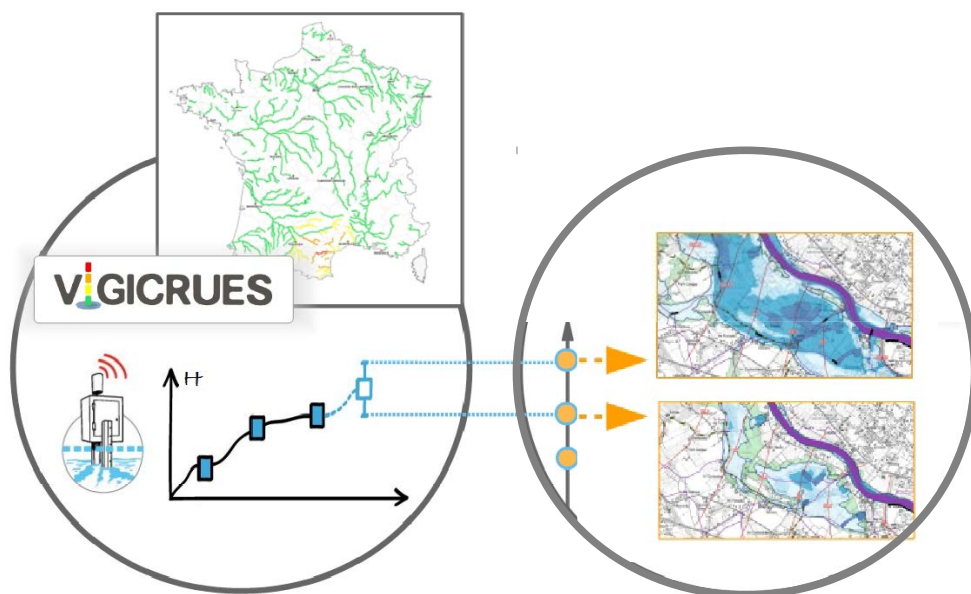


# *Livret sur l'utilisation des zones d'inondation potentielle*





## Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
1	Décembre 2018	

## Affaire suivie par

<b>Yan LACAZE</b> - DREAL Nouvelle-Aquitaine / Services des Risques Naturels et Hydrauliques
Tél. : 05 56 24 88 29
Courriel : <a href="mailto:yan.lacaze@developpement-durable.gouv.fr">yan.lacaze@developpement-durable.gouv.fr</a>

## Rédacteurs

**Yan LACAZE** - DREAL Nouvelle-Aquitaine / Service des Risques Naturels et Hydrauliques  
**Aurélie ESCUDIER** : DREAL Occitanie / Direction des Risques Naturels / Département Prévision des Crues et Hydrométrie

Ont également contribué à l'enrichissement du document :

**Violaine Jagu** : Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations  
**Bernard Sabourin** : DREAL Nouvelle-Aquitaine / Service des Risques Naturels et Hydrauliques / Département Hydrométrie et Prévision des Crues Gironde Adour Dordogne  
**Pascal Villenave** : DREAL Nouvelle-Aquitaine / Service des Risques Naturels et Hydrauliques / Département Hydrométrie et Prévision des Crues Vienne Charente Atlantique







## Avant-propos

Ce livret s'adresse aux communes, syndicats de rivière, collectivités, entités en charge de la GEMAPI ou opérateurs techniques concernés par le risque d'inondation et bénéficiant de cartes de zones d'inondation potentielle. Il constitue un rapide tour d'horizon pratique sur la cartographie des inondations à travers le prisme du cadre national en la matière, mis en pratique et concrétisé par les Services de Prévision des Crues.

Ce livret n'est pas un guide. Il ne cherche pas à inciter le lecteur à suivre tout ce qui y est présenté. Il propose simplement à travers une approche pratique de manipulation des outils, un panel d'idées et de possibilités d'utilisation des données, et propose également des rappels et explications synthétiques pour un lecteur qui découvrirait les Zones d'Inondation Potentielle, alias les ZIP.

Certaines parties de ce livret portent sur la manipulation informatique des données géomatiques de ZIP. Ces parties requièrent d'avoir résolu la question de l'accès aux données par une fourniture directe auprès de la Direction Départementale des Territoires de votre secteur, après conventionnement.

Quelques icônes sont utilisées tout au long du document. Pour vous y retrouver, voici dans quels cas elles sont utilisées :



Les chapitres identifiés par cette image sont plutôt des chapitres d'explications.



Les chapitres identifiés par cette image sont des chapitres pratiques. Ils décrivent pas-à-pas comment réaliser telle ou telle action.



Cette image indique une astuce, un conseil ou une manière plus aisée de procéder.

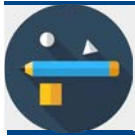


Les références citées, les liens à consulter ou des documents complémentaires recommandés sont signalés par cette image.



Enfin, cette image indique des compléments techniques souvent superflus, mais pouvant être utile pour un lecteur avide de compréhension.

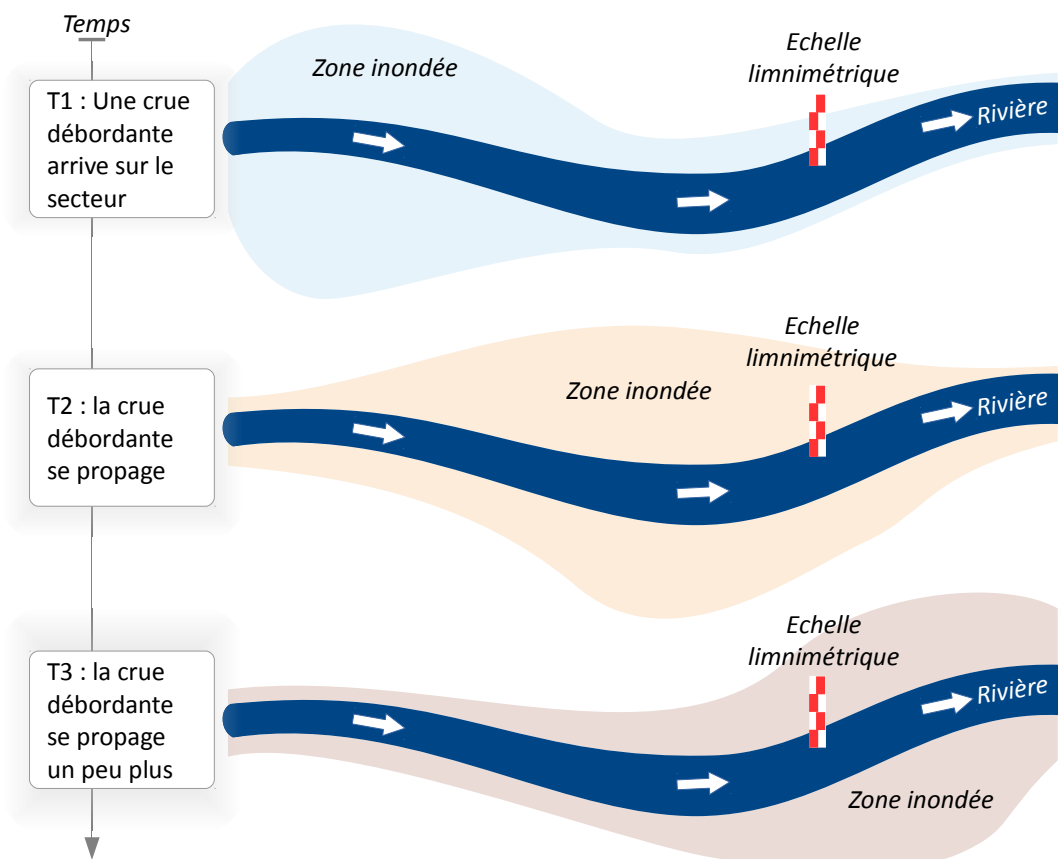
# Introduction aux Zones d'Inondation Potentielle



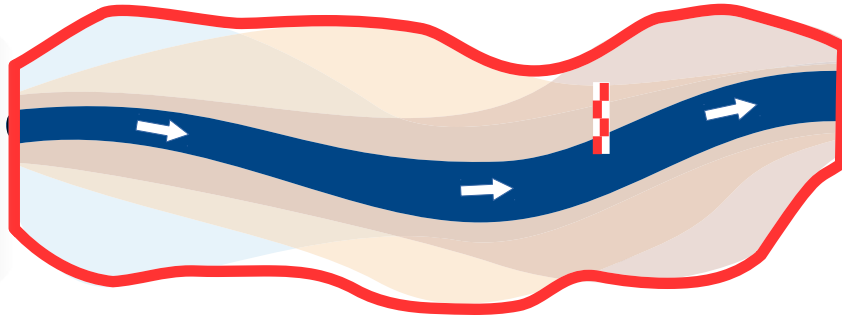
## Qu'est-ce qu'une ZIP ?

### Une enveloppe d'inondation

- L'acronyme ZIP signifie Zone d'Inondation Potentielle. D'un point de vue cartographique, il s'agit de la représentation en plan de l'enveloppe maximale d'une inondation. En chaque point du secteur couvert par la cartographie, ce sont les plus hautes eaux atteintes au fil de la propagation de la crue qui servent à délimiter l'emprise de l'inondation. La notion de temporalité n'est pas traduite à travers une ZIP puisqu'en chaque point, le maximum de l'inondation n'a pas lieu à l'exact même instant. L'emprise, la ZIP, ne correspond donc pas exactement à un instantané de la réalité observée, mais plutôt à la superposition de plusieurs instants successifs sur le linéaire couvert par la ZIP.



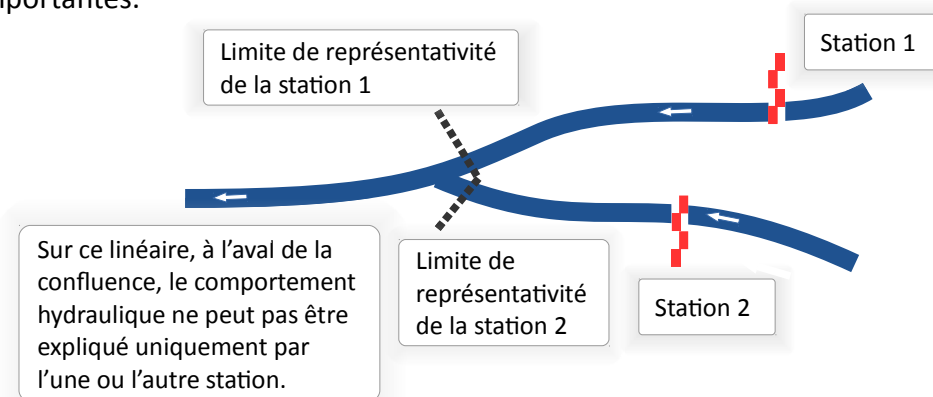
La ZIP est la réunion des emprises instantanées après propagation



Une ZIP peut donc aussi bien être l'enveloppe maximale d'une inondation passée observée, que la représentation d'une inondation hypothétique envisagée et obtenue par modélisation. Dans un cas comme dans l'autre, il s'agit d'un scénario possible pour une inondation devant se produire à l'avenir selon le même niveau de gravité que celui représenté.

- Pour caractériser ce niveau de gravité, l'inondation doit pouvoir être expliquée et rattachée par la hauteur donnée à une échelle limnimétrique représentative du fonctionnement hydraulique du linéaire de cours d'eau concerné. L'extension amont-aval d'une ZIP est ainsi déterminée par les limites de linéaire de cours d'eau jusqu'auxquelles on considère comme représentative, l'échelle limnimétrique. L'hypothèse qui sous-tend le couplage [ZIP - hauteur à l'échelle] est que, si une crue de même hauteur venait à se reproduire, on serait en mesure d'attendre une inondation assez similaire. (On verra par la suite que cette hypothèse peut être mise à mal).

Assez naturellement les ZIP sont donc par exemple arrêtées au droit de confluences importantes.



Limite de représentativité de la station 1

Station 1

Sur ce linéaire, à l'aval de la confluence, le comportement hydraulique ne peut pas être expliqué uniquement par l'une ou l'autre station.

Limite de représentativité de la station 2

Station 2

Elles peuvent également être bornées par des singularités hydrauliques telles que des ouvrages (seuils, barrages, etc.).

L'hydraulique de certains secteurs peut aussi ne pas s'expliquer que par la cote d'une seule échelle. C'est le cas par exemple de zones sous influence maritime ; le niveau dépend dans ces cas du niveau de la marée mesuré en une première échelle, et du niveau fluvial mesuré en un second point. C'est aussi le cas de zones de confluences, où le remou d'un des affluents peut influencer la hauteur atteinte sur le second affluent, y compris en remontant en amont de la confluence. Dans ces cas, les ZIP sont alors rattachées à deux échelles.

- En résumé, une ZIP :
  - est l'enveloppe maximale d'un scénario d'inondation,
  - est rattachée à une échelle, à une hauteur donnée,
  - couvre un linéaire de rivière défini de telle sorte que la hauteur donnée à l'échelle permette de caractériser de manière quasi univoque l'extension de la crue sur ce linéaire.

Habituellement les ZIP sont également accompagnées d'autres produits obtenus lors de leur réalisation :

- les Zones d'IsoClasses de Hauteurs (ZICH) ;
- et les Lignes IsoCotes (LIC).

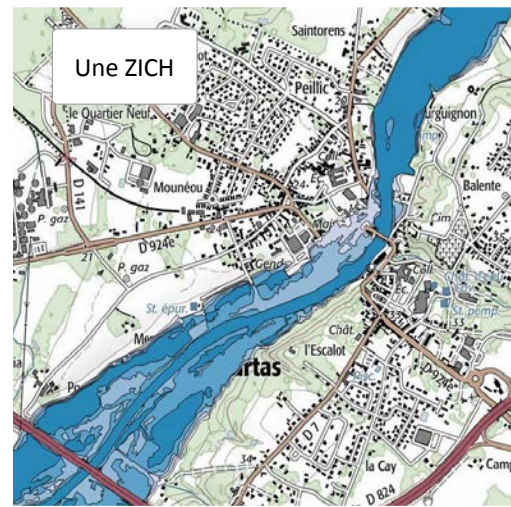
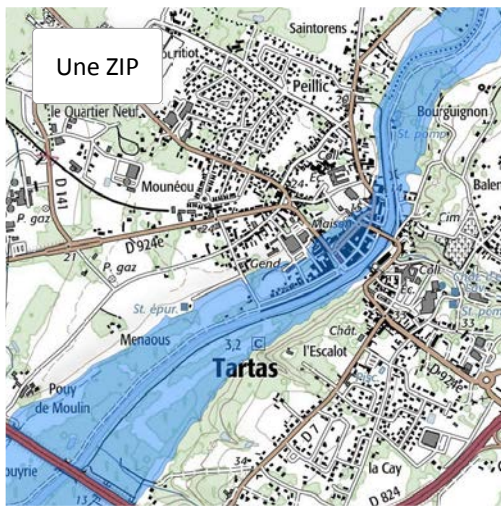
### Les ZICH pour des hauteurs d'eau

La ZIP est la vue en plan de l'extension de l'inondation. Elle ne donne pas d'informations sur la hauteur d'eau que l'on va trouver à l'intérieur de cette zone d'inondation.

Les Zones d'IsoClasses de Hauteurs (ZICH) représentent la même inondation que les ZIP, mais elles contiennent l'information supplémentaire de la hauteur d'eau au dessus du terrain naturel (ou la profondeur) en tout point de la zone inondée. Ces hauteurs sont souvent représentées classées par intervalles réguliers de 50 cm.

On trouvera donc l'inondation représentée (souvent selon un dégradé de bleu) selon 5 zones où la hauteur d'eau  $h$  est :

- $h > 0$  cm et  $h < 50$  cm
- $h \geq 50$  cm et  $h < 1$  m
- $h \geq 1$  m et  $h < 1,50$  m
- $h \geq 1,50$  m et  $h < 2$  m
- $h \geq 2$  m

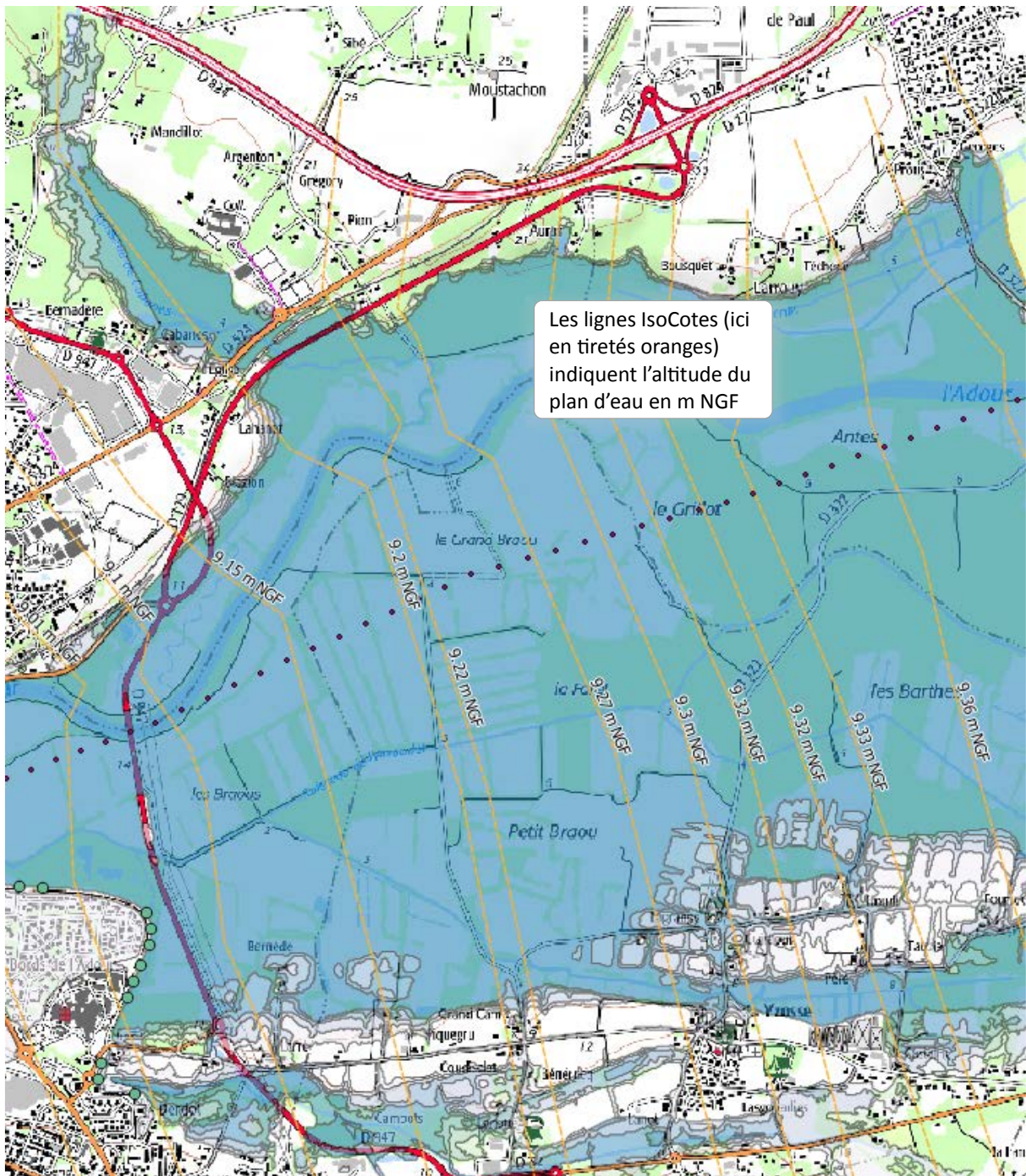


Par rapport à la ZIP, la ZICH permet d’approfondir les conséquences de l’inondation sur les enjeux et la réponse à apporter en gestion de crise. Ainsi, à titre d’exemple, un camion d’intervention des pompiers peut s’engager si l’inondation reste inférieure à 50 cm. Au-delà, c’est par barque qu’il sera préférable d’intervenir. Une habitation située dans une zone où la hauteur d’eau est supérieure à 1m présente un grand danger pour ses occupants.

### Les LIC pour des altitudes

Les Lignes Isocotes (LIC) sont à l’inondation ce que les lignes de niveau sont au relief. Elles représentent l’altitude (en m NGF) du plan d’eau. Le long d’une Ligne IsoCote, la cote maximale du plan d’eau est la même. Elles permettent donc, connaissant l’altitude d’un enjeu dans la zone inondée, de savoir si ce dernier est touché ou pas. Une maison peut par exemple se trouver dans une zone que le scénario d’inondation cartographie avec une hauteur comprise entre 50 cm et 1m. Mais le plancher de la maison peut être surélevé, et la maison accessible par une volée de marches. Connaissant l’altitude du seuil, on peut la comparer à l’altitude du plan d’eau interpolé entre deux Lignes IsoCotes.







## La fabrique des ZIP

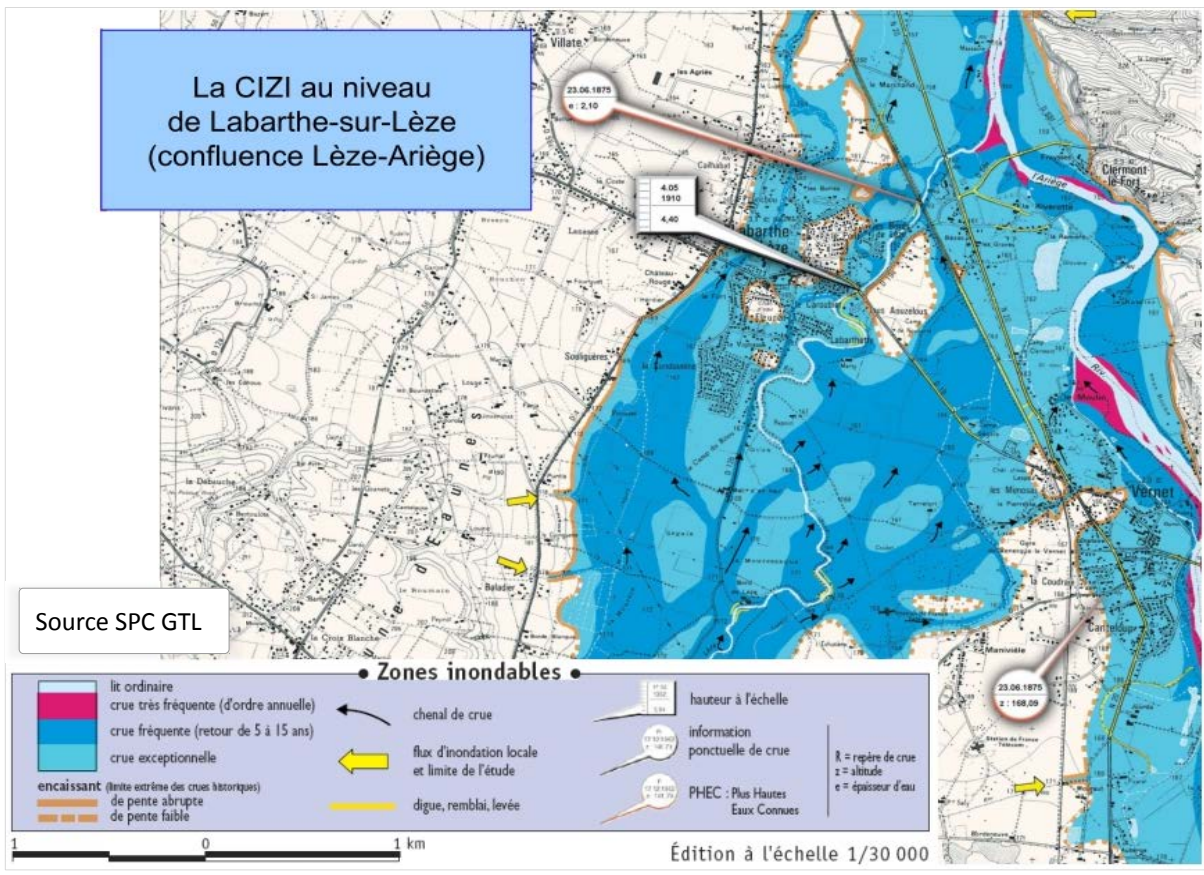
Plusieurs méthodes existent pour générer des enveloppes de zones d'inondation, nécessitant divers niveaux de technicité et de données d'entrée.

1 Si les données topographiques décrivant le terrain naturel ne sont pas assez précises

▪ sans modélisation ni crue observée :

la précision des bases de données topographiques (telles que la BD Alti® de l'IGN) ne va pas permettre de s'appuyer sur un modèle numérique de terrain suffisamment fin pour cartographier des scénarios progressifs resserrés. Pour des hauteurs de référence rapprochées, la représentation de la 3ème dimension altimétrique ne va pas permet pas de gradation et de précision en plan des scénarios. Dans ces cas, la recherche de la zone inondable se fera principalement pour des scénarios largement débordants, occupant le lit majeur dans son extension quasi-morphologique.

La cartographie des zones d'inondation s'appuie sur la compréhension des écoulements, une analyse qualitative du terrain et des indices historiques.



- sur la base d'une inondation observée :

On se place ici encore dans l'hypothèse où les données topographiques décrivant le terrain naturel ne sont pas très précises. Si au cours d'une inondation une photo aérienne a permis de saisir l'emprise de celle-ci, il est possible d'exploiter directement la photographie pour dessiner le contour de la zone inondée.

Ou, si suite à l'inondation une campagne de relevés de laisses et de repères de crues a été suffisamment riche, il est alors possible d'obtenir l'emprise de la zone inondée par interpolation entre les relevés.

Néanmoins dans les deux cas, dans la mesure où la donnée topographique n'est pas assez fine, les interpolations ne peuvent pas être faites numériquement. Le tracé du contour de l'emprise est obtenu de manière manuelle. Dans le cas de la photographie aérienne, le tracé dépend de l'échelle à laquelle travaille l'opérateur et de la précision de son tracé pour suivre le contour. Dans le second cas, où l'emprise est définie à partir de relevés post-crue, c'est à l'opérateur de proposer une interpolation à dire d'expert. Dans un cas comme dans l'autre, la part laissée à l'interprétation des données est importante.

Exemple : à quelle échelle faire la saisie du contour de cette inondation ?







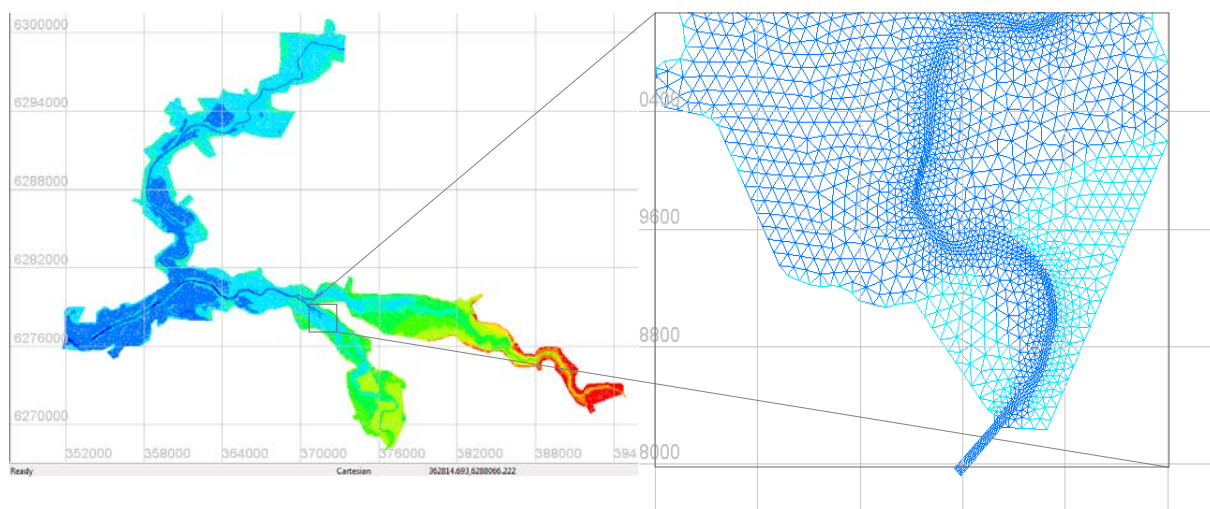


Avec ces méthodes directes, dans un cas comme dans l'autre, la production de ZIP s'arrête au scénario défini. Il n'est pas possible d'obtenir de scénarios plus faibles ou plus forts et donc de se constituer un catalogue.

## 2 Par exploitation directe de sorties d'un modèle 2D

Il s'agit ici de modèles bi-dimensionnels, c'est-à-dire que les écoulements sont modélisés dans les deux dimensions du plan. Pour ce faire, le modèle est construit à partir d'une grille en 3 dimensions représentant le terrain naturel par discrétisation. Le terrain naturel est schématisé par un maillage habituellement constitué de triangles. Les facettes du maillage sont plus ou moins grandes selon le niveau de finesse recherché et la simplification du terrain naturel qui est faite. Ces modèles sont gourmands en temps de calcul, aussi le maillage est un compromis entre représentativité et simplification pour alléger les temps de calcul.

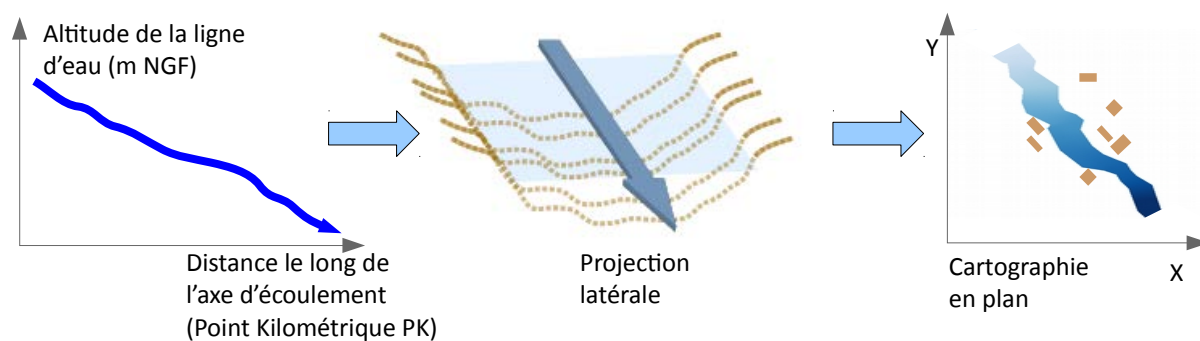




Le modèle résout les équations hydrauliques en chaque point du maillage. Il permet d'obtenir directement la hauteur en chaque point. Aussi, si la topographie du modèle est conforme à la réalité, les hauteurs d'eau calculées obtenues sont exploitables et correctes. L'enveloppe modélisée peut être utilisée directement comme une ZIP. Ces modèles présentent l'avantage de pouvoir générer plusieurs scénarios selon les conditions hydrauliques injectées. Leur mise en œuvre requiert néanmoins une topographie fine. Elle reste encore délicate dans les étapes de calage du modèle. Et nécessite des ressources informatiques de calcul importantes.

### 3 La projection d'une ligne d'eau

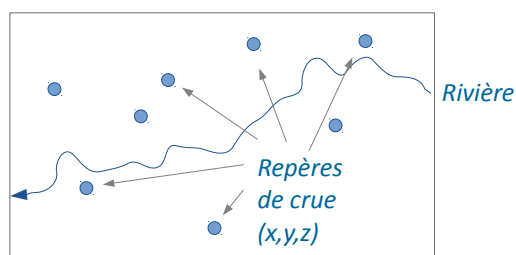
La méthode la plus polyvalente pour la détermination de zones d'inondation repose sur le principe de projection d'une ligne d'eau : il s'agit d'établir un profil en long du maximum de la crue au fil de sa dévalaison du tronçon de rivière ; puis de le projeter latéralement jusqu'à rencontrer les limites du terrain naturel.



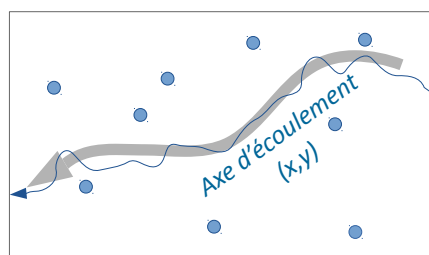
Cette méthode est bien adaptée dès lors que les données topographiques sont assez précises, telles que celles fournies par un levé LIDAR.

De manière plus détaillée, les étapes de la méthode sont les suivantes (on se place dans un cas classique d'exploitation de repères de crue) :

- Situation de départ

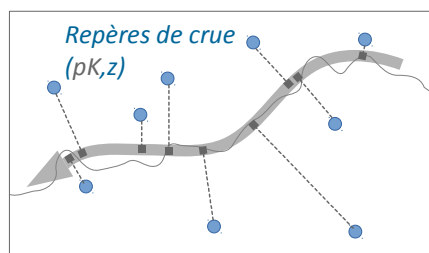


- Tracé d'un axe d'écoulement



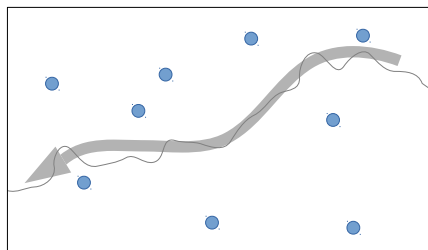
L'axe d'écoulement représente la trajectoire générale de l'écoulement en crue. Il sert de support pour l'abscisse curviligne ou les points kilométriques et ainsi de repère pour toutes les informations qui seront projetées ultérieurement sur l'axe.

- Projection des repères de crue sur l'axe d'écoulement

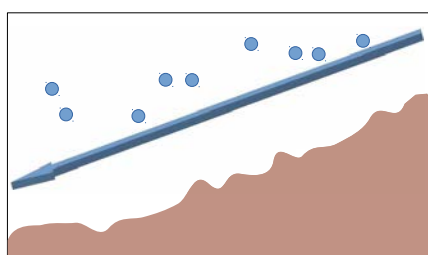


La projection consiste à attribuer à chaque repère un Point Kilométrique le long de l'axe d'écoulement. Ils pourront être classés d'amont en aval selon cet axe.

▪ Création du profil en long de la rivière



Vue en plan



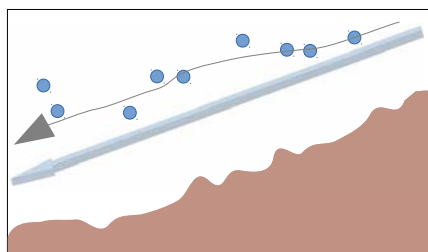
Vue de profil

Le profil en long est l'élément clé de la méthode. Il sert de support à toutes les informations disponibles sur le cours d'eau et pouvant avoir une influence sur la ligne d'eau (c'est-à-dire son altitude).

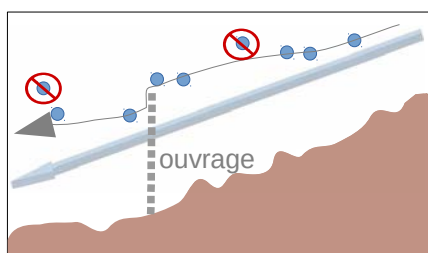
Sont reportés sur le profil en long en fonction de leur Point Kilométrique :

- les repères de crue, et toutes les informations altimétriques disponibles sur les crues ;
- le lit mineur et la ligne d'eau en bas débit ;
- les points singuliers ayant une influence hydraulique (ponts, seuils, barrages, etc.) ;
- les échelles limnimétriques de référence ;
- les confluences principales.

▪ Reconstitution de la ligne d'eau



Vue de profil

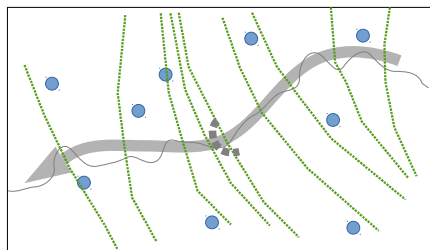


Vue de profil

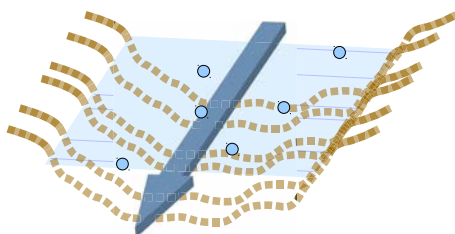
La ligne d'eau est reconstituée, après analyse et critique des données. Des repères de crue aberrants peuvent être écartés. On considère que les repères sont représentatifs de la hauteur d'eau de la section où ils sont pris. C'est une hypothèse à bien vérifier car l'altitude peut être faussée par capillarité, par des embâcles, le repère de crue peut avoir été pris dans une zone de remplissage en contrebas, etc. Les repères validés sont utilisés pour tracer un profil en long hydrauliquement représentatif du fonctionnement de la rivière en crue (seuils noyés ou pas, ligne d'eau parallèle au fond sur des sections simples, perte de charge au droit des ponts, remous, diffluences, déconnexion du lit mineur, zones d'expansion des crues, etc.).



- Tracé de profils en travers isocotes



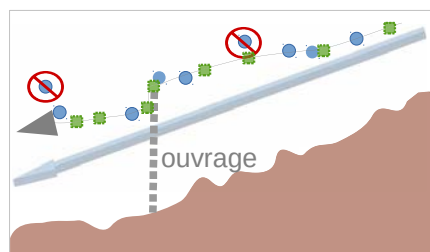
Vue en plan



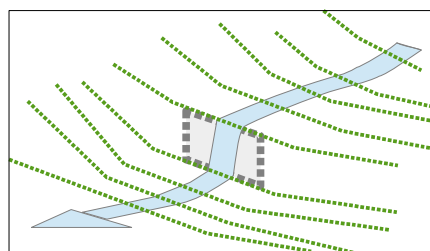
Des lignes isocotes sont tracées en travers de l'axe d'écoulement. Pour créer la nappe d'eau qui va venir intersecter le terrain naturel, on va construire une ossature en forme de squelette de poisson.

L'axe d'écoulement est l'ossature principale. On considère que la cote atteinte en tout point de l'axe d'écoulement est la même sur les isocotes (les arêtes) qui partent de ce point. Sur chaque isocote l'altitude sera constante et égale à l'altitude de la ligne d'eau validée à l'étape précédente. L'hypothèse est que la cote de la ligne d'eau prise sur l'axe d'écoulement se projette latéralement à l'horizontale selon l'isocote.

- L'altitude des isocotes est calculée selon le profil en long



Vue de profil



Les isocotes ont été tracées pour décrire au mieux le fonctionnement de la rivière et l'écoulement en crue (effets des méandres, écoulement rectiligne, etc.). Elles ont été placées dans le plan pour donner un sens hydraulique à l'ossature construite. La cote qu'on leur affecte est celle de la ligne d'eau validée. La nappe d'eau s'appuie sur cette ossature et coupe le terrain naturel aux points hors d'eau. L'hypothèse forte sous-jacente est que le volume de la crue a permis le remplissage du lit majeur jusqu'à l'équilibre.

## ▪ Discussion

Les principaux avantages de la méthode de projection d'une ligne d'eau pour obtenir l'emprise du maximum sont sa facilité de mise en œuvre, sa robustesse et sa polyvalence.

La polyvalence de la méthode concerne les données d'entrée. En effet, le principe fondateur est la reconstitution d'une ligne d'eau. De ce fait cette méthode permet un traitement et un rendu homogène pour diverses sources de données pour peu que l'exploitation de ces données permettent d'obtenir une ligne d'eau.

Peuvent ainsi être traités :

- des repères ou des laisses de crue (comme détaillé précédemment) ;
- des sorties de modèles hydrauliques 1D ; dans ce cas, la méthode débute à la reconstitution de la ligne d'eau qui est fournie par le calcul hydraulique du modèle.
- des photos aériennes ; la photo aérienne est utilisée pour saisir des laisses de crue virtuelles.
- d'anciennes cartographies de zones inondables.

La méthode a fait l'objet de plusieurs travaux d'intercomparaison et s'avère robuste. Elle offre une homogénéité des rendus quelle que soit la méthode de production de la ligne d'eau, ce qui permet de mieux cerner les incertitudes inhérentes à la production de la zone inondable.

Ainsi, même si la topographie n'est pas précise, cette méthode s'avère pertinente après une crue, et préférable au tracé direct de l'emprise. En effet, avec une ligne d'eau fiable il est possible de re-générer une emprise inondée ultérieurement si les données topographiques du terrain naturel venaient à s'enrichir. En revanche, le dessin d'une emprise sans validation de repères de crue ou de ligne d'eau ne permet pas de ré-exploitation ultérieure. Et la ligne d'eau déduite par projection a posteriori sur un Modèle Numérique de Terrain plus fin, d'une emprise inondée dessinée post-crue s'avère souvent inexploitable, car très bruitée.

La recherche de repères de crue doit donc intégrer cette exploitation lors de la campagne post-crue.

Même sans topographie fine, la cartographie correspondante à la limite d'expansion de la ligne d'eau peut être établie. La confrontation entre la limite de zone inondée et des visites de terrain permettent de conforter les résultats. Une correction manuelle lissée de la limite obtenue informatiquement peut ensuite être opérée le cas échéant. Le tracé final produit serait donc un tracé manuel qui s'appuie sur un résultat informatique, et qui tient compte des obstacles singuliers réels présents sur le linéaire du cours d'eau (bord de route, remblai routier, pont, ...).

Cette méthode permet également de générer plusieurs scénarios par interpolation de lignes d'eau, intégrant d'autres informations de crues différentes.

En revanche, cette méthode ne s'applique pas (ou avec beaucoup de précautions) aux inondations estuariennes ou aux crues trop rapides. En effet l'hypothèse de remplissage du lit majeur peut être largement mise en défaut.

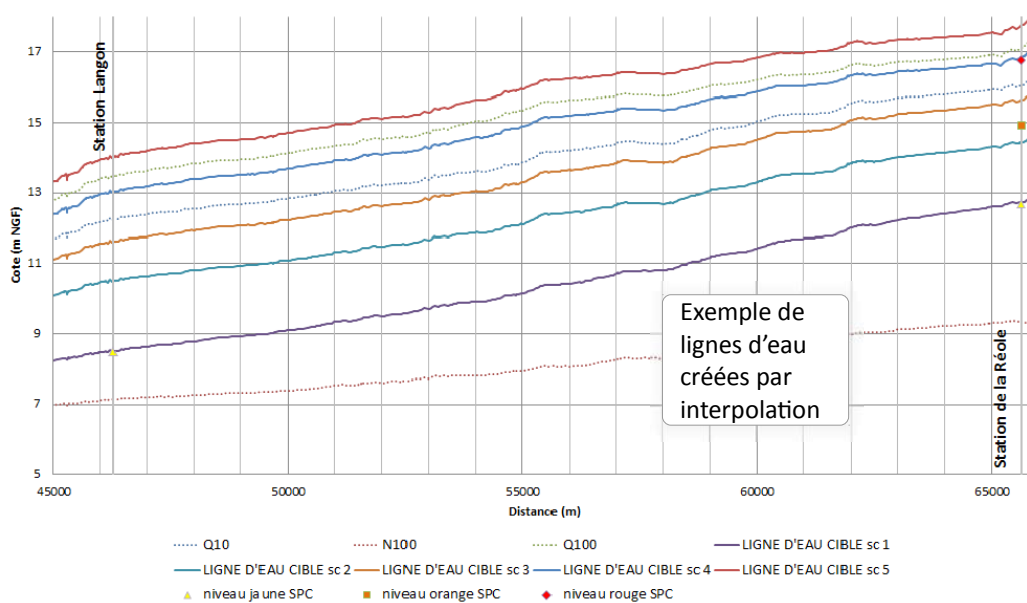
### Limites actuelles relatives à la production de ZIP

- Une qualité variable des données

Selon les secteurs et l'historique, les données disponibles pour produire des ZIP sont variables : lignes d'eau historiques, modèle hydraulique plus ou moins adapté et réutilisable, occurrence ou pas d'une crue récente bien documentée (laisses de crue, Prise de Vue Aérienne), étude hydraulique d'un PPRI ou actions d'un Programme d'Actions de Prévention des Inondations en cours, ou éventuellement rien ou presque.

Des ZIP peuvent néanmoins éventuellement être produites, notamment par la méthode de projection de la ligne d'eau compte tenu de la facilité apparente de mise en œuvre. Et si le rendu final est similaire à des cartes obtenues dans des secteurs plus richement dotés de données, il faut avoir en tête, lors de l'utilisation, qu'il comporte plus d'incertitudes.

Il est donc impératif de se reporter à la fiche de documentation qui accompagne la ZIP consultée. La méthode y est décrite.



- Cartographie des zones inondables derrière les digues

A ce jour, on trouve dans la base de données Viginond divers cas de figure quant à la représentation des zones inondables derrière les digues. Certains scénarios prennent pour hypothèse un comportement nominal des ouvrages (tenue en crue), d'autres exploitent des scénarios de PPRI et considèrent les ouvrages effacés, d'autres encore représentent la zone protégée par le système d'endiguement sans différenciation de hauteurs, enfin d'autres prévoient une ou deux hypothèses de rupture.

Pour cette raison, il est indispensable de consulter la fiche de documentation qui accompagne la ZIP consultée pour connaître les hypothèses retenues sur les ouvrages.

Or la cartographie de scénarios d'inondation derrière les digues est un travail complexe et cadré réglementairement, réalisé lors des études de dangers (EDD) des systèmes d'endiguement.

Le cadre réglementaire actuel pour les études de dangers ne prévoit pas d'articulation avec la base de données Viginond et la gestion de crise.

Un travail doit encore être mené pour définir les modalités de ré-exploitation des études de danger pour une utilisation dans le cadre de la prévision des inondations (en préparation et gestion de crise) et les évolutions à prévoir pour VIGINOND.

Il semble à ce jour nécessaire de faire évoluer l'objet ZICH et de définir un nouvel objet : le système d'endiguement ; et d'intégrer les points de références utilisés pour le rattachement des scénarios dans les études de danger et qui ne sont pas des stations Vigicrues.

Un groupe de travail national étudie ces questions et ce paragraphe est susceptible d'évoluer en fonction.

- Écoulements en zone urbaine dense

Les écoulements en zone urbaine dense sont parfois très complexes. Ils peuvent être multiples et suivre différents chenaux mobilisés à des moments différents de la crue. Un rendu statique a posteriori peut s'avérer délicat. Le plan d'eau correspondant à l'emprise constatée de l'événement peut être difficile à reproduire. Les écoulements guidés par le tracé des rues peut provoquer des effets hydrauliques difficiles à reproduire sans modélisation bi-dimensionnelle.

La fiche de documentation permet de savoir si un secteur s'avère ainsi incertain.

- Représentativité de la hauteur

A ce jour, les scénarios de ZIP sont rattachés à une échelle de référence par la hauteur. Deux crues atteignant la même hauteur à l'échelle seront considérées comme identiques en terme de zone inondable. Or dans certains secteurs où de larges zones d'expansion de crue existent, le volume de la crue va influencer son emprise spatiale. Cette distinction n'est à ce jour pas faisable. La multiplicité des facteurs conduisant à une inondation fait que l'on ne pourra jamais prévoir son déroulement exact. Le besoin n'est pas de multiplier sans fin le nombre de scénarios d'inondation, mais de disposer des quelques scénarios d'inondation correspondant aux seuils d'aggravation des conséquences potentielles de l'inondation.

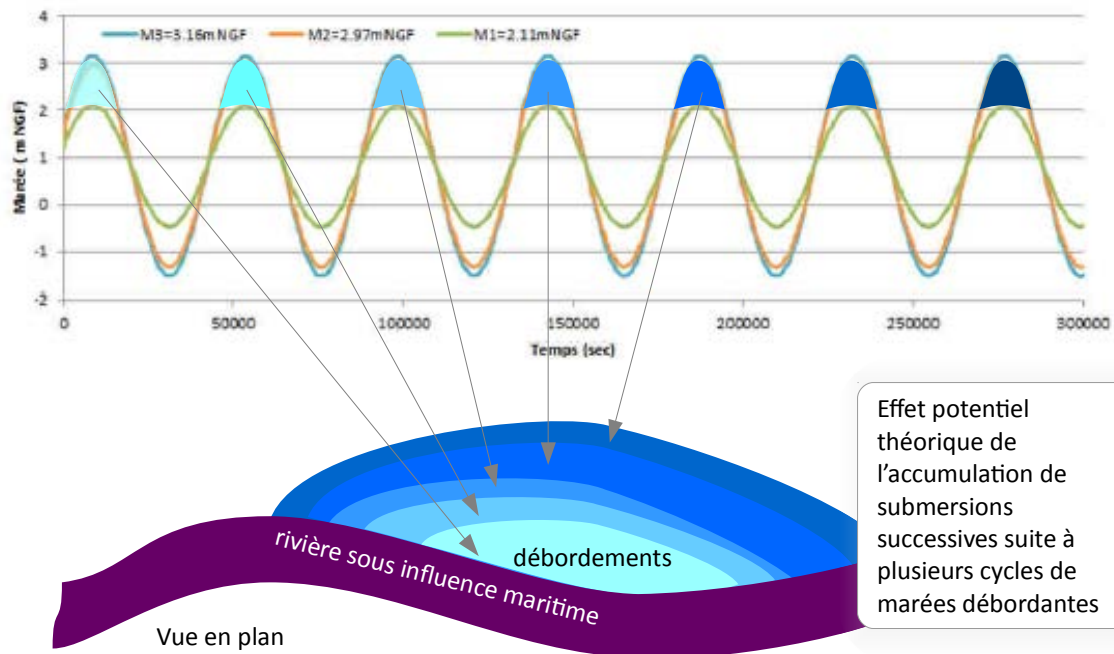
Exemple de différence de zones inondables. En bleu, une inondation observée. En rouge, l'inondation obtenue pour la même cote pour un volume infini.



- Succession de submersions

Dans Viginond à ce jour, c'est la cote maximale atteinte en chacune des échelles qui définit le scénario. Or dans le cas de submersions marines notamment, une même cote peut être atteinte à plusieurs reprises, lors de pleines mers successives ; chaque pleine mer apportant un volume donné qui s'ajoute aux débordements. La problématique est alors de prendre en compte la succession des pleines mers. Comment s'additionne les volumes débordants sur plusieurs cycles de marées ? Quel est l'effet du ressuyage à la basse mer des volumes débordants vers le lit mineur entre deux pleines mers ?

On pourrait évaluer et cartographier l'effet des pleines mers successives. Mais il manque un critère discriminant sur l'état initial. Aujourd'hui ce cas particulier est impossible à traduire dans ViginOnd pour sélectionner les scénarios.



## Usages des ZIP / ZICH / LIC

- Les ZIP (ZICH et LIC) sont avant des outils. Simplement des outils. Les cartes de ZIP ont plusieurs usages en lien avec la gestion de crise des inondations.
- En préparation à la gestion de crise, on utilise les ZIP pour concevoir les outils qui permettront de répondre aux attentes opérationnelles de la crise. Elles s'adressent donc en priorité aux gestionnaires de crise ou aux services impliqués pour faire face aux conséquences des inondations : préfets, services de l'État, maires des communes informées par Vigicrues, gestionnaires de réseaux (SNCF, EDF,...), pompiers, collectivités territoriales, etc. Croisées à des données d'enjeux, les ZIP permettent d'identifier les bâtiments, habitations et infrastructures qui peuvent être inondés pour un niveau de crue donné.

La carte de ZIP est un outil précieux pour la préparation mais pas une finalité. Pour répondre de manière optimale, il convient de s'interroger sur l'échelle à laquelle on traite l'information : cherche-t-on à identifier les zones d'enjeux principales à l'échelle d'un département, d'un tronçon Vigicrues, d'une commune ? En fonction, l'outil à concevoir

n'aura pas nécessairement la même forme, ni la même granularité d'enjeux. La réponse pour la gestion de crise peut ainsi prendre la forme d'un tableau hauteur-enjeux, de fiches synthétiques par station, ou par commune. Le recensement peut être thématique : population dans la zone inondable, établissements de santé, réseau routier, *etc.* Ou synthétique : pour une hauteur donnée, on identifie tous les enjeux sur un secteur réduit (échelle communale par exemple).

On réalise ce travail d'identification des enjeux touchés pour toute la gamme de scénarios disponibles et l'on construit ainsi une échelle graduée des zones sur lesquelles intervenir.

Pour les communes, l'enchaînement des ZIP peut permettre l'élaboration ou la révision des Plans Communaux de Sauvegarde.

Le travail d'identification des enjeux permet aussi d'étudier les conséquences en cascade éventuelles de la crue en confrontant les effets de l'inondation sur chaque type d'enjeux.

- Les ZIP sont également des outils de sensibilisation au risque. La visualisation scénarisée et progressive d'une inondation permet une approche plus didactique que la carte finale d'un PPRI par exemple.

- En gestion de crise, les ZIP vont permettre de traduire les prévisions diffusées sur Vigicrues en actions anticipées des services opérationnels pour une réponse optimale. Lors des crues débordantes, des prévisions de hauteurs d'eau ou de débits sont publiées sur Vigicrues aux stations hydrométriques des cours d'eau concernés, soit sous forme graphique, soit de manière textuelle dans les bulletins de prévision. En s'appuyant sur les documents préalablement établis de gestion de crise et de connaissance des enjeux, les prévisions, reliées aux scénarios de ZIP permettent d'anticiper les actions préventives ou de secours à mettre en œuvre.

Les ZICH, qui indiquent aussi la profondeur de l'inondation, permettent de définir le type de moyens à mobiliser (par exemple : camions si la hauteur est inférieure à 50 cm, moyens nautiques au-delà).

- Le rôle des ZIP ne s'arrête pas à la gestion de crise. Après la crue, les ZIP, quelle que soit leur niveau de précision, permettent de disposer de l'emprise potentiellement inondée et d'organiser ainsi de manière efficace la collecte des repères de crue. Elles servent de guide pour les secteurs potentiellement inaccessibles, permettent de cibler les accès, les franchissements et la rive où la collecte sera la plus riche. Ce travail de collecte post-crue est indispensable pour permettre l'amélioration continue des ZIP ou la création de scénarios complémentaires.



## Ce que n'est pas une ZIP

- Ce n'est pas une carte réglementaire du type PPRI.

Les PPRI sont des documents réglementaires, composés d'un zonage, d'un règlement et d'une note explicative, approuvés par le préfet, opposables au tiers, à intégrer dans les documents d'urbanisme (PLU) et de planification (SCOT). Les PPRI sont prescrits par arrêté préfectoral et produits par l'Etat. Les PPRI ont pour objectif principal de réglementer l'occupation et l'utilisation du sol dans les zones à risque.

Les ZIP sont des outils et sont diffusés tels quels. A la différence d'un PPRI qui cartographie la plus forte crue historique ou une crue centennale, les ZIP sont des scénarios progressifs établis pour la plupart en conditions nominales de fonctionnement du bassin. Aussi, quand bien même une ZIP viserait à cartographier une crue centennale, il ne serait pas surprenant ni aberrant de constater des différences avec la carte d'aléa du PPRI car les hypothèses sur le fonctionnement du cours d'eau ne sont pas nécessairement les mêmes (en particulier concernant la tenue des digues).

- Ce n'est pas une mise à jour d'un Atlas de Zones Inondables (AZI)

Les atlas des zones inondables sont élaborés par les services de l'Etat au niveau de chaque bassin hydrographique avec pour objet de rappeler l'existence et les conséquences des événements historiques et de montrer l'emprise inondable de la crue de référence choisie, qui est soit la plus forte crue connue, soit la crue centennale si celle-ci est supérieure. L'AZI n'a pas de caractère réglementaire. Il constitue néanmoins un élément de référence pour l'application de l'article R.111-2 du Code de l'urbanisme, l'élaboration des plans de prévention des risques naturels prévisibles et l'information préventive des citoyens sur les risques majeurs. Un Atlas de Zones Inondables permet à titre d'information de présenter les zones inondables connues, à défaut d'une réelle procédure d'Information des Acquéreurs et Locataires (si pas de PPRI prescrit ni approuvé).

- Ce n'est pas en lien avec la Directive Inondation

La directive inondation est une directive européenne adoptée en 2007. Elle fixe une méthode de travail pour permettre aux territoires exposés au risque d'inondation, qu'il s'agisse de débordements de cours d'eau, de submersions marines, de remontées de nappes ou de ruissellements, de travailler à réduire les conséquences négatives. Elle introduit donc une nouvelle obligation en droit français : réduire les conséquences négatives de tous les types d'inondation pour la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique. La gestion des risques d'inondation proposée par le texte place le

partage des responsabilités au coeur du dispositif, principalement entre l'État et collectivités territoriales.

Les étapes de travail préconisées par la Directive sont :

- l'identification sur chaque grand bassin de territoires à risque important d'inondation (TRI) sur lesquels porter l'action en priorité en développant la connaissance ;
- la définition sur chaque grand bassin d'un plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) articulé avec le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) et prenant en compte l'état des connaissances et les moyens disponibles ;
- la déclinaison et la mise en oeuvre de ces plans à l'échelle locale par des stratégies locales portées par les acteurs locaux en s'appuyant sur les outils actuels de gestion des risques : PPR, PAPI, etc.

La qualification d'un territoire en TRI implique une nécessaire réduction de son exposition au risque d'inondation, et engage l'ensemble des pouvoirs publics concernés territorialement dans la recherche de cet objectif.

À cette fin, une ou plusieurs stratégies locales de gestion du risque d'inondation doivent être mises en oeuvre sur chaque TRI. Leurs objectifs, avec leur délai d'élaboration, doivent être arrêtés par le préfet coordonnateur de bassin, en tenant compte des priorités de la stratégie nationale de gestion du risque d'inondation et de sa déclinaison dans le plan de gestion du risque d'inondation.

Afin d'éclairer les choix à faire et partager les priorités, la connaissance des inondations sur les TRI s'appuie sur une cartographie des risques pour 3 scénarios que sont :

- un événement fréquent (période de retour comprise entre 10 et 30 ans) ;
- un événement d'occurrence moyenne (période de retour comprise entre 100 et 300 ans) ;
- un événement exceptionnel (période de retour de l'ordre de 1000 ans).

A défaut de mieux, ces scénarios (tout du moins l'événement fréquent) peuvent néanmoins être valorisés comme des ZIP dès lors que leur rattachement à une échelle limnimétrique en hauteur est possible.

- Ce n'est pas une étude sur les digues

Lorsqu'une partie de la rivière est endiguée la production des ZIP doit fixer des hypothèses quant au fonctionnement des ouvrages. Néanmoins ce choix ne saurait en aucun cas se substituer au travail d'analyse mené dans le cadre des études de dangers des digues (EDD). Les EDD sont cadrées réglementairement et la production des scénarios fait l'objet d'une étude spécifique pluri-disciplinaire sur le comportement des digues. Des considérations géotechniques notamment sont nécessaires pour établir les scénarios. Les études de

dangers relèvent du gestionnaire du système d'endiguement concerné.

Sur les secteurs endigués, il convient de se reporter à la fiche de documentation pour savoir comment ont été traités les ouvrages.

- Ce n'est pas lié à la reconnaissance d'état de catastrophe naturelle

L'état de catastrophe naturelle est reconnu sur une commune lorsque l'événement qui l'a touché est au moins décennal. Il se peut que des ZIP aient été produites sur la base de périodes de retour de débits, dont le scénario décennal. Néanmoins, il faut bien garder en mémoire que la ZIP lorsqu'il ne s'agit pas d'une crue passée, est la cartographie d'une inondation probable. Et la multiplicité des facteurs conduisant à une inondation fait qu'on ne pourra jamais prévoir son déroulement exact et que la cartographie produite préalablement à la crue risque de n'être jamais exactement conforme aux observations.

C'est l'analyse du débit au plus fort de la crue qui déterminera si la période de retour de l'événement est supérieure à 10 ans ou pas. Il s'agit d'une question d'hydrométrie et d'hydrologie statistique.

- Ce n'est pas une représentation exacte

La ZIP est une zone d'inondation potentielle. Or la ZIP peut être la représentation d'une crue passée ou d'un scénario envisagé. Dans le cas où la ZIP représente un scénario fictif, on comprend que le choix des hypothèses de travail et l'incertitude des données conduisent à ce que le scénario cartographié ne soit qu'une approximation de la crue concernée : contribution des affluents, fonctionnement des ouvrages, saison, végétation, transport solide, embâcles, etc. pour une même hauteur de crue, des facteurs minorants ou aggravants peuvent donner des emprises d'inondation différentes.

- Ce n'est pas une aide pour Vigicrues Flash

En complément de la vigilance crues, un service d'avertissement automatique gratuit à destination des communes et intitulé Vigicrues Flash a été mis en service en 2016. Ce service cible les cours d'eau rapides ne pouvant faire l'objet d'une prévision expertisée par Vigicrues. Il fonctionne en continu sur des bassins versants dont le temps de réponse est globalement compris entre 2 et 6 heures, et qui ne sont pas couverts par la procédure de vigilance crues. Le service Vigicrues Flash repose sur un modèle hydrologique "pluie-débit" simple qui simule en continu la réaction probable des cours d'eau en fonction des précipitations observées. Lorsque les précipitations laissent présager un risque de crue dans les prochaines heures, le système transmet automatiquement (sms, message vocal et courriel) et directement (sans l'expertise d'un prévisionniste) un message aux communes abonnées et

concernées indiquant un « risque de crue forte » ou un « risque de crue très forte » ainsi qu'un lien vers une interface cartographique.

Certaines communes peuvent à la fois être concernées par les prévisions expertisées de Vigicrues en tant que commune riveraine d'un tronçon réglementaire de prévision et par les avertissements automatiques de Vigicrues Flash, mais pour des cours d'eau différents, habituellement affluents du tronçon. Si des ZIP ont été produites pour le tronçon Vigicrues, elles ne sont d'aucune utilité pour les avertissements Vigicrues Flash.



# Utiliser les ZIP en préparation à la gestion de crise



## Pré-requis

La partie qui suit propose des applications ou traitements des fichiers informatiques des zones d'inondation potentielle. Ces fichiers, des couches géomatiques, sont disponibles sur demande, après conventionnement, auprès de la Direction Départementale des Territoires de votre secteur. Il s'agit de fichiers au format .shp exploitables avec le logiciel libre de cartographie QGIS.

Cette partie ne prétend pas vous apprendre à réaliser un projet QGIS. Elle n'a pas l'ambition de constituer une formation sur le sujet. Des ressources libres sont disponibles pour prendre en main et approfondir QGIS. A travers les fiches qui suivent, différentes exploitations d'un projet QGIS sont présentées à titre d'exemples d'outillage pour la préparation à la gestion de crise.



Pour télécharger et apprendre QGIS :  
<https://www.qgis.org/fr/site/>



## Les ponts et le réseau routier

Comment savoir si le réseau routier est inondé ? Et les ponts ?  
Ma ZIP contient-elle cette information ?

Les axes routiers sont prépondérants pour la gestion de crise. Aussi la connaissance de leur caractère inondable ou pas est nécessaire pour une bonne organisation locale. Or l'affichage des ZIP en superposition du réseau routier peut parfois apporter de la confusion, tout particulièrement pour les ponts.

Selon le traitement qui en a été fait par le SPC, ils peuvent apparaître ou non comme inondables. Il est donc important de systématiquement se reporter à la fiche de documentation de la ZIP pour avoir cette information.

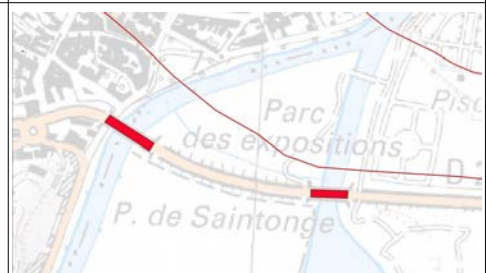
L'analyse qui est faite pour savoir si un pont est inondable ou pas s'intéresse aux accès. Elle suit la démarche suivante :

### ▪ Recensement des ponts

Sont concernés les ponts des principaux axes routiers situés dans l'emprise de la zone inondable maximale.



Construction d'un masque rectangulaire pour chacun des ponts recensés, ici près du centre ville de Saintes..





▪ **Constitution du MNT**

Il s'agit des MNT LIDAR, qui sont en général d'une résolution de 1 mètre.

Les ponts sont considérés comme du sursol et à ce titre, leur altimétrie ne figure pas dans le MNT. C'est également le cas des pontons

▪ **Changement de la résolution**

Les incertitudes sur le MNT sont les suivantes :

- environ 30 cm en X et Y
- environ 15 cm en Z

En moyennant l'altimétrie Z sur 4 pixels (2m x 2m), on réduit l'incertitude sur un sol plat horizontal d'un facteur 2.

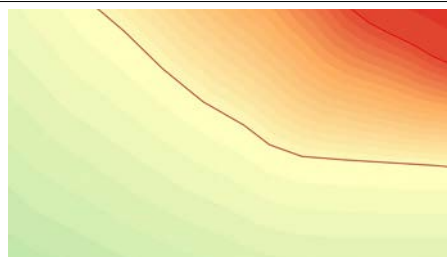
L'incertitude en Z devient alors réduite à 7 cm environ.



▪ **Constitution du MNSLE**

Le MNSLE est construit par interpolation de l'altimétrie entre profils en travers.

L'incertitude des modèles hydrauliques est d'environ 15 à 30 cm. La résolution est également de 2 mètres.



▪ **Calcul des Hauteurs Brutes**

Utilisation de la calculatrice raster sous QGIS, différence entre les 2 couches MNSLE et MNT.

Appréciation du risque d'inondation des accès routiers, à partir du fichier de hauteurs brutes.

Pour une route de 6 m de large, 2 pixels fiables (à 7 cm près).

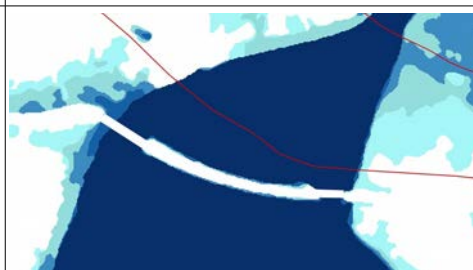
Dans le cas présent, les accès routiers semblent hors d'eau.



▪ **Prise en compte des ponts**

Soustraction de la géométrie des ponts concernés (dont les accès sont hors d'eau), dans la couche vectorielle.

Lors du lissage final des cartes, il y a effacement des flaques < 500 m<sup>2</sup>. Les cartes finales des ZICH ne seront pas toujours faciles à exploiter pour vérifier l'inondabilité des routes.



▪ **Exploitation de la carte des ZICH**

La superposition de ce type de carte des ZICH et du scan25 IGN permet de mieux faire figurer les possibilités de circulation routière.



## Ce qu'il faut retenir

En résumé, si la ZIP/ZICH a été générée sur la base d'un MNT LIDAR, on voit que l'incertitude peut être réduite. La méthode conduit donc à une qualification relativement fiable du caractère inondable des axes routiers. En effet, les levés LIDAR sont d'autant plus précis qu'ils sont réalisés sur des surfaces dures et dégagées comme les routes. Des analyses peuvent donc être faites sur la base de ce type de ZIP.

En revanche, si les ZIP n'ont pas été produites en s'appuyant sur un MNT LIDAR, cette analyse ne peut pas être faite.

Pour savoir si le LIDAR a été utilisé ou pas, et quel type de traitement a été fait il faut, quoi qu'il en soit, consulter la fiche de documentation.





## Réaliser un atlas de cartes

Un atlas de cartes de ZIP peut constituer un outil utile pour la gestion de crise.

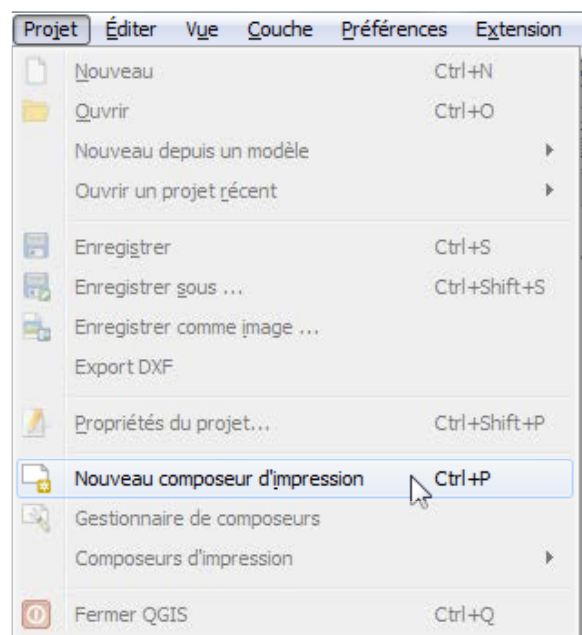
Avant de créer l'atlas il est nécessaire de savoir comment il sera utilisé, c'est-à-dire sur la base de quelle information il sera consulté (se reporter à la rubrique *Comment choisir les ZIP ?*), quelle information on souhaite y trouver, à quelle échelle, etc. Pendant la crise, une fois le choix de la ou les ZIP arrêté sur la base des prévisions du SPC, on va chercher à visualiser à une échelle plus fine les conséquences sur le terrain. On se reporte donc au jeu de cartes disponibles ; c'est là que l'atlas est utile. En effet lorsque l'on possède un grand nombre de cartes il est important de pouvoir choisir rapidement celles dont on a besoin. Dans ce but, un atlas de cartes est toujours accompagné d'un tableau d'assemblage qui représente les différentes emprises par page sur l'ensemble du territoire concerné.

Le préalable indispensable à la réalisation d'un atlas est de disposer d'une mise en page type, qui sera reprise pour chacune des cartes présentes dans l'atlas.

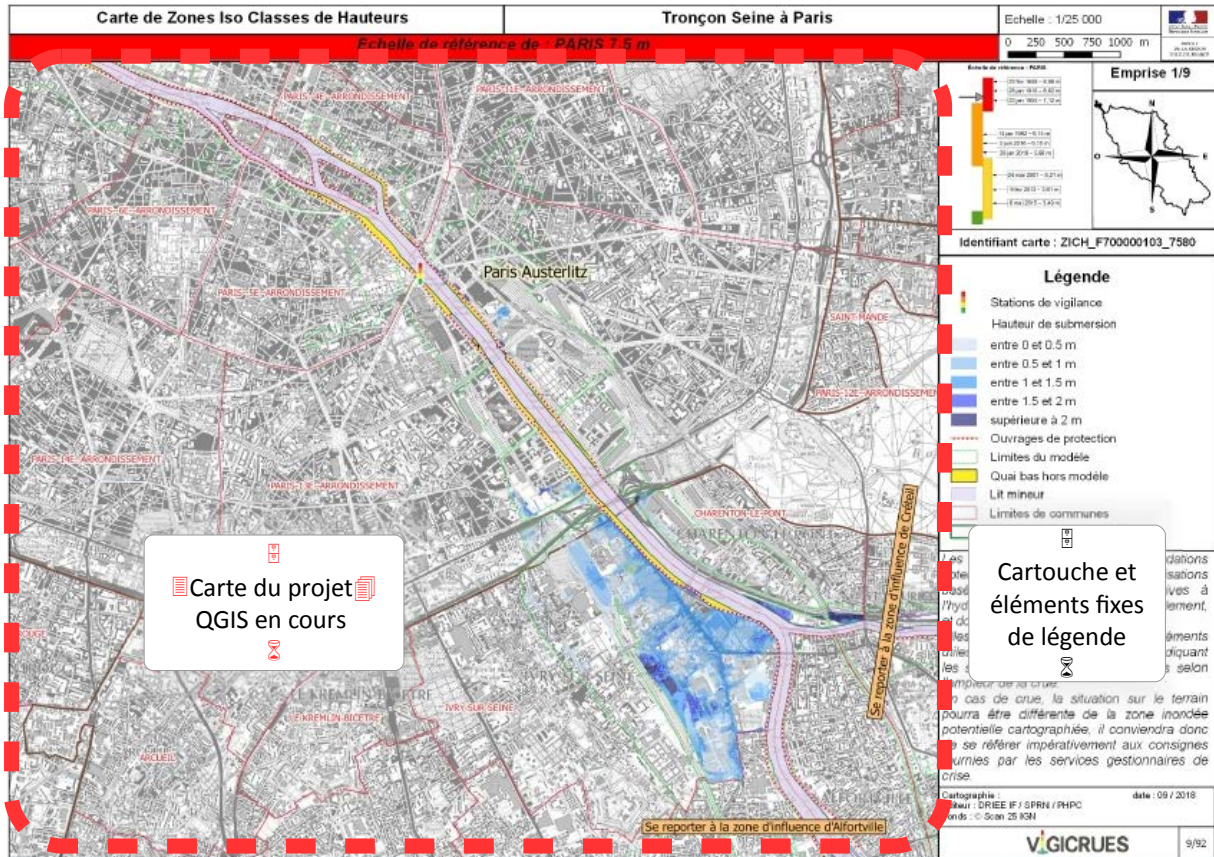
Pour ce faire, on utilise le composeur d'impression de QGIS

Le composeur se présente comme une page blanche. C'est cette page qui sera systématiquement reprise dans l'atlas.

Avant de débiter, quelques exemples de mise en page sont présentés ci-dessous.

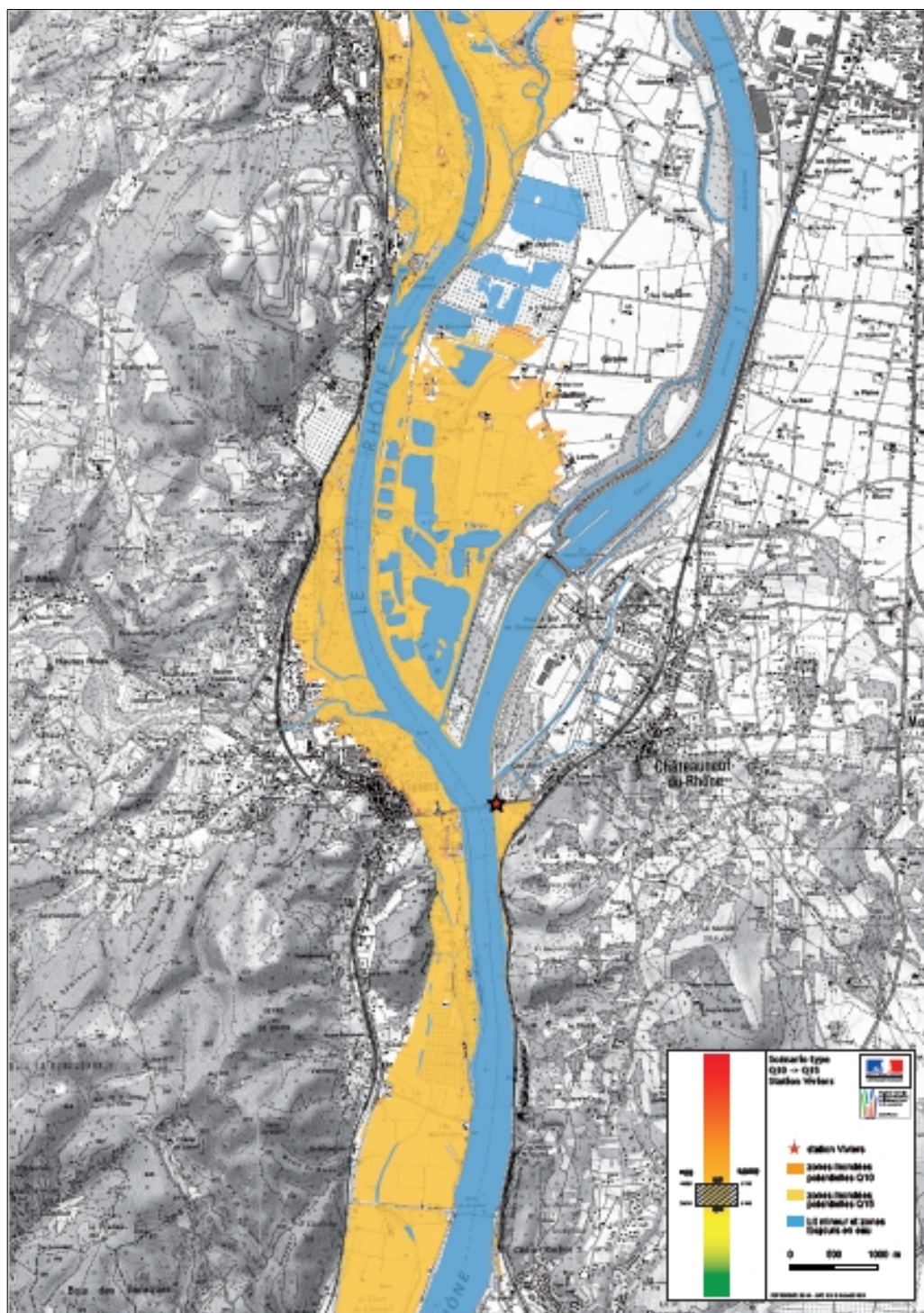


- Exemple de mise en page :



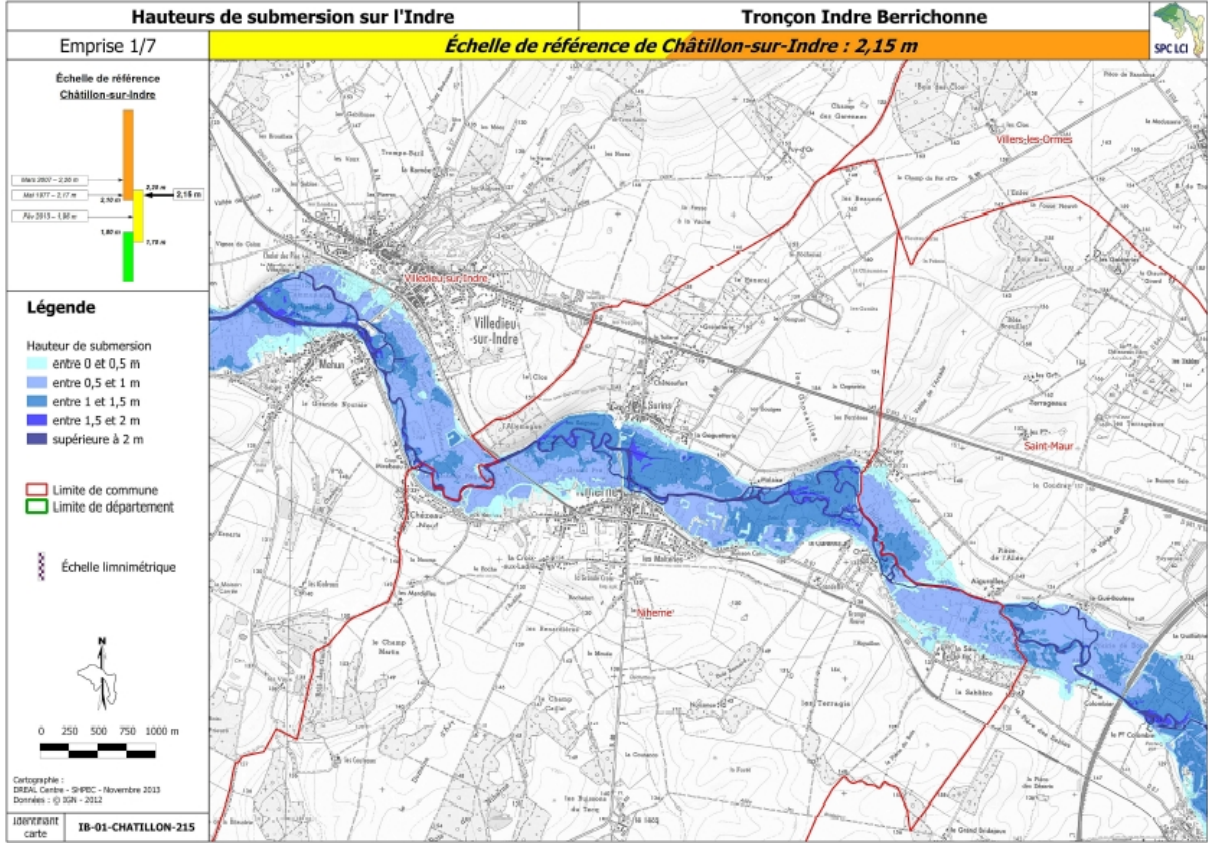


- Exemple de mise en page :

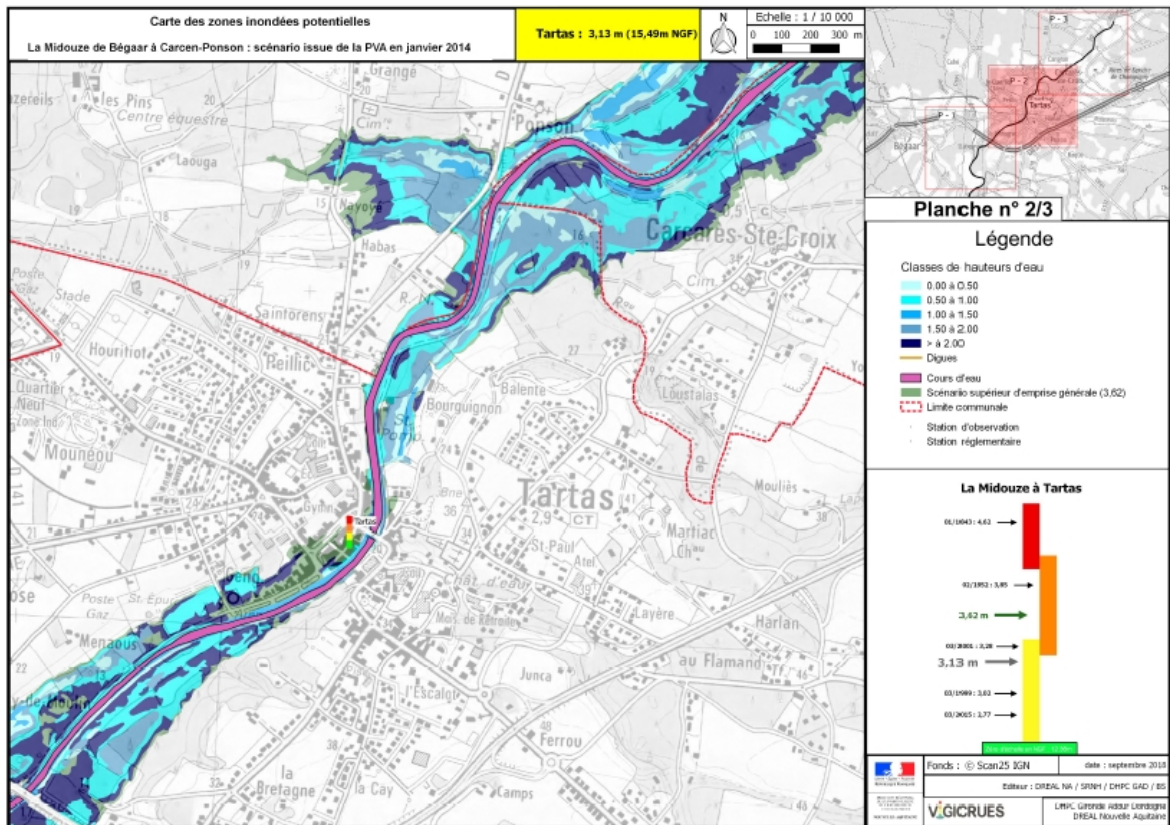




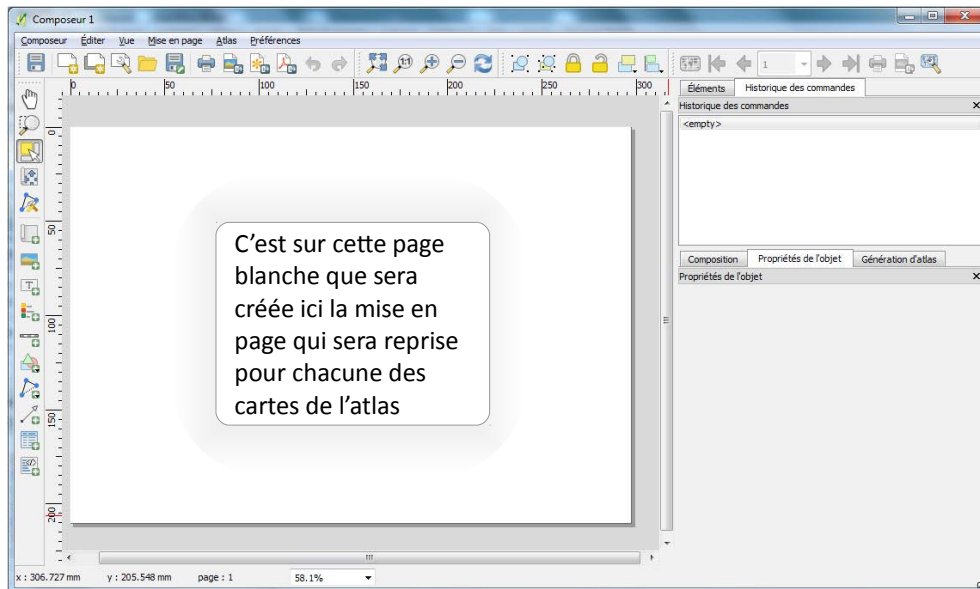
- Exemple de mise en page :



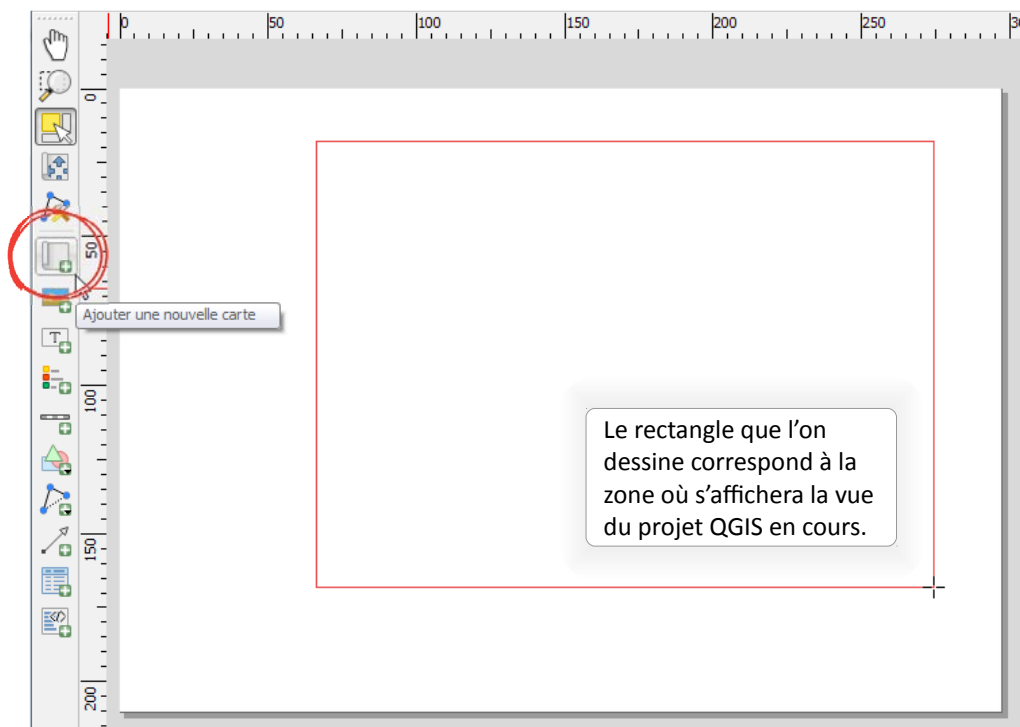
- Exemple de mise en page :



## Créer la composition type de l'atlas



La première étape consiste à définir l'espace cartographique du composeur d'impression. Cliquer sur Ajouter une nouvelle carte (ou menu Mise en Page ► Ajouter une carte).



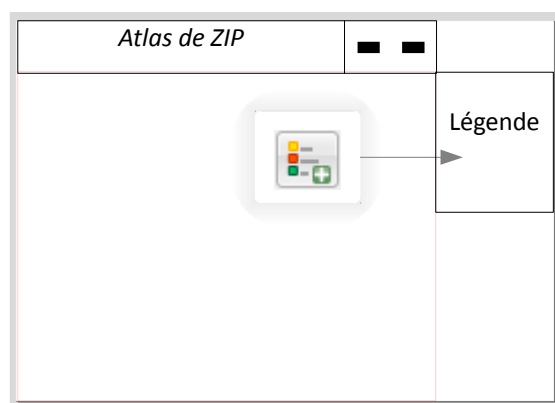
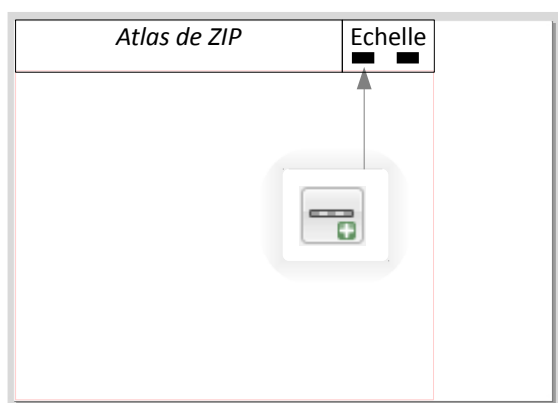
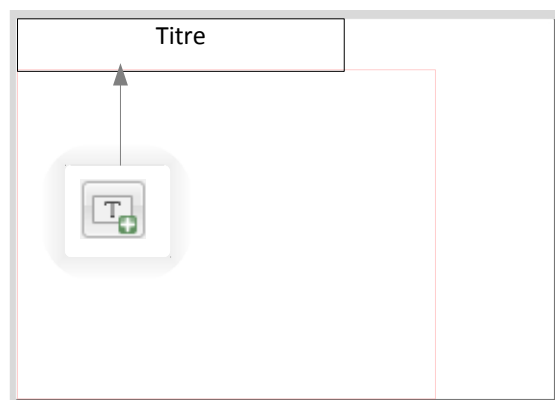
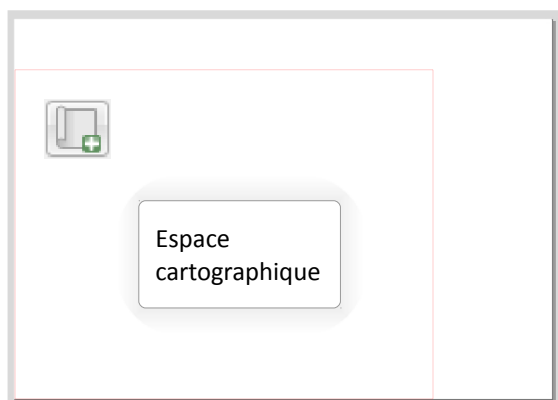
Afin d'élaborer la mise en page, et avant l'édition de l'atlas, il est important de s'interroger sur :

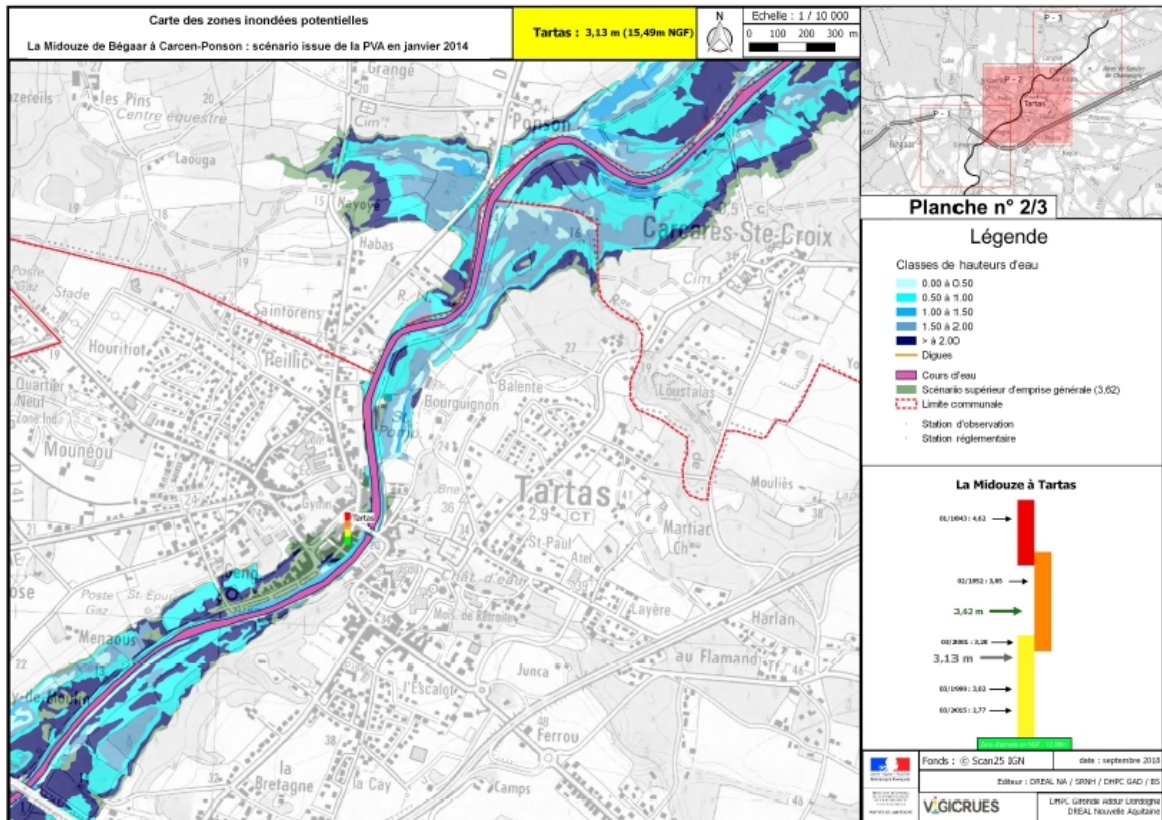
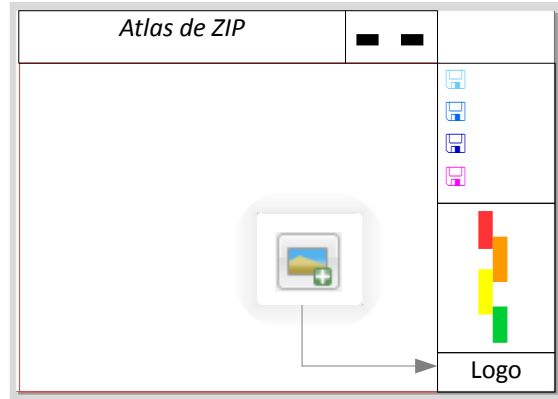
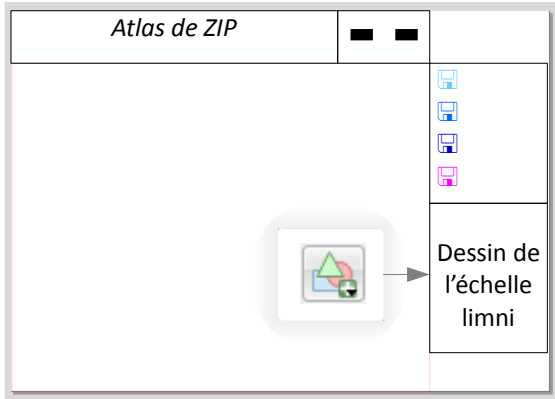
- l'échelle de représentation des ZIP : plus l'échelle est fine, plus il y aura de cartes dans l'atlas (garder à l'esprit la limite préconisée dans la fiche de documentation) ;
- les éléments devant figurer sur la carte : fond de plan, stations, cours d'eau, limites communales, digues, etc.

Ces éléments se décident dans le projet QGIS.

Dans le Compositeur, et sur la mise en page elle-même, on pourra ajouter des éléments tels que la station Vigicrues de référence, la représentation de la hauteur à l'échelle pour le scénario cartographié, une échelle graphique (ex : 1/10 000), les classes de hauteur d'eau, la légende, etc. (voir les exemples plus haut).

▪ Outils de composition



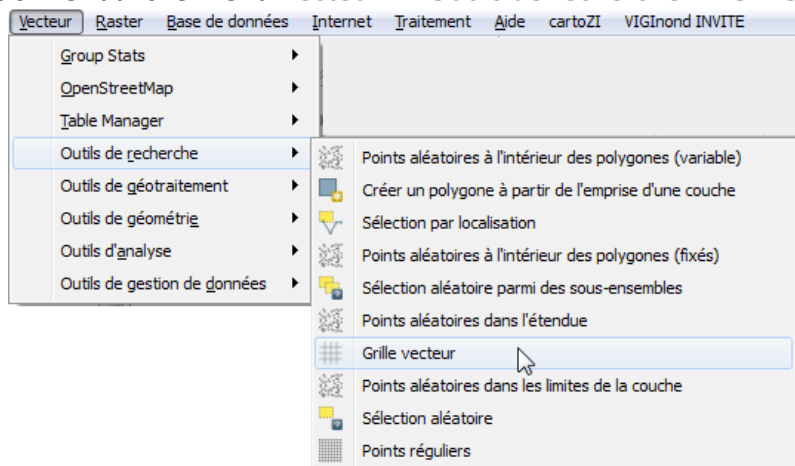




Une fois la mise en page finalisée, revenir au projet QGIS.

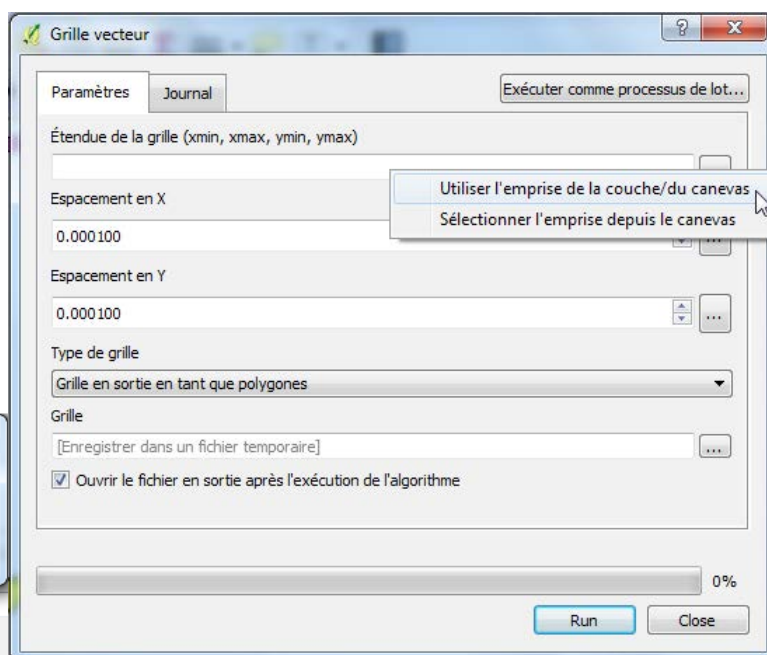
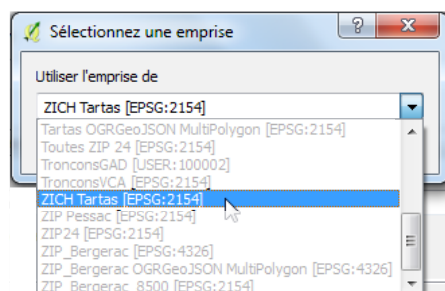
On va définir la grille du tableau d'assemblage.

Pour cela sélectionner dans le menu Vecteur ► Outils de recherche ► Grille vecteur



La création de la grille se paramètre ainsi :

- Étendue de la grille : choisir Utiliser l'emprise de la couche/du canevas.
- Sélectionner la couche de ZIP/ZICH dont on veut faire l'atlas. Toute la couche sera contenue dans la grille créée.



On peut aussi sélectionner l'emprise de la grille à la main avec Sélectionner l'emprise depuis le canevas.

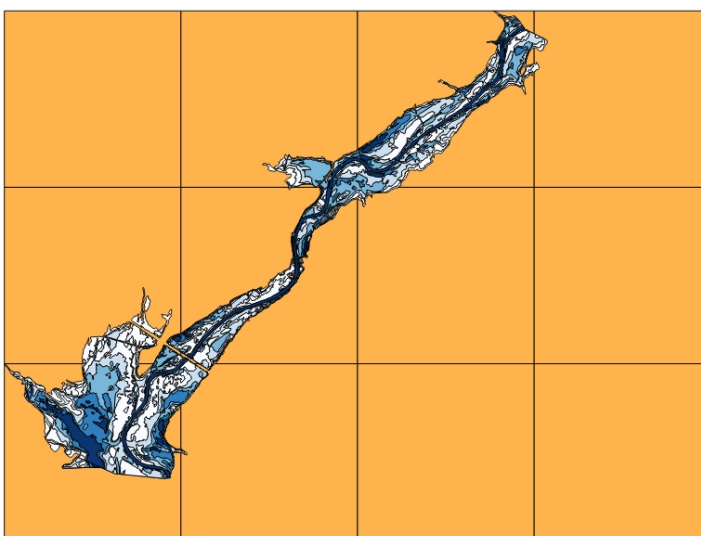


- Espacement en X et Espacement en Y représentent les dimensions de la vue, largeur et hauteur, en mètres.

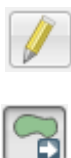
- Type de grille : conserver « en tant que polygones »

Après avoir validé, la grille se crée.

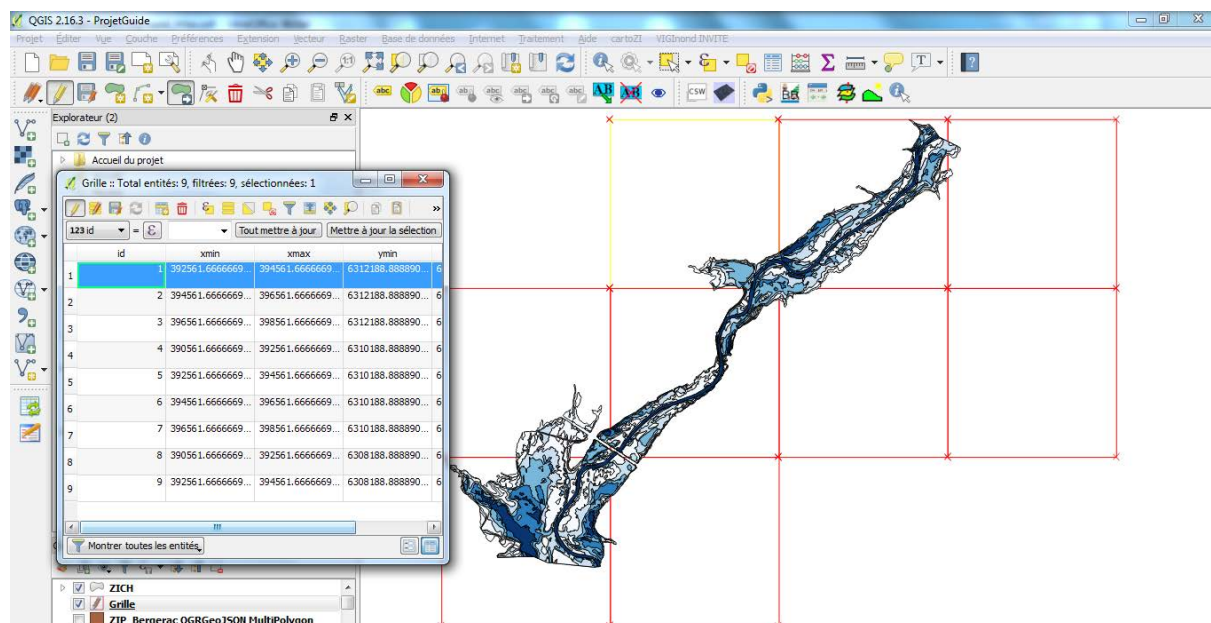
Chaque case de la grille est numérotée par son id (voir la table d'attributs de la couche). Cette numérotation va être utilisée ultérieurement comme référence de page, dans l'atlas.



- Sélectionner la couche de la grille et passer en mode Edition pour modifier la disposition des rectangles créés à l'aide de Déplacer l'entité

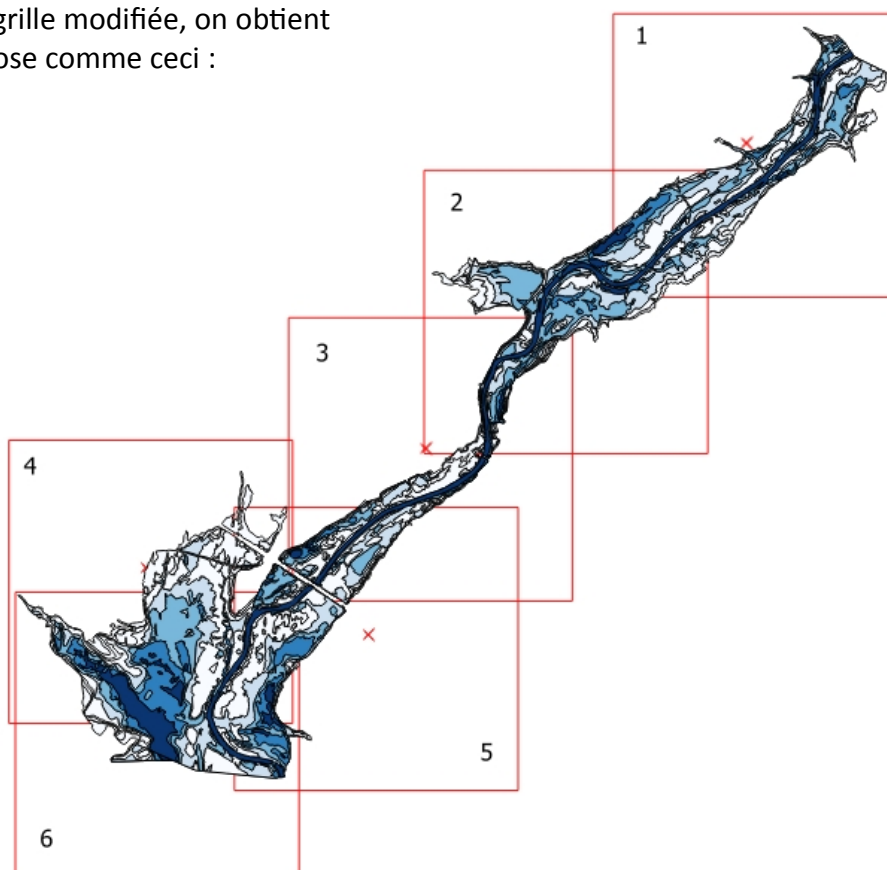


Conserver l'ordre des planches en fonction de leur numéro (id.). Pour cela il est intéressant de sélectionner les éléments de grille à partir de la table d'attributs lorsqu'on les déplace.



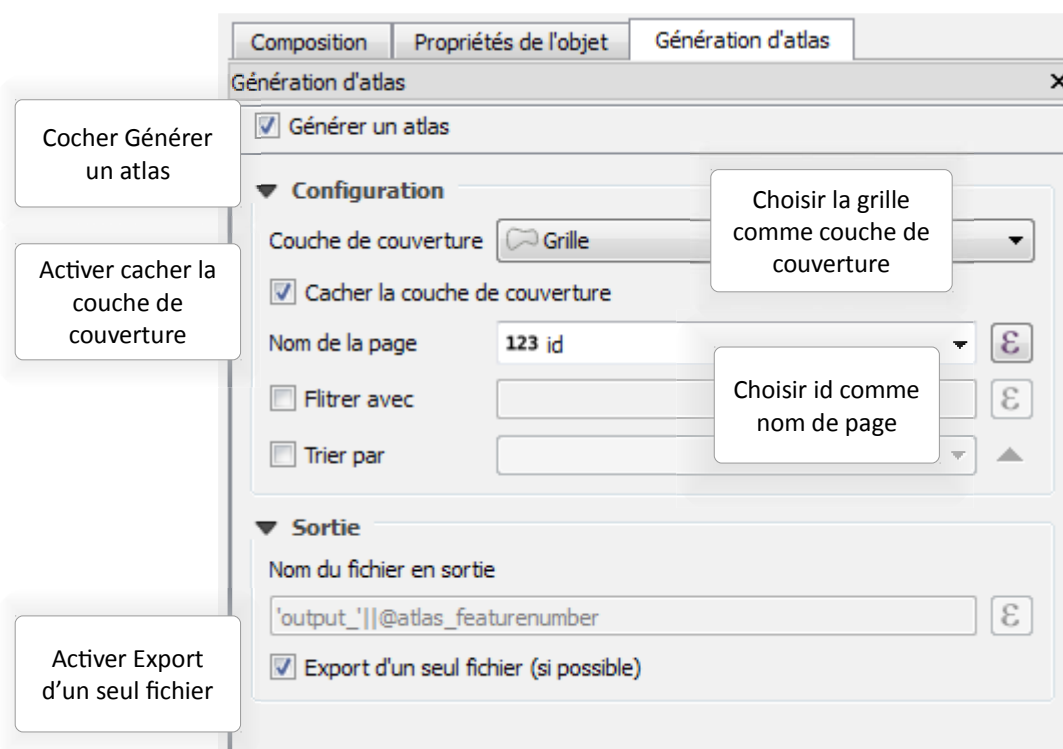
- Supprimer les éléments inutiles de la grille.
- Conserver un peu de chevauchement entre les planches pour faciliter le repérage.
- Ajouter des étiquettes de numérotation pour repérer les planches (se servir du champ id de la table).

Une fois la grille modifiée, on obtient quelque chose comme ceci :

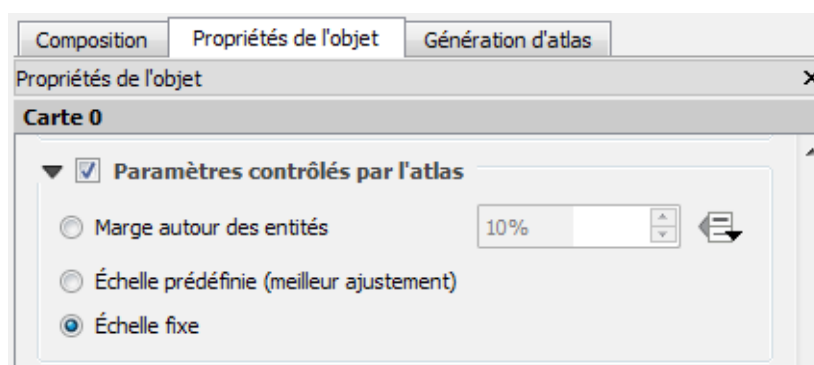


Dans le projet, se mettre alors à l'échelle d'une planche (ex : 1/10 000).

- Revenir au Compositeur d'impression ouvert et à la mise en page en cours. Sélectionner Génération d'atlas.



Dans l'onglet Propriétés de l'objet, activer Paramètres contrôlés par l'atlas, et Échelle fixe.

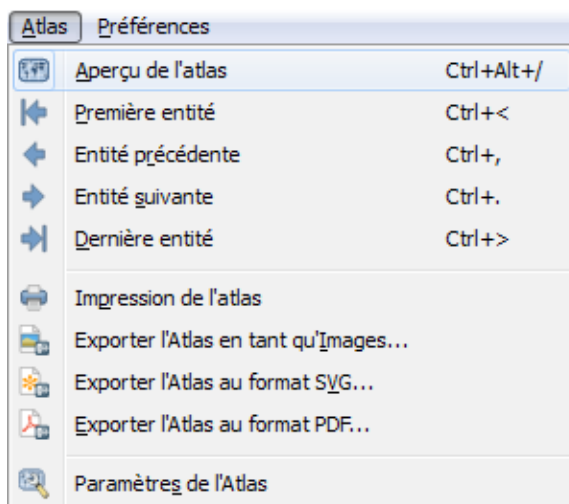


- Dans la barre de menu principale, choisir Atlas ▶ Aperçu de l'atlas.

On peut naviguer dans l'aperçu du rendu avec les options Entité suivante / précédente.

Une fois la vérification des planches faite, revenir dans l'onglet Propriétés de l'objet et activer

Lock layers



## Ajouter une mini-carte

Si l'on souhaite ajouter une mini-carte représentant l'emplacement de la vue en cours sur le tableau d'assemblage général, il faut retourner dans le composeur d'impression sur la mise en page.

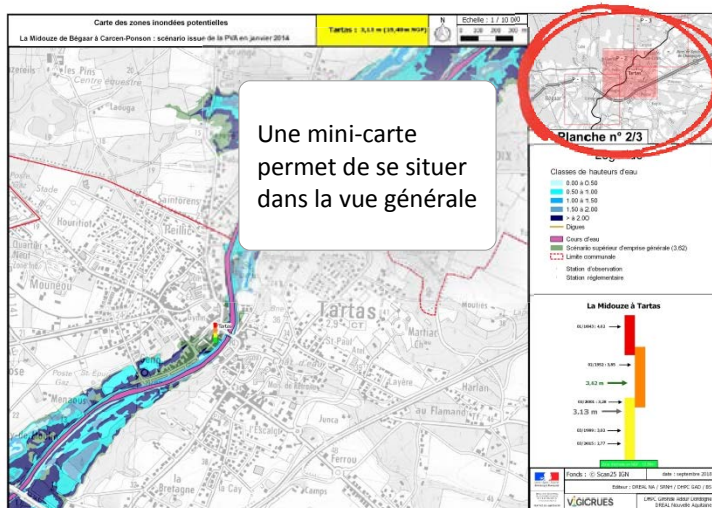
- Ajouter une nouvelle carte



Cette nouvelle zone va servir à insérer la vue générale.

Revenir dans le projet QGIS pour travailler le style de la vue correspondant à la mini-carte (ex :

fond de plan en SCAN 100, étiquettes des planches, etc.).



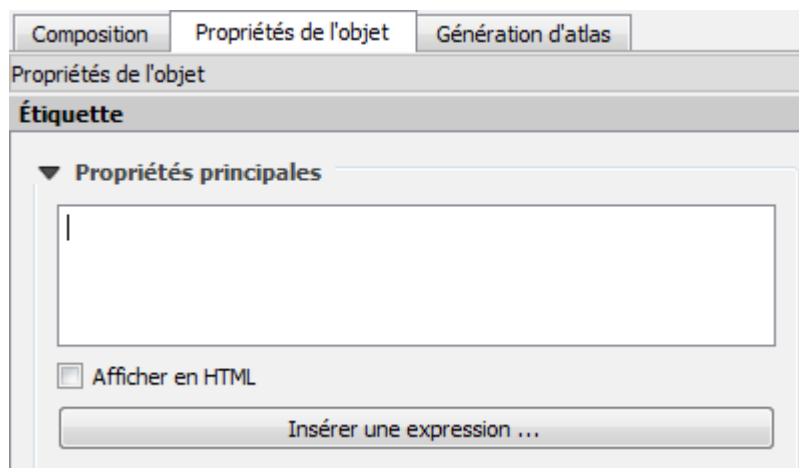


## Numéroter les planches

On peut numéroter les planches automatiquement comme sur l'exemple ci-contre en ajoutant une zone de texte.



Dans les Propriétés de l'objet, Insérer une expression.



L'expression va pouvoir inclure le champ de numérotation des vues (ex : id).

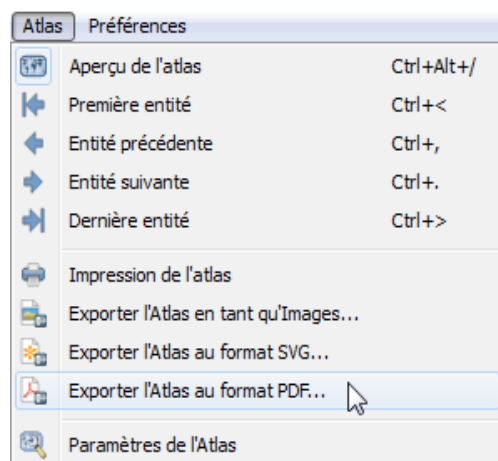
Elle pourra être du type :

Emprise n°[%id%]/7

⇒ Emprise n°1/7



- Pour finir, générer l'atlas au format PDF en cliquant dans le menu général Atlas ► Exporter l'Atlas au format PDF...





Pour aller plus loin :

- Recueil de supports de formation pour QGIS

<http://www.geoinformations.developpement-durable.gouv.fr/ggis-formations-et-supports-pedagogiques-r947.html>

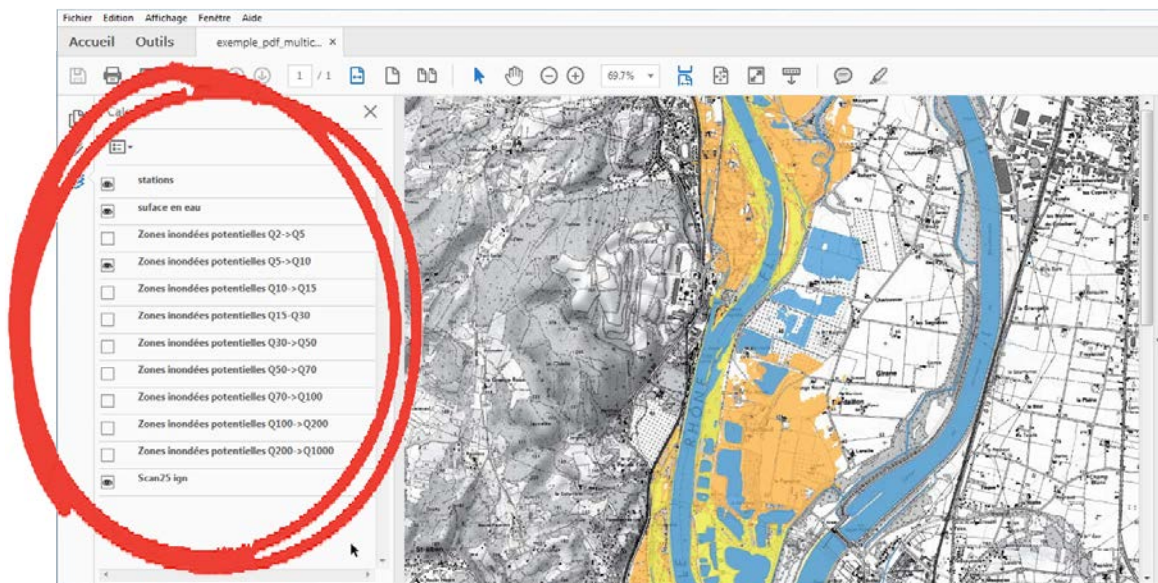
- Un MOOC (Massive Online Open Course, c'est-à-dire, une formation en ligne ouverte à tous (FLOT), aussi appelée cours en ligne ouvert et massif (CLOM)) de l'Ecole Normale Supérieure est mis en ligne sur cette plateforme :

<https://www.coursera.org/learn/cartographie>



## Réaliser un PDF multi-couches

Un PDF multi-couches est un fichier PDF capable de prendre en charge l'affichage ou le masquage des couches qui ont servi à composer l'image.



Il permet par exemple d'inclure plusieurs scénarios d'inondation en fonction des diverses hauteurs à une même échelle Vigicrues.

Nous utiliserons pour cela un utilitaire simple et pratique, nommé **SCRIBUS**

Scribus est un logiciel libre de publication assistée par ordinateur.

Il est téléchargeable à l'adresse : <https://www.scribus.net/>



Voici la marche à suivre :

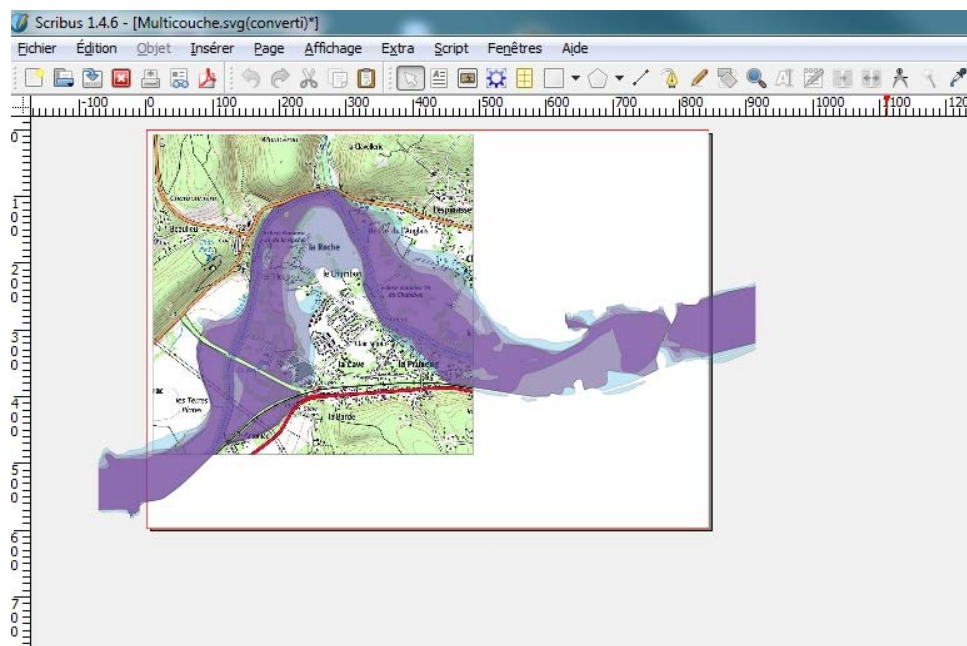
- Préparer et mettre en page une carte dans le composeur d'impression de QGIS.
- Exporter la composition au format .SVG. Il s'agit du format vecteur proposé par QGIS. Pour ce faire sélectionner Composeur ► Exporter au format SVG... Choisir le chemin pour l'enregistrement de la carte en .SVG. La fenêtre Options d'enregistrement SVG s'ouvre.

Cocher la case Exporte des couches de la carte comme des groupes svg (peut affecter l'emplacement des étiquettes). Enregistrer.



Avant de pouvoir créer l'atlas multi-couches, le fichier .svg créé doit être retravaillé. En effet, les calques, exportés depuis le composeur QGIS sont exportés tels quels, sans tenir compte de la limite de la fenêtre de visualisation du composeur.

En l'ouvrant tel quel dans Scribus, on obtiendrait quelque chose qui ressemble à ça :



C'est moche. Il faut donc au préalable redécouper les calques aux dimensions de la page de l'atlas.

Cette opération peut se faire à l'aide d'un logiciel libre nommé **Inkscape**.

Ce logiciel est téléchargeable gratuitement à l'adresse : <https://inkscape.org/fr/>

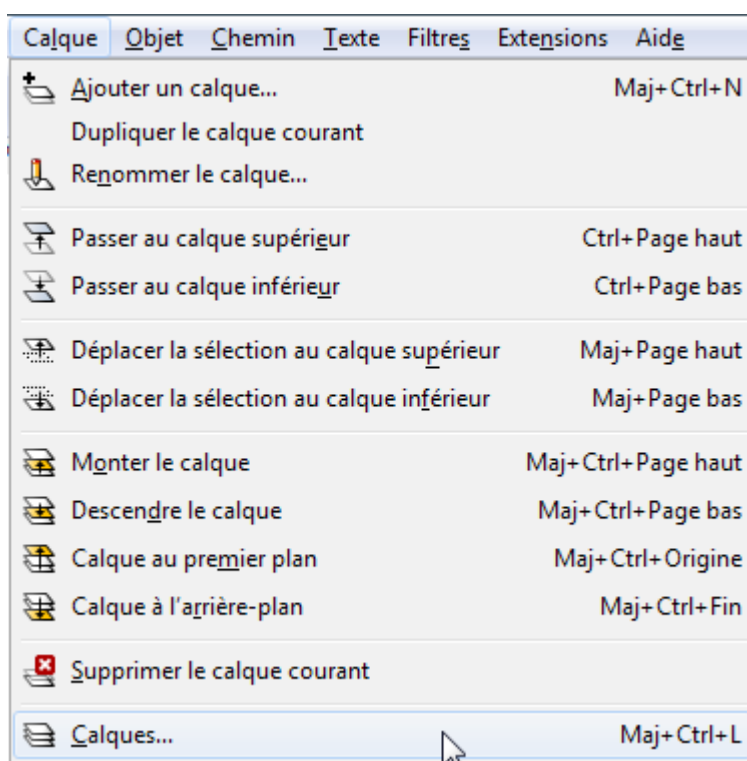


- Lancer Inkscape et ouvrir le fichier .SVG exporté depuis QGIS.

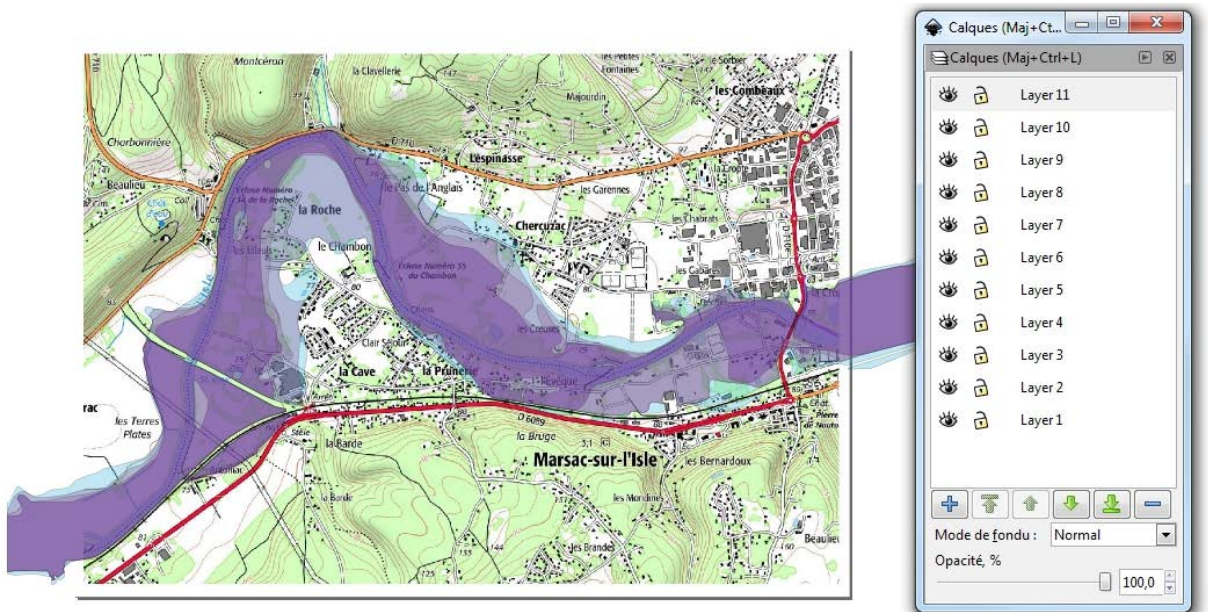
Dans Inkscape, les calques constitutifs du fichier .SVG apparaissent sans masque de la même manière que présenté ci-dessus. Mais Inkscape permet de découper les calques selon un rectangle aux dimensions de la carte. Ce que ne permet pas Scribus.

Auparavant, il peut être nécessaire de nettoyer le fichier des calques inutiles qui ont pu être créés par QGIS lors de l'enregistrement (la fonctionnalité n'étant pas totalement robuste).

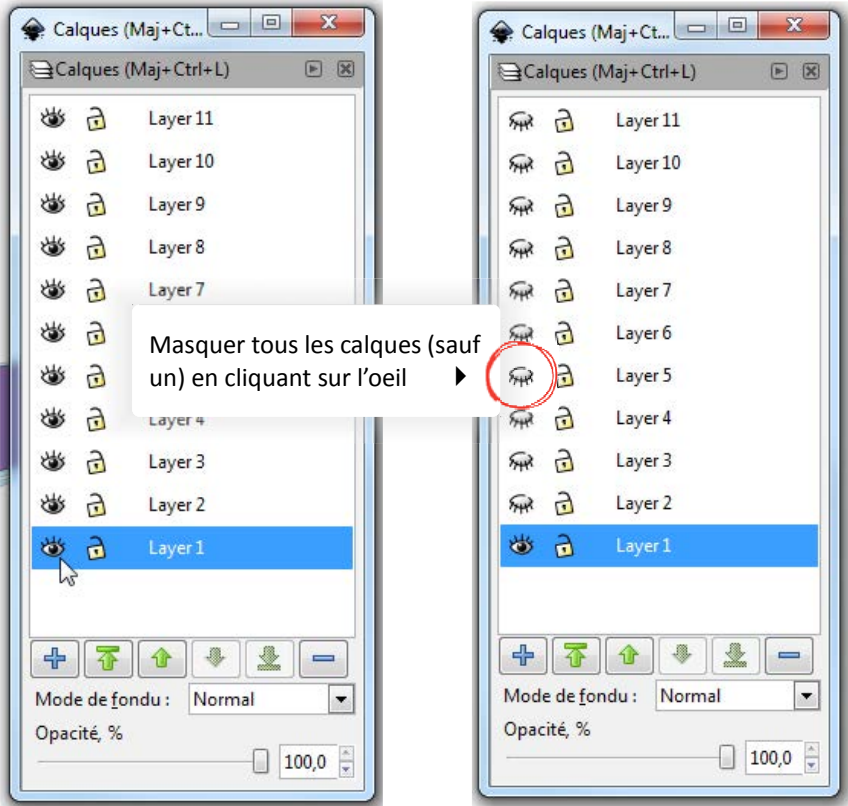
Pour ce faire, ouvrir la fenêtre de gestion des Calques depuis la barre principale de menus :  
Calque ► Calques...



L'ensemble des calques présents est affiché dans la liste qui vient de s'ouvrir. Mais il se peut que certains de ces calques soient simplement vides.

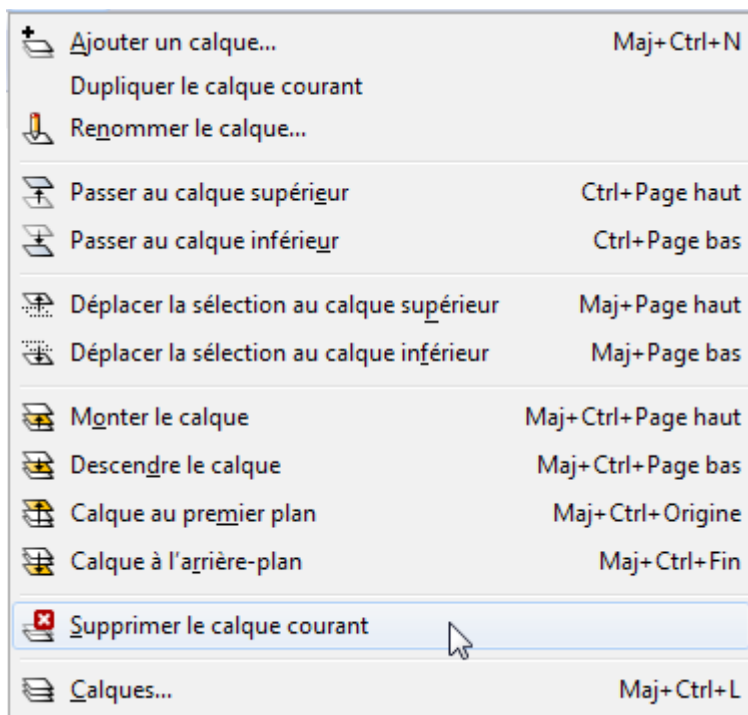


Pour trier les calques utiles des calques inutiles, on peut tous les masquer et ne les afficher qu'un par un. Voici comment :






Sélectionner le calque restant dans la liste des Calques. Si le calque apparaît comme vide dans la fenêtre principale, on peut le supprimer via le menu : Calque ► Supprimer le calque courant.




Attention, le calque courant est celui qui est surligné dans la liste, pas nécessairement celui qui est visible (dont l'oeil est ouvert) !

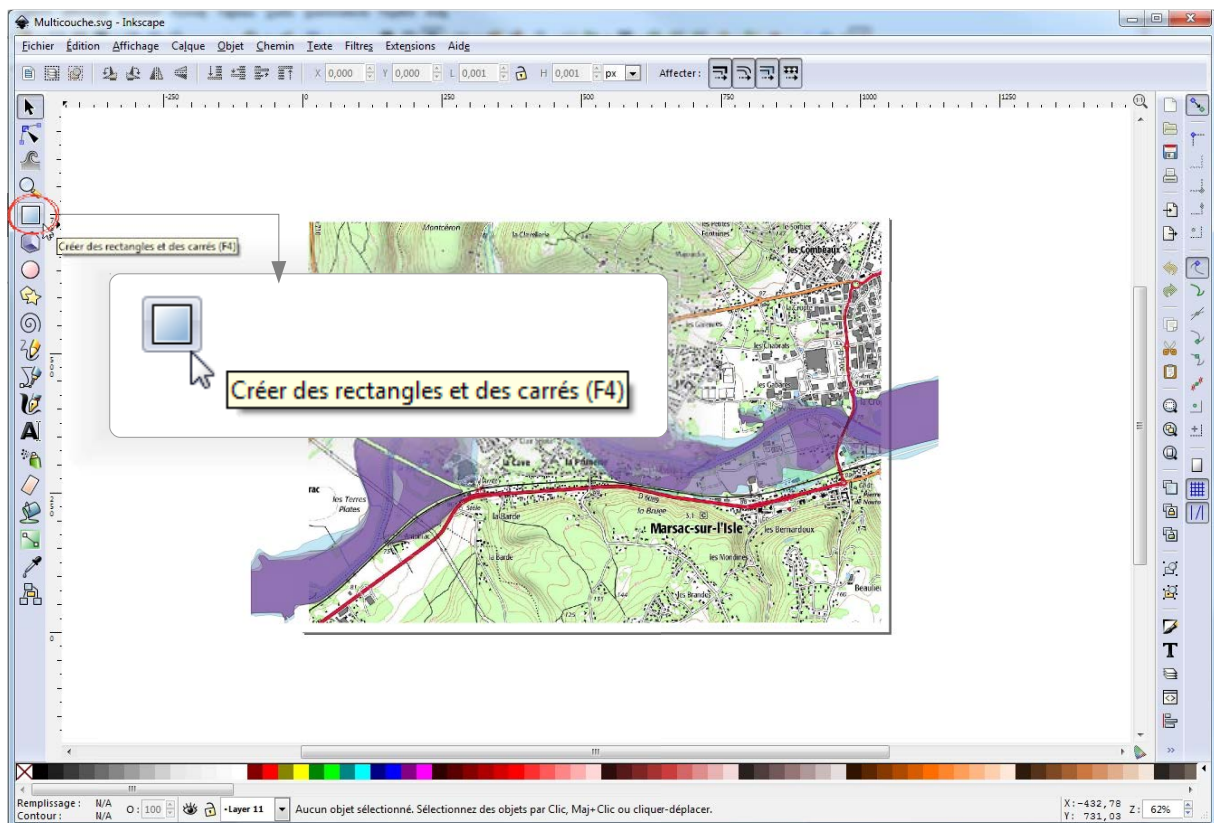
Une fois le ménage opéré dans les calques, il ne reste plus que les calques comportant de l'information.

On va à présent les redécouper au bon format.

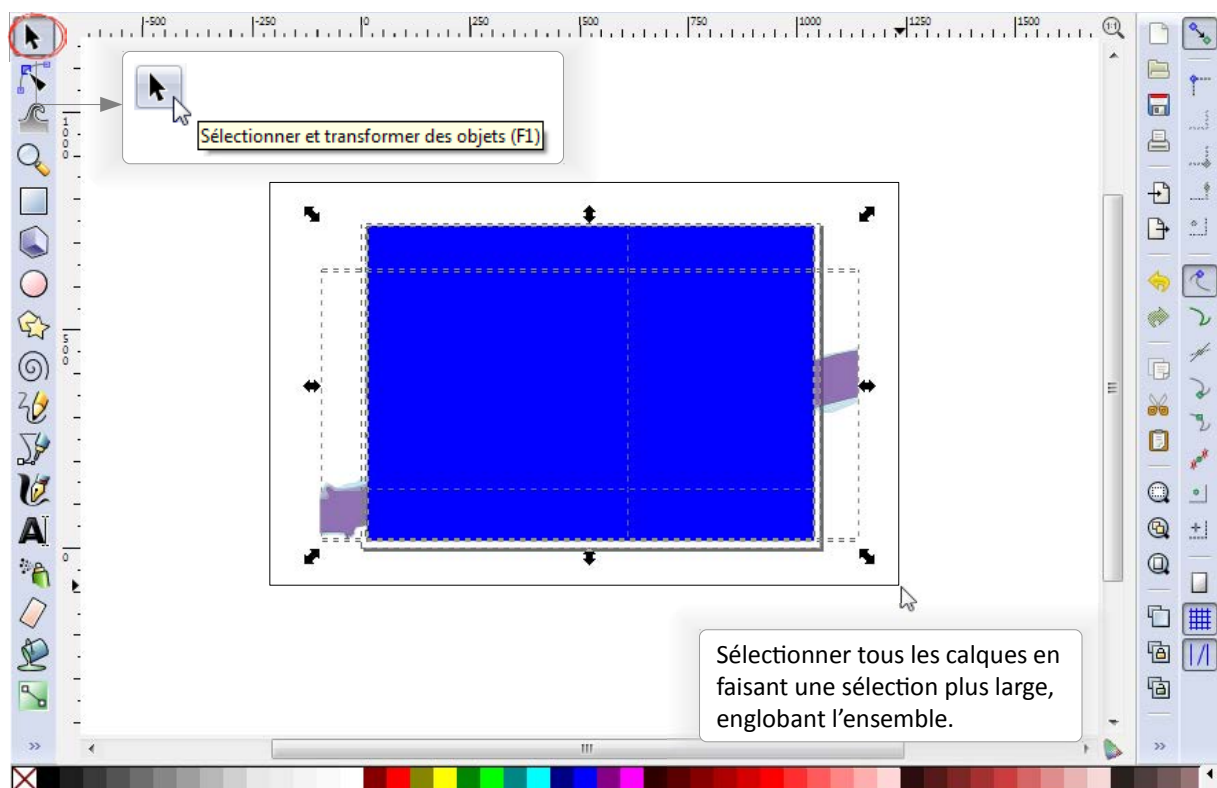
Créer un nouveau calque vierge en cliquant sur le  dans la fenêtre des Calques.

Le positionner au dessus de tous les autres à l'aide de la flèche 

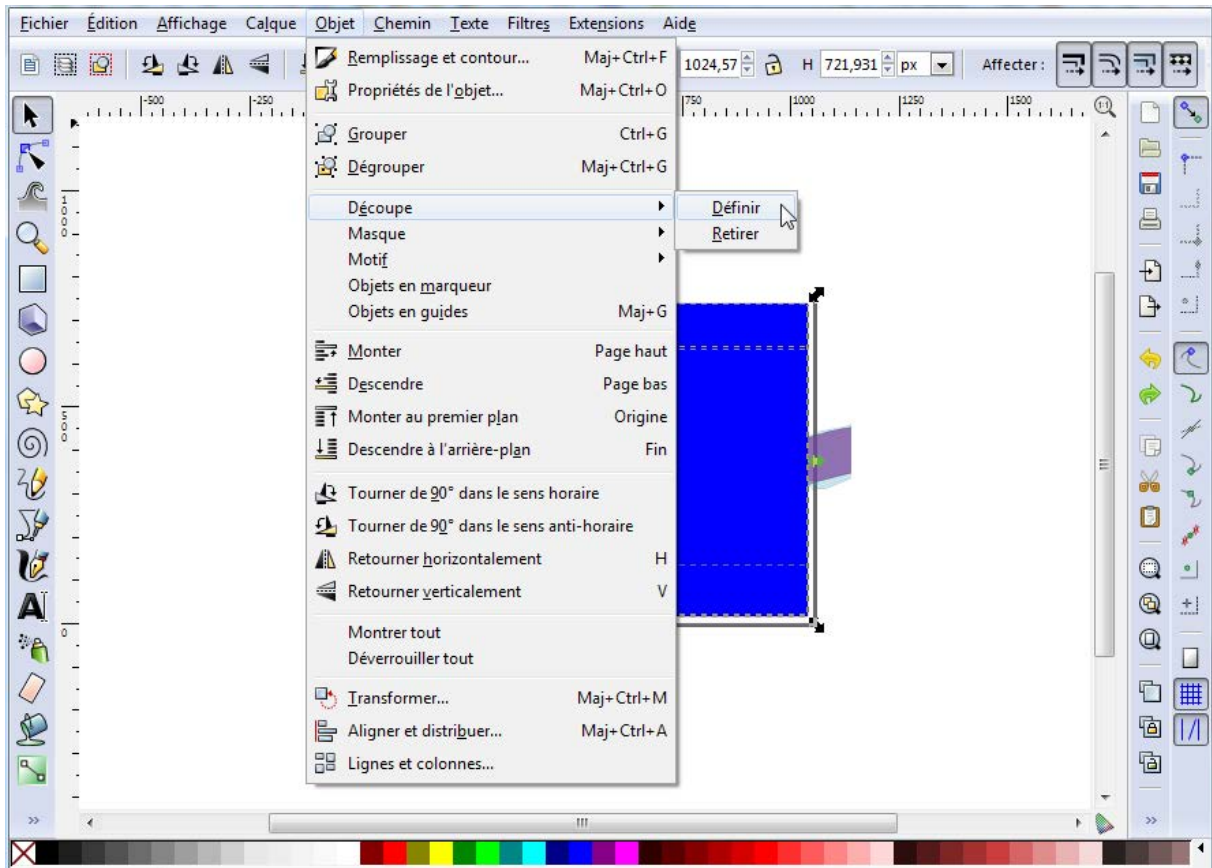
Sélectionner ce nouveau calque dans la liste. Et revenir sur la carte principale pour tracer un rectangle au-dessus des calques, aux dimensions de la carte finale souhaitée. La découpe se fera selon ses dimensions. Pour ce faire :



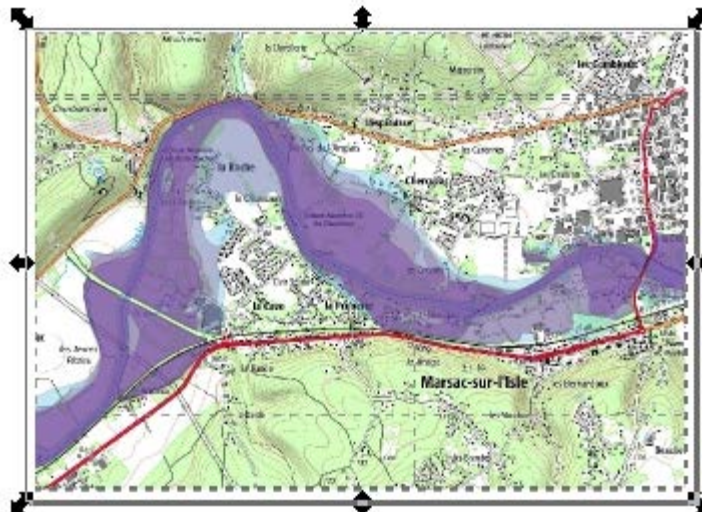





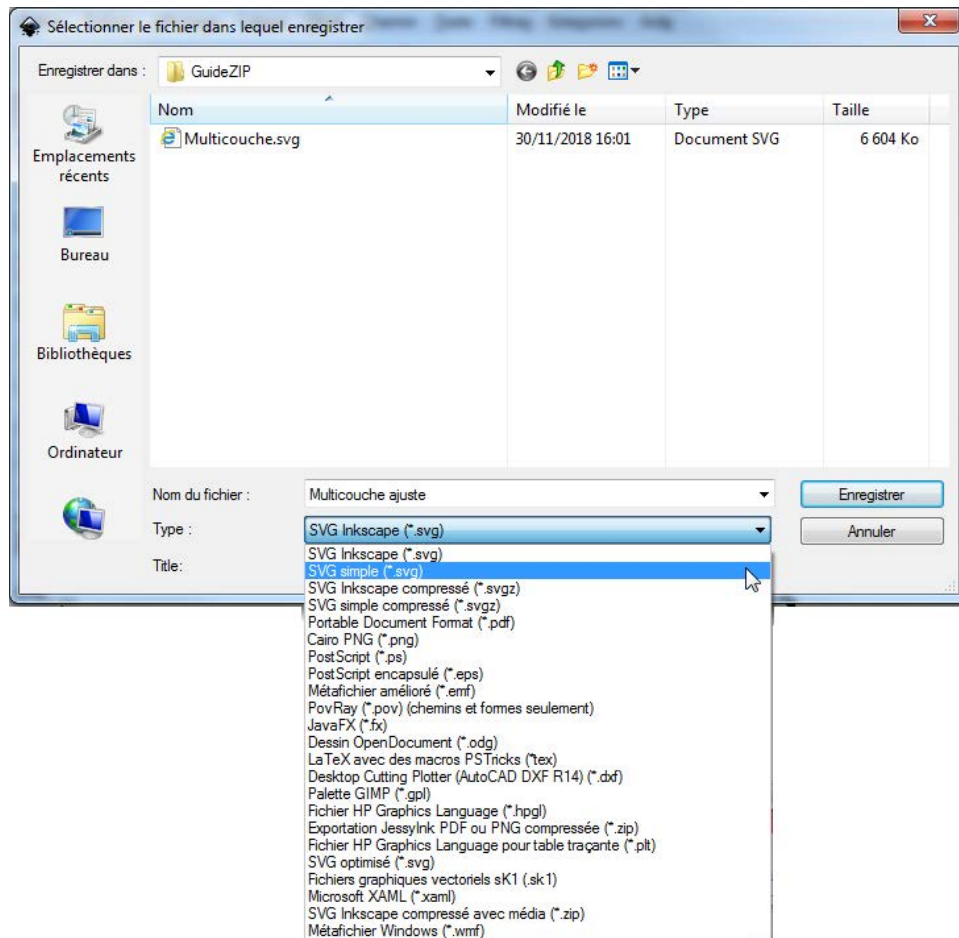
Puis dans le menu Objet ▶ Découpe ▶ Définir



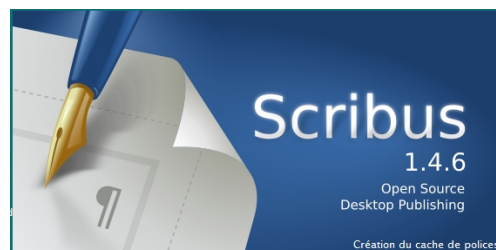
La découpe s'opère selon le rectangle qui disparaît lui aussi.



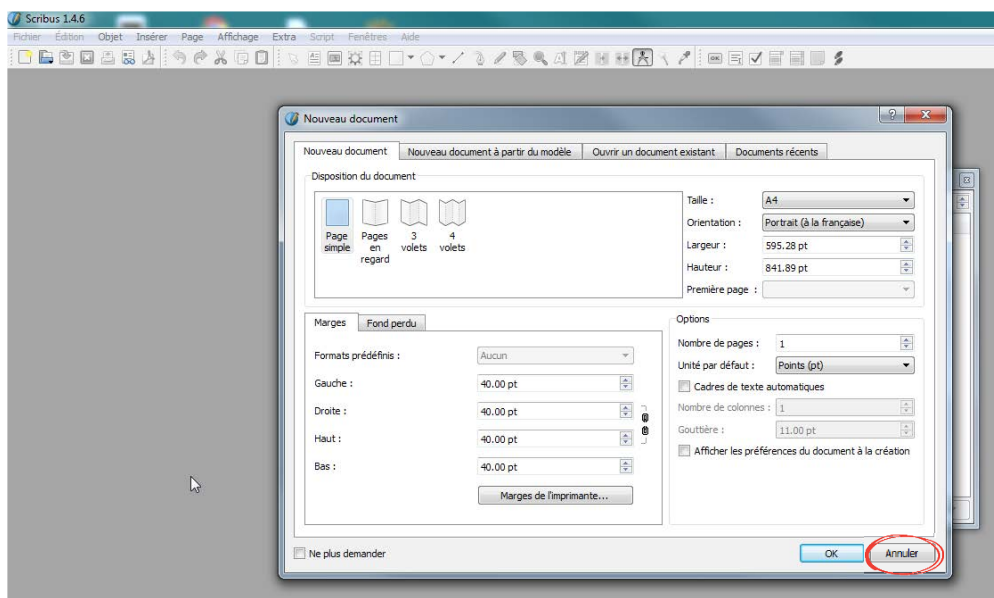
Enregistrer le résultat : Fichier ▶  Enregistrer sous...  
Sélectionner le format .SVG simple (\*.svg)



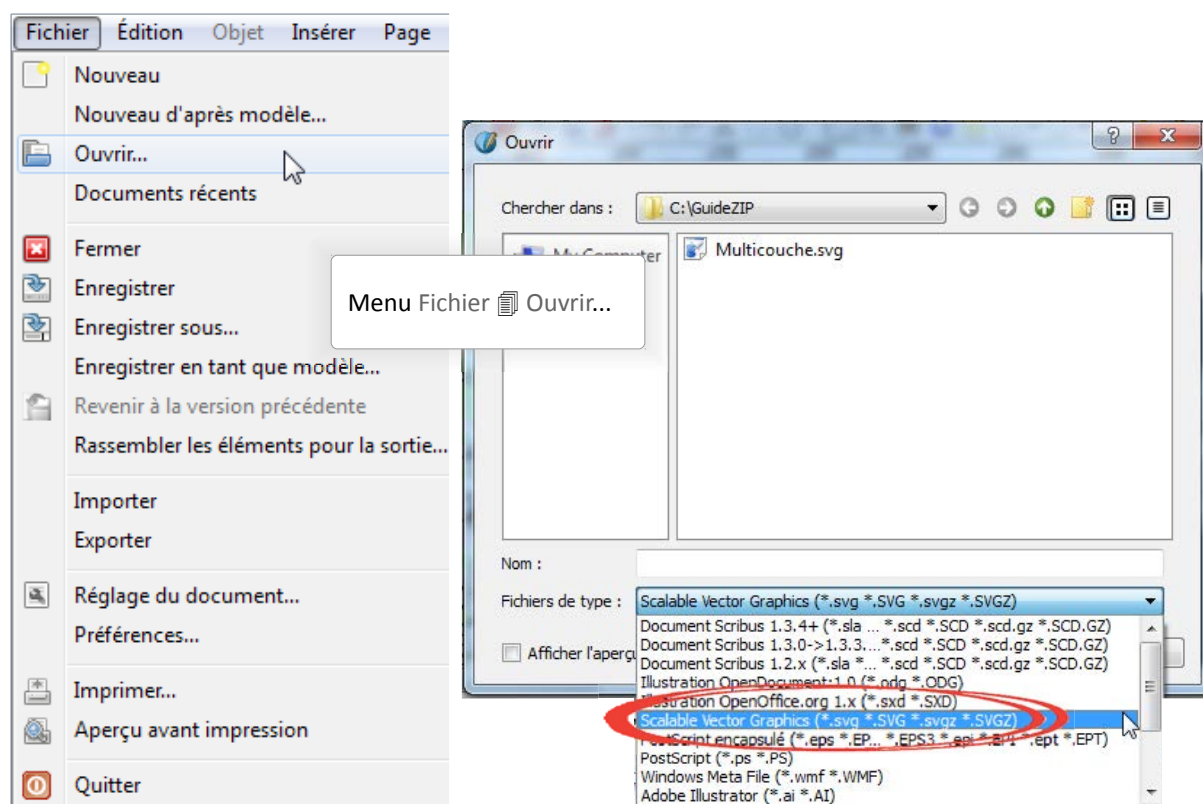
- Lancer ensuite Scribus pour ouvrir le fichier .SVG créé.



A l'ouverture, Scribus propose de créer un nouveau document. Cliquer sur Annuler.

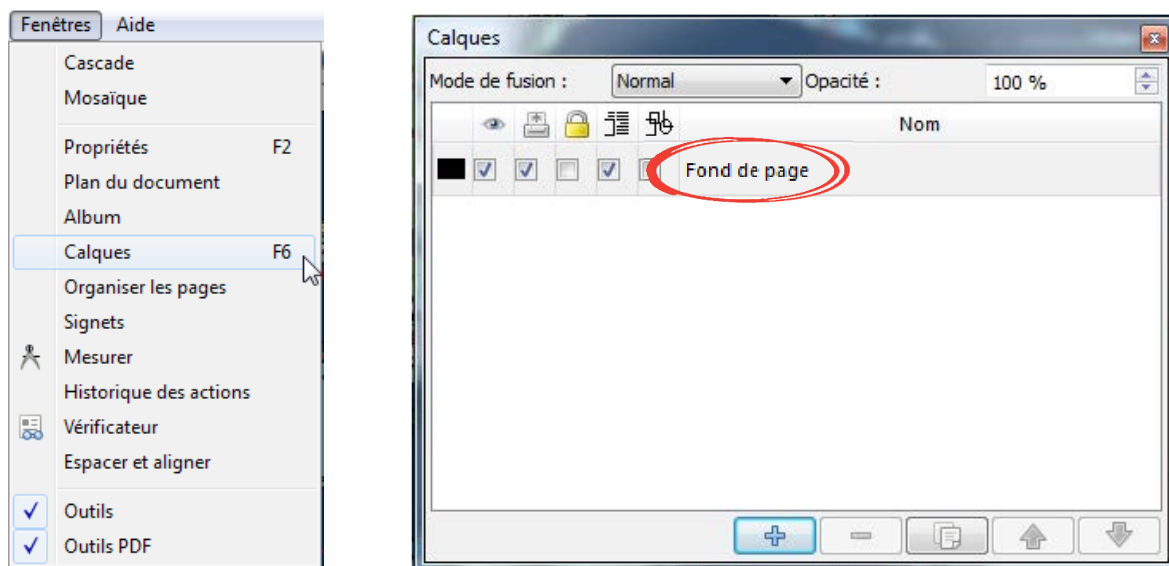


Ouvrir le fichier en précisant bien le format SVG.



Principe du processus de création des différentes couches :


A l'ouverture du fichier, on s'aperçoit que toutes nos couches n'apparaissent pas et sont rassemblées sous un seul calque nommé Fond de page. Pour faire apparaître cette fenêtre, aller dans le menu principal Fenêtres ► Calques (F6)



Les couches du fichier SVG vont devoir être séparées et placées dans autant de calques que de couches qui composaient la carte QGIS initiale.

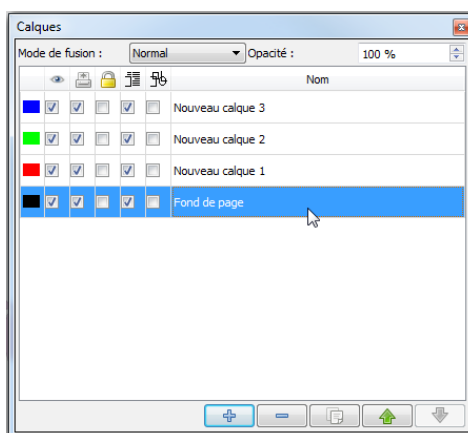
Pour cela, ouvrir la fenêtre des calques si ça n'est pas déjà fait :

- dans le menu principal, choisir Fenêtres ► Calques.


Ajouter des calques à l'aide du bouton 

En ajoutant une dizaine environ (selon le nombre de couches qu'il y avait dans QGIS)

Dans la fenêtre des Calques, sélectionner le Fond de page.

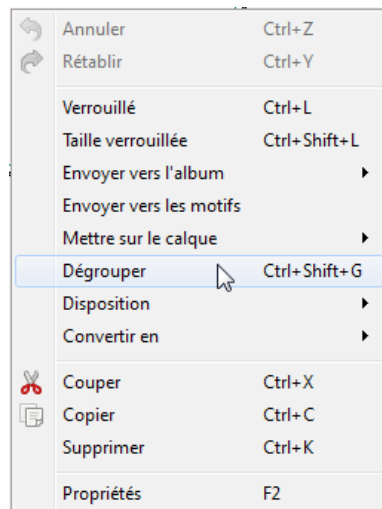





Puis, à l'aide de l'outil de sélection  cliquer sur la carte dans la fenêtre principale, et faire un clic-droit Dégroupier (dézoomer au préalable si nécessaire).

Les couches seront dégroupées et donc indépendantes les unes des autres (on pourra ainsi les manipuler une par une).

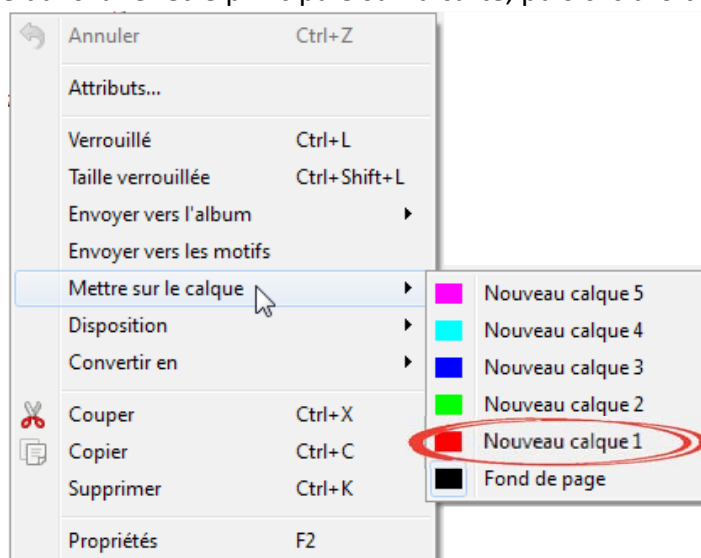
▪ Il faut à présent associer chacune des couches de la carte à un calque. Le mode opératoire est simple, mais on peut éventuellement se perdre dans cette étape si on ne prête pas attention à chaque phase. Aussi, il convient de bien suivre la procédure suivante et de procéder à des vérifications au fur et à mesure des manipulations. :




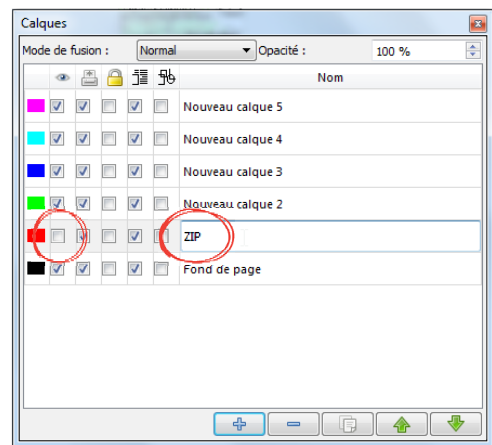
- activer le "fond de page" en cliquant dessus dans la fenêtre Calques (il apparaît surligné),

- avec l'outil de sélection , sélectionner une première couche de la carte à attribuer à un calque. Clic gauche dans la fenêtre principale sur la carte, puis clic droit.


- dans le menu contextuel choisir : Mettre sur le calque et choisir un des calques encore libre.



- dans la fenêtre des calques, décocher  pour le calque qui vient d'être utilisé afin de vérifier quelle couche lui a été affectée (elle ne s'affiche plus dans la carte).  
En profiter pour renommer le calque de manière à pouvoir aisément identifier la couche (double clic sur "nouveau calque xx").



Reprendre l'étape précédente pour tous les éléments de la carte, en sélectionnant le fond de page à chaque fois. Penser à décocher chaque calque après attribution d'une couche : à la fin, la page doit être vierge.

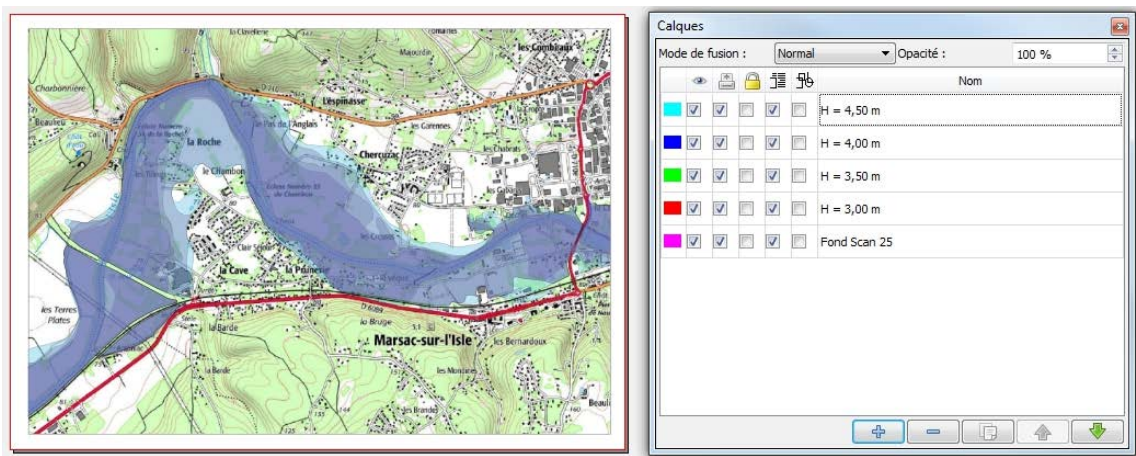
Le calque Fond de page est vide. On peut le supprimer. Le sélectionner dans la liste. Et cliquer sur le bouton 

Une fois toutes les couches attribuées, il est possible de réorganiser l'ordre des calques pour rendre la composition lisible. Dans la fenêtre « Calques », déplacez les calques les uns au dessus des autres à l'aide des flèches vertes.




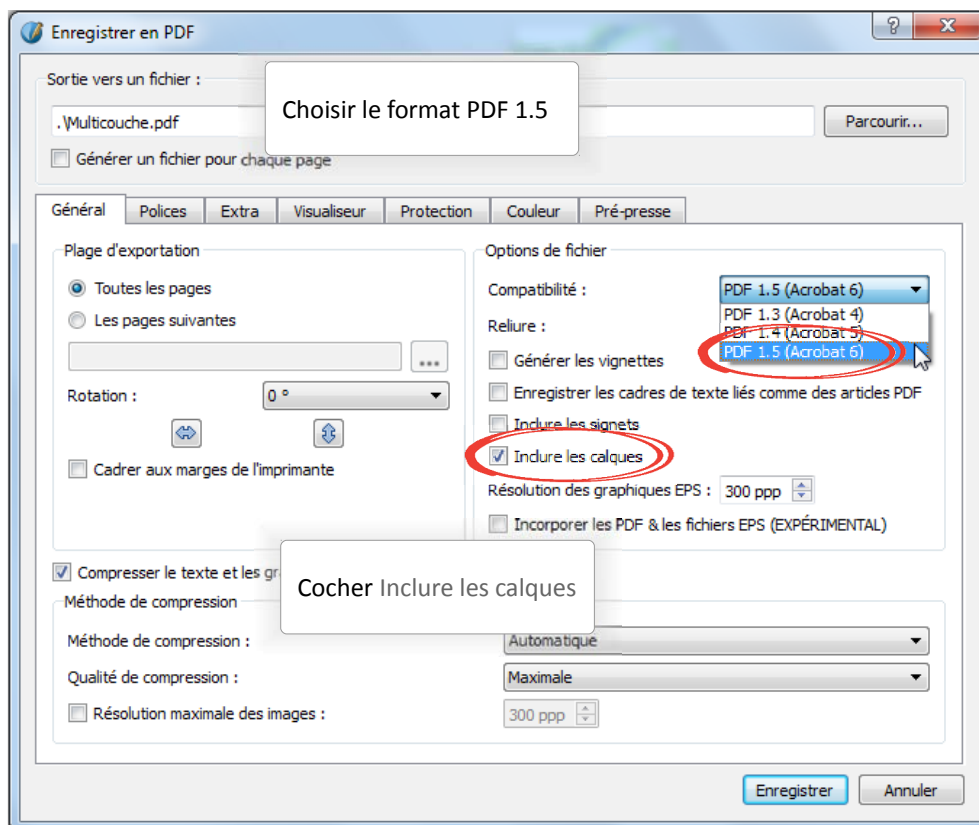
Il est conseillé de reproduire le même ordre d'empilement des couches que dans le projet QGIS initial.

Renommer si besoin les calques de la manière la plus parlante ; les noms seront ceux affichés dans le PDF multi-couches produit. Le résultat doit ressembler à ça :



▪ Création du PDF

Pour procéder à l'enregistrement au format PDF multicouche, cliquer sur  ou dans le menu principal : Fichier ▶ Exporter ▶ Enregistrer en PDF...



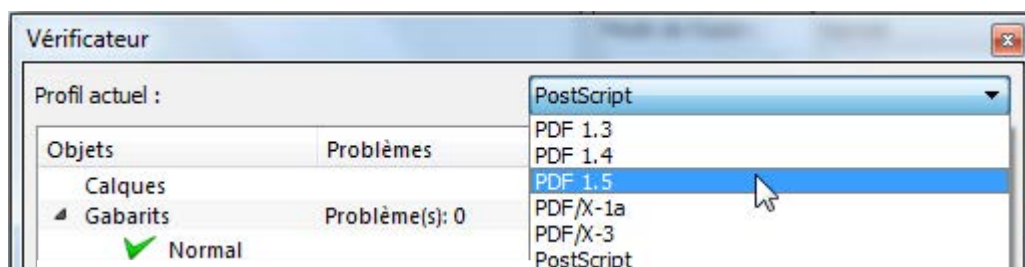
Cliquer sur Enregistrer

Pour finaliser l'export :

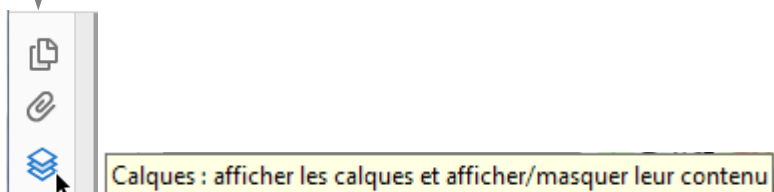
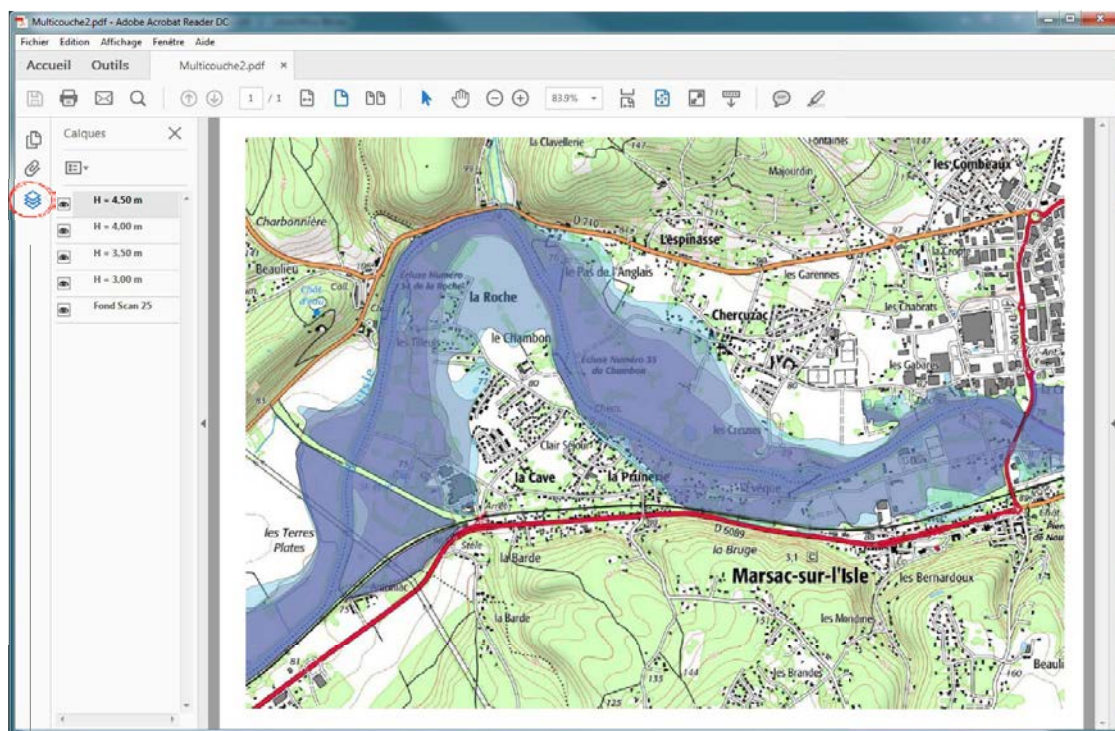
- confirmer la compatibilité PDF 1.5

- cocher Inclure les calques

Cliquer sur OK



Le résultat est un fichier PDF dont on peut afficher ou masquer les couches, comme dans QGIS.





## Exploiter un projet QGIS

Au-delà des possibilités de visualisation et de mise en page qu'offre QGIS, l'outil cartographique permet de mener des analyses à partir des scénarios d'inondation pré-établis de VIGInonde et des bases de données d'enjeux (population, routes, bâtis, hôpitaux, écoles, *etc.*). Le traitement de ces données et leur croisement avec les surfaces inondées permettent la préparation d'outils descriptifs des conséquences possibles sur le territoire d'un scénario donné d'inondation.

En gestion de crise, l'affichage d'une ZIP et de tous les enjeux superposés ne permettra pas d'apporter de réponse hiérarchiser. Il est recommandé de mener des analyses préalable, en affichant non pas tous les enjeux à la fois, mais des couches d'enjeux par types, pour répondre à un objectif précis.

Par exemple, une opération d'évacuation de la population pourra se préparer en affichant les populations en zone inondable, les routes d'accès, les lieux de rassemblement et les lieux d'hébergement prévus.

Au regard des spécificités de l'aléa inondation et de son impact, la liste des enjeux d'intérêt doit être adaptée et déclinée aux spécificités du territoire. Par exemple, on s'intéressera à la population en zone inondable, à la présence de maisons sans étages, d'habitats ou d'exploitations isolées, à l'identification des routes inondables, l'interruption d'une activité industrielle, commerciale ou d'un service public, ou des enjeux particuliers recensés liés à des cheptels.

C'est l'inventaire des enjeux qui permet de hiérarchiser les priorités en matière d'actions.

Le rassemblement des données d'enjeux est transversal. Il implique de nombreux acteurs pour mobiliser les données et connaissances de chacun. La démonstration par l'exemple d'analyses d'enjeux inondables par le croisement entre les scénarios d'inondation et les bases disponibles d'enjeux peut constituer un outil efficace pour engager une démarche continue d'enrichissement des bases par l'adhésion des différents acteurs.

Le guide d'accompagnement des missions RDI propose une première ébauche de liste qui peut servir de base de travail au rassemblement de données d'enjeux. C'est sur la base de cette liste que nous proposons des flux de données interrogeables avec QGIS. Elle permet



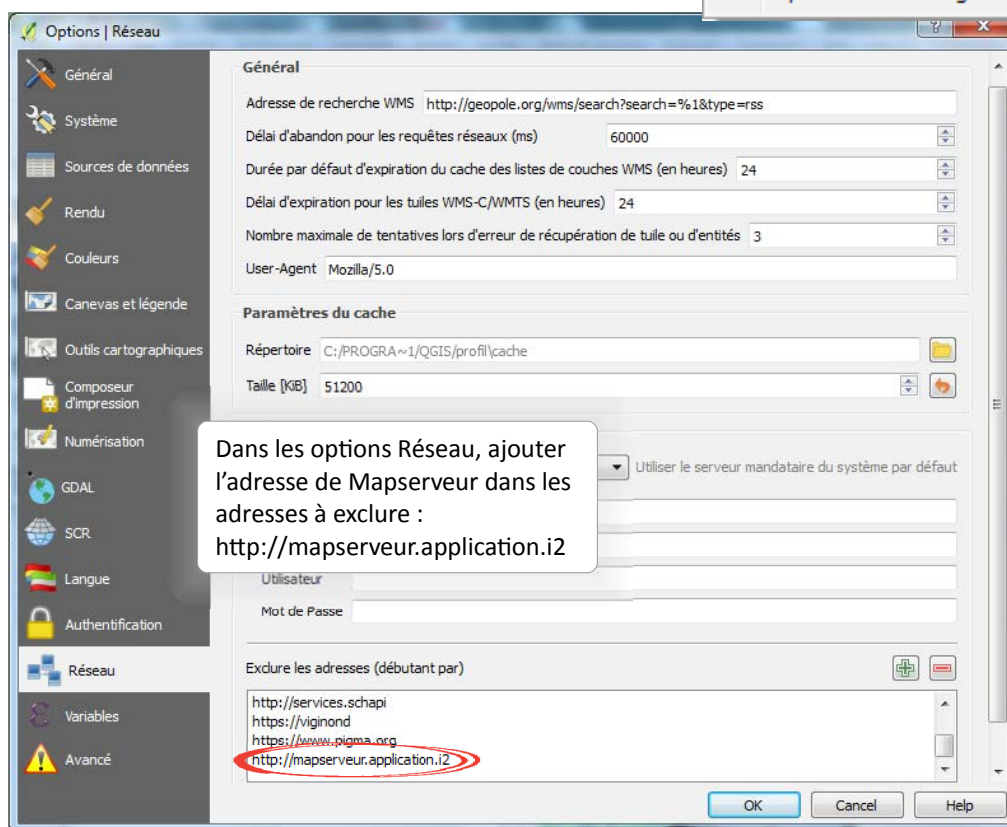
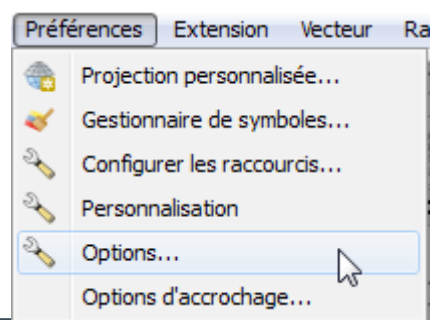
d'une part de se familiariser avec le croisement des données et d'autre part de constituer une base de travail à enrichir. La liste constituée n'est qu'indicative et peut être complétée ou amendée en fonction des problématiques locales. Elle recense des flux WMS ou WFS.



Étant amenée à évoluer et s'enrichir régulièrement, la liste détaillée est donnée en annexe.

Pour les flux WMS (image) de couches nationales avec une adresse mapserver, il faut au préalable paramétrer QGIS :

Dans le menu principal, sélectionner  
Préférences ► Options ► Réseau





Quelques références sur l'organisation du recensement des enjeux :

- Guide d'accompagnement des missions de référent départemental pour l'appui technique à la préparation et à la gestion de crises d'inondation sur le territoire national ; Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) du Ministère de la transition écologique et solidaire (MTES).
- Guide ORSEC départemental – Disposition spécifique inondation ; Guide S3 ; Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises ; I.S.B.N. 978-2-11-139178-9



## Exemples de fiches hauteur-enjeu

### Fiche réflexe n°1 : enjeux bâtiments

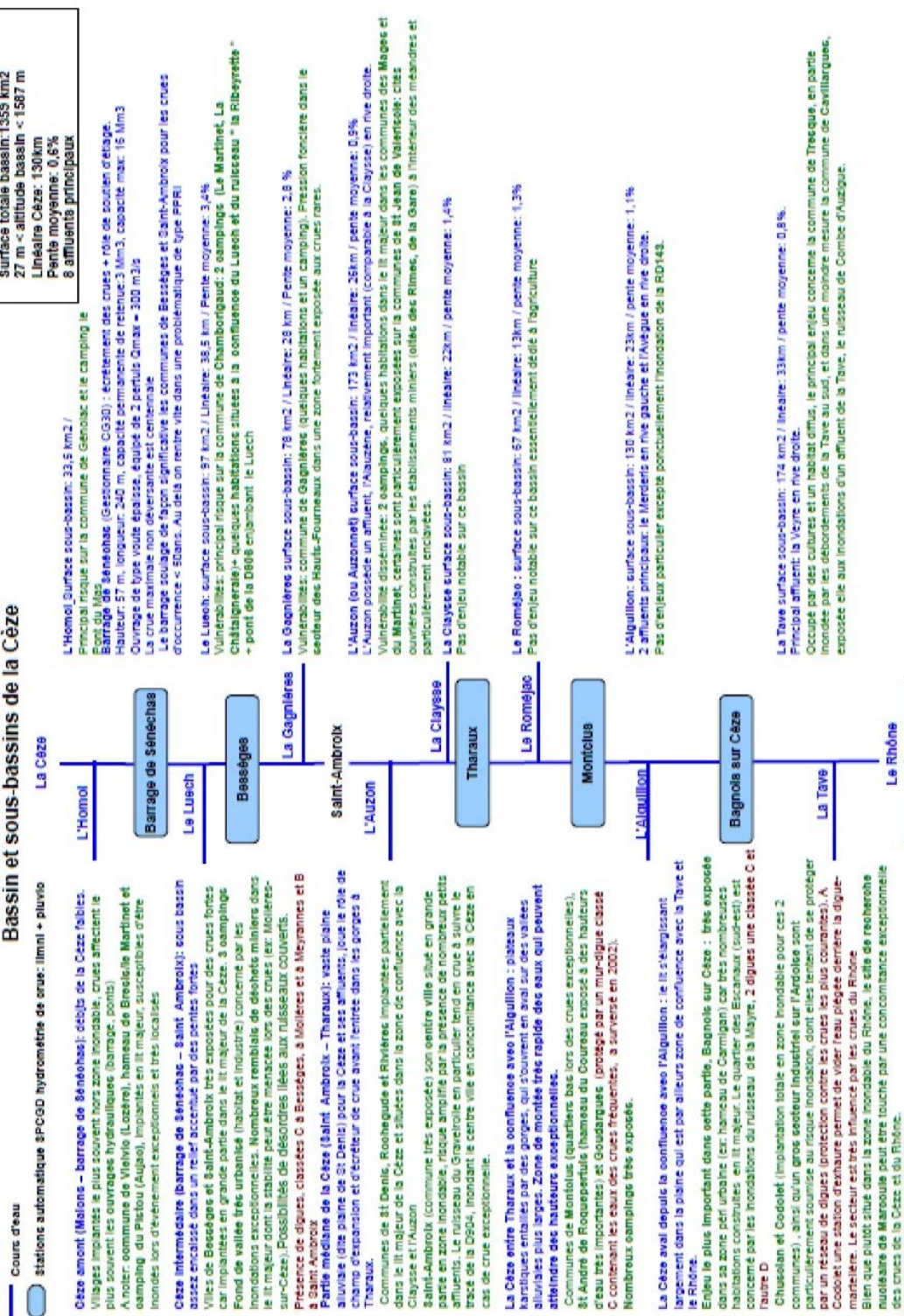
#### Echelle de : Etagnac (tronçon Vienne limousine)



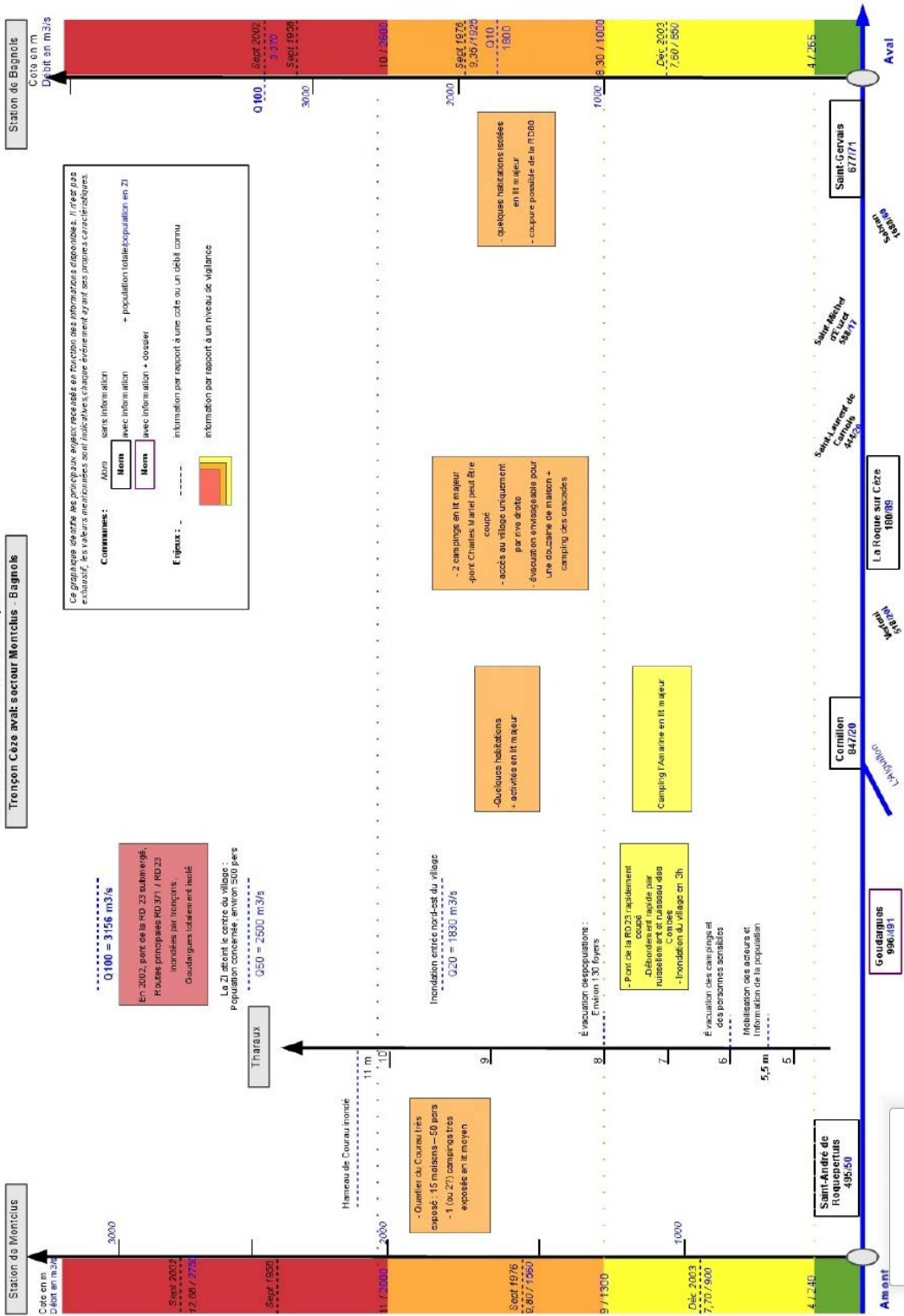
Commune	2.20	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.80	4.10	4.50
Type de bâtiment	Type de bâtiment	Type de bâtiment	Type de bâtiment	Type de bâtiment	Type de bâtiment	Type de bâtiment	Type de bâtiment	Type de bâtiment	Type de bâtiment
Etagnac	0 ERP	0 ERP	0 ERP	0 ERP	0 ERP	1 ERP (chapelle)	1 ERP (chapelle)	1 ERP (chapelle)	1 ERP (chapelle)
	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations
	0	1	1	1	1	2	5	5	5
	Agricoles	Agricoles	Agricoles	Agricoles	Agricoles	Agricoles	Agricoles	Agricoles	Agricoles
	0	1	1	1	1	1	2	2	2
	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations
	0	0	0	0	0	0	0	1	3
	Agricoles	Agricoles	Agricoles	Agricoles	Agricoles	Agricoles	Agricoles	Agricoles	Agricoles
	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres
	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	ERP	0 ERP	0 ERP	0 ERP	0 ERP	2 ERP (ADMIR-follere)	4 ERP (trésor public-pompier-poste-ADMIR-follere)	5 ERP (trésor public-pompier-poste-ADMIR-follere)	7 ERP (trésor public-tennis-pompier-camping-poste-follere-ADMIR)
	1	1	1	7	14	36	89	96	126
	Commerces	Commerces	Commerces	Commerces	Commerces	Commerces	Commerces	Commerces	Commerces
	0	0	0	0	0	4	9	12	15
	Entreprise	Entreprise	Entreprise	Entreprise	Entreprise	Entreprise	Entreprise	Entreprise	Entreprise
	0	0	0	1	2	4	5	9	13
	Equipement technique	Equipement technique	Equipement technique	Equipement technique	Equipement technique	Equipement technique	Equipement technique	Equipement technique	Equipement technique
	0	0	0	1	1	2	2	3	4
	ERP	0 ERP	0 ERP	1 ERP (école-poste)	2 ERP (école-poste)	2 ERP (école-poste)	2 ERP (école-poste)	2 ERP (école-poste)	2 ERP (école-poste)
	0	0	0	1	4	5	8	11	20
	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations
	0	0	1	4	4	5	8	11	20
	Entreprise	Entreprise	Entreprise	Entreprise	Entreprise	Entreprise	Entreprise	Entreprise	Entreprise
	0	0	0	1	2	3	3	3	4
	Commerce	Commerce	Commerce	Commerce	Commerce	Commerce	Commerce	Commerce	Commerce
	0	0	0	1	1	1	2	2	3
	Chilac								
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ERP	0 ERP	0 ERP	0 ERP	0 ERP	0 ERP	0 ERP	0 ERP	0 ERP
	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres
	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	Manot								
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations	Habitations
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres	Autres
	0	0	0	1	1	2	8	11	16
	Ansois/Vienne								
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	St. Maurice des								
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total bâtiment</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>21</b>	<b>31</b>	<b>67</b>	<b>123</b>	<b>169</b>	<b>231</b>
	<b>+100%</b>	<b>+25%</b>	<b>+320%</b>	<b>+48%</b>	<b>+116%</b>	<b>+84%</b>	<b>+37%</b>	<b>+37%</b>	<b>+37%</b>
<b>Période de retour</b>	<b>2 ans</b>	<b>3 ans</b>	<b>4 ans</b>	<b>6 ans</b>	<b>8 ans</b>	<b>12 ans</b>	<b>17 ans</b>	<b>34 ans</b>	<b>100 ans</b>
<b>Débit</b>	<b>500 m³/s</b>	<b>560 m³/s</b>	<b>615 m³/s</b>	<b>675 m³/s</b>	<b>735 m³/s</b>	<b>795 m³/s</b>	<b>860 m³/s</b>	<b>935 m³/s</b>	<b>non connu</b>
<b>Superficie inondée</b>	<b>3.40 km²</b>	<b>4.14 km²</b>	<b>4.71 km²</b>	<b>5.46 km²</b>	<b>6.05 km²</b>	<b>6.63 km²</b>	<b>7.06 km²</b>	<b>7.47 km²</b>	<b>8.06 km²</b>
	<b>+22%</b>	<b>+14%</b>	<b>+16%</b>	<b>+11%</b>	<b>+10%</b>	<b>+6%</b>	<b>+6%</b>	<b>+8%</b>	<b>+8%</b>

Source SPC VCA

## Bassin et sous-bassins de la Cèze

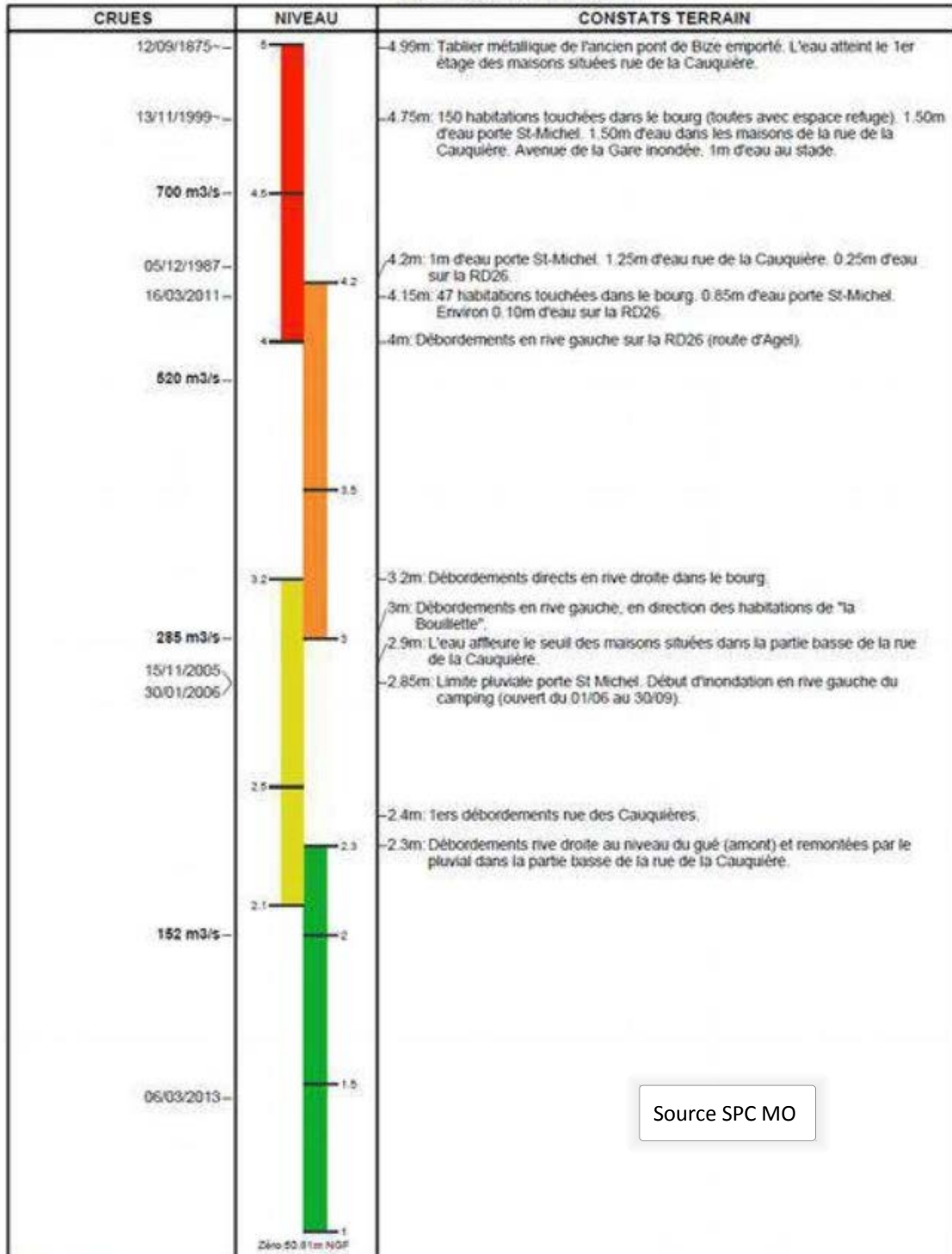


Source SPC GD





## Bize-Minervois (Cesse) Localisation: Pont RD67







## Calculer la population en zone inondable

Le calcul de la population en zone inondable a fait l'objet de nombreux travaux. Si ces études ont été menées c'est qu'il n'existe pas de base unique d'un référencement précisément géolocalisé de la population. Aussi, selon les besoins différentes méthodes ont été étudiées pour répartir la population à l'échelle locale des bâtiments.

Elles sont de complexité variable selon les bases utilisées et les traitements opérés.

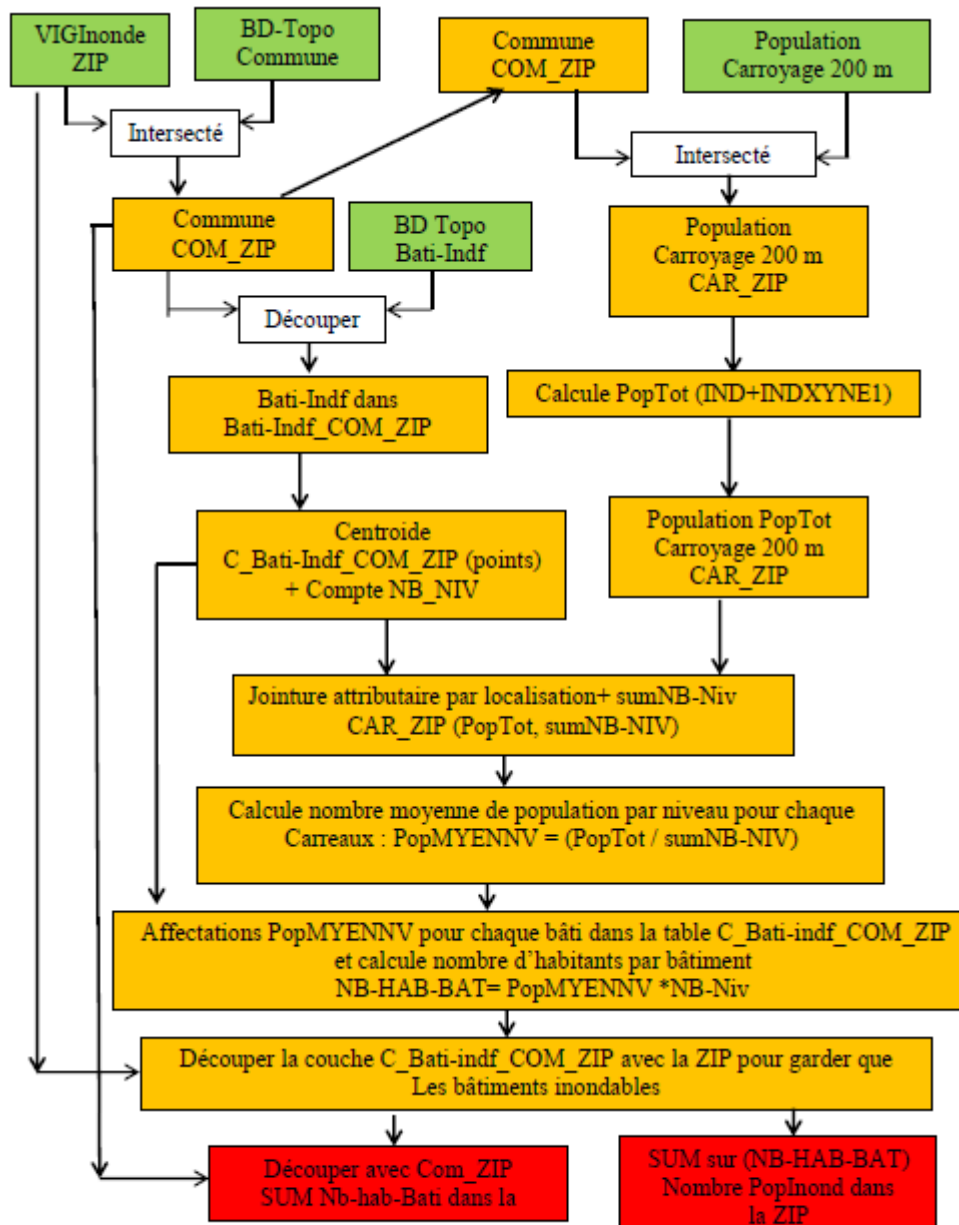
Plusieurs méthodes sont présentées de manière résumée ci-après. L'objectif n'est pas de détailler précisément chacune des manipulations, mais plutôt de donner un aperçu de la complexité. Pour connaître le détail de chacune des méthodes nous vous renvoyons aux références de ces études.

Toutes ces études s'appuient sur les données INSEE carroyées qui permettent de connaître la population sur des carreaux de 200 m par 200 m. Comme cette échelle n'est pas assez précise, d'autres bases de données ont été utilisées pour localiser plus finement la population aux foyers fiscaux ou aux bâtiments. L'utilisation de ces bases de données est détaillée dans les logigrammes suivants.

### Méthode n°1

Cette méthode est assez simple. Elle utilise, outre les données INSEE et les données VIGInonde (ZIP & ZICH), la BD Topo (table de BATI\_INDF). La méthode repose sur la répartition de la population par local en fonction du nombre de niveaux et calcule la population moyenne par bâtiment (BATI\_INDF), pour chaque carreau de 200 m.

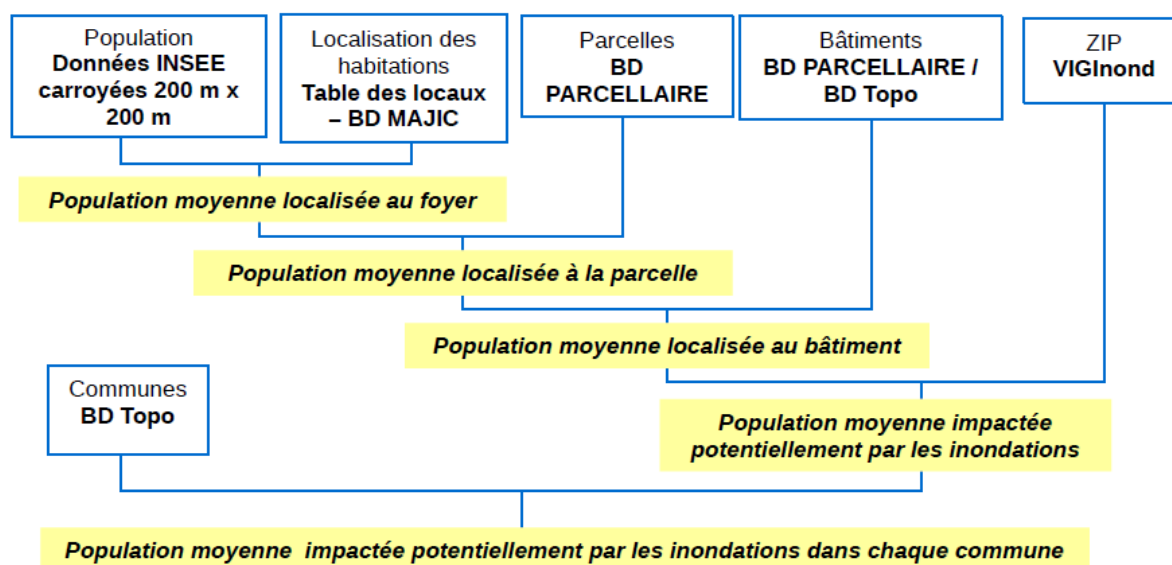
Les données de la table de bâtis indifférenciés de la BD Topo ont servi à la localisation et à la répartition de la population sur les centroïdes de ces bâtiments. Le nombre de niveaux est calculé en fonction de la hauteur du bâtiment. On compte la somme des niveaux des bâtiments pour chaque carreau de 200m et on répartit la population au *pro rata* du nombre de niveaux de chaque local dans le carreau.



Source Youcef CHERCHEM

## Méthode n°2

Dans cette méthode, la localisation géographique des bâtiments d'habitation a servi de base de répartition de la population. Un nombre moyen d'habitants a été calculé pour chaque bâtiment. Celui-ci a été obtenu en calculant le nombre d'habitants par parcelle à partir de la somme de la population de chaque point MAJIC dans chaque parcelle. La population de la parcelle a ensuite été divisée par le nombre de bâtiments afin d'obtenir un nombre moyen d'habitants par bâtiment. La limite de cette méthode repose sur l'exploitation des parcelles dont certaines concentrent l'information pour plusieurs autres.



Source Mathieu SEMERY

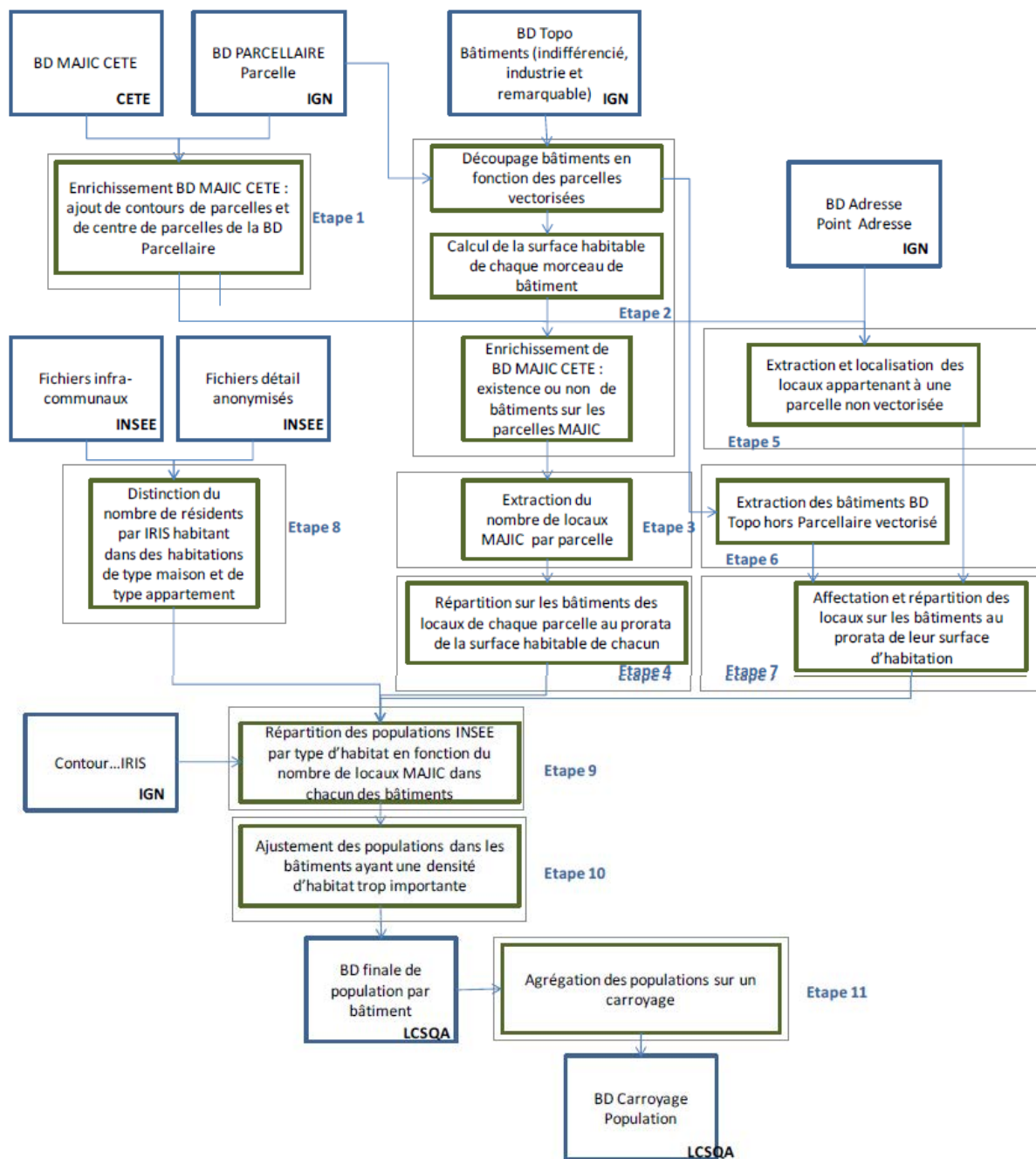


### Méthode n°3

La méthode de spatialisation utilisée permet une description assez fine de la population à une échelle locale. Elle exploite plus particulièrement les données des locaux d'habitation de la base MAJIC foncière délivrée par la DGFIP. Ces données sont croisées avec des bases de données spatiales de l'IGN (BD PARCELLAIRE et BD TOPO) et les statistiques de population de l'INSEE pour estimer un nombre d'habitants dans chaque bâtiment d'un département. Elle a été menée dans le cadre d'une étude suivie par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air.

Différentes sources sont utilisées pour répartir la population :

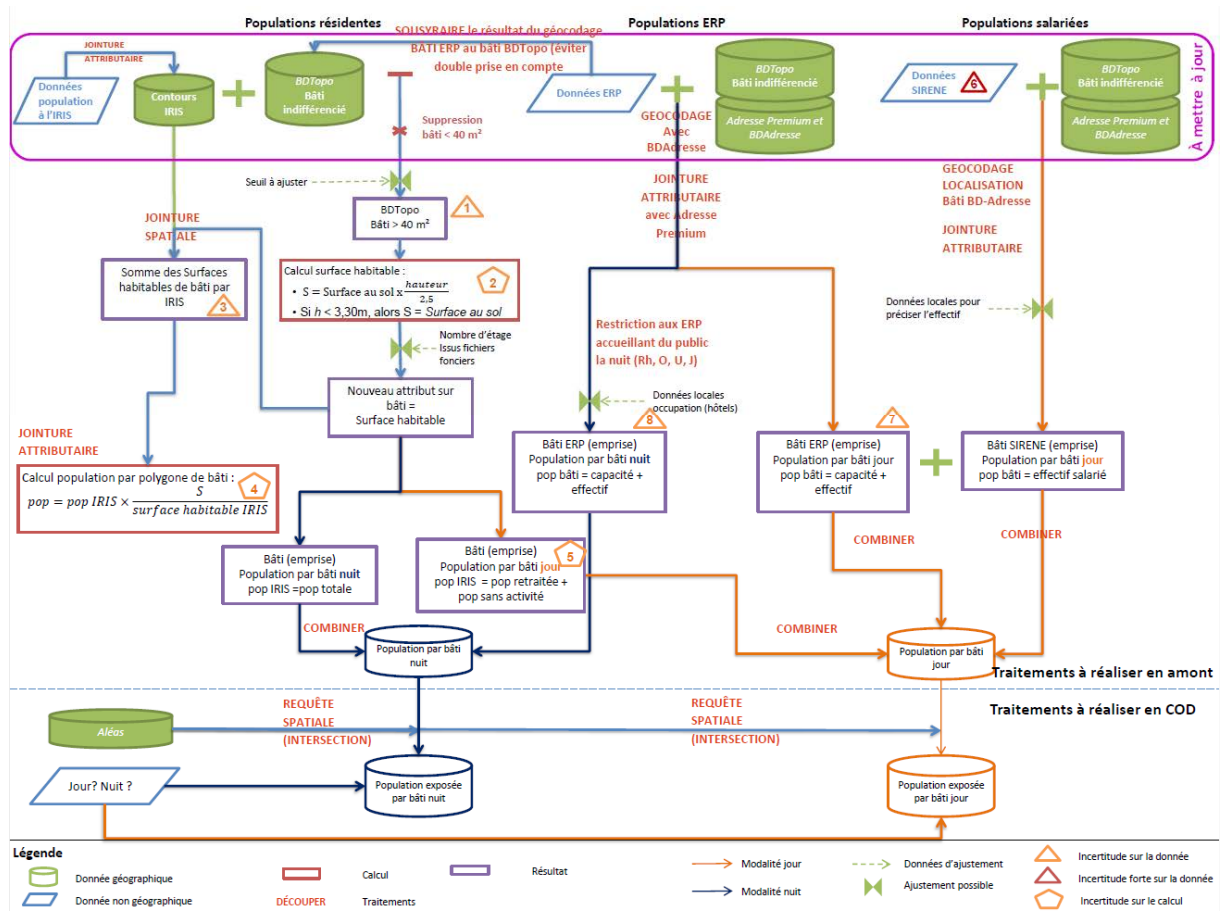
- la BD Parcellaire,
- la BD Topo,
- la BD Contours IRIS qui référence les contours géographiques des IRIS. De qualité médiocre,
- les limites communales sont corrigées par la couche commune de la BD Topo,
- le fichier Détail Logement de l'INSEE qui rapporte par IRIS la répartition des populations résidant dans des maisons et des appartements sur l'année de référence,
- le recensement général de la population de l'INSEE qui fournit le nombre de personnes habitant dans chacun des IRIS.



Source LCSQA

## Méthode n°4

Cette méthode s'appuie sur les mêmes données d'entrée que la précédente. Les traitements diffèrent légèrement. La méthode a été proposée dans le cadre d'une étude commandée par la DDT65 sur l'étude des données en gestion de crise (avalanches et inondations).



Source IGN Conseil



Retrouvez le détail de ces méthodes dans les références suivantes :

- Cartographie et analyse des enjeux pour la réalisation d'outils d'aide à la gestion de crise d'inondation ; Youcef Cherchem ; Rapport de stage - Master II: Eau Cartographie Géomatique, Université d'Orléans ; août 2018.
- Analyse de la pertinence des niveaux de vigilance sur les crues, propositions d'amélioration de l'information et des cartographies d'enjeux sur les risques de crues ; Rapport de Projet de Fin d'Études, ENTE ; Mathieu Semery ; juin 2016.
- Étude : Données en Gestion de crise ; Second rapport : Données en gestion de crise, Aléas : Avalanches et inondations ; IGN Conseil ; décembre 2016
- Méthodologie de répartition spatiale de la population. Rapport LCSQA, Laurent Létinois ; avril 2015.





## Utiliser le Geoportail pour afficher les ZIP

**géoportail** est un site internet développé par l'IGN qui permet de visualiser sur toute la France toutes les données IGN, qu'il s'agisse des différents fonds de plan ou de données plus spécialisées.

Le site est fiable, robuste et la navigation fluide et intuitive. L'intérêt que peut constituer le Géoportail pour l'affichage des ZIP vient du fait que tous les fonds de plan sont disponibles sans chargement préalable. De plus il dispose de certaines bases de données, qui bien qu'incomplètes permettent de visualiser certains enjeux. Il propose également certains outils de mesure (distance, surface, isochrones), de dessin ou d'itinéraire. Enfin, il nécessite une simple connexion internet, et permet de s'affranchir d'une connexion au Réseau Interministériel de l'État en cas de besoin. Il peut donc constituer une alternative ou un secours à l'outil principal retenu pour la visualisation des scénarios d'inondation.

### Préalable

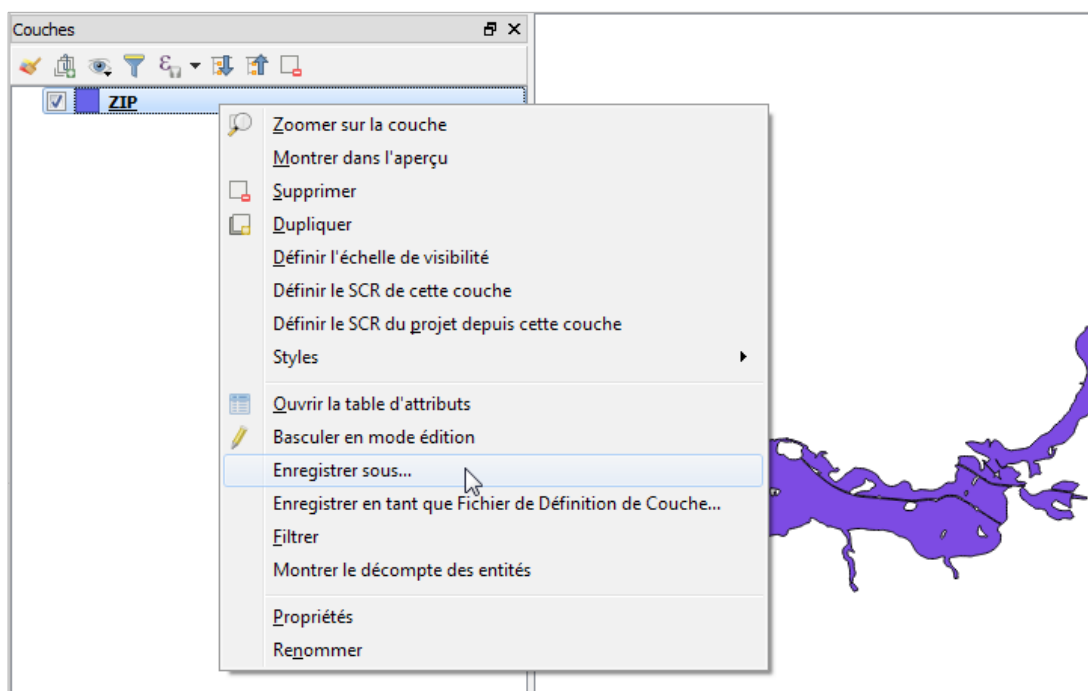
L'import d'un fichier local de ZIP est possible dans le Geoportail à condition de préalablement disposer de ces ZIP dans des formats de fichiers particuliers. Il s'agit des formats KML et GeoJSON.

L'opération pour convertir les ZIP dans ce format se fait de manière très simple à partir de QGIS.

Dans QGIS, afficher la ZIP que vous souhaitez convertir.

Par un clic droit sur l'intitulé de la couche, ouvrir le menu déroulant et sélectionner Enregistrer sous...





Une fenêtre s'ouvre permettant de paramétrer l'enregistrement, dont le format de fichier.


Choisir le format GeoJSON ou KML

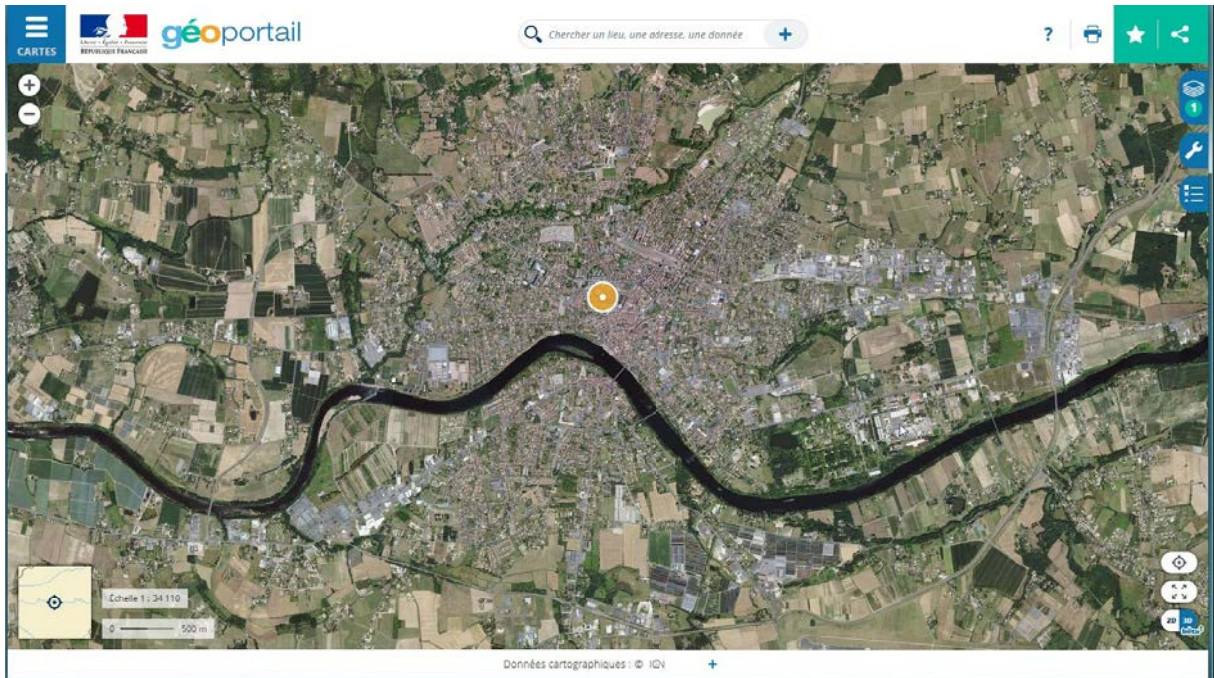
S'assurer que le système de coordonnées soit bien RGF93/Lambert-93

Une fois que le dossier et le nom de la couche ont été définis, cliquer sur OK

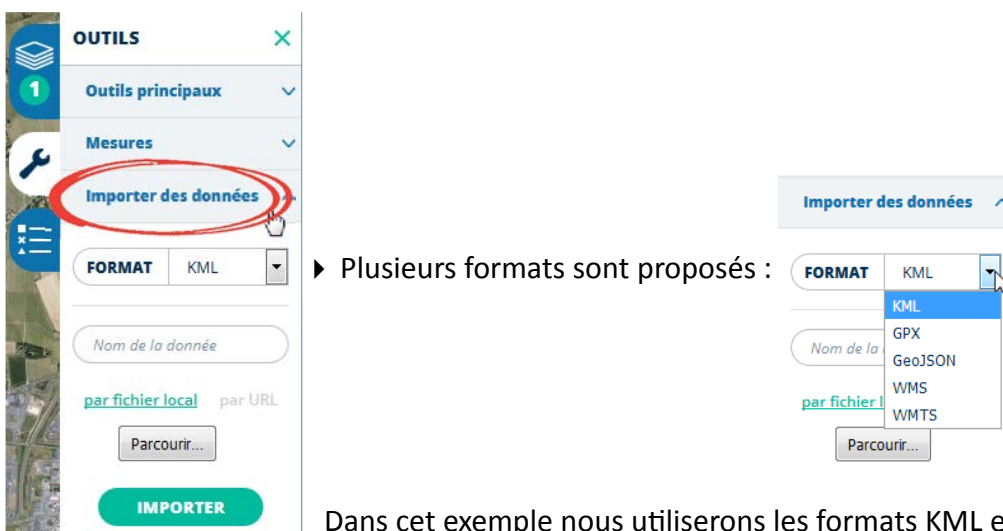
## Affichage dans le Géoportail

A l'aide de votre navigateur internet, ouvrir Geoportail : <https://www.geoportail.gouv.fr/>

- Depuis une vue cartographique de votre secteur, cliquer sur la clé anglaise  parmi les icônes de droite.



- Sélectionner Importer des données.



Plusieurs formats sont proposés :

FORMAT	Options
KML	KML
GPX	GPX
GeoJSON	GeoJSON
WMS	WMS
WMTS	WMTS

Dans cet exemple nous utiliserons les formats KML et GeoJSON.

- Cliquer sur Parcourir

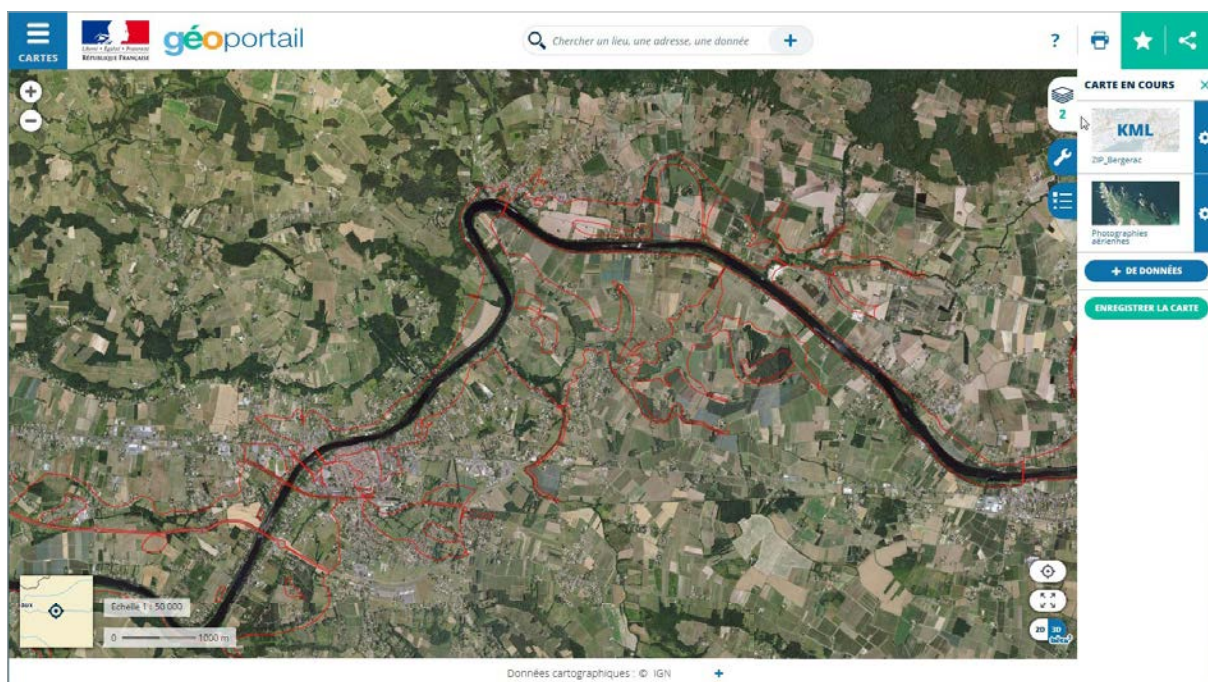


L'option [par fichier local](#) indique que le fichier se trouve sur un espace de stockage physique accessible (disque dur, clé USB, etc.)

Une fenêtre s'ouvre. Sélectionner votre ZIP au format KML.

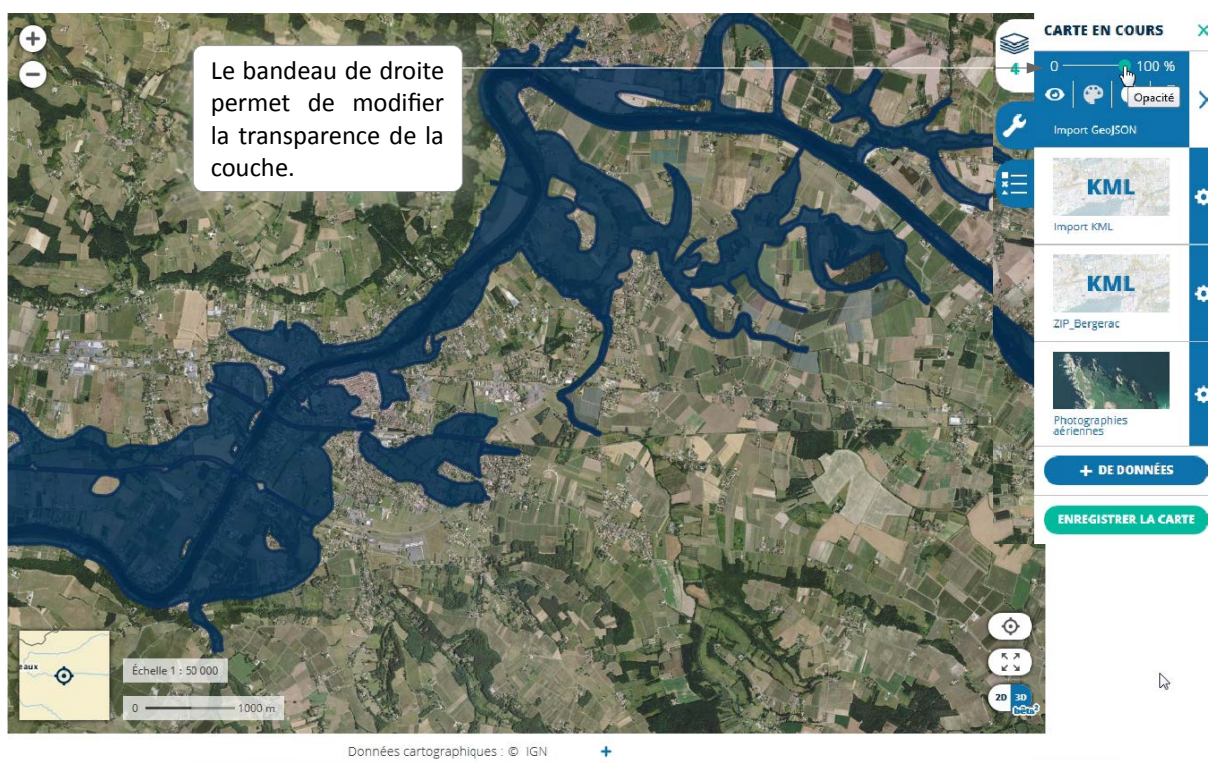
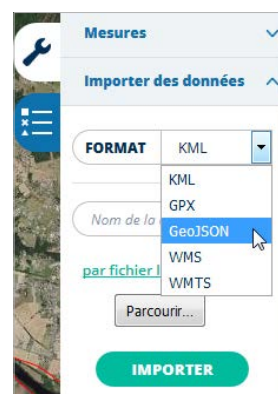
Cliquer alors sur **IMPORTER**

Le contour de la ZIP s'affiche (ici en rouge)





Le format GeoJSON donne une représentation surfacique de la ZIP (pas uniquement le contour). La manipulation d'import est la même :  
Format GeoJSON ▶ par fichier local ▶ Parcourir... ▶ Importer



## Fonctionnalités et avantages de Géoportail

Géoportail n'est pas conçu pour se substituer à un outil de gestion de crise dédié. Néanmoins certaines fonctionnalités décrites ci-après peuvent présenter un intérêt en préparation ou en appui à la gestion de crise, voire en secours dans un fonctionnement dégradé.

### ▪ Visualisation

Géoportail est avant tout un outil de visualisation du territoire. A ce titre, l'IGN met à disposition un riche catalogue de données : cartes IGN, images aériennes, parcellaire cadastral, relief, zonages réglementaires, IRIS, etc.

On peut donc aisément changer de fond de carte pour la visualisation d'un secteur, selon l'échelle adoptée.

Dans le bandeau de droite, dans l'onglet CARTE EN COURS, cliquer sur + DE DONNÉES.





Pour la garder bien visible, pensez à conserver la ZIP au-dessus du fond de plan, dans l'ordre des couches (bandeau de droite). On peut modifier l'ordre de superposition des couches en les faisant glisser dans le bandeau de droite.



▪ Disponibilité

Le Géoportail est conçu pour opérer 24h/24, 7j/7. Globalement, les performances attendues doivent répondre à un taux de disponibilité des données de 99,5 % à 99,75 % du temps, et bénéficient d'une garantie de temps de rétablissement de 2h à 4h.

Les contraintes fixées sur le niveau de service du site assurent par ailleurs une navigation fluide et rapide.



Les détails des niveaux de service des services INSPIRE du Geoportail sont décrits à la page suivante :

<https://geoservices.ign.fr/documentation/engagements.html>

▪ Données thématiques

Outre les cartes, on peut aussi accéder en ligne à toutes les données thématiques de l'IGN.

De même que pour les fonds de plan, on y accède via ce menu



DONNÉES THÉMATIQUES	
Agriculture	Économie et emploi
Culture et patrimoine	Éducation et recherche
Développement durable, énergie	International et Europe
	Santé et social
	Société et loisirs
	Territoires et transports

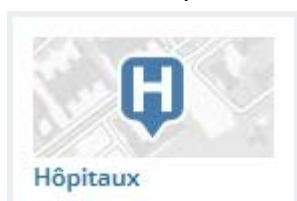
Parmi les plus intéressantes, on trouve :  
Dans la rubrique Culture et Patrimoine :



Dans la rubrique Education et Recherche



Dans la rubrique Santé et Social



Dans la rubrique Loisirs



Dans la rubrique Sécurité et Secours

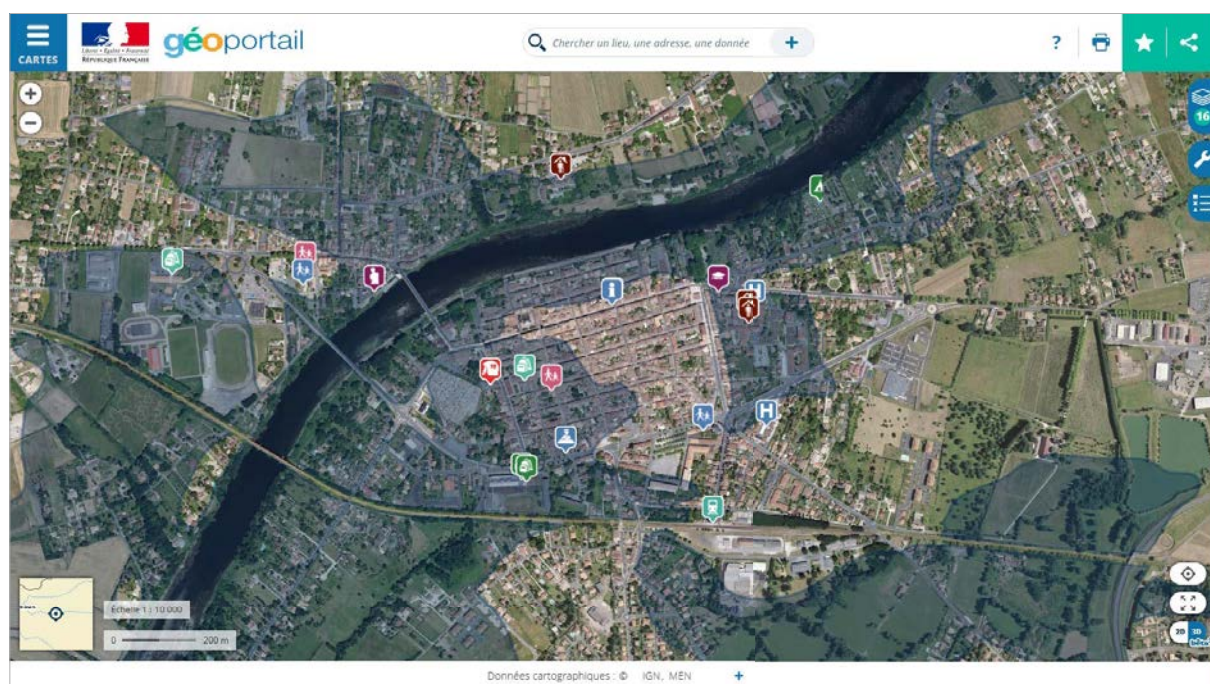


Dans la rubrique Transports



Limite : l'exhaustivité des couches n'est cependant pas garantie et la date de production des informations est inconnue.

Exemple de rendu possible : ZIP + couches thématiques + photos aériennes



- Autres données

La covisualisation sur le Géoportail a été testée pour plusieurs plateformes de données nationales. Toutes les données de ces infrastructures sont affichables sur le Géoportail, avec cependant des limitations dans les fonctions proposées.

L'affichage du catalogue de certaines de ces infrastructures de données pose également des problèmes actuellement du fait de leur structuration. Néanmoins la richesse des données

accessibles nécessite un parcours individuel au regard des informations recherchées. Les catalogues de données listés ci-dessous viennent en complément de ceux proposés dans la rubrique *Exploiter un projet QGIS* et donnés en annexe. Ceux-ci y sont aussi repris.

Les catalogues sont consultables via la démarche d'import de données déjà décrite plus haut. Les données sont à importer au format WMS. Les catalogues suivants sont listés à titre d'exemples, en plus de ceux listés spécifiquement sur les enjeux.

#### *Atlasanté*

<http://carto.atlasante.fr/cgi-bin/mapserv>

Exemple de données consultables : « SMUR pédiatrique », « chirurgiens-dentistes », *etc.* On y trouve entre autres l'annuaire FINESS.

#### *Cartomer – Portail cartographique de l'Agence des aires marines protégées*

<http://cartographie.aires-marines.fr/wms/>

#### *Data.shom.fr*

<http://services.data.shom.fr/INSPIRE/wms/r/?service=wms>

#### *Voies navigables de France*

<http://www.vnf.fr/sigfed/wms?>

#### *BRGM Risques*

<http://geoservices.brgm.fr/risques>

Exemple de données consultables . : « aléa retrait-gonflement des argiles », « mouvements de terrain », « stations gravimétriques », *etc.*



Pour aller plus loin :

<https://www.geoportail.gouv.fr/faq>

▪ Outils

Le Geoportail propose un certain nombre d'outils d'analyse accessibles depuis le bandeau de droite ▶



A l'aide des **Outils principaux** ▼, on peut notamment :



A l'aide des **Mesures** ▼, on peut notamment :

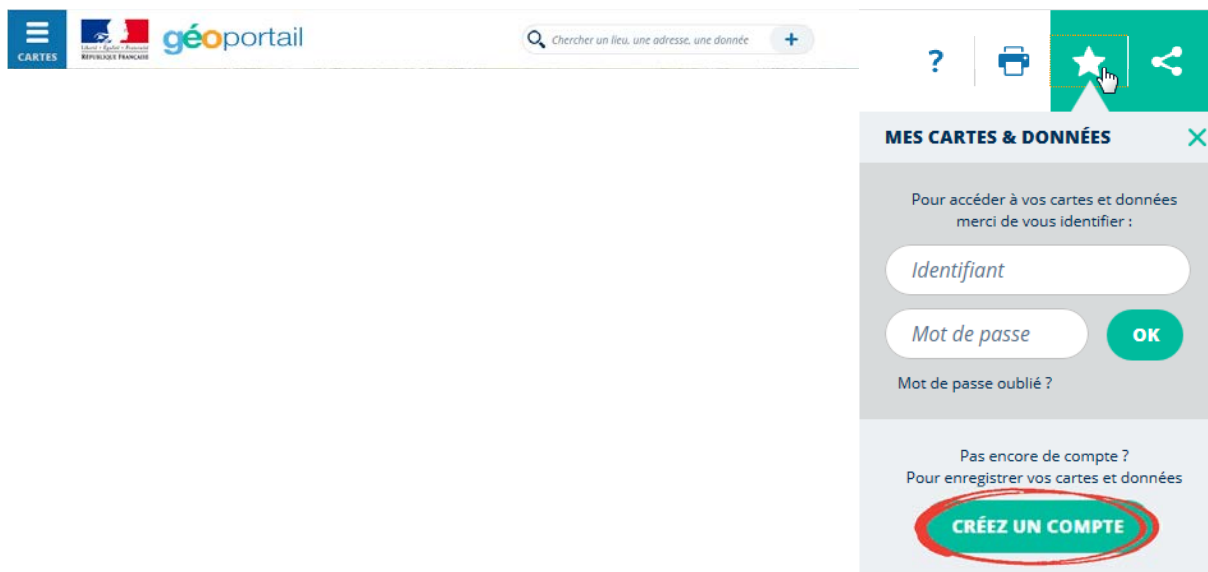


Un calcul d'isochrone permet d'afficher sur une carte toutes les zones que l'on peut atteindre, à pied ou en véhicule, depuis un point précis dans un laps de temps déterminé.



- Sauvegarde

Geoportail permet en fin de compte de préparer un projet cartographique complet et annoté. L'emprise, la vue, les couches, les annotations, peuvent être sauvegardées en l'état après composition. Pour ce faire, il est nécessaire de créer un compte préalablement à toutes ces manipulations. Ainsi le projet pourra être sauvegardé. La création du compte est gratuite et ne nécessite qu'une adresse de courriel.



- Secours



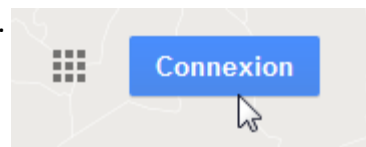
Le Geoportail ne nécessite pas d'accès au Réseau Interministériel de l'État (RIE). Une simple connexion Internet classique permet d'y accéder. Cette solution peut donc être vue comme un secours.



## Utiliser Google Maps pour afficher les ZIP

Il est possible d'afficher des ZIP sur une carte Google Maps via le format KML, comme pour le Geoportail. La préparation des données est la même. Elle consiste à enregistrer les ZIP au format KML.

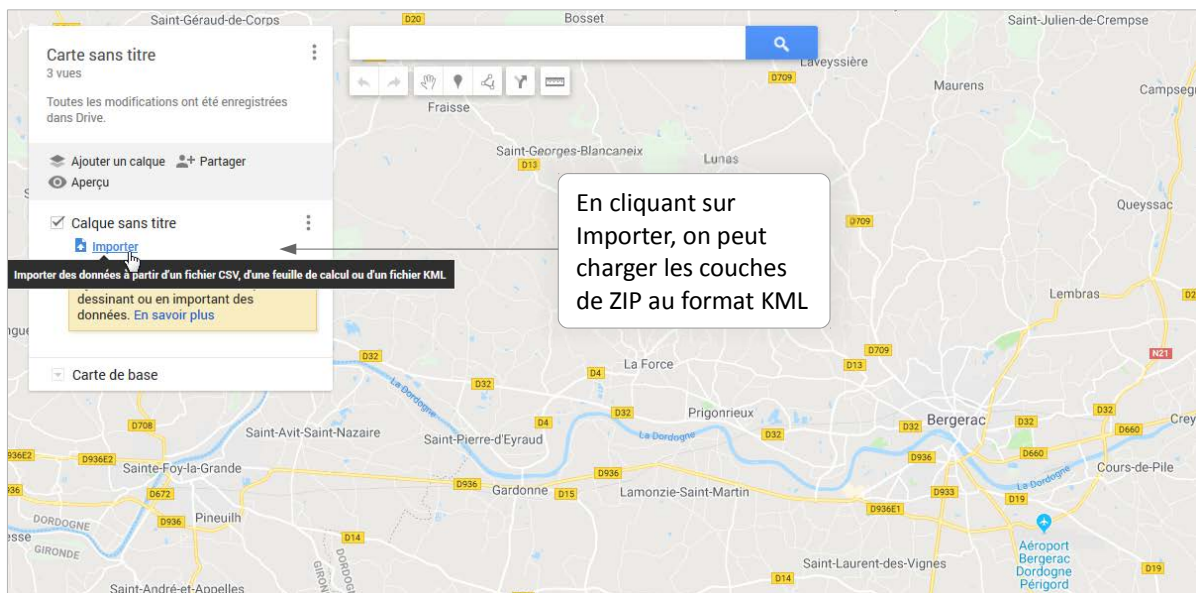
Pour pouvoir réaliser des cartes personnalisées, un compte Google est nécessaire. A partir d'une page Google, comme la page d'accueil du moteur de recherche, cliquer sur Connexion en haut à droite de la fenêtre.



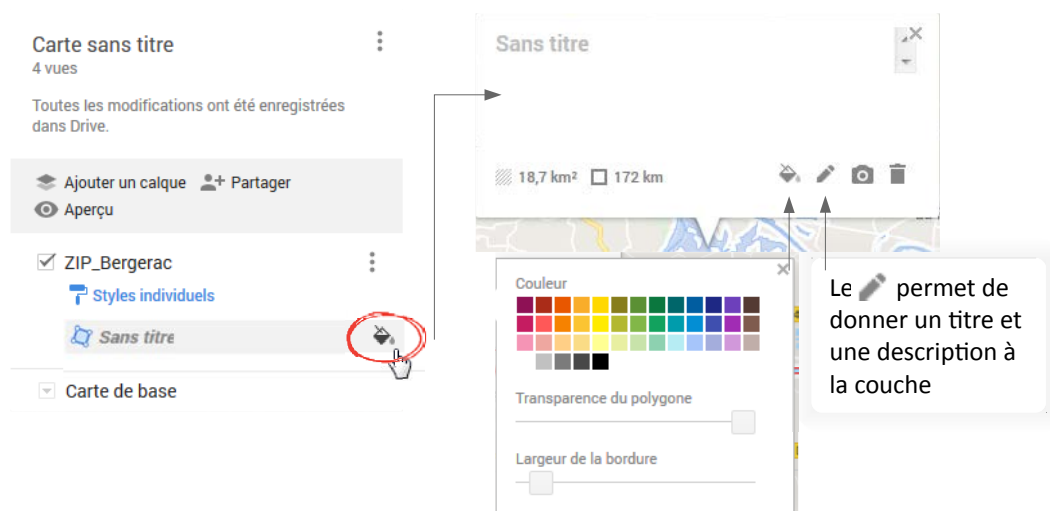
Le service de Google qui permet de créer des cartes personnalisées s'appelle MyMaps.

**Google My Maps** L'url du service est : <https://www.google.com/maps/d/>

Après connexion au site, une carte vierge s'affiche.



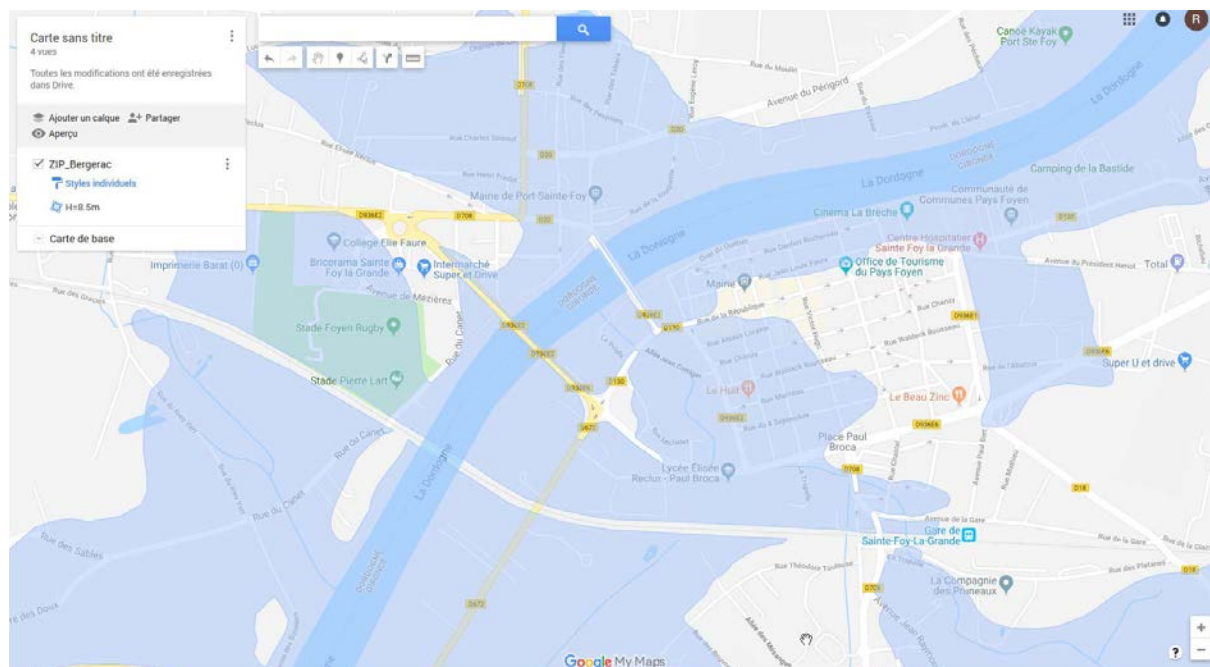
On peut ensuite personnaliser l'affichage des couches :



▪ Intérêt :

Comme pour le Geoportail, Google Maps ne nécessite pas d'accès au Réseau Interministériel de l'État (RIE). Une simple connexion Internet classique permet d'y accéder. Cette solution peut donc être vue comme un secours.

A un niveau de zoom communal, les cartes Google Maps donnent un affichage local d'entreprises et de commerces. Sous réserve des limites d'utilisation des ZIP, cela peut présenter un intérêt pour une gestion de crise communale.





## Visualisation en relief

La visualisation en relief d'un secteur inondable peut sembler futile au regard des préoccupations de gestion de crise. Elle revêt néanmoins deux avantages qui méritent qu'on s'y intéresse. D'une part, elle permet de mettre en lumière certains ouvrages de protection ou faisant office de protection et qui n'apparaîtraient pas dans les recensements connus (digues non classées par exemple). D'autre part ce format de vue constitue un outil de communication efficace. Il permet, en amont des crises, de présenter les scénarios d'inondation de manière originale et convaincante.

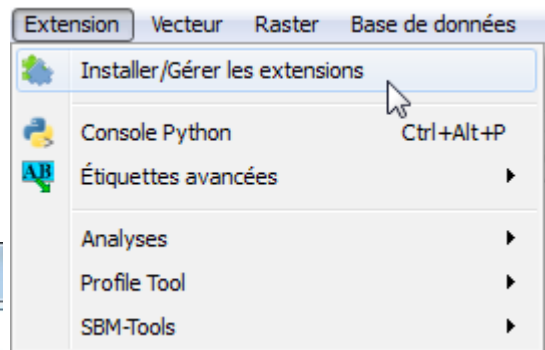
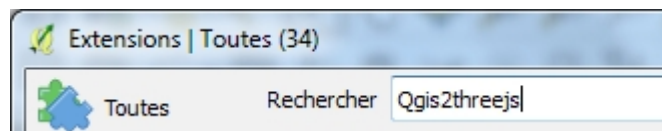
La visualisation est possible grâce à une extension de QGIS appelée Qgis2threejs.



Cette extension permet une visualisation en 3D dans le navigateur internet pour peu qu'il supporte le WebGL. Elle s'appuie sur la bibliothèque JavaScript three.js

Pour installer cette extension, depuis le menu principal Cliquer sur Extension ► Installer/Gérer les extensions

Dans la barre de recherche, indiquer Qgis2threejs.

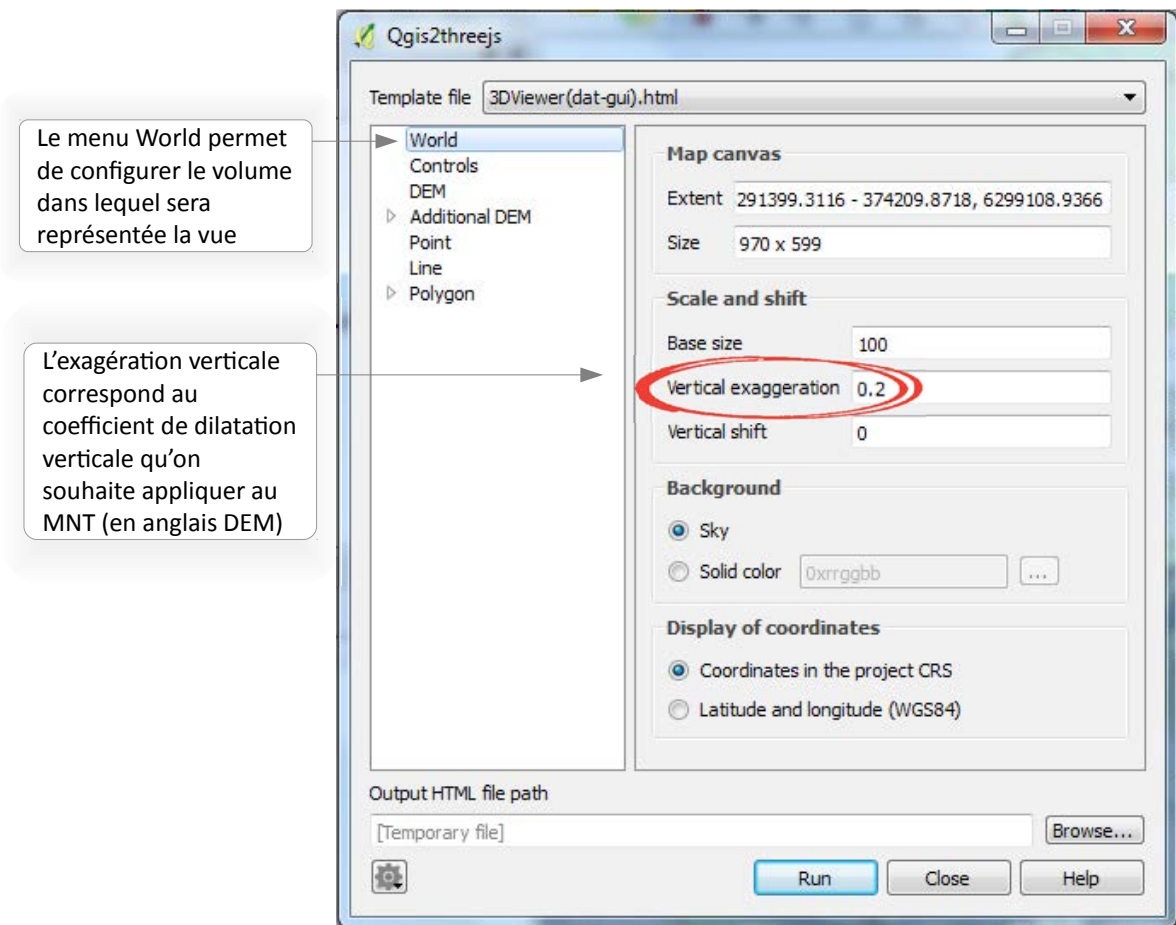


L'extension s'installe. Elle est désormais accessible via l'icône :



Cette extension s'appuie sur un MNT pour déformer les couches du projet. Comme pour les cartes plastiques en relief de l'IGN, elle permet l'exagération du relief pour un meilleur rendu.

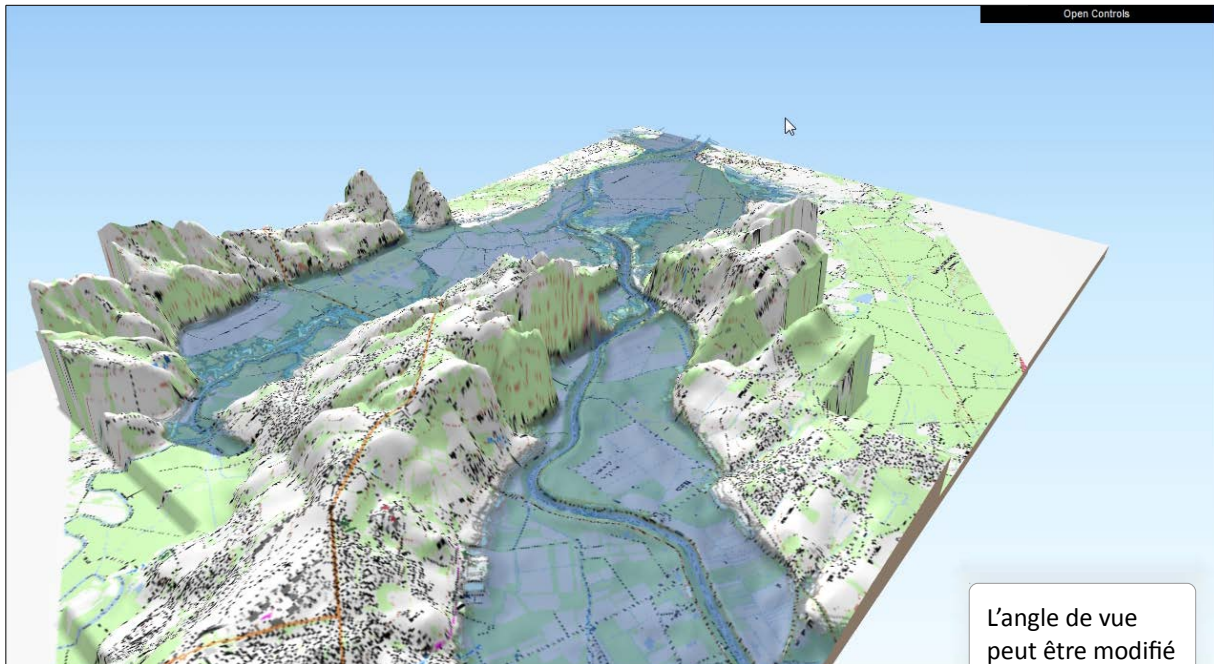
De nombreux paramètres permettent de configurer le rendu. Pour une revue exhaustive de ceux-ci, consulter l'aide en ligne accessible depuis l'extension. Le rendu est essentiellement conditionné à la dilatation verticale appliquée.



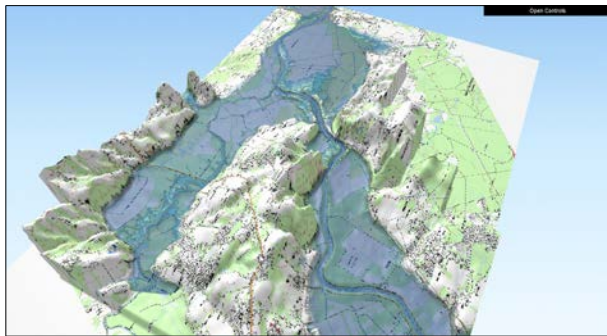
Cliquer sur Run.

L'extension calcule et ouvre votre navigateur internet avec le fichier produit.. Il est alors possible de naviguer dans la vue à l'aide de la souris (bouton gauche, bouton droit et mollette de déroulement).

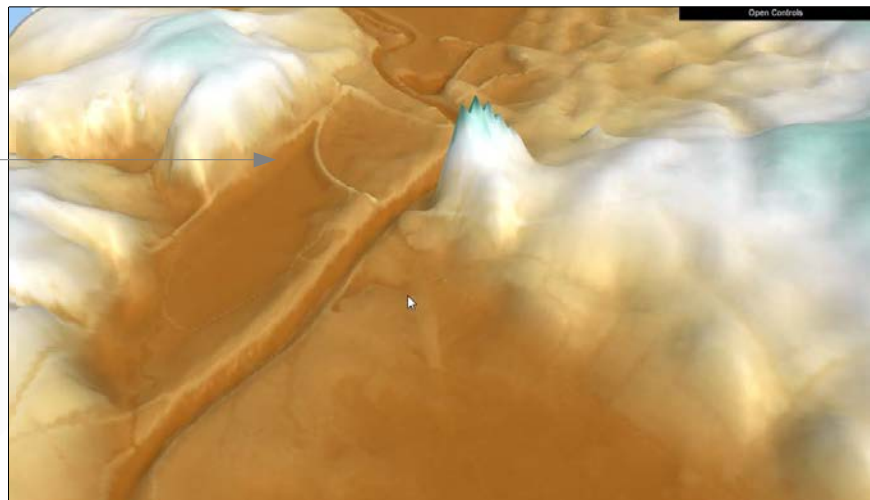




L'angle de vue peut être modifié de manière fluide



Sur cet exemple, aucun fond de plan n'a été ajouté. Il s'agit de la palette de couleurs choisie pour le MNT. Ce rendu permet de mettre en évidence les digues



# En gestion de crise

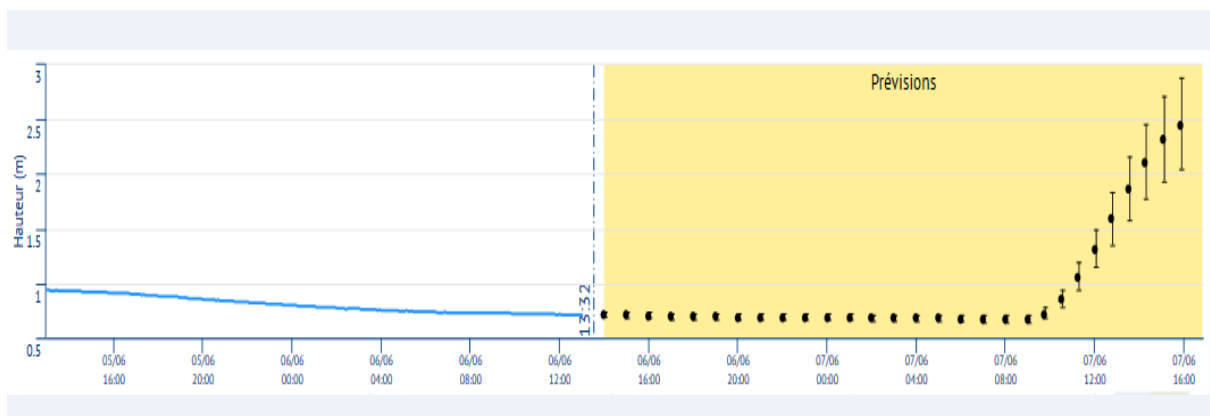


## Comment choisir les ZIP à consulter ?

Les Services de Prévision des Crues diffusent sur Vigicrues des prévisions chiffrées de hauteur d'eau au droit des stations réglementaires. Elles peuvent se présenter sous deux formes :

- sous forme textuelle dans le corps du bulletin local de chaque SPC :
- sous forme graphique

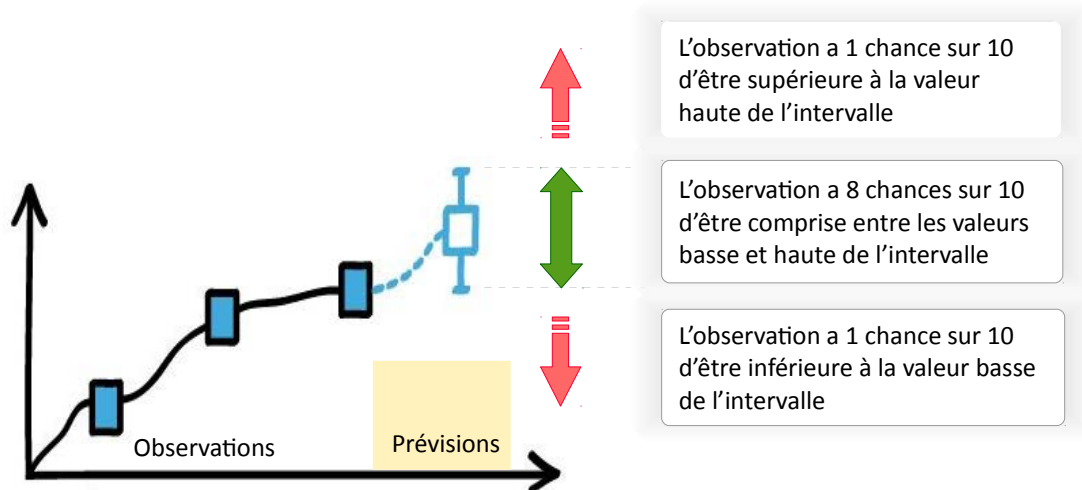
l'affichage des prévisions sous forme graphique se fait dans le prolongement du graphique des hauteurs observées, au niveau de chaque station.



Quel que soit le support (graphique ou bulletin), les prévisions sont systématiquement données sous la forme d'un intervalle défini par une valeur basse et une valeur haute. Ou bien la prévision est donnée pour une valeur médiane, plus ou moins un intervalle d'incertitude.

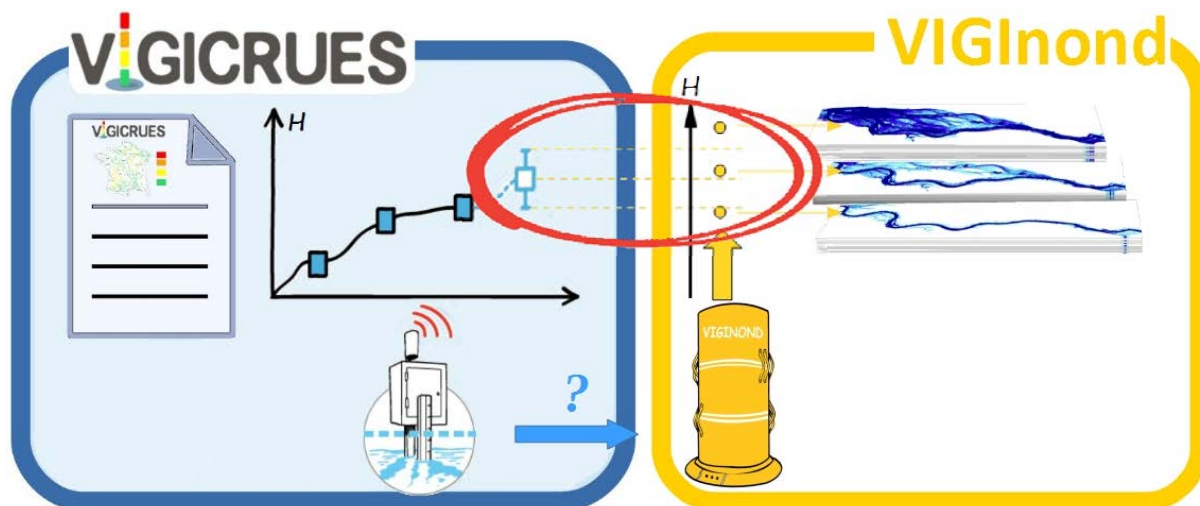
Ces valeurs ne sont pas choisies arbitrairement. L'analyse retrospective des modèles et des simulations passées et l'analyse des prévisions produites, permet, par confrontation aux observations d'estimer statistiquement des incertitudes chiffrées associées à des pourcentages de réalisation, des quantiles.

Et l'on peut ainsi définir un intervalle de confiance associé aux prévisions. L'usage veut que l'on retienne un intervalle de confiance à 80 %. Cela signifie que la prévision qui est donnée a 80 % de chance d'être effectivement observée dans l'intervalle.

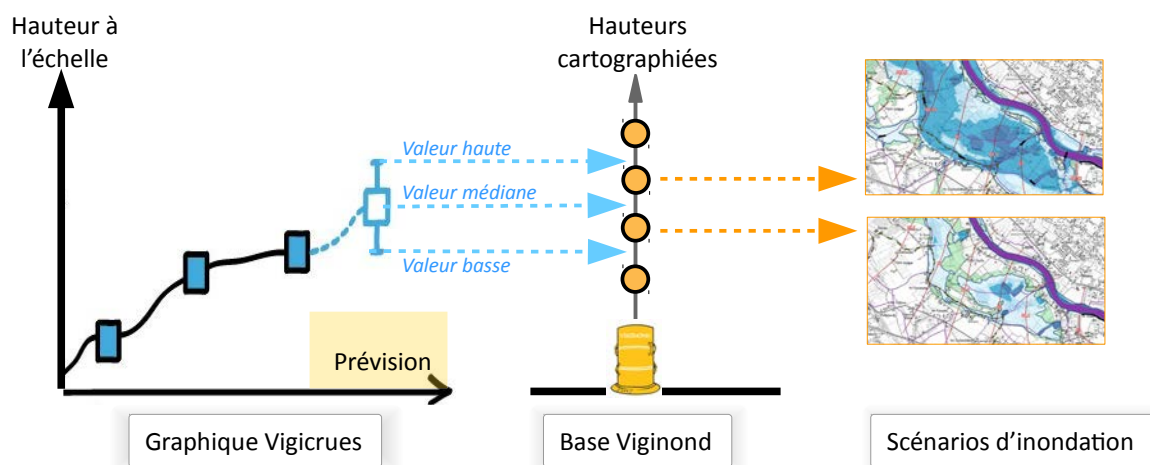


La hauteur attendue a 80 % de chances de se situer dans l'intervalle donné. Le catalogue de ZIP à disposition des gestionnaires de crise va donc permettre de traduire cet intervalle en un encadrement de l'emprise inondée attendue.

La difficulté se situe dans la correspondance entre hauteur prévue et scénario d'inondation.



Les scénarios d'inondation sont pré-établis pour des hauteurs données à l'échelle, souvent selon des valeurs rondes. La prévision temps réel en revanche utilise toute la gamme de discrétisation utilisée par le modèle. Il peut donc ne pas y avoir correspondance.



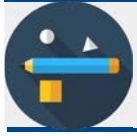
La traduction d'une prévision ne peut donc pas se faire à l'aide d'une seule ZIP, mais d'une superposition de ZIP traduisant la variabilité de l'emprise de l'inondation en fonction de l'intervalle de hauteur prévu.

On cherchera donc à encadrer la valeur médiane de la prévision par les deux scénarios de ZIP les plus proches. Et l'on cherchera le scénario supérieur à la valeur haute de l'intervalle de prévision le plus proche, et le scénario inférieur le plus proche de la valeur basse.

L'ajustement de la zone inondable attendue se fait ensuite au fur et à mesure de l'enrichissement des informations par le SPC.



# Réutilisation des données et diffusion



## Clauses prudentielles

Pour accompagner la diffusion des cartes produites à partir des ZIP (ZICH, LIC), certaines informations jurisprudentielles doivent figurer en introduction des atlas créés et sur chaque carte ou planche cartographique dont ils sont composés.

Ces recommandations s'adressent aux DDT(M) tant pour les atlas élaborés dans le cadre de leur mission de référent départemental inondation (MRDI) que dans le cadre de la diffusion des données aux collectivités.

Les clauses prudentielles rédigées par le SCHAPI sont les suivantes :

### 1 **Objet des ZIP et des cartes de ZIP :**

*Une Zone d'Inondation Potentielle (ZIP) caractérise un scénario hypothétique d'inondation correspondant à une hauteur d'eau atteinte à l'échelle d'une station de référence. Ainsi, chaque scénario représente une surface en eau délimitée à l'amont et à l'aval d'une station de mesure.*

*Les ZIP peuvent faire l'objet d'une production de cartes ou d'atlas de cartes produits pour un secteur ou une station de référence donnée. Ces cartes constituent, pour une échelle de représentation choisie, les informations utiles à la bonne compréhension du phénomène (fonds de carte, représentation de la zone d'inondation potentielle, cours d'eau concerné, station de référence, hauteur d'eau de la ZIP et légende correspondante).*

*Ces données ne se substituent en aucun cas :*

- aux données cartographiques réglementaires produites dans le cadre de Plan de Prévention du Risque Inondation (PPRI)*
- aux cartographies informatives produites dans le cadre d'atlas de zone inondable ou de la Directive inondation.*

### 2 **Limites de la portée des cartes de ZIP**

*Les ZIP ne traitent que du réseau surveillé par l'État arrêté par le schéma directeur de prévision des crues (SDPC). En outre, sur ce réseau surveillé certaines zones n'ont pas encore donné lieu à l'élaboration de ZIP (« zones inondables non traitées » identifiées dans la légende des cartes).*

*Les ZIP sont le résultat de modélisations basées sur des hypothèses relatives à l'hydrologie et aux conditions d'écoulement et donc entachées d'incertitudes.*

*D'autres phénomènes d'inondations non pris en compte dans les ZIP peuvent être observés sur le terrain (débordements au droit de petits affluents du cours d'eau principal, phénomènes d'eau stagnante due à la saturation des sols ou à la remontée d'eau issue de nappes phréatiques et de réseaux, etc.).*

*Les ZIP ne sont pas produites en temps réel ; elles représentent l'inondation potentielle maximale, sur la durée totale de la crue, sans tenir compte du facteur temps (elles n'offrent pas une représentation à l'instant T), ni d'autres facteurs physiques pouvant influencer le phénomène de crue (humidité des sols, vents, marées...).*

*En cas de crue, la situation sur le terrain pourra donc être différente de la zone inondée potentielle cartographiée. Il conviendra donc de se référer impérativement aux consignes fournies par les services gestionnaires de crise.*

*L'incertitude des données est d'autant plus grande que le point considéré est éloigné de la station de référence.*

*Il est préconisé de ne pas utiliser les cartes de ZIP au-delà de l'échelle définie.*

*Les zones qualifiées de « zones d'incertitude » figurant dans la légende des cartes ZIP correspondent à des zones potentiellement inondées mais pour lesquelles la hauteur de submersion et la délimitation de la zone concernée ne peuvent pas être déterminées avec une fiabilité suffisante eu égard à l'état actuel de la connaissance et des données techniques.*

*Les présentes cartes sont fournies en fonction de l'état actuel de la connaissance, lorsque la cartographie des zones d'inondation potentielles est techniquement possible et à un coût proportionné à l'importance des enjeux.*

*Les ZIP sont amenées à évoluer en fonction notamment de l'amélioration des connaissances et des données topographiques.*

### **3 Réutilisation des cartographies de ZIP**

*En cas de réutilisation de ces cartes, leur contenu ne doit pas être altéré, leur sens ne doit pas être dénaturé. En particulier, ces informations doivent être clairement présentées comme des outils destinés à la préparation de crise permettant de connaître pour une hauteur prévue à une station hydrométrique les secteurs qui seront potentiellement inondés.*

***En cas de réutilisation de ces cartes, la source de ces dernières, ainsi que la date de leur dernière mise à jour doivent être mentionnées.***

Dans le cas où les cartes seraient diffusées sous forme d'un atlas, le cartouche devra comprendre sur chaque planche un encart de texte dédié aux informations prudentielles avec la mention suivante :

Les cartographies de zones d'inondation potentielles sont le résultat de modélisations basées sur des hypothèses relatives à l'hydrologie et aux conditions d'écoulement, et donc entachées d'incertitudes. Elles ont vocation à fournir des éléments utiles à la préparation de crise en indiquant les secteurs risquant d'être impactés selon l'ampleur de la crue. En cas de crue, la situation sur le terrain pourra être différente de la zone inondée potentielle cartographiée, il conviendra donc de se référer impérativement aux consignes fournies par les services gestionnaires de crise.







**Ministère de la Transition  
écologique et solidaire**  
92055 La Défense CEDEX  
Tél. : 01 40 81 21 22

