

Annexe 10 du CCTP « Réalisation des cartes des aléas naturels prévisibles sur les communes de Montbonnot-Saint-Martin et Biviers »

Recensement, cartographie et prise en compte des ouvrages¹ de protection

1/ Rappels sur la doctrine :

Les sites faisant l'objet de mesures de protection ou de stabilisation actives ou passives nécessitent une attention particulière. En règle générale, l'efficacité des ouvrages même les mieux conçus et réalisés ne peut être entièrement garantie à long terme, notamment si leur maintenance et leur gestion ne sont pas assurées par un maître d'ouvrage clairement désigné et pérenne.

La présence d'ouvrages ne doit donc pas conduire a priori à augmenter la vulnérabilité mais permettre plutôt de réduire l'exposition des enjeux existants. La constructibilité à l'aval ne pourra être envisagée que dans des cas limités. La maintenance des ouvrages de protection garantie par une solution technique fiable et des ressources financières, déterminées sous la responsabilité d'un maître d'ouvrage publique pérenne, sont deux conditions nécessaires mais pas suffisantes.

2/ Recensement

Il est demandé au titulaire de réaliser un inventaire des ouvrages de protection² sur le territoire intercommunal.

Ce dernier doit s'appuyer sur la présente annexe afin de cadrer sa démarche et son analyse. En particulier, tous les ouvrages et les infrastructures pouvant affecter de manière significative la propagation ou les caractéristiques de l'inondation sont systématiquement recensés et caractérisés au regard de leur localisation et leur géométrie, de leur niveau de protection, de leurs fonctions et impacts hydrauliques et éventuellement sédimentaires, de leur structure, des principaux modes de défaillances, de leur historique (date d'implantation, évolutions et dégâts subis).

L'objectif de ce recensement est de :

- Dresser la liste des ouvrages présents par catégories (ou typologie d'aléas)
- De déterminer leurs caractéristiques principales
- D'identifier leur maître d'ouvrage
- D'identifier leur gestionnaire
- D'indiquer s'il existe ou non un plan de gestion
- D'indiquer la largeur de la marge / bande de largeur minimale à rendre inconstructible pour permettre l'entretien de l'ouvrage (marge d'entretien)
- De proposer la manière dont les ouvrages devront être considérés pour la qualification de l'aléa

La connaissance des ouvrages de protection recensés sur le territoire étudié sera précisée par divers renseignements, notamment : type de dispositif, principales caractéristiques géométriques et de performance, maître d'ouvrage, gestionnaire, enjeux présents dans la zone d'effet. Si possible, fournir des plans précis des ouvrages.

1 On considère comme « ouvrage » tout aménagement anthropique, tout « objet » résultant d'un travail (d'un ouvrier, d'un artisan, d'un artiste, notamment d'un point de vue technique). Un merlon résultant du dépôt de curage d'un ruisseau pourra donc être considéré dans cette catégorie.

2 C'est-à-dire de tout aménagement ayant été élaboré dans un but de protection MAIS aussi les aménagements ayant un autre but mais jouant de fait un rôle de protection également (remblai routier, ferroviaire notamment) s'ils ne sont pas transparents à l'écoulement des eaux (c'est-à-dire un « obstacle longitudinal »).

Ces éléments seront essentiels pour déterminer, au cas par cas, dans quelle mesure ces ouvrages doivent être pris en compte pour la caractérisation des aléas (effacement, défaillance, protection maximale assurée).

Le prestataire doit donc recenser ces ouvrages, remplir le tableau ci-dessous et surtout mener une analyse pour proposer la manière dont devront être considérés ces ouvrages pour la qualification de l'aléa.

	Phénomènes et dispositifs	Enjeux	Maître d'ouvrage : connu ? Pérenne ?	Gestionnaire	Caractéristiques de l'ouvrage	Ouvrage dimensionné pour l'aléa de référence (oui / non)	Aléa aggravé pour les aléas exceptionnels (A et T) : oui / non	Nécessité d'avoir un prestataire spécialisé après chaque événement d'intensité $\leq$ à celle de l'aléa de référence: oui / non	L'ouvrage augmente la vulnérabilité ou aggrave le risque vis-à-vis d'autres aléas : oui / non	Observations et conclusions
Ouvrages linéaires pour aléas hydrauliques (digues, merlons, murs, murets...)										
Autres ouvrages influant la caractérisation de l'aléa hydraulique (remblais, bassin de rétention)										
Ouvrages mixtes (crues torrentielles, chutes de blocs, éboulements, avalanches)										
Ouvrages de protection contre les crues des torrents (dont les plages de dépôt)										
Ouvrages de protection contre les chutes de blocs										
Ouvrages de protection contre les avalanches										

La forêt peut également jouer un rôle pour certains aléas (chutes, de blocs, avalanche) : le titulaire devra donc également recenser les secteurs où le rôle de la forêt est à prendre en compte.

3/ Analyse de la performance des ouvrages de protection hydraulique pour les cours d'eau (hors torrents et rivières torrentielles) (aléas C) au regard de l'aléa de référence

La doctrine nationale prévoit qu'aucune digue ou ouvrage ayant un rôle de protection hydraulique n'est infaillible.

Pour les ouvrages linéaires, les principes suivants sont à appliquer, sauf décision contraire du commanditaire, après analyse du recensement des ouvrages et de leur analyse. Le décret du 5 juillet 2019 et le guide national relatif à l'élaboration des plans de prévention des risques par débordement des cours d'eau (hors torrents) confirment la nécessité de réaliser des scénarios de défaillance pour tous les ouvrages d'un système d'endiguement. Ce principe peut être étendu (après analyse terrain, au cas par cas, selon l'avis de l'expert) à tous les ouvrages hydrauliques linéaires (dignes de 1^{er} rang, digues de 2nd rang, merlons, murs, murets) jouant un rôle de protection et influant ainsi l'aléa, mis en charge et susceptibles de défaillir et de générer un aléa aggravé (sur-aléa : différence entre l'aléa avec défaillance de l'ouvrage et l'aléa sans l'ouvrage), et indépendamment de leur classement dans un système d'endiguement, dans l'attente du rétablissement de leur transparence hydraulique³.

Les remblais d'infrastructures de transports et des bassins de rétention sont à traiter au cas par cas.

La première carte, informative, « sans les ouvrages de protection », affiche les aléas en considérant les ouvrages de protection comme effacés /transparents.

La deuxième carte « avec les ouvrages de protection », représentant les secteurs influencés par les ouvrages de protection, affiche les zones protégées par les ouvrages de protection, c'est-à-dire les secteurs où il n'y a pas plus d'aléas grâce à la présence de l'ouvrage de protection considéré dans son fonctionnement optimal (c'est-à-dire sans défaillance⁴). Elle affiche également les aléas sur les secteurs où l'aléa est présent à cause de la présence de l'ouvrage et où il n'y aurait pas d'aléa (ou différent) s'il n'y avait pas d'ouvrage.

Enfin, la carte des aléas finale, « avec prise en compte des ouvrages de protection », résulte de la superposition/ est la synthèse :

- d'un scénario avec tenue des ouvrages (équivalent au cas 1 pour l'aléa T) (carte « avec les ouvrages de protection »)
- de scénarios avec hypothèses de défaillance des ouvrages (ruines généralisées (équivalent au cas 2 pour l'aléa T et/ou ruptures de digues (brèches) (équivalent au cas 3 pour l'aléa T)) (les défaillances induisant des aléas dit aggravés, par opposition aux aléas obtenus avec tenue des ouvrages)
- de scénarios de défaillance d'ouvrages de second rang (le cas échéant).

L'aléa de synthèse correspond à l'aléa maximal déterminé parmi les différents scénarios.

Concernant le scénario avec hypothèses de défaillances des ouvrages (ruine généralisée ou rupture de digue (brèche)) : pour rappel, la doctrine nationale prévoit que tout système d'endiguement peut être défaillant. Cette défaillance des ouvrages sera étudiée soit avec l'hypothèse d'une ruine généralisée, soit avec l'hypothèse d'apparition de brèches.

3 Le Code de l'environnement impose qu'un ouvrage, qui ne sera pas inclus in fine dans un système d'endiguement, soit neutralisé : « L'autorisation dont bénéficiait l'ouvrage est réputée caduque. Le titulaire de cette autorisation devenue caduque neutralise l'ouvrage conformément aux dispositions des articles L. 562-8-1 et L. 181-23. » (Article R. 562-14 du Code de l'environnement).

Par ailleurs, l'addenda au guide PPRi de mars 2021 indique que « les ouvrages n'ayant pas vocation à être intégrés dans un système d'endiguement ou qui ne respectent pas l'obligation de transparence hydraulique, doivent quant à eux être neutralisés, c'est-à-dire rendus transparents d'un point de vue hydraulique (concrètement sur le terrain). Dans le cas où cette transparence n'est pas opérée, c'est à dire qu'il subsiste un sur-aléa, des scénarios de défaillance sont appliqués et une bande de précaution est mise en œuvre. Par ailleurs, il appartient au service en charge de l'élaboration du PPRi d'informer le service police de l'eau de cette irrégularité. »

4 Point de vigilance : absence de défaillance ne veut pas dire absence d'aléa en présence d'un ouvrage. Une zone peut être protégée sans que la protection ne soit totale.

Le choix du mode de défaillance se fera sur proposition du prestataire. A titre indicatif :

- l'hypothèse de ruine généralisée sera privilégiée pour des ouvrages de types murs, murets, merlons non conçus pour jouer un rôle de protection hydraulique
- l'hypothèse de brèche sera privilégiée pour les systèmes d'endiguement

Le prestataire est force de proposition pour indiquer l'instant où la défaillance de l'ouvrage va se produire par rapport à l'hydrogramme de crue (par défaut, la défaillance survient légèrement avant l'atteinte du pic de crue).

- Hypothèses de ruines généralisées⁵

Un scénario de ruine généralisée est étudié pour chaque tronçon homogène de l'ouvrage. Le scénario consiste à évaluer les aléas inondation qui résultent de la suppression de ce tronçon d'ouvrage.

- Hypothèses de brèches

Un scénario de brèches est étudié sur chaque tronçon homogène de l'ouvrage. Le scénario consiste à évaluer les aléas inondation qui résultent de l'apparition d'une brèche sur ce tronçon.

Le prestataire est force de proposition pour déterminer la localisation et les caractéristiques des ruptures :

- la localisation des ruptures : les hypothèses de ruptures de digues sont effectuées sur des tronçons homogènes. Leur espacement doit être relativement régulier afin de disposer d'une bonne représentativité des aléas issus des brèches et de pouvoir lisser les résultats d'aléas entre deux brèches. La localisation des brèches doit être choisie pour être représentative des conséquences de ruptures sur les enjeux du territoire. Elle peut également tenir compte des caractéristiques de l'ouvrage (hauteur de mise en charge, point bas...)

- les caractéristiques des brèches : instant d'apparition de la rupture, vitesse d'ouverture de la brèche, largeur maximale...

Concernant les scénarios de défaillance d'ouvrages de second rang (le cas échéant) : lorsque des scénarios de défaillance des ouvrages aboutissent à une inondation avec mise en charge d'un second ouvrage, de nouveaux scénarios de défaillance de cet ouvrage de second rang peuvent être étudiés dans les conditions citées ci-avant (ruine ou brèches).

4/ Analyse de la performance des ouvrages de protection torrentiels au regard de l'aléa de référence (aléa T)

Les principes concernant la prise en compte des ouvrages de protection dans la caractérisation de l'aléa sont similaires à ceux énoncés pour les aléas C. Aucun ouvrage de protection ne permet d'assurer une protection absolue contre « toutes » les crues sur le long terme. La probabilité de dépassement ou de défaillance de l'ouvrage peut être faible mais jamais nulle. Les conséquences des dépassements et /ou de défaillances structurales des ouvrages de protection doivent être prises en compte dans la carte des aléas.

Les secteurs protégés par des systèmes d'endiguement doivent toujours être affichés avec un aléa correspondant à des scénarios de défaillance, intégrant le fait que ces secteurs sont intrinséquement inondables, et par ailleurs soumis à un risque de sur-aléa en cas de rupture de l'ouvrage.

Les défaillances peuvent être d'ordre structurel ou fonctionnel.

La prise en compte d'un ouvrage de protection dépend de l'analyse faite telle que présentée dans le paragraphe 2.

La carte des aléas finale, « avec prise en compte des ouvrages de protection », résulte de la superposition des 3 cas ci-dessous.

⁵ Par ruine généralisée, il faut comprendre soit la disparition du système de protection sur la majorité de sa longueur, soit des défaillances multiples, avec en conséquence des débits de débordement équivalents à ceux qui existeraient en l'absence du système de protection.

L'aléa de synthèse correspond à l'aléa maximal déterminé parmi les différents scénarios = carte des aléas « avec prise en compte des ouvrages de protection »

Cas 1 : scénario dans lequel les ouvrages de protection passive n'existent pas (= carte des aléas « sans les ouvrages de protection »)

Ce sous-scénario correspond à l'application de la doctrine nationale de qualification et de cartographie des aléas de référence des PPRN considérant que la pérennité des ouvrages et leur niveau de protection ne peuvent être garantis à long terme (défaut d'entretien, évolution des aléas dans le temps avec l'impact du changement climatique...).

L'analyse de ce sous-scénario est classique et assez intuitive dans le cas des ouvrages de défense passive, par exemple pour les systèmes d'endiguement, on considère leur effacement intégral.

Cas 2 : scénario dans lequel les ouvrages existent et jouent leur rôle, sans défaillances (= carte des aléas « avec les ouvrages de protection »)

Cela permet la connaissance de la ligne d'eau de référence et l'identification des points de débordement en situation nominale. Dans certains cas, ce sous-scénario peut aussi être le plus pénalisant pour certaines zones non protégées.

En présence d'un système d'endiguement et lorsque son niveau de protection est au moins égal à l'aléa de référence, la carte d'aléa pourra indiquer, à titre informatif, la zone protégée par le système d'endiguement. Cela permet de visualiser les zones identifiées par le gestionnaire comme protégées (avec un risque résiduel de rupture inférieur à 5 %), pour l'aléa correspondant au niveau de protection du système d'endiguement (se reporter au §7 pour la sémologie). Cela suppose que les études de dangers définissant le niveau de protection et la zone protégée aient été réalisées au préalable (leur définition ne relève pas du cadre de l'élaboration de ce marché).

En présence d'ouvrage clairement inadapté ou indubitablement sous-dimensionné pour le scénario de référence, ce sous-scénario peut être écarté (cas des buses de faible section par exemple).

Cas 3 : scénario avec défaillances des ouvrages

Les scénarios de défaillance correspondent par exemple à des ruptures d'ouvrages de protection, des obstructions d'ouvrages de franchissement (pont, dalot...), des déviations ou concentrations de certains écoulements du fait de la présence d'infrastructures ou bâtiments, etc.

Les retours d'expérience montrent que tout ouvrage anthropique peut être défaillant, en cas d'événement majeur ou d'événement supérieur à celui pris en compte pour le dimensionnement de l'ouvrage (crue de projet), en cas de dépassement « prématuré » de la capacité de l'ouvrage (notamment du fait de facteurs aggravants : embâcles par des flottants ou des gros blocs) et par l'impossibilité d'avoir des garanties pérennes du bon entretien de l'ouvrage à long terme. Ce sous-scénario permet d'identifier les éventuels aléas aggravés.

Les sous-scénarios à considérer selon les types d'ouvrages anthropiques sont précisés dans le tableau 4 du guide PPRi torrentiels. Il est notamment rappelé que chaque système d'endiguement doit faire l'objet de sous-scénarios considérant des hypothèses de tenue de l'ouvrage, et de sous-scénarios considérant des hypothèses d'effacement et/ou de rupture.

5/ Analyse de la performance des autres ouvrages de protection contre les risques naturels (chutes de blocs, avalanches)

Chutes de blocs : Prise en compte des ouvrages de protection

Les seuls ouvrages de protection pris en compte dans la qualification de l'aléa (c'est-à-dire considérés comme efficaces (niveau maximal)) sont les **merlons avec face raidie côté amont**. Un merlon est considéré comme un moyen efficace de suppression de l'aléa en aval (par rapport au sens de propagation des blocs), sous réserve qu'il soit correctement dimensionné et géré par un maître d'ouvrage public administrativement et financièrement pérenne. Il n'y a pas de scénarios de défaillance, donc d'aléa aggravé, à considérer.

En cas de doute sur l'efficacité des merlons, ils ne sont pas pris en compte au titre de l'aléa (c'est-à-dire considéré comme inexistant). C'est notamment le cas en l'absence d'étude spécifique de dimensionnement permettant de juger de leur performance ou en l'absence de gestion par un maître d'ouvrage public administrativement et financièrement pérenne.

Important : Des modélisations spécifiques sont attendues pour les ouvrages pris en compte afin de valider les dimensionnements fonctionnels.

Avalanches : Prise en compte des ouvrages de protection

Les seuls ouvrages de protection **potentiellement** pris en compte pour la cartographie des aléas (c'est-à-dire considérés comme efficaces) sont les **tourne**s, les **digues de limitation de l'extension de la partie terminale de l'avalanche** et les **étraves**, sous réserve qu'ils soient correctement dimensionnés et gérés par un maître d'ouvrage public administrativement et financièrement pérenne. Ces ouvrages sont considérés pour la protection maximale qu'ils peuvent apporter, sans scénarios de défaillance.

Les modifications topographiques importantes (terrassements) peuvent également être prises en compte, sous réserve d'une validation au cas par cas et fonction de leur impact sur l'écoulement et des enjeux concernés.

Important : Des modélisations spécifiques sont attendues pour les ouvrages pris en compte afin de valider les dimensionnements fonctionnels (Le prestataire pourra utilement s'appuyer sur la note citée en bibliographie - annexe 16 : « Dimensionnement fonctionnel des digues paravalanches »).

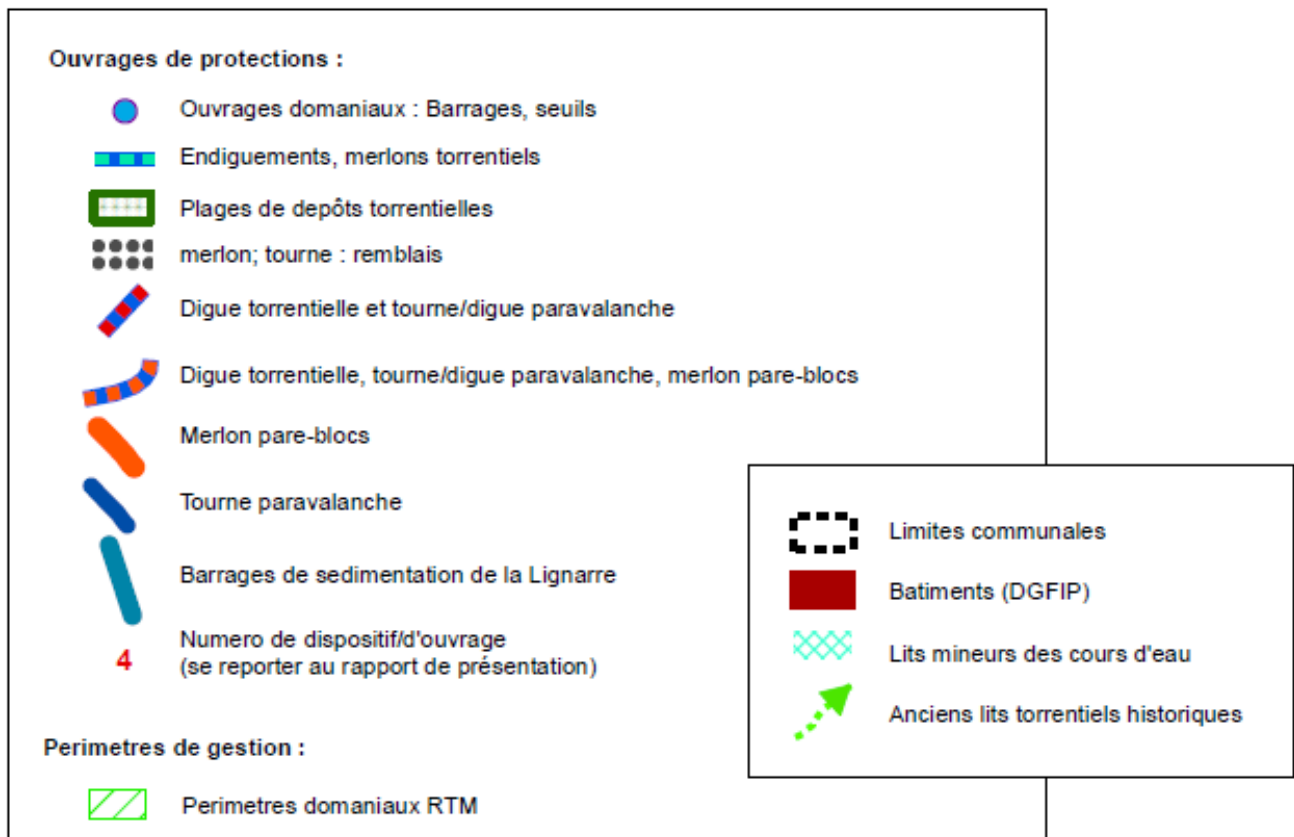
Concernant les forêts de protection, si l'objectif est de les préserver, voire de permettre une gestion optimisée, ces dernières peuvent être affichées sur la carte de recensement des ouvrages au lieu de la carte des aléas pour ne pas surcharger cette dernière et ne pas créer de confusion.

6/ Cartographie des ouvrages

Une carte de synthèse permettra de visualiser le recensement et les analyses menées aux paragraphes 2 à 5.

Les principaux ouvrages de protection active et de protection passive (qui contribuent à l'aval à la protection immédiate des biens et des personnes) sont reportés, sous forme schématique, sur une carte hors texte au 1/10 000e. La numérotation des ouvrages du tableau descriptif se retrouve sur la carte.

A titre d'exemple (carte des ouvrages du PPRN de Bourg d'Oisans) :



6.1 - Si les analyses de performances des ouvrages sont concluantes (c'est-à-dire si l'ensemble des éléments demandés précédemment ont pu être renseignés), il est proposé de classer ces ouvrages selon leur niveau de considération possible dans la cartographie des aléas :

Zone d'emprise de protection d'un ouvrage

- Ouvrage et ou dispositif non pris en compte dans le zonage des aléas
- Ouvrage et ou dispositif pris partiellement en compte dans le zonage des aléas
- Ouvrage et ou dispositif pris en compte dans le zonage des aléas

Attention, pour rappel, la définition de « la prise en compte » inclut l'éventuelle définition de scénarios de défaillance réglementaire (notamment pour les aléas hydrauliques).

Une légende spécifique permet de préciser le niveau de prise en compte des ouvrages dans la cartographie des aléas :

- Ouvrages non pris en compte** = absence de maître d'ouvrage et/ou absence de dimensionnement/mauvais dimensionnement. Défaillances probables pour l'aléa de référence ⇒ dans la cartographie des aléas finale (appelée dans le CCTP « carte des aléas avec prise en compte des ouvrages »), **cet ouvrage doit être considéré comme effacé**.
- Ouvrages pris partiellement en compte** = maître d'ouvrage pérenne et ouvrage dimensionné, mais pour un aléa inférieur à l'aléa de référence (exemple de certains bassins de rétention ou plages de dépôt). La nature de l'ouvrage n'entraîne pas de défaillance mais un aléa résiduel plus faible que l'aléa sans ouvrage ⇒ dans la cartographie des aléas finale (appelée dans le CCTP « carte des aléas avec prise en compte des ouvrages »), **l'ouvrage est considéré**

comme influant l'aléa mais sans le supprimer (aléa résiduel) avec éventuellement des scénarios de défaillance (selon le type d'ouvrage et la réglementation)

- **Ouvrages pris en compte** = maître d'ouvrage pérenne et ouvrage dimensionné pour l'aléa de référence ⇒ dans la cartographie des aléas finale (appelée dans le CCTP « carte des aléas avec prise en compte des ouvrages »), **l'ouvrage est considéré comme remplissant pleinement son rôle de protection des zones protégées mais des scénarios de défaillances peuvent être ajoutés** selon le type d'ouvrage et la réglementation (aléas hydrauliques)

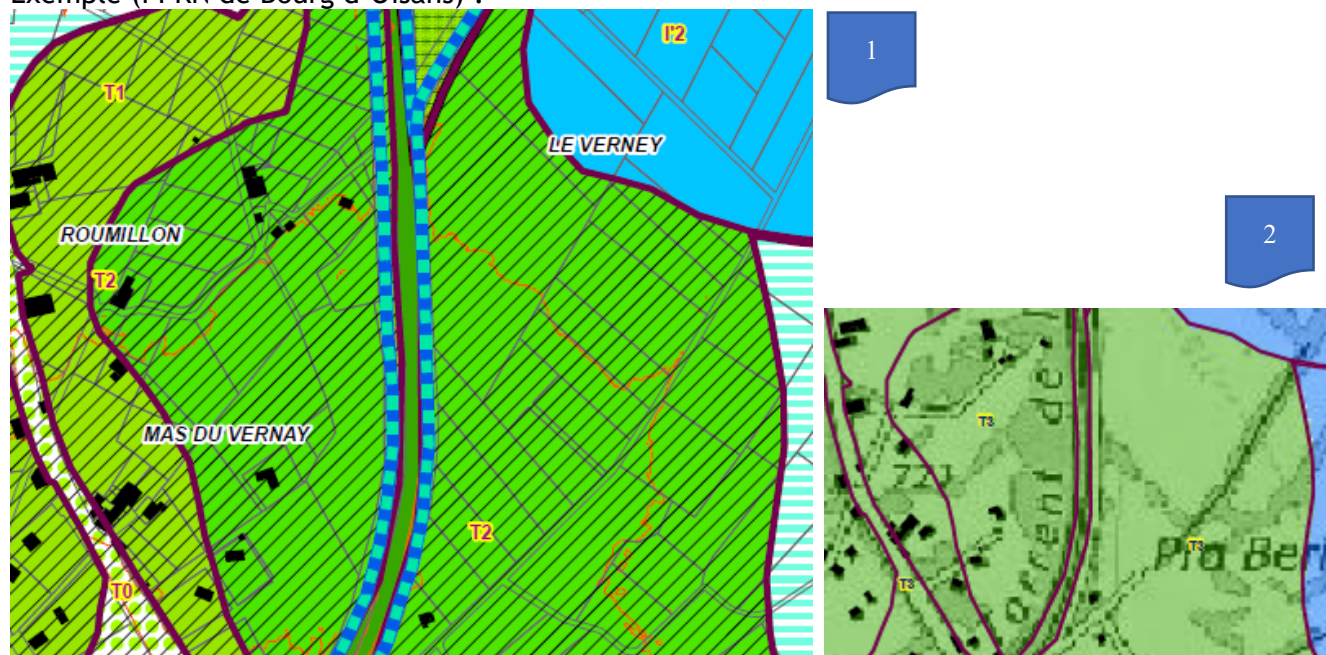
6.2 - si les analyses de performances des ouvrages ne sont pas concluantes (manques d'informations pour remplir le tableau), il est proposé de considérer l'ouvrage comme « effacé » dans la cartographie finale des aléas et de représenter la zone d'effet de protection de chaque ouvrage par des hachures, à l'identique de la sémiologie des cartes des aléas (paragraphe 7).

7/ Cartographie des aléas

Comme indiqué en préambule de l'annexe 7 « Caractérisation des aléas en Isère », plusieurs cartes des aléas doivent être établies en présence d'ouvrage de protection :

- carte des aléas « sans les ouvrages de protection »
- carte des aléas « avec prise en compte des ouvrages de protection » (voir ce que « prise en compte des ouvrages » signifie en préambule de l'annexe 7) : c'est une carte de synthèse tenant compte du classement des ouvrages de protection tel qu'effectué aux paragraphes 2 à 6. L'aléa à afficher à l'arrière de l'ouvrage est l'aléa résiduel pour les aléas hydrauliques, l'aléa en l'absence d'ouvrage avec des hachures indiquant la zone protégée pour les aléas gravitaires.

Exemple (PPRN de Bourg d'Oisans) :



2

Carte des aléas « sans les ouvrages de protection ».

Obtenue en supprimant l'ensemble des ouvrages jouant un rôle de protection.

Son objectif est pédagogique : elle permet de connaître la situation si les ouvrages n'existaient pas, et ainsi d'apprécier l'intérêt de ces derniers. Le dossier doit permettre d'identifier clairement les ouvrages effacés dans le cadre de cette carte.

Carte des aléas « avec prise en compte des ouvrages de protection ».

C'est cette carte qui sera prise en considération en matière d'urbanisme ou pour l'élaboration d'un PPRN.

Elle résulte de l'analyse experte menée dans les paragraphes 2 à 5. L'ensemble des justifications sont reportées et explicitées dans le rapport de présentation. Elle tient compte des éventuels scénarios de défaillance (selon le type d'ouvrage et la réglementation).



Zone avec effet de protection d'un ouvrage (pour l'évaluation de l'aléa résiduel, se reporter au rapport de présentation)