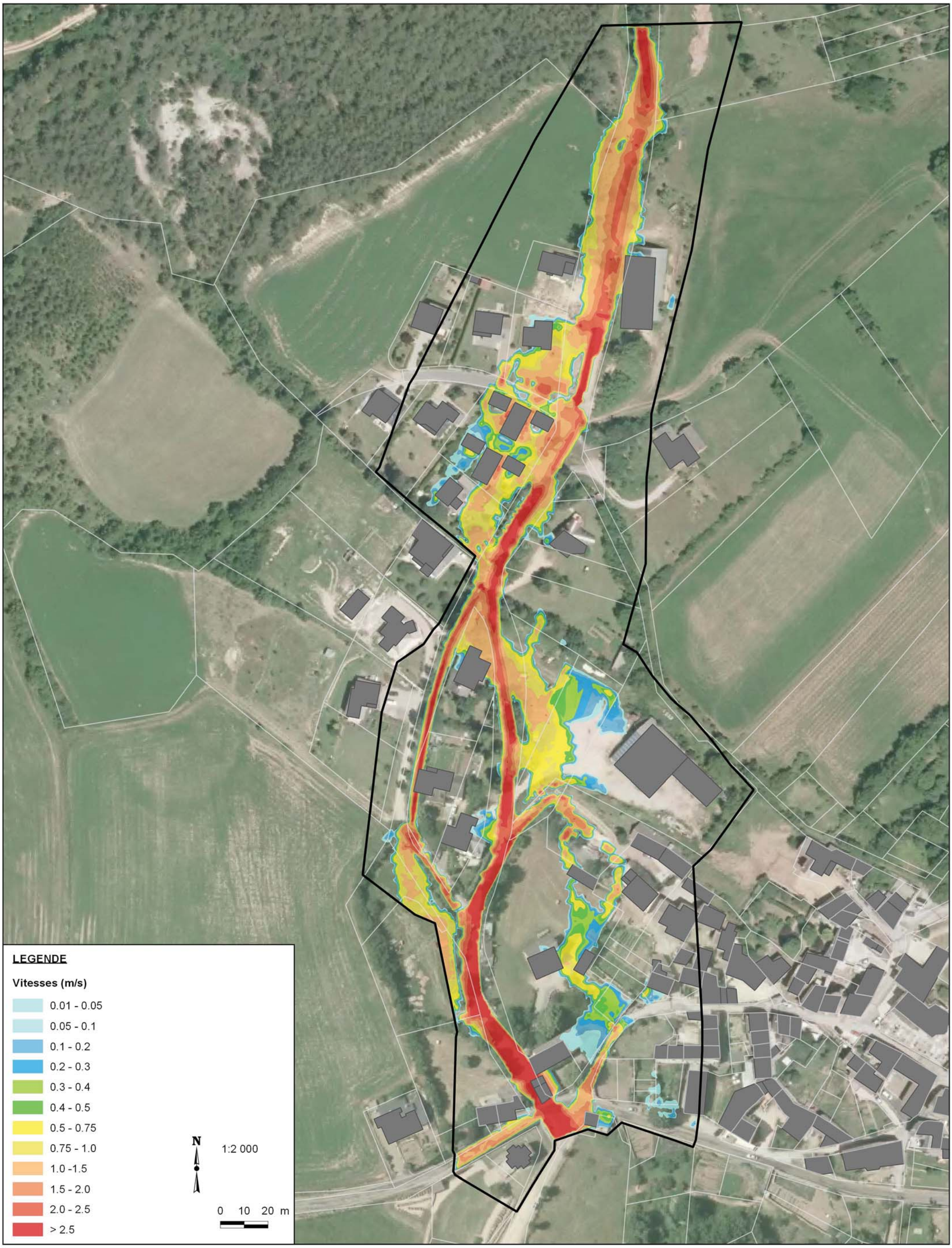
Vitesses maximales d'écoulement pour l'occurrence 100ans

cereg

4-5

ER16027

Source : BD ORTHO



Direction Départementale des Territoires - Lozère (48)

Définition de l'aléa inondation sur la commune de Lanuejols - Lieu dit de Vitrolles

cereg

4-6

ER16027

Hauteurs maximales de submersion pour la crue de 2003 (crue de calage)

Source : BD Ortho

LEGENDE

Hauteurs d'eau (m)

- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.4
- 0.4 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 -1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.5
- > 2.5

N

1:1 500

0 15 30 m

Direction Départementale des Territoires - Lozère (48)

Définition de l'aléa inondation sur la commune de Lanuejols - Lieu dit de Vitrolles

cereg

4-7

ER16027

Hauteurs maximales de submersion pour la crue d'occurrence 10 ans

Source : BD Ortho

LEGENDE

Hauteurs d'eau (m)

- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.4
- 0.4 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 -1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.5
- > 2.5

N

1:1 500

0 15 30 m

Direction Départementale des Territoires - Lozère (48)

Définition de l'aléa inondation sur la commune de Lanuejols - Lieu dit de Vitrolles

cereg

4-8

ER16027

Hauteurs maximales de submersion pour la crue d'occurrence 30 ans

Source : BD Ortho

LEGENDE

Hauteurs d'eau (m)

- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.4
- 0.4 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 -1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.5
- > 2.5

N

1:1 500

0 15 30 m

Direction Départementale des Territoires - Lozère (48)

Définition de l'aléa inondation sur la commune de Lanuejols - Lieu dit de Vitrolles

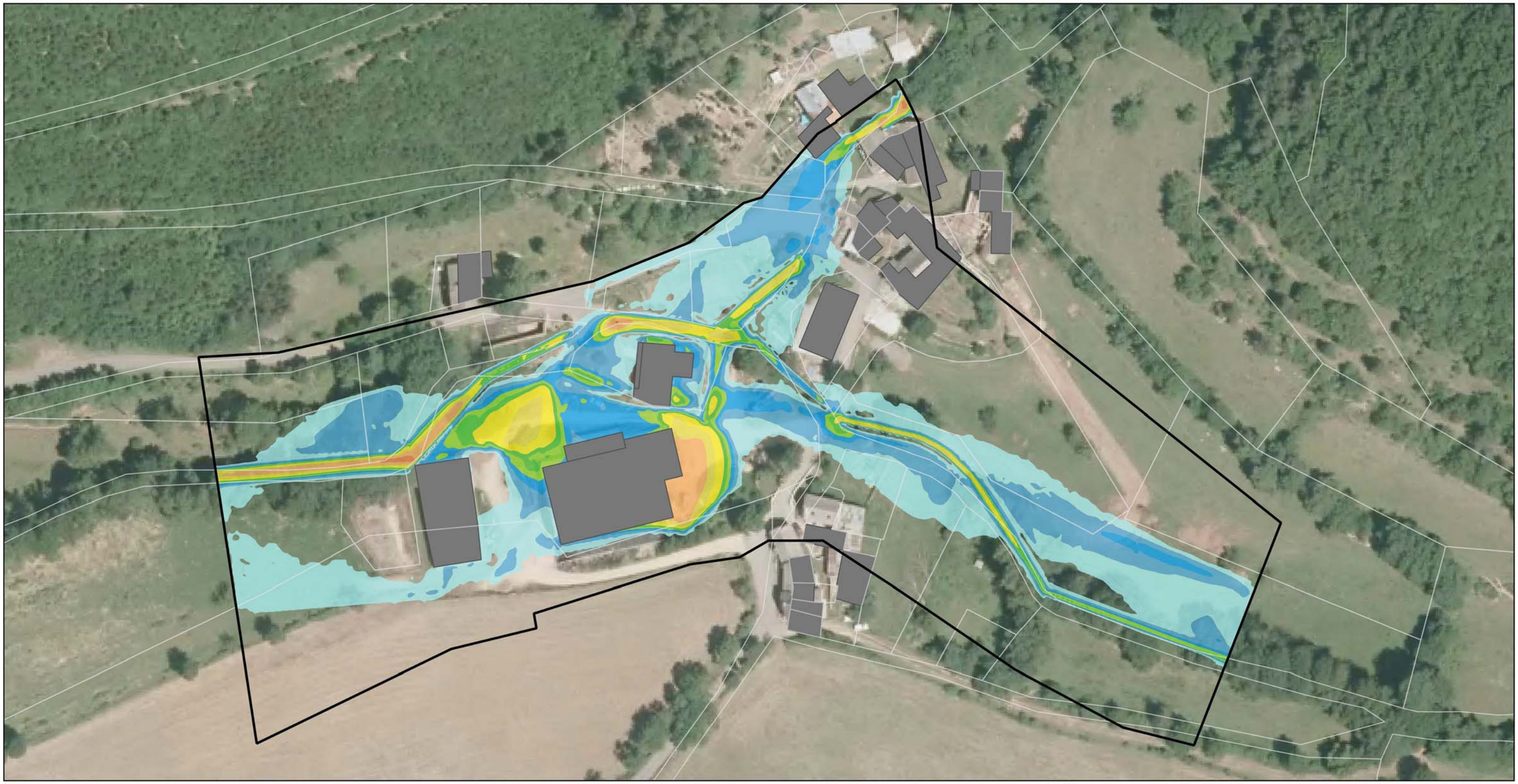
cereg

4-9

ER16027

Hauteurs maximales de submersion pour la crue d'occurrence 100 ans

Source : BD Ortho



LEGENDE

Hauteurs d'eau (m)

- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.4
- 0.4 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 -1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.5
- > 2.5

N

1:1 500

0 15 30 m

Direction Départementale des Territoires - Lozère (48)

Définition de l'aléa inondation sur la commune de Lanuejols - Lieu dit de Vitrolles

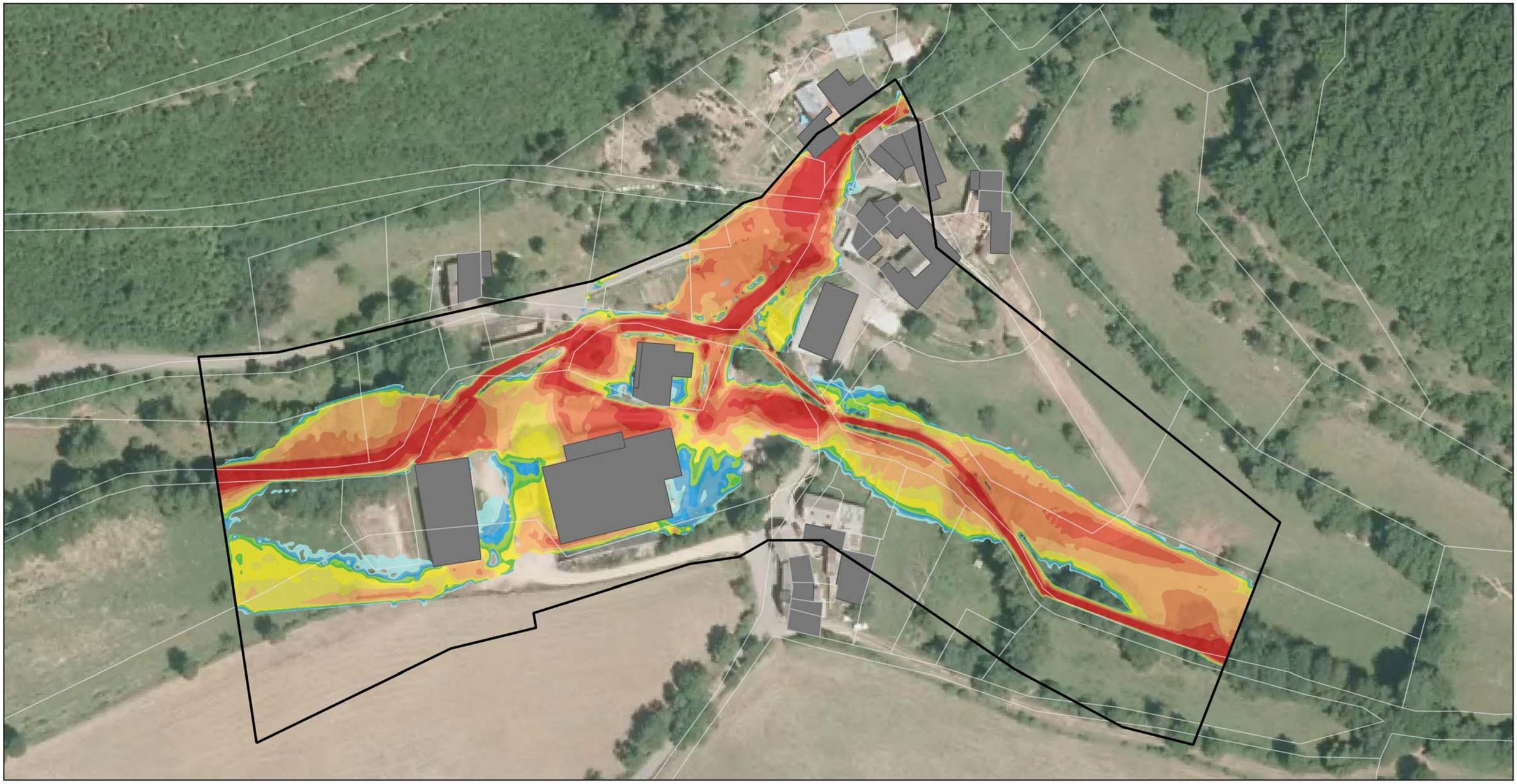
cereg

4-10

ER16027

Vitesses maximales d'écoulement pour la crue d'occurrence 100 ans

Source : BD Ortho



LEGENDE

Vitesses max (m/s)

- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.4
- 0.4 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 -1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.5
- > 2.5

N

1:1 500

0 15 30 m

Direction Départementale des Territoires - Lozère (48)

Définition de l'aléa inondation sur la commune de Lanuejols - ZA Terre Bleue

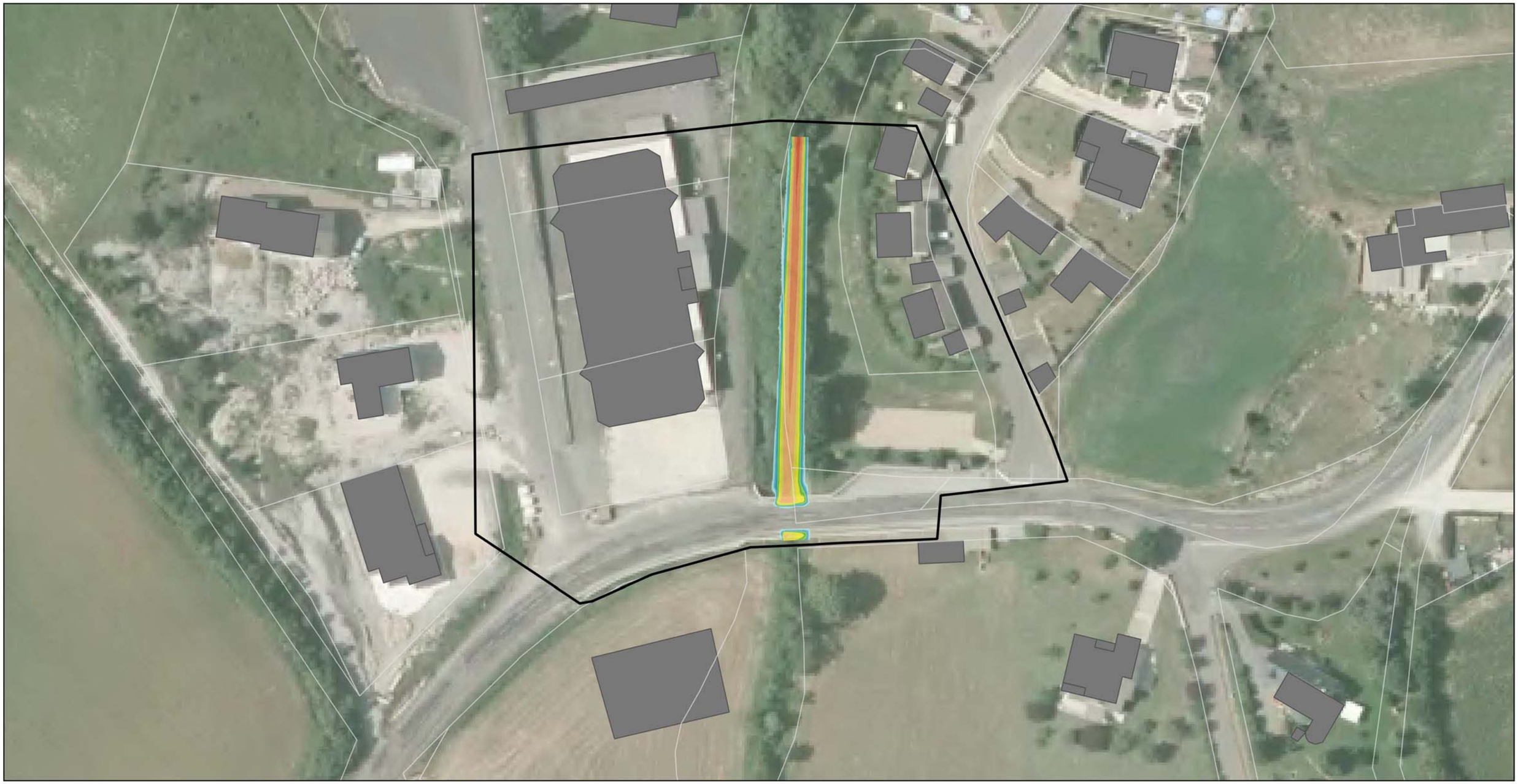
Hauteurs maximales de submersion pour la crue de 2003

cereg

4-11

ER16027

Source : BD Ortho



LEGENDE

Hauteurs d'eau (m)

- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.4
- 0.4 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 -1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.5
- > 2.5
- Emprise modélisation

N

1:1 100

0 10 20 m

Direction Départementale des Territoires - Lozère (48)

Définition de l'aléa inondation sur la commune de Lanuejols - ZA Terre Bleue

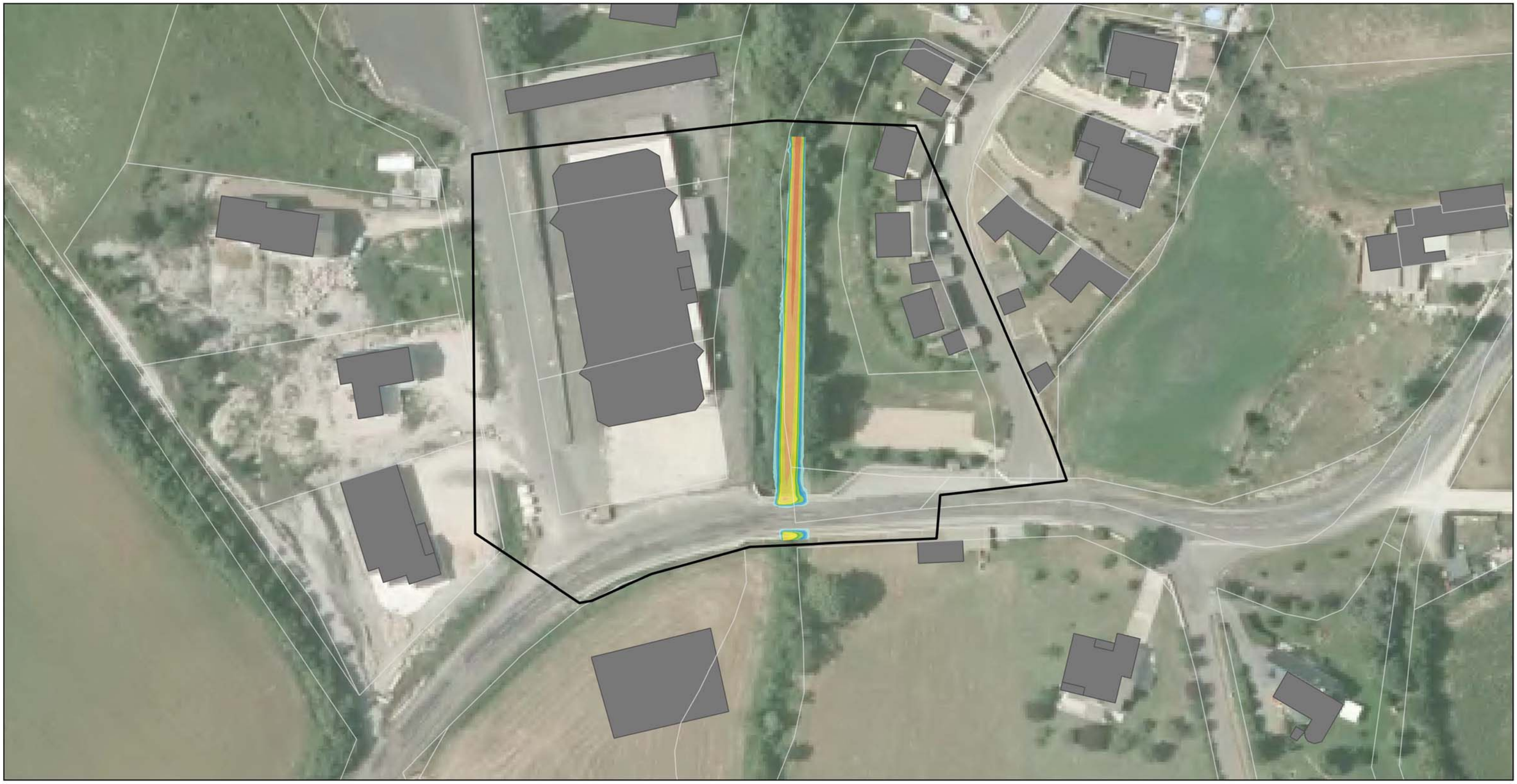
Hauteurs maximales de submersion pour l'occurrence 10 ans

cereg

4-12

ER16027

Source : BD Ortho



LEGENDE

Hauteurs d'eau (m)

- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.4
- 0.4 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 -1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.5
- > 2.5
- Emprise modélisation

N

1:1 100

0 10 20 m

Direction Départementale des Territoires - Lozère (48)

Définition de l'aléa inondation sur la commune de Lanuejols - ZA Terre Bleue

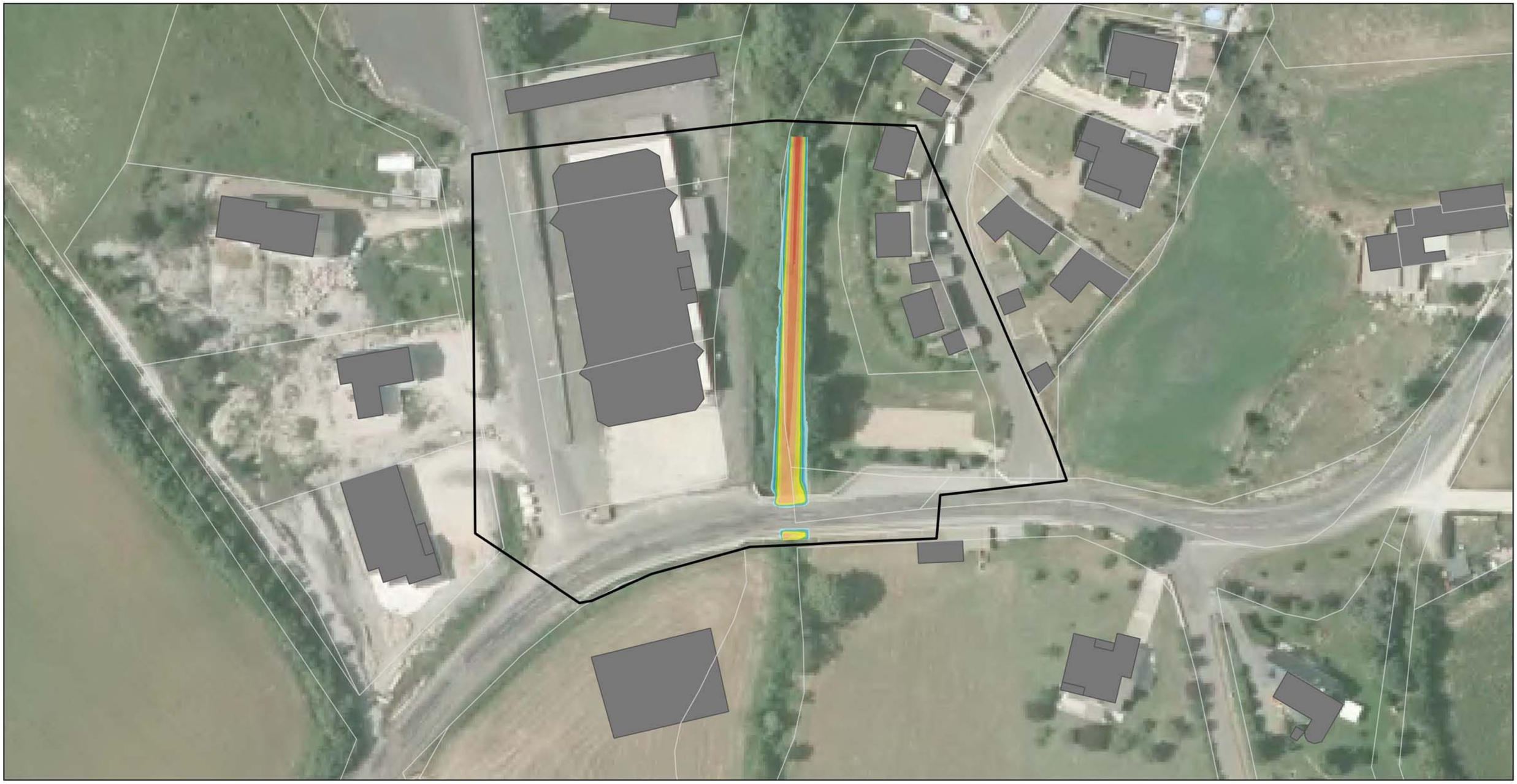
Hauteurs maximales de submersion pour l'occurrence 30 ans

cereg

4-13

ER16027

Source : BD Ortho



LEGENDE

Hauteurs d'eau (m)

- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.4
- 0.4 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 -1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.5
- > 2.5
- Emprise modélisation

N

1:1 100

0 10 20 m

Direction Départementale des Territoires - Lozère (48)

Définition de l'aléa inondation sur la commune de Lanuejols - ZA Terre Bleue

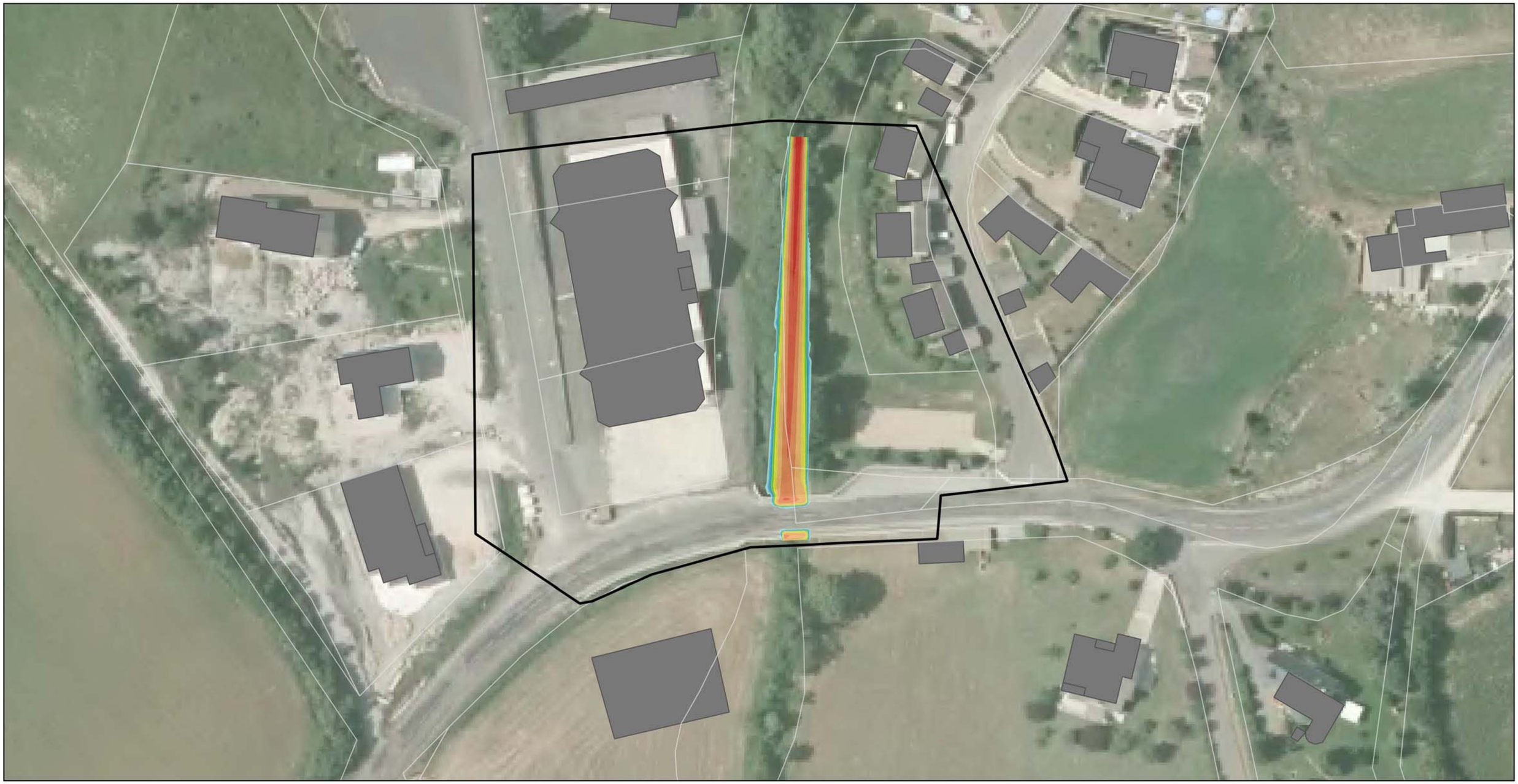
Hauteurs maximales de submersion pour l'occurrence 100 ans

cereg

4-14

ER16027

Source : BD Ortho



LEGENDE

Hauteurs d'eau (m)

- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.4
- 0.4 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 -1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.5
- > 2.5
- Emprise modélisation

N

1:1 100

0 10 20 m

Direction Départementale des Territoires - Lozère (48)

Définition de l'aléa inondation sur la commune de Lanuejols - ZA Terre Bleue

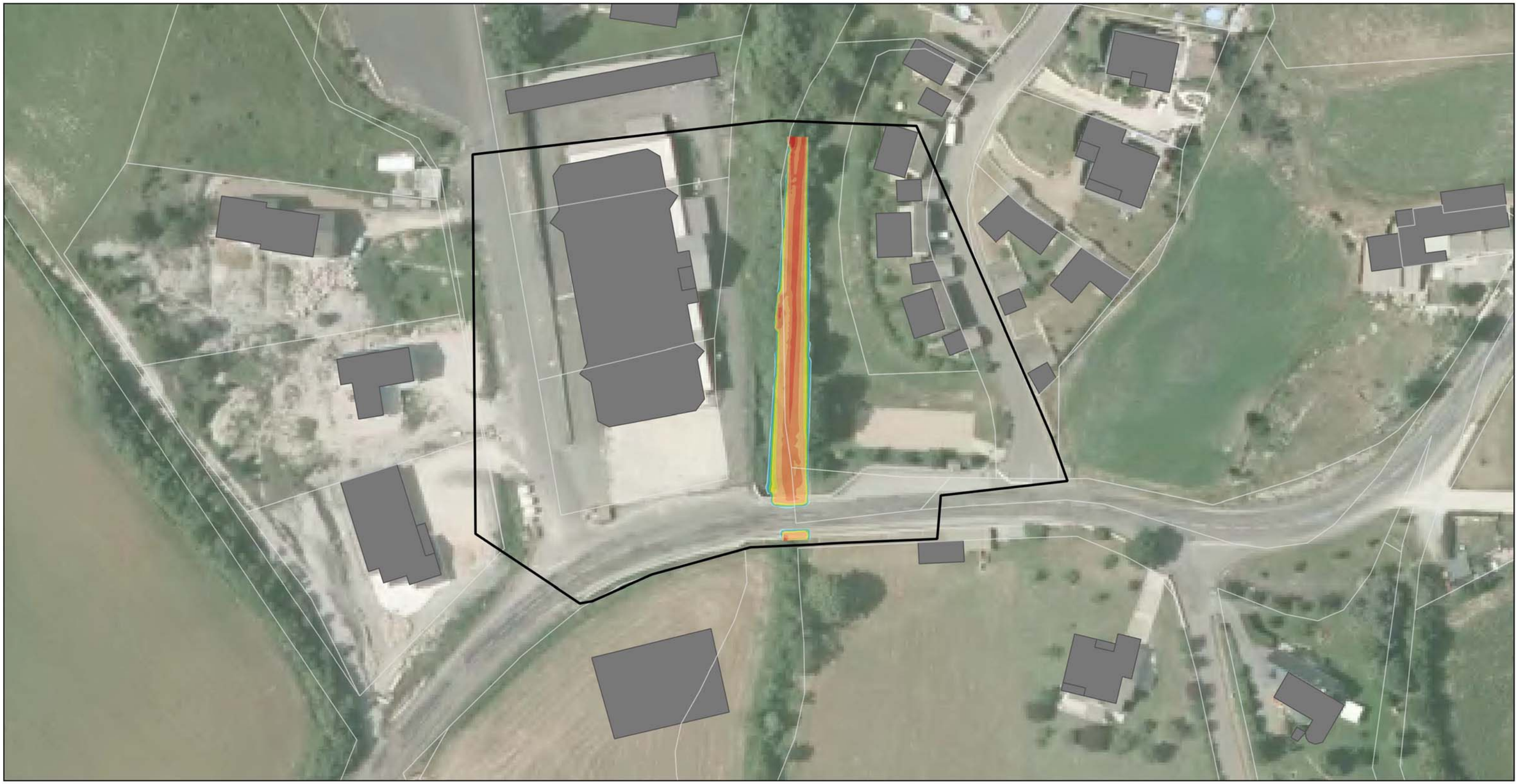
Vitesses maximales d'écoulement pour l'occurrence 100 ans

cereg

4-15

ER16027

Source : BD Ortho



LEGENDE

Vitesses (m/s)

- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.4
- 0.4 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 -1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.5
- > 2.5
- Emprise modélisation

N

1:1 100

0 10 20 m