

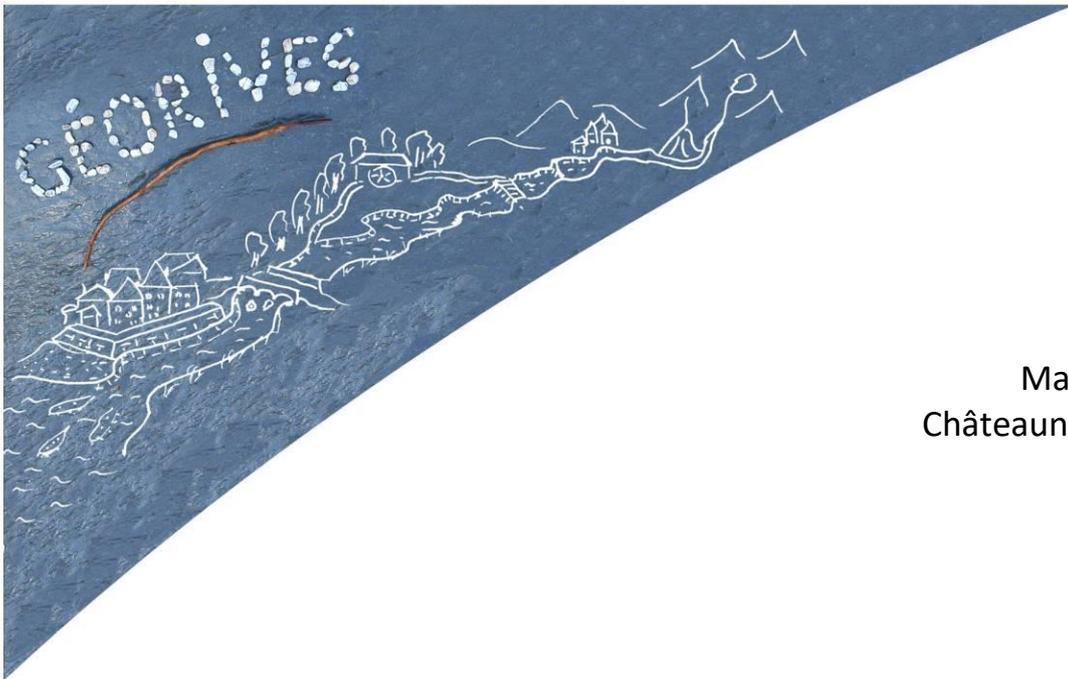
Plan Local d'Urbanisme Châteauneuf-le-Rouge

5. Annexes

5.2. Risques

5.2.2. Etude "*Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables et des aléas*"





Mairie de
Châteauneuf-le-Rouge

Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables et des aléas

www.georives.com

Etude n°1705 – Décembre 2017
version définitive 08/12/2017



250 chemin de Vermenay, 38680 Saint-André-en-Royans

Téléphone : 09 67 44 34 14 E-mail : contact@georives.com

www.georives.com

S.A.R.L. au capital de 5000€, immatriculée au RCS Grenoble
SIRET : 808 307 631 00024. N° TVA : FR 20 808307631

Référence Géorives	Intitulé	Auteurs
Etude 1705	Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables	Véronique Durin, Sébastien David

Observations sur l'utilisation de l'étude :

L'étude fournie est constituée par un ensemble indissociable, incluant le rapport, les cartes et pièces annexées éventuelles. L'utilisation d'une partie isolée de ce travail (éléments du rapport, documents graphiques ou annexes) et/ou l'interprétation au-delà des renseignements et formulations de la S.A.R.L. GÉORIVES ne saurait engager sa responsabilité. De même les informations transmises à la S.A.R.L. GÉORIVES sont présumées exactes et vérifiées par le producteur de ces données, il n'appartient donc pas à la S.A.R.L. GÉORIVES, sauf mission expressément formulée, d'en vérifier l'exactitude.

La cartographie des zones inondables réalisée fournit une information qualitative ne tenant pas compte des interventions humaines (sauf cas particuliers). Concernant le phénomène de ruissellement, elle vise à identifier les secteurs les plus exposés. La cartographie dans son ensemble ne peut pas être considérée comme exhaustive : le risque zéro inondation n'existant pas. Le zonage des aléas ne peut également pas être considéré comme exhaustif et les recommandations formulées sont des recommandations de principe destinées à réduire la vulnérabilité des enjeux en zone inondable mais elles ne peuvent en aucun cas garantir l'absence complète de sinistres sur les enjeux bâtis existants ou à venir.

La responsabilité de la S.A.R.L. GÉORIVES et du maître d'ouvrage ne pourra pas être engagée en cas de sinistres survenant en dedans ou en dehors des zones cartographiées.

Sommaire

1	CARTOGRAPHIE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE	4
1.1	MOYENS UTILISÉS	4
1.2	PRINCIPE ET RÉSUMÉ DE L'APPROCHE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE	5
1.3	VALIDITÉ, INTÉRÊTS ET LIMITES DE L'APPROCHE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE	8
1.4	COMMENTAIRES	9
2	ÉLABORATION DE LA CARTE D'ALÉAS	12
3	CROISEMENT CARTE D'ALÉAS / ZONAGE DU PLU EN COURS D'ÉLABORATION	14
4	ANNEXE : NOTICE SIG	14

INTRODUCTION

En vue de l'élaboration du PLU, il a été demandé à la commune une cartographie hydrogéomorphologique de l'ensemble des zones inondables. Cette cartographie constitue une base indispensable à la connaissance des zones inondables et de leur fonctionnement, utile à la planification urbaine soit en privilégiant l'urbanisation hors des zones cartographiées comme inondables, soit en permettant une juste définition des besoins en études hydrauliques à réaliser dans le cadre de projet d'urbanisation ne pouvant éviter la situation en zone inondable. Dans le cadre de la constitution du PLU, il a donc été décidé d'établir cette cartographie sur l'ensemble de la commune pour disposer d'une information homogène sur les zones inondables. Une cartographie des aléas a également été réalisée.

1 CARTOGRAPHIE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE

1.1 MOYENS UTILISÉS

La cartographie hydrogéomorphologique a été réalisée par photo-interprétation stéréoscopique de photographies aériennes prêtées par la DDTM des Bouches-du-Rhône. Les jeux de photographies utilisés sont les missions Aériel de 1985 et 1990 au 1/20 000. La stéréoscopie permet de voir le relief des zones couvertes par ces photographies. Les cartographies réalisées ont ensuite été vérifiées sur le terrain.

Afin de garantir le maximum de qualité à la numérisation, les cartes minutes ont été directement réalisées sous SIG lors de la phase d'analyse stéréoscopique. Cette procédure permet d'éviter des erreurs de report liées à la numérisation des planches papiers par une tierce personne et permet de passer plus de temps à la réalisation de la photo-interprétation et aux contrôles de la cartographie sur le terrain. Elle permet en outre une meilleure précision de la cartographie grâce à une numérisation à une échelle de l'ordre du 1 / 5 000 au 1 / 2 500, et aux facilités offertes par le SIG de jouer avec différents fonds de plans lorsque le besoin s'en fait sentir. En l'occurrence ce travail a été réalisé en utilisant prioritairement le fond Ortho de 2014 qui permet la plus grande précision, le MNT à pas de 1 m, le Scan 25 IGN, ainsi que le cadastre fournis par AMP métropole.

La cartographie produite utilise donc le fond BD Ortho de l'IGN comme fond de référence et affiche une précision globale du 1/5 000 à minima, et souvent supérieure. Cette notion de précision s'entend par rapport au report des formes identifiées sur les photographies ou sur le terrain, et non quant à la nature même des limites (cf page suivante paragraphe sur les structures morphologiques).

La bibliographie disponible sur la commune et utilisée dans le cadre de cette étude est la suivante :

- Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables en région PACA – 2004/2005 – IPSEAU – Maître d'ouvrage : DIREN,
- Etude sur les crues historiques du bassin versant de l'Arc – 2010 – GINGER ENVIRONNEMENT – Maître d'ouvrage : SABA
- Etude hydraulique sur le bassin versant dans le cadre de l'identification des territoires à risques importants » 2016 – SAFEGE- Maitrise d'Ouvrage : DDTM 13
- Etude hydraulique de Protection du quartier de la Gavotte vis-à-vis des phénomènes d'inondations et d'Exposition du site aux crues du Vallat de Fontjuane – 2015 – Eaux et Perspectives – Maîtrise d'Ouvrage : Commune de Châteauneuf-le-Rouge
- Etude d'aménagement du giratoire CD 13, Dossier de déclaration au titre des articles L.214-1 à 6 du Code de l'Environnement - 2015 – EGIS – Maîtrise d'Ouvrage : Conseil Départemental des Bouches-du-Rhône.

1.2 PRINCIPE ET RESUME DE L'APPROCHE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE

L'approche hydrogéomorphologique est basée sur l'observation naturaliste des champs d'inondation résultant du fonctionnement des cours d'eau. Elle consiste à délimiter les unités géomorphologiques significatives du fonctionnement hydrologique du système alluvial, soit :

- le lit mineur, localisé entre les berges, comprenant le lit d'étiage. Il contient naturellement les écoulements ordinaires voire les crues très fréquentes.
- Le lit moyen résultant du débordement des crues relativement fréquentes, schématiquement annuelles à décennales en principe (mais pouvant être portées en réalité, pour l'état actuel, à vingtennales, trentennales..., voire moins fréquentes encore lorsque des aménagements hydrauliques conséquents, tels que des recalibrages, ou encore que des incisions récentes et entretiens ont modifié les écoulements naturels). En termes hydrodynamique, cet espace correspond généralement à la zone de mobilité historique du cours d'eau ; c'est-à-dire à l'espace de divagation du lit mineur. Le risque érosif dû aux écoulements en crue y est élevé.
- le lit majeur submersible par des crues rares à exceptionnelles (décennale à centennale et au-delà). Toutefois en l'absence de lit moyen marqué dans la topographie, le lit majeur peut également accueillir des écoulements de crues fréquentes.

Dans certains cas, il est possible de distinguer un lit majeur exceptionnel qui comme son nom l'indique, n'est normalement inondé par débordement du cours d'eau principal que lors de crues exceptionnelles. De façon plus rare, sur certains cours d'eau où la terrasse würmienne tend à plonger progressivement sous la plaine alluviale moderne suite à une remontée du niveau de base, des lambeaux de terrasse peuvent être inondés par débordement.

Dans le cas présent, les canaux et fossés de drainage qui peuvent être assimilés à des lits mineurs ne sont pas systématiquement cartographiés.

L'ensemble de ces unités hydrogéomorphologiques forme « la plaine alluviale fonctionnelle », façonnée au fil des temps récents par les cours d'eau. Ces unités physiques sont généralement séparées les unes des autres par des talus qui délimitent l'enveloppe de différents champs d'inondation : un talus net constitue une limite précise, à quelques mètres près, tandis qu'un talus peu net (profil convexo-concave) indique souvent une zone de raccord progressif (entre le lit majeur et l'encaissant par exemple) et donc une moindre précision de l'information que peut apporter l'analyse hydrogéomorphologique.

Les unités hydrogéomorphologiques sont normalement étagées, de sorte que les plus fréquemment inondables sont plus basses que les moins fréquemment inondables. Des exceptions à cette règle existent toutefois sur les cônes de déjection et lits en toit, formes convexes de plaines alluviales où le lit mineur se trouve perché au-dessus du lit majeur.

Au sein des lits moyens et majeurs, des axes secondaires d'écoulement en crue sont également distingués. Ces informations apportent une dimension hydrodynamique importante à une bonne appréciation du risque inondation car à proximité de ces axes, les vitesses sont généralement plus rapides et les hauteurs d'eau plus importantes que dans le reste de la plaine alluviale (hors lit mineur).

Une certaine imprécision peut également apparaître lorsque la plaine alluviale présente un relief très doux, ce qui rend plus difficile la délimitation du lit majeur au contact des reliefs encaissants, ou la délimitation entre les différents lits. Dans ce cas, l'identification des unités hydrogéomorphologiques peut s'appuyer sur des critères autres que la topographie tels que la sédimentologie, voir des éléments de l'occupation du sol, celle-ci étant souvent en lien direct avec l'inondabilité (implantation du bâti, organisation du parcellaire, disposition des réseaux de drainage...).

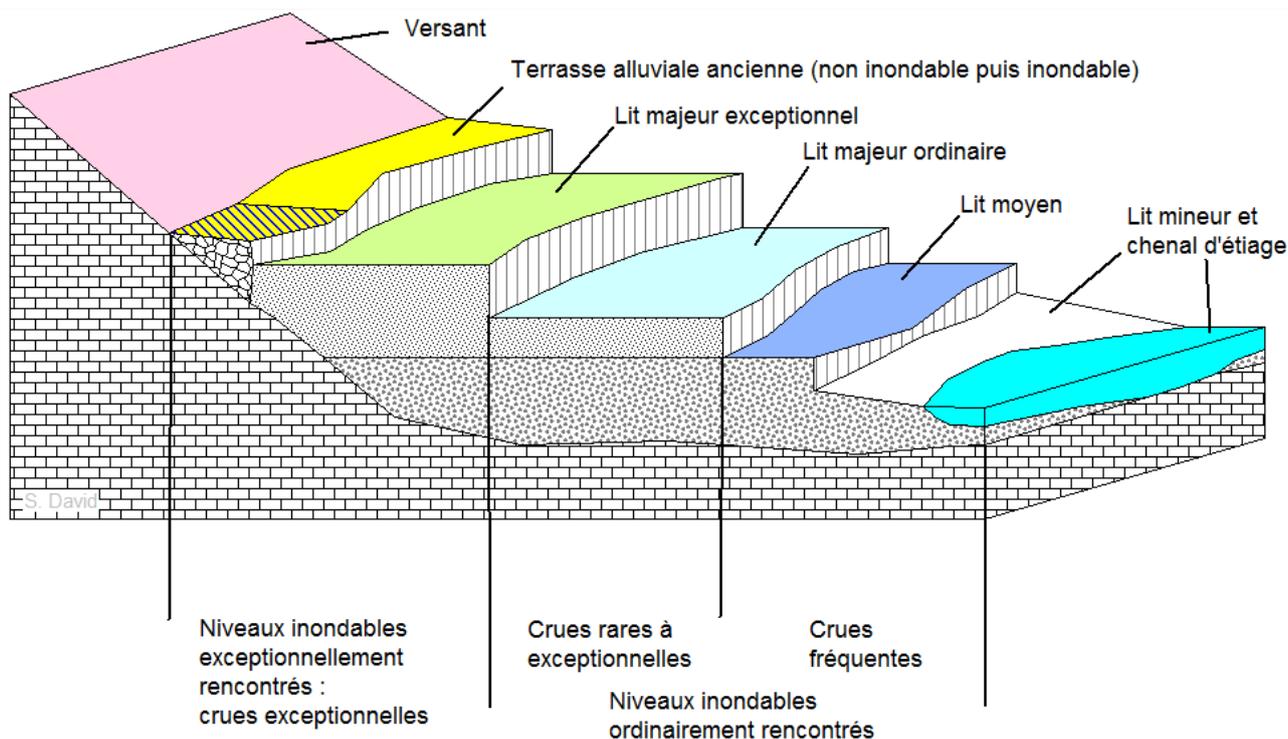


Fig 1 : Représentation schématique de l'étagement normal des unités hydrogéomorphologiques

L'écoulement naturel des crues peut être fortement perturbé par les aménagements anthropiques tels que les digues, les remblais et terrassements divers, les recalibrages ... C'est pourquoi la cartographie s'attache, dans la mesure où ils sont perceptibles sur les couples stéréoscopiques, à répertorier les aménagements significatifs. Toutefois, **il n'est normalement pas tenu compte de l'incidence de ces aménagements**. L'objectif de la cartographie hydrogéomorphologique est autant que possible de retranscrire les **enveloppes naturelles** des crues. Un remblai d'infrastructure barrant une vallée va par exemple avoir tendance à augmenter les niveaux d'eau en amont (surinondation) alors qu'un lit mineur recalibré tendra à diminuer les débordements.

Seuls les aménagements les plus structurants sont identifiés, on considérera que les zones urbanisées sont de facto des zones à la topographie très perturbée. Les taxons identifiés sont les suivants :

- Remblai linéaire d'infrastructure
- Déblai : Zone, chemin ou route décaissé
- Ouvrage de franchissement : toute structure sur le réseau hydrographique (pont, gué, buse...)
- Merlon, digue, tout objet anthropique ayant cet effet (dépôts de curage, murets, ...)
- Carrière, gravière, zone d'exploitation d'envergure
- Terrassements, remblais/déblais pour implantation de bâti : par rapport au taxon suivant, celui-ci est notamment utilisé pour les remblais en « touche de piano » associés à des déblais, qui ne perturbent pas la zone inondable de la même manière que les remblais simples.
- Remblais : matériaux déposés sur le terrain naturel
- Secteur de grande surface (hors zone urbanisée) dont la topographie est très remaniée
- Lit mineur couvert

❖ **Prise en compte des zones inondables par ruissellement par l'approche hydrogéomorphologique**

La méthode hydrogéomorphologique a été principalement cadrée pour la cartographie des zones inondables des organismes fluviaux qui sont ordinairement « opposées » aux zones inondables dites «

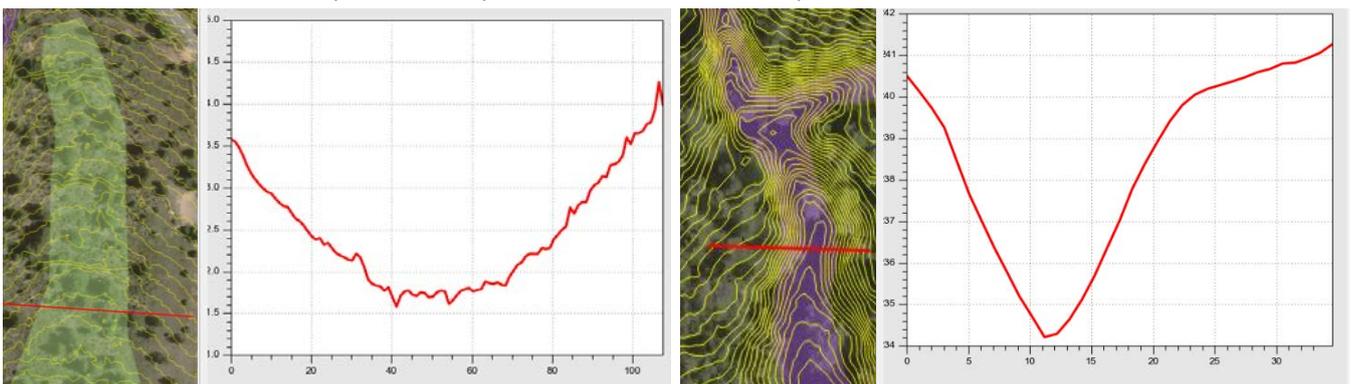
pluviales ». Or la frontière entre le fluvial et le pluvial est souvent mince et l'écoulement fluvial est généralement la somme d'écoulements pluviaux. Basée sur une discipline scientifique, la géomorphologie, qui étudie la formation des reliefs, l'analyse hydrogéomorphologique est tout à fait adaptée à l'étude du risque dit « pluvial » du moment qu'il laisse une trace géomorphologique. Ainsi les petits vallons secs qui participent pourtant au réseau hydrographique sont souvent qualifiés de risque pluvial alors qu'ils sont morphologiquement des modelés fluviaux élémentaires, au sein desquels les dynamiques d'incision/sédimentation ne façonnent pas les différents lits qu'on peut retrouver pour les organismes fluviaux de plus grande importance. Autre particularité, l'interaction avec les dynamiques colluvionnaires d'évolution des versants fortement présentes à cette échelle, se traduit souvent par des limites externes en biseau beaucoup moins nettes.

Il convient aussi de préciser que la cartographie des zones de ruissellement n'est jamais exhaustive puisque ce phénomène est omniprésent. Partant de ce constat, il faut garder à l'esprit qu'il **n'existe pas de zones dénuées de risque d'inondation**. Le but de la cartographie hydrogéomorphologique appliquée au ruissellement est de distinguer les zones où il peut **naturellement s'accumuler et se concentrer**, c'est-à-dire les fonds de vallon, qui rassemblent les ruissellements en provenance des versants. Sur les différents types de ruissellement identifié, diffus et concentré, c'est donc ce dernier qui est étudié. Le ruissellement diffus qui se produit sur toute surface et concerne tous les encaissements jouxtant fonds de vallons et vallées n'est pas identifié spécifiquement sur les cartes hydrogéomorphologiques (un taxon transparent « zones de production de ruissellement » rappelle son existence sur les cartes d'aléas).

Il peut arriver qu'un ou des vallons débouche(nt) sur des zones planes en pentes douces, nommées glacis, ou glacis-cône lorsqu'elles présentent une topographie convexe, sur lesquelles les ruissellements en crue peuvent prendre un aspect plus aréolaire que concentré et s'étaler largement (pouvant s'apparenter à du ruissellement en nappe), d'où un aspect très dilaté des zones inondables. Les limites y sont encore plus ténues que dans les vallons simples.

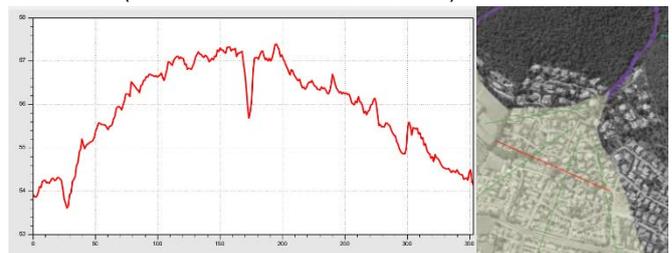
Concernant cette thématique du ruissellement, différents taxons ont donc été cartographiés :

- Les zones de concentration et d'accélération des ruissellements, qui sur la commune regroupent les formes suivantes :
 - des vallons en berceau évasés,
 - des vallons secs ou intermittents, encaissés et à forte pente longitudinale, à fond en V. Là deux taxons différencient les vallons les plus pentus et étroits (ruissellements très concentrés) des autres (ruissellements concentrés).



Exemple type de vallon en berceau et de vallon en V encaissé. (Source : BD Ortho et MNT 1 m IGN©)

- Les zones de ruissellement en nappe et les zones de divergence et d'étalement des ruissellements, où les eaux ruisselantes sont susceptibles de prendre maintes directions divergentes en fonction de la micro-topographie locale et des obstacles rencontrés, et ont tendance à s'étaler en



Exemple type de structure convexe (Source : BD Ortho et MNT 1 m

faibles lames d'eau (écoulement en nappe).

- En amont des vallons bien formés, les têtes de vallons et micro-formes de vallons primaires (micro-talwegs) ont été identifiées à titre d'information par une flèche (verte pointillée), symbolisant les zones privilégiées de concentration au sein des zones de production du ruissellement. Dans la majorité des cas elles peuvent être associées à des ruissellements diffus, au sein desquels peuvent survenir ponctuellement des rigoles d'érosion hydrique.
- Au sein des zones de ruissellement, les axes potentiels de plus fortes vitesses et les traces d'érosion hydrique (rigoles d'érosion) observés sur les photographies aériennes et sur le terrain (flèche axe de ruissellement en vert)



Exemple de tête de vallon en berceau très peu marquée. Cliché S.David

❖ **Prise en compte des zones d'érosion hydrique par l'approche hydrogéomorphologique**

Sur certains versants, il est possible de distinguer des « badlands », c'est-à-dire des terrains affectés par un ravinement intense. Le nombre de ravins les parcourant peut être important et ce phénomène d'érosion hydrique dû au ruissellement sur des terrains qui y sont fortement sensibles peut générer de nouveaux ravins. Les phénomènes d'érosion hydrique affectant ces terrains peuvent conduire à affouiller les fondations de constructions s'y trouvant mais également à déposer des matériaux produits par l'ablation des zones raviniées. Les terrains affectés par ce phénomène sont principalement des terrains argileux ou marneux. Les terrains pouvant y être soumis ont été délimités sur la base d'une présence de marques visibles d'érosion hydrique à partir de la photo-interprétation stéréoscopique. Ce recensement et cette délimitation ne sont pas exhaustives. Et ce d'autant que des terrains a priori sensibles et préservés jusque-là peuvent être affectés, en cas de déboisement notamment.



Paysage de badlands, (cliché S. David)

1.3 VALIDITE, INTERETS ET LIMITES DE L'APPROCHE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE

La cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables a fait l'objet de validations sur plusieurs cours d'eau, par comparaison des limites de ces zones inondables avec des événements de crues historiques survenus ultérieurement. Ces comparaisons ont permis d'en valider la pertinence qui lui vaut d'être reconnue en France comme une des approches permettant de connaître le risque d'inondation, en complément des approches historique et hydraulique.

Par rapport à l'approche hydraulique qui étudie et cartographie les caractéristiques des zones inondées pour des débits de crue donnés, auxquels sont souvent associés des périodes de retour, l'approche hydrogéomorphologique ne produit qu'une carte de zones inondables constituant une enveloppe des crues sans distinction des périodes de retour et sans valeurs quantifiées. Elle est donc censée contenir toutes les gammes de crue, dont les crues exceptionnelles, et de permettre d'apprécier le fonctionnement global en crue. Les unités hydrogéomorphologiques cartographiées sont le résultat du façonnage du relief par les crues passées et intègrent une certaine variabilité spatio-temporelle des conditions d'écoulement. Les sections d'écoulement en lit mineur, leur encombrement et l'état d'occupation du sol qui détermine la

rugosité font partie de ces variables. Compte tenu de ces constats, il n'est donc pas anormal que les cartographies hydrogéomorphologique et hydraulique ne concordent souvent pas dans la mesure où elles délivrent des informations différentes mais complémentaires du phénomène inondation. On gardera également à l'esprit que les enveloppes de ces unités constituent une photographie de la somme des événements passés et ne tiennent pas compte de l'occupation humaine. Il est donc tout à fait possible que des débordements aient lieu au-delà des limites identifiées, soit à cause d'ouvrages anthropiques modifiant les conditions d'écoulement localement, soit si des évolutions morphologiques majeures surviennent.

En matière de cartographie des zones de ruissellement, plus récemment expérimentée par approche hydrogéomorphologique, des modélisations hydrauliques sur la base d'événements pluvieux historiques ont permis d'en valider la pertinence, notamment à représenter des phénomènes complexes comme des divergences d'écoulement.

La vision globale du phénomène apportée par la cartographie hydrogéomorphologique constitue une base intéressante, voire indispensable dans bien des cas, à l'étude du risque inondation. Elle se révèle notamment très complémentaire de l'approche hydraulique qu'elle peut guider dans ses besoins en topographie et méthodes de modélisation nécessaires à une bonne retranscription des phénomènes, surtout dans les cas complexes.

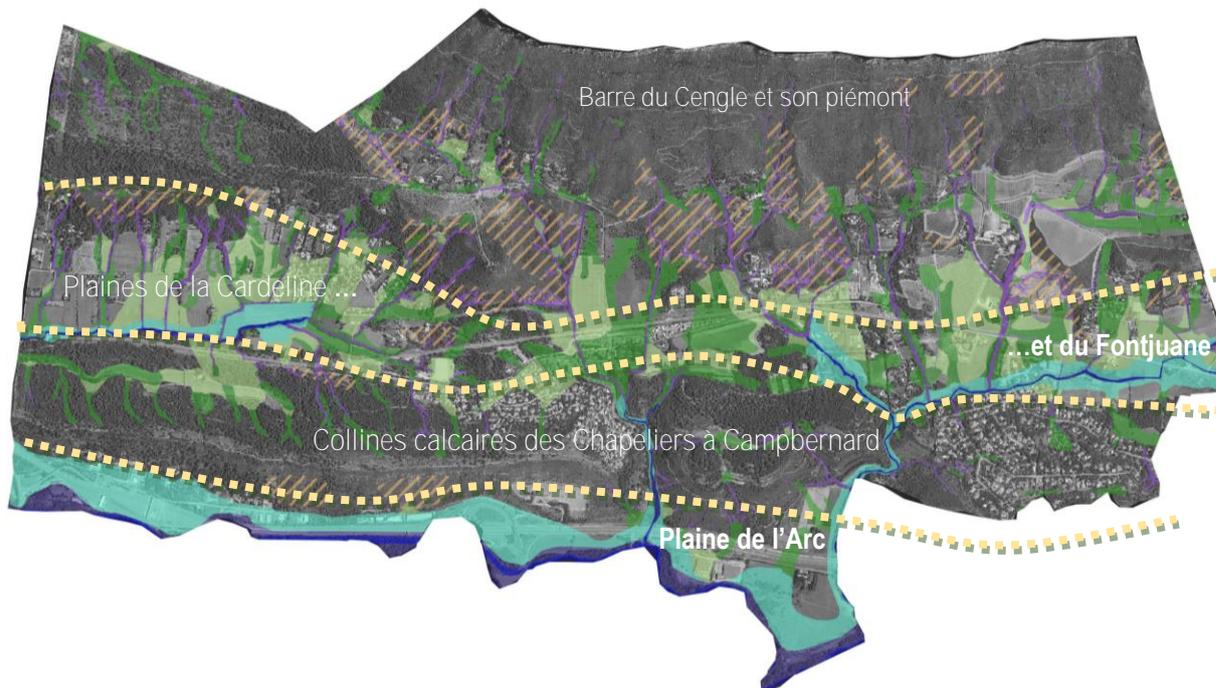
Remarque : Les limites identifiées par la cartographie présentent, au-delà de l'échelle de travail, une précision plus ou moins grande en fonction des variables géomorphologie-lithologie-occupation du sol :

- Géomorphologie : plus l'organisme fluvial sera important, plus les limites externes auront de chances d'être constituées par des talus nets ; à contrario sur les formes primaires que sont les vallons affectés par des risques de ruissellement, les raccords avec l'encaissant sont souvent concaves et les limites en plan peu précises.
- Lithologie : la dureté des roches sous-jacentes et leur réponse interne aux processus d'érosion conditionnent fortement le type de limite que l'on peut trouver entre l'encaissant et la plaine alluviale. Ainsi en fonction du soubassement, on pourra trouver des secteurs aux limites plus nettes que d'autres.
- Occupation du sol : l'urbanisation mais aussi les pratiques agricoles tendent fréquemment à perturber, niveler, voire masquer les limites entre les unités hydrogéomorphologiques ou avec l'encaissant, introduisant une marge d'erreur potentielle non négligeable.

1.4 COMMENTAIRES

Le territoire communal s'organise en plusieurs entités paysagères identifiées sur la carte ci-après.

Identification des unités paysagères et géomorphologiques (Fond : Ortho IGN©)



Le nord de la commune s'étend sur la face sud de Barre du Cengle, barre calcaire qui culmine aux environs des 512 m. A son pied s'étend un piémont lacéré de vallons en berceau mais surtout de ravins encaissés, et où de vastes modelés de bad-lands se développent dans les terres d'argiles et de marnes rouges. L'érosion différentielle y a mis en relief des barres calcaires orientées est-ouest, ponctuellement entaillées par les ravins. Orientées est/ouest, les petites vallées des vallats de Cardeline et de Fontjuane constituent le réceptacle de ces ravins. Elles sont séparées de la vallée de l'Arc au sud par la colline calcaire des Chapeliers qui s'allonge à l'est jusqu'à Rousset. Deux percées permettent aux vallats de Fontjuane et de Châteauneuf (vallat passant au nouveau giratoire de la RN7) de rejoindre directement la plaine de l'Arc dont ils sont affluents.

Sur la commune, les organismes très encaissés concentrant fortement les ruissellements sont très nombreux, ainsi que les secteurs susceptibles d'être affectés par des écoulements étalés, de faibles hauteurs d'eau. Les vallons en berceau sont une forme un peu moins présente. On notera que le potentiel d'évolution des organismes développés dans les terrains les plus tendres est très fort. Quant au risque d'inondation par débordement de cours d'eau, il est limité à l'Arc (sur le territoire communal, la plaine alluviale est fortement perturbée par l'autoroute), le vallat de Cardeline et le vallat de Fontjuane. Les données historiques contenues dans la bibliographie (notamment questionnaires étude Safège 2016) confirment que les principaux problèmes connus par la commune sont liés aux ruissellements (coulées boueuses ...).

Le vallat de Cardeline draine les eaux de ruissellement issues de flancs des collines des Chapeliers au sud, du Collet Rouge à l'est, et des Roussettes au nord. Ces deux derniers secteurs sont nettement propices aux phénomènes de bad lands, à la formation de ravins profonds et étroits, contrairement à la colline des Chapeliers du fait de sa lithologie calcaire, laquelle tend à favoriser des vallons aux formes plus douces, beaucoup moins acérées. Au sud-ouest du lieu-dit la Cardeline, le fond de vallée présente une largeur importante pour la surface drainée. Rapidement, le vallat s'encaisse dans les colluvions apportées par les ravins affluents, et sa zone inondable reste restreintes. Les lotissements de Cardeline et de Baudon sont situés au débouché de plusieurs ravins et peuvent être touchés par des ruissellements.

Au niveau du centre historique de Châteauneuf, plusieurs vallons drainant le sud du Cengle confluent avant de traverser la colline de Chapeliers pour rejoindre l'Arc. Leurs bassins versants présentent de nombreux bad lands qui débouchent sur de petites formes de glacis de colluvions sur lesquels les ruissellements sont plus étalés. Ils sont rejoints à l'ouest par des ruissellements drainant le lieu « l'Aurélienne » et une partie du lotissement Le Parc du Château. Le cœur historique et l'école sont implantés dans ces vallons. Les constructions implantées le long de l'allée Arsène Sari sont situées dans un fond de vallon drainant le flanc nord de la colline de Chapeliers. Ces enjeux sont situés dans un secteur de dynamique générale d'étalement, en amont du resserrement provoqué par la traversée de la colline. C'est un secteur qui a fait l'objet de nombreux aménagements, d'une part par l'implantation des constructions (perturbation des topographies naturelles par les terrassements) et d'autre part par l'aménagement récent du giratoire au croisement RD7n/RD46, lequel a été accompagné de la création d'un réseau s'assainissement pluvial très structuré, avec un bassin multifonction assurant entre autre un rôle de rétention. Ce réseau collecte également les eaux des bassins versants naturels interceptés.

A l'entrée sur la commune, le vallon de Fontjuane, issu de la barre du Cengle, possède déjà une petite plaine alluviale assez structurée, avant de confluer avec le large vallon des Banettes (commune de Rousset). Le versant sud de la vallée (continuité structurale de la colline des Chapeliers) n'a laissé se former que peu de vallons, le plus marqué étant situé dans l'axe de la rue des Cyprès (quartier Gavotte). Côté nord, les apports sont beaucoup plus nombreux : de multiples ravins et bad lands lacèrent le mont du Cengle et ses collines associées, et de nombreux vallons en berceau s'inscrivent dans son piémont. Le lotissement de la Geinette est notamment situé dans l'un d'eux. A noter que de larges remaniements topographiques au domaine de la Galinière ont été réalisés, perturbant notablement la morphologie naturelle. De très larges parties convexes de ce piémont peuvent être affectées par des ruissellements étalés. Notamment des débordements pourraient se produire en aval de la Galinière vers Gorgue Madame. Quelques enjeux sont implantés dans le lit majeur du vallon de Fontjuane (allée de la prairie) ou du vallon des Reys (hameau les Reys). Après la confluence, le cours d'eau traverse en une cluse étroite la colline calcaire pour rejoindre l'Arc.

La partie de la plaine alluviale de l'Arc appartenant au territoire communale a été largement aménagée par la construction de l'autoroute en 1956. Plusieurs autres enjeux y sont installés, dont des entreprises. Ce secteur fait partie intégrante de l'étude hydraulique sur le bassin versant de l'Arc dans le cadre de l'identification des Territoires à Risques Importants (Safege 2016).

2 ELABORATION DE LA CARTE D'ALEAS

❖ Inondations par débordement de cours d'eau

Concernant la plaine de l'Arc, les aléas affichés sur la carte sont issus de l'étude hydraulique sur le bassin versant dans le cadre de l'identification des territoires à risques importants de Safege (2016). Un taxon « aléa résiduel » rappelle pour mémoire l'emprise de la crue exceptionnelle calculée dans cette étude.

Concernant les autres cours d'eau, sur lesquels on ne dispose que de l'enveloppe hydrogéomorphologique déterminée dans la présente étude, l'enveloppe globale de leur plaine alluviale fonctionnelle (zone inondable potentielle) est reportée sur la carte d'aléa. Elle regroupe les différentes unités hydrogéomorphologiques :

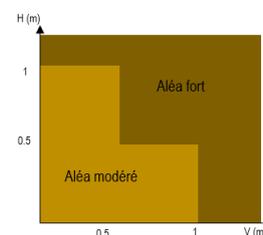
- Les lits mineurs et moyens des cours d'eau, dans lesquels l'aléa hauteur vitesse n'étant pas déterminé précisément, sont considérés par défaut en aléa fort : ils sont connus pour être fréquemment submergés et avec des hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement généralement supérieures aux zones de ruissellement ou lits majeurs. Un risque morphodynamique lié aux phénomènes d'érosion de berge, d'incision ou de dépôts terrigènes y est également présent.
- Les lits majeurs doivent être considérés en aléa indéterminé :
 - Dans les zones sans enjeux, ils seront traités réglementairement comme étant en aléa fort.
 - Dans les zones à enjeux actuels et futurs (zones AU des PLU), pour que l'aléa soit caractérisé, elles doivent faire l'objet de modélisations hydrauliques prenant en compte les débits et apports de la totalité du bassin versant.

❖ Inondations par ruissellement

Concernant les inondations par ruissellement, l'usage en vigueur actuellement dans les Bouches-du-Rhône concernant la transcription réglementaire est le suivant : dans la zone inondable globale par ruissellement délimitée par l'étude hydrogéomorphologique, il est distingué :

- Des zones de ruissellement avec axe préférentiel (vallons concaves).
- Des zones de ruissellement étalé ou l'aléa peut être caractérisé à dire d'expert comme de l'aléa faible à modéré ;

Pour le cas spécifique de ces zones où les eaux ont tendance à s'étaler, une caractérisation hydrogéomorphologique semi-quantitative des aléas permet de faire ressortir en leur sein des secteurs d'aléa fort (par exemple apex de glacis-cône, talus transversal pouvant être érodé, route en déblai...). A cette fin, des calculs hydrauliques sommaires basés sur l'utilisation de la formule rationnelle puis d'un calcul de Strickler sont réalisés ponctuellement (sur la base de la grille ci-contre).



Cet aléa qui est qualitatif (et ponctuellement semi-quantitatif), que l'on pourrait aussi qualifier de « à dire d'expert », retranscrit à la fois l'intensité et l'occurrence des phénomènes au sens hydrogéomorphologique ; intensité modérée des phénomènes (risque géodynamique/hauteur/vitesse) et/ou probabilité d'atteinte modérée.

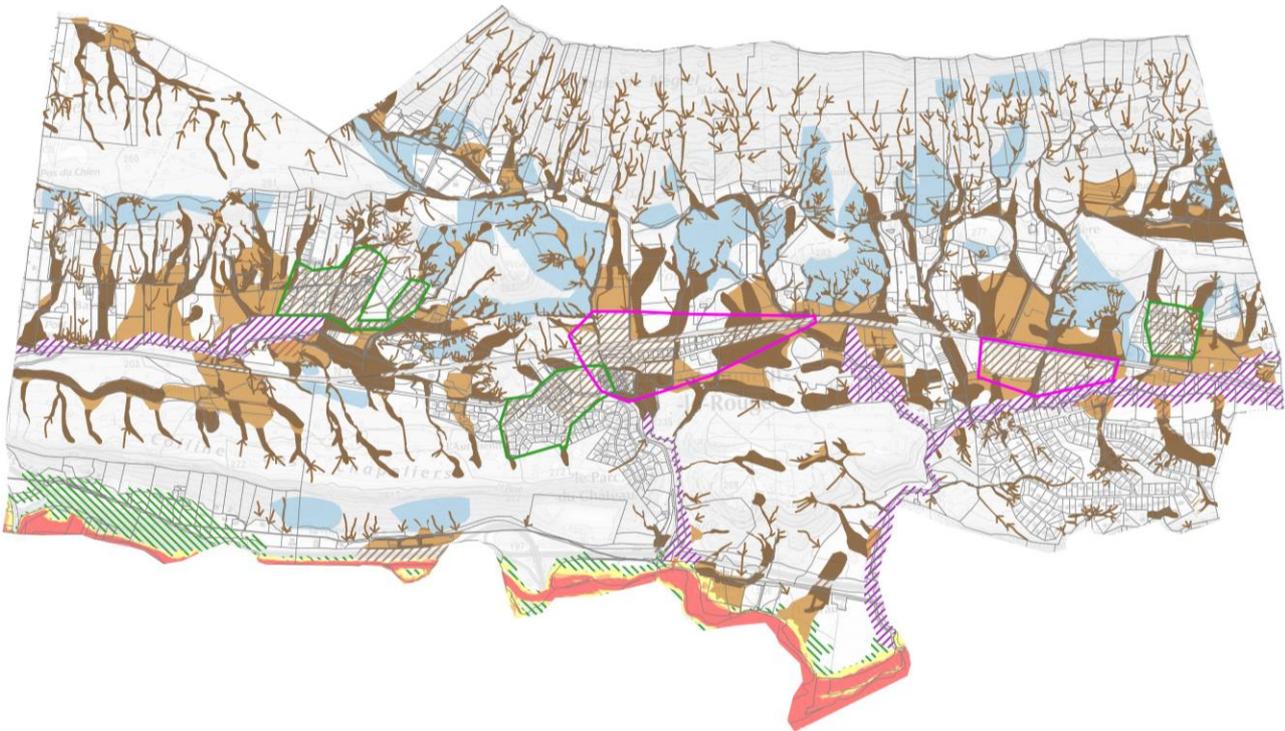
- Aux deux principaux taxons a été rajouté le taxon « aléa indéterminé » sur certains secteurs de la

commune, où les fortes modifications de la morphologie naturelle conjuguées au manque de données topographiques précises ne permettent pas d'appliquer de façon pertinente cette méthodologie. Ce sont des zones nécessitant des analyses hydrauliques complémentaires pour pouvoir caractériser l'aléa :

- Dans la partie centrale de la commune, le remblai de la RD7 et ses annexes hydrauliques constituent des facteurs modifiant profondément la dynamique des écoulements arrivant du nord, et sont à ce titre qualifiés en indéterminé.
- Deux grands secteurs en partie déjà urbanisés (encadrés en rose sur la carte ci-dessous) : centre-ville avec lotissement périphérique et Gorgues Madame, du fait des modifications topographiques lors de l'urbanisation et de leur situation en aval de ce remblai.
- Trois autres secteurs déjà urbanisés (en vert).

Localisation des secteurs présentant des perturbations anthropiques importantes

(Fond : cadastre et Scan 25 IGN©)



- En dehors des zones de transfert et d'accumulation du ruissellement identifiées dans la présente étude, un taxon spécifique « zones de production du ruissellement » a été créé, qui englobe le reste du territoire.
- Sur les communes concernées, il est aussi d'usage dans les études d'aléas hydrogéomorphologique d'identifier les secteurs fortement soumis au risque de ravinement (érosion hydrique, phénomènes de bad lands), sous le taxon « érosion hydrique ».

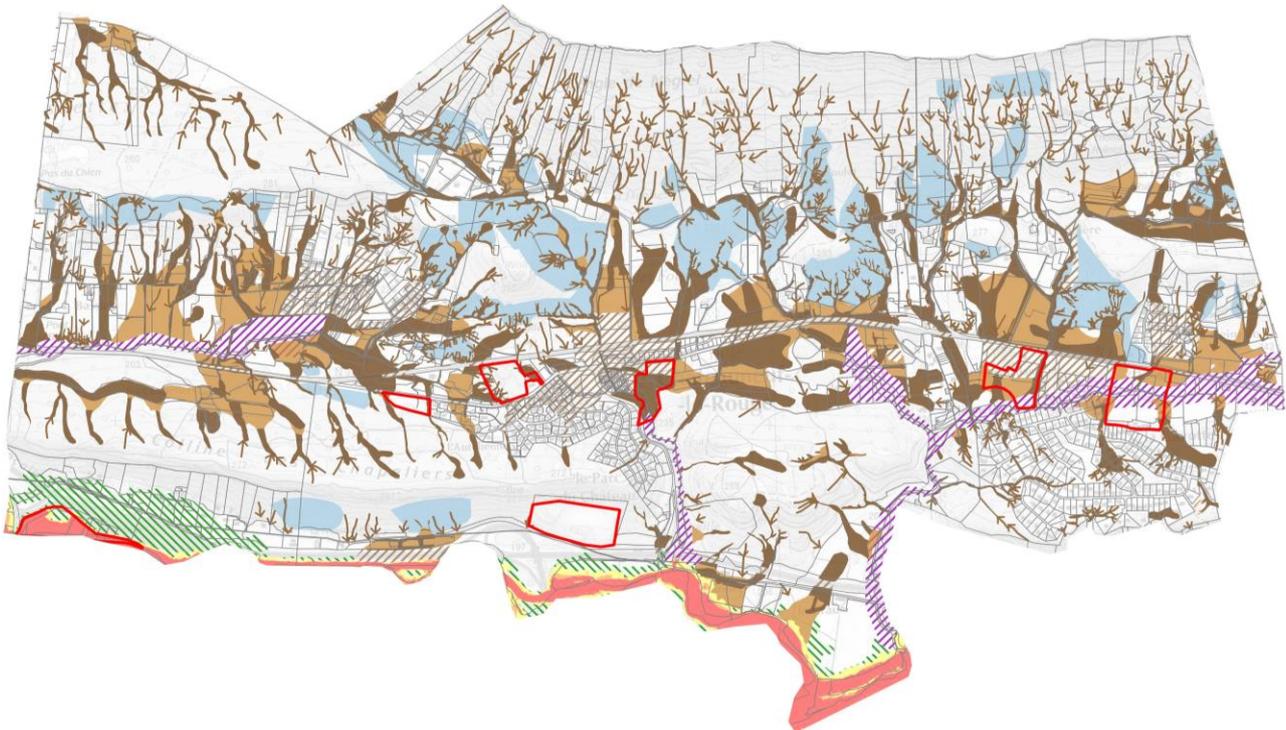
3 CROISEMENT CARTE D'ALEAS / ZONAGE DU PLU EN COURS D'ELABORATION

La carte ci-dessous met en exergue les parcelles (encadré rouge) où des projets sont envisagés (zones 2AU, 2AUE, AUc). Le croisement avec les aléas permet de constater les points suivants :

- Les points 1 à 3 sont situés presque entièrement en dehors des zones inondables (excepté l'impluvium = zone de production du ruissellement, qui affecte toute surface)
- Les points notés 4 à 7 sont situés en partie ou totalement en zone inondable, et notamment pour les points 4 à 6, dans des secteurs d'aléa indéterminés (soit lit majeur, soit affectés par des ruissellements sur topographie perturbée, selon les explications fournies précédemment).

Localisation des zones à urbaniser

(Fond : cadastre et Scan 25 IGN©)



4 ANNEXE : NOTICE SIG

La cartographie hydrogéomorphologique de la commune a été réalisée sous Q.GIS et plusieurs tables vectorielles (.shp) ont été constituées.

Toutes les tables sont construites à l'identique, les tables attributaires contenant les champs suivants :

- Identifiant : numéro unique d'objet
- Type : codification relative à la nature de l'objet
- Libellé : nature de l'objet en toute lettre

- Nom de l'étude, du maître d'ouvrage, du producteur
- Date : date de la dernière modification.

Libellé de la table	Type d'objets	Contenu
S_INON	Surfaciques	Unités hydrogéomorphologiques 01 : lit mineur 02 : Lit moyen 03 : Lit majeur 04 : lit majeur exceptionnel 05 : Vallons en V/ravins torrentiels, formes intermédiaires, fossés 06 : Zones susceptibles d'être affectées par des ruissellements à dynamiques divergentes, ou des ruissellements étalés 07 : Vallons à fond plus ou moins plat, en berceau, parties plates des vallons complexes 08 : zones d'érosion hydrique 09 : Zones de production du ruissellement
L_MORPHO	Linéaires	Structures morphologiques 01 : Pied de versant 02 : Talus net 03 : Talus peu net
L_GEOM	Linéaires	Éléments d'hydrodynamique 01 : Lit mineur (linéaire) ou drain 02 : Glacis, glacis-cône, cône 03 : Axe de crue 04 : Axe de ruissellement 05 : Tête de vallon, micro-vallons
L_ANTHRO	Linéaires	Éléments anthropiques perturbateurs 01 : Remblai d'infrastructure 02 : Zone, chemin ou route décaissé 03 : Ouvrage de franchissement 04 : Merlon, digue 05 : Carrière, gravière, zone d'exploitation d'envergure
S_ANTHRO	Surfaciques	Éléments anthropiques perturbateurs 01 : Terrassements, remblais/déblais pour implantation de bâti 02 : Remblais 03 : Secteur conséquent dont la topographie est très remaniée 04 : Lit mineur couvert
S_ALEA_RUISS	Surfaciques	Aléas HGM inondation par ruissellement 01 : Zones de ruissellement avec axe préférentiel, de vallons concaves, d'aléa fort 02 : Aléa modéré 03 : Aléa érosion hydrique 04 : Aléa indéterminé
S_ALEA_DEBORD	Surfaciques	Aléas HGM inondation par débordement 01 : Plaine alluviale fonctionnelle
S_PRODRUISS	Surfaciques	Zones de production du ruissellement (toute surface)



Mairie de
Châteauneuf-le-Rouge

Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables et des aléas

Note complémentaire de préconisations concernant des
études hydrauliques ultérieures

www.georives.com

Etude n°1705 – Décembre 2017
version définitive 08/12/2017



250 chemin de Vermenay, 38680 Saint-André-en-Royans
Téléphone : 09 67 44 34 14 E-mail : contact@georives.com
www.georives.com
S.A.R.L. au capital de 5000€, immatriculée au RCS Grenoble
SIRET : 808 307 631 00024. N° TVA : FR 20 808307631

Référence Géorives	Intitulé	Auteurs
Etude 1705	Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables	Véronique Durin, Sébastien David

Sommaire

1	PRECONISATIONS CONCERNANT DES ETUDES HYDRAULIQUES COMPLEMENTAIRES	4
1.1	ZONES 2AU, LA GAVOTTE ET GORGUE MADAME.....	5
1.2	ZONE AU PROJET D'EQUIPEMENT CULTUREL ET OAP CENTRE VILLAGE	6

1 PRECONISATIONS CONCERNANT DES ETUDES HYDRAULIQUES COMPLEMENTAIRES

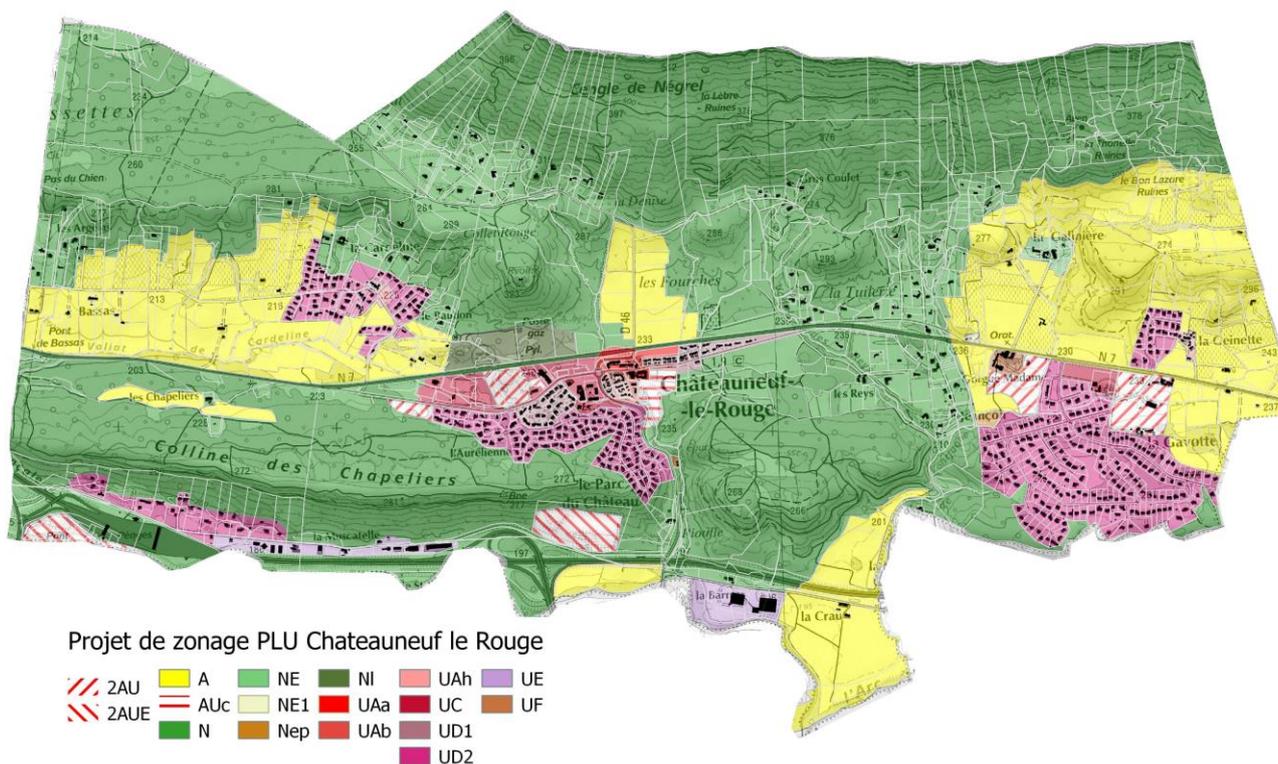
Dans les zones urbanisées ou à urbaniser, des études hydrauliques complémentaires seront nécessaires pour affiner la connaissance du risque pour la crue de référence.

Les principales zones à forts enjeux incluses dans l’emprise des zones inondables potentielles sont les suivantes :

- zone urbaine actuelle et projet AUc
- les secteurs déjà urbanisés la Cardeline, l’Aurélienne, Parc du Château, Geinette, Gavotte
- les zones de projets 2AU : Gorgues Madame et Gavotte

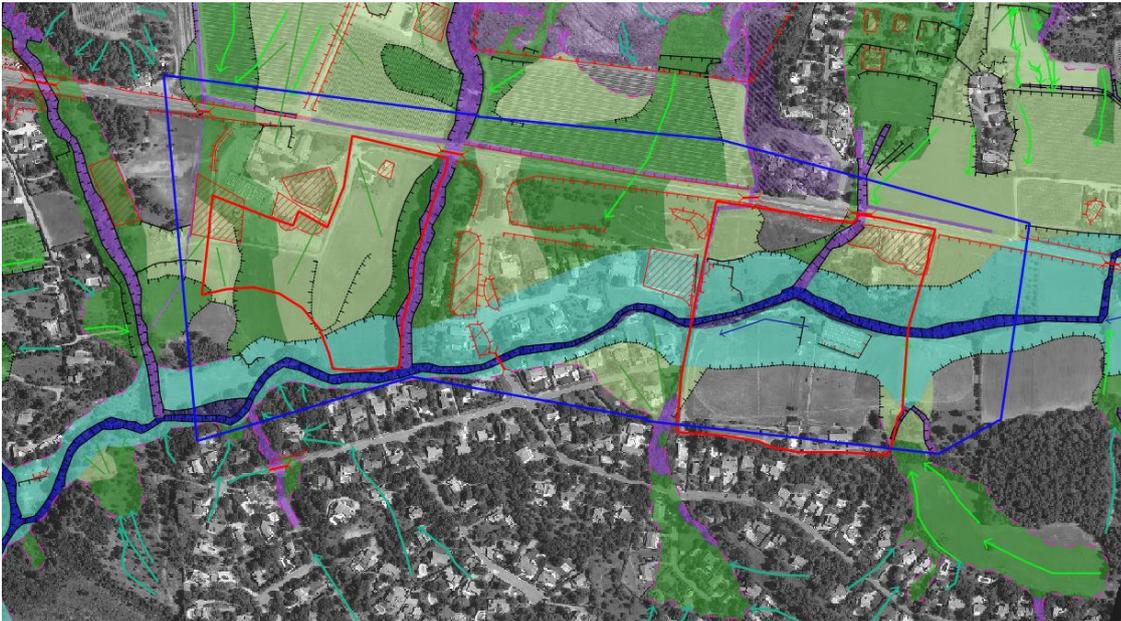
Projet de zonage du PLU

(Fond : cadastre et Scan 25 IGN©)



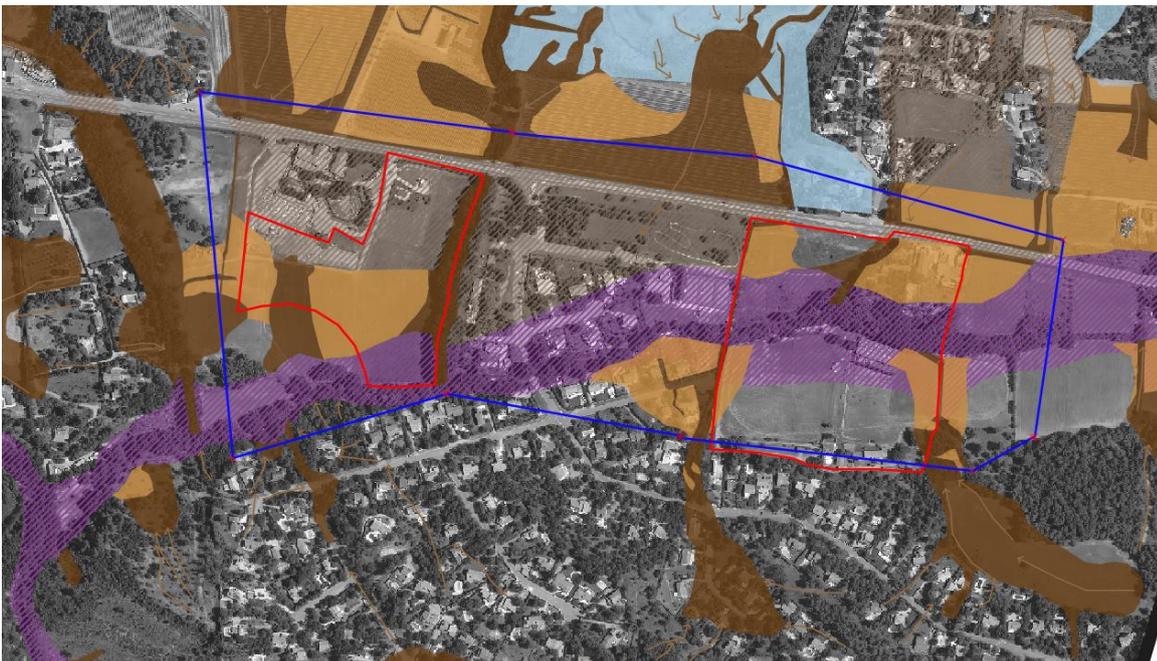
1.1 ZONES 2AU, LA GAVOTTE ET GORGUE MADAME

Il est demandé une étude hydraulique par la DDTM sur ce secteur. Le site projet pour le collège est notamment concerné par la plaine alluviale fonctionnelle du vallon de Fontjuane. La deuxième zone, au niveau de Gorgue Madame est située sur une structure en glacis dans le prolongement d'un glacis-cône potentiellement affectée par des ruissellements, voir des ruissellements concentrés issus du ravin situé à l'est (la Galinière). Compte tenu de l'existence du MNT RGE ALTI à pas de 1 m, il est préconisé de faire réaliser une modélisation 2D globale aux deux secteurs, à minima sur l'emprise précisée en bleu ci-dessous, en injectant les débits de référence de chaque vallon à l'entrée du modèle. La DDTM précise que cette étude devra être menée jusqu'à la confluence avec l'Arc. En aval de l'emprise bleue et jusqu'à la confluence avec l'Arc, étant donné le peu d'enjeux, il est proposé de laisser au prestataire le choix du type de modèle afin d'en minimiser le coût. Des levés topographiques terrestres existent déjà sur une partie de la zone (étude du vallon de Fontjuane de 2015). L'étude hydraulique devra prendre en compte les apports de tous les affluents et vallons qui débouchent sur l'emprise bleue, ainsi que l'impact de la RD7.



Secteur Gavotte_Gorgue Madame

Extraits de la carte hydrogéomorphologique et de la carte d'aléas (Fond : Ortho IGN©)



1.2 ZONE AU PROJET D'EQUIPEMENT CULTUREL ET OAP CENTRE VILLAGE

Cette zone est située à la confluence de plusieurs vallats et vallons, en amont d'un secteur de verrou. Compte tenu de l'existence du MNT RGE ALTI à pas de 1 m, il est préconisé de faire réaliser une modélisation 2D globale du secteur, à minima sur l'emprise précisée en bleu ci-dessous, en injectant les débits de référence de chaque vallon à l'entrée du modèle. La DDTM précise que cette étude devra être menée jusqu'à la confluence avec l'Arc. En aval de l'emprise bleue et jusqu'à la confluence avec l'Arc, étant donné le peu d'enjeux, il est proposé de laisser au prestataire le choix du type de modèle afin d'en minimiser le coût. L'étude hydraulique devra prendre en compte les apports de tous les affluents et vallons qui débouchent sur l'emprise bleue, ainsi que l'impact de la RD7. Des levés terrestres en lit mineur et secteurs boisés devraient être nécessaires.



Secteur du centre village
Extraits de la carte hydrogéomorphologique
et de la carte d'aléas (Fond : Ortho IGN©)





Commune de Châteauneuf-le-Rouge

Carte hydrogéomorphologique des zones inondables

Légende

Unités hydrogéomorphologiques

- Lit mineur
- Lit moyen
- Lit majeur
- Lit majeur exceptionnel
- Vallon/ ravin à caractère torrentiel, étroit, en V, partie de vallon complexe correspondant à ces critères, fossé
- Vallon plat ou en berceau, évasé, partie de vallon complexe correspondant à ces critères
- Topographie plus ou moins convexe associée à des ruissellements étalés et/ou divergents
- Zone susceptible d'être affectée par des phénomènes d'érosion hydrique (Bad Lands)
- Zone de production du ruissellement (toute surface hors les secteurs ci avant)

Structures morphologiques

- Pied de versant
- Talus net
- Talus peu net

Éléments d'hydrodynamisme

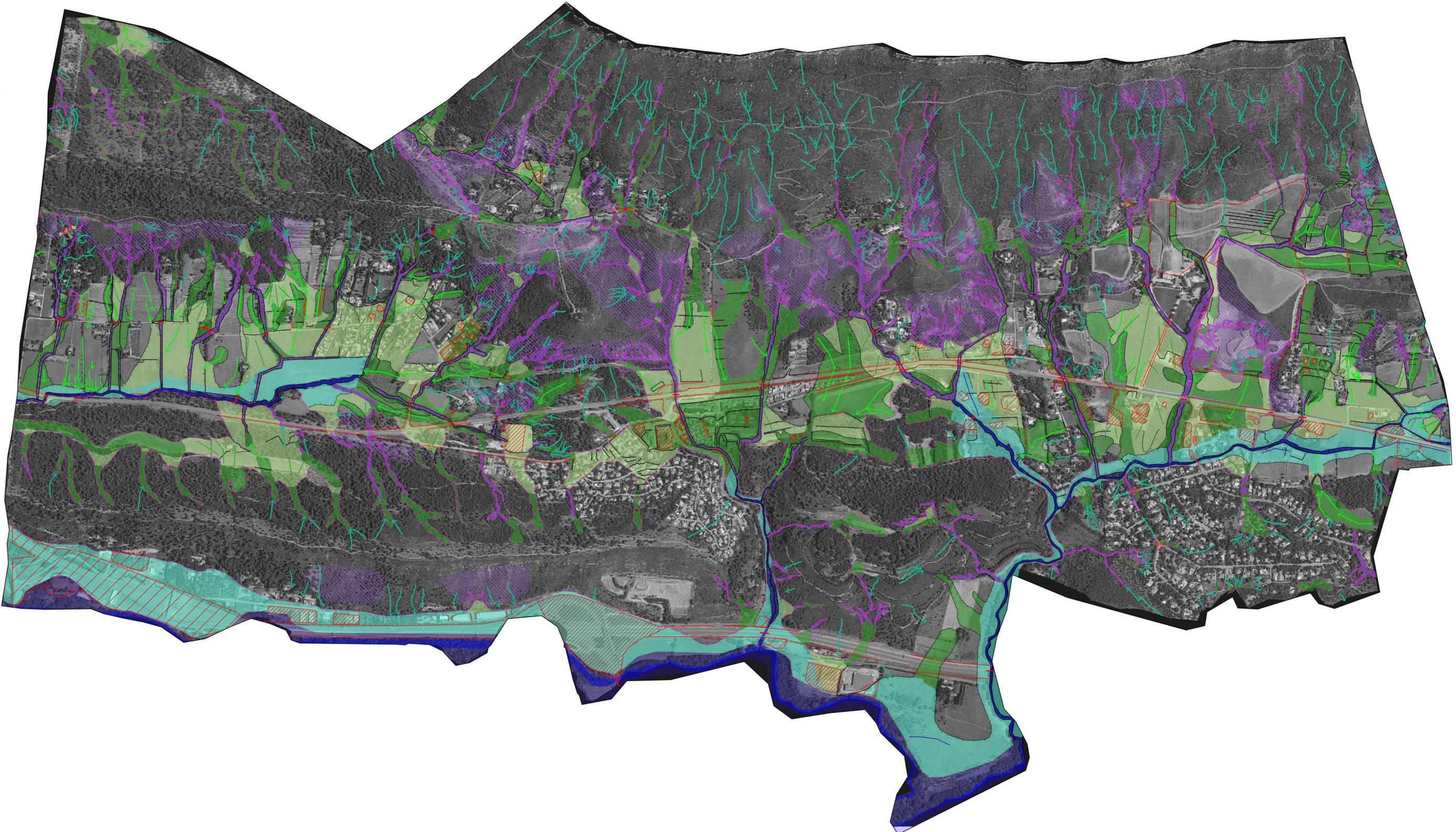
- Cône, glaci-cône, topographie convexe divergente
- Axe de crue
- Axe de ruissellement
- Tête de vallon ou micro-vallon

Éléments anthropiques perturbateurs

- Remblai d'infrastructure
- Déblai
- Ouvrage de franchissement
- Merlon, digue, toute forme anthropique ayant cet effet
- Carrière, gravière, zone d'exploitation d'envergure
- ▨ Zone ayant subi des terrassements, des remblais/déblais pour implantation de bâti
- ▨ Remblais
- ▨ Secteur conséquent dont la topographie est très remaniée
- ▨ Lit mineur couvert

Echelle : 1/7500
Fonds de plan : BD Ortho, IGN

Version définitive du 05/12/2017





Commune de Châteauneuf-le-Rouge

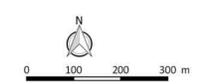
Carte des aléas
Inondation par ruissellement ou
débordement de cours d'eau

Zone ayant fait l'objet d'une modélisation hydraulique

- Aléa fort (étude Safège 2016)
- Aléa modéré (étude Safège 2016)
- Aléa faible à modéré (étude Safège 2016)
- Aléa résiduel (étude Safège 2016)

Zones non modélisées

- ▨ Plaine alluviale fonctionnelle (enveloppe hydrogéomorphologique)
- Aléa ruissellement fort
- Aléa ruissellement modéré
- Aléa érosion hydrique (à titre indicatif)
- ▨ Zone d'aléa indéterminée à modéliser
- Principaux axes de ruissellement, têtes de vallon, micro-vallons
- Zones de production du ruissellement



Echelle : 1/7500

Fonds de plan : Scan 25 IGN et cadastre

Version définitive du 12/12/2017

