



Avenant au marché de services pour l'amélioration des axes de concentration du ruissellement générés sur base du MNT LIDAR 2015 à la résolution de 1m et des données cours d'eau dérivées

Rapport

Mai 2019

Association temporaire Alexandre Maignard – Champs Libres Coopérative



Table des matières

1. Introduction.....	3
2. Mise à jour de la couche des dépressions.....	4
2.1. Dépressions « naturelles »	4
2.2. Carrières et fosses d'extraction.....	6
2.3. Chantoires	12
2.4. Couche finale des dépressions	12
3. Mise à jour des axes de ruissellement concentré et des produits connexes.....	15
4. Conclusion	16

1. Introduction

L'objectif de l'avenant notifié le 26 mars 2019 et prenant fin le 15 mai 2019 est de mettre à jour la couche des dépressions (sinks) utilisée dans le cadre de la définition des axes de ruissellement concentré et des produits dérivés (Figure 1). Tout axe de ruissellement qui atteint une telle dépression doit être stoppé. La couche des dépressions doit notamment être mise à jour en intégrant les carrières de type « fosses » ainsi que les chantoires qui ne débordent pas pour des événements pluvieux extrêmes. Les dépressions naturelles de type relief « endoréique » qui avaient été définies lors de la première convention LIDAXES sur base du MNT 1 m ont également été mises à jour suite à l'agrégation du MNT à 2 m.

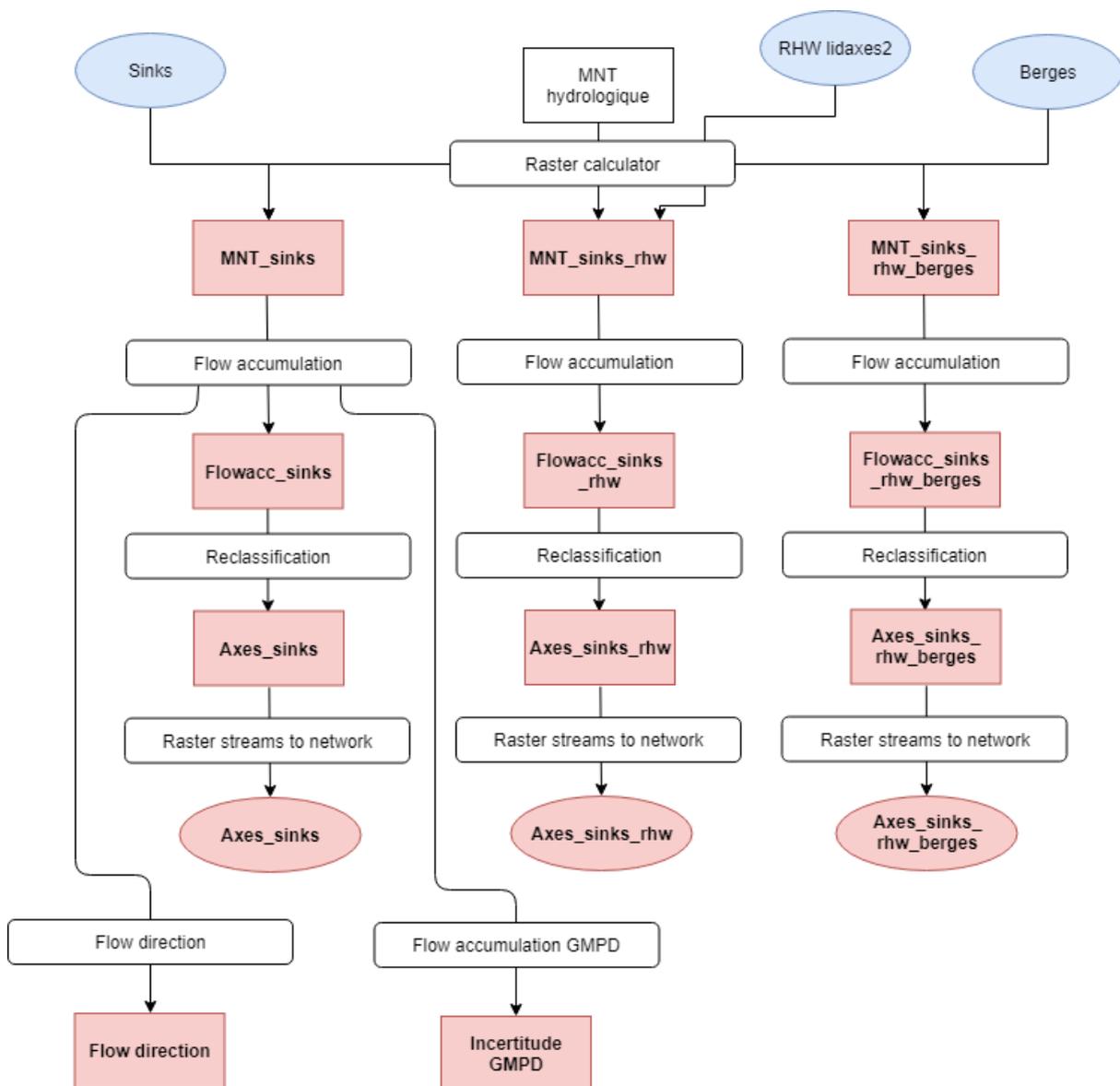


Figure 1 : Produits à mettre à jour à partir de la nouvelle couche des dépressions (sinks) et du MNT hydrologique généré lors de la convention LIDAXES 2. Les boîtes rectangulaires représentent des fichiers rasters, les boîtes ovales des fichiers vectoriels (shp) et les boîtes à coins arrondis des étapes du processus. Les fichiers de sorties (délivrables) sont mis en évidence en rouge.

2. Mise à jour de la couche des dépressions

Plusieurs types de dépressions sont à considérer pour la création de la nouvelle couche des « sinks ». Il s'agit (i) des dépressions dites « naturelles » qui ne débordent pas pour des événements pluvieux extrêmes, (ii) des carrières de type « fosses » et (iii) des chantoires qui ne débordent pas pour des événements pluvieux extrêmes. Les sections suivantes décrivent les données disponibles et la méthodologie mise au point pour générer la nouvelle couche des dépressions.

2.1. Dépressions « naturelles »

Le MNT contient un certain nombre de dépressions qui peuvent être mises en évidence via la fonction « Sinks » du logiciel Whitebox GAT. Ces dépressions doivent être identifiées sur base du MNT agrégé à 2 m et non corrigé d'un point de vue hydrologique car l'algorithme « breach », utilisé pour assurer la continuité du réseau de drainage, connecte ces dépressions au réseau lorsqu'une solution existe. Toutefois, les 34 352 233 dépressions identifiées sur le MNT agrégé à 2 m ne sont pas toutes de réelles dépressions et peuvent provenir d'un artefact comme cela a été exposé lors de la première convention LIDAXES (Figure 2). D'autres dépressions sont au contraire bien réelles et correspondent parfois à des reliefs endoréiques susceptibles de stocker de grands volumes de ruissellement (Figure 3).



Figure 2 : La dépression principale en rose identifiée par la fonction « Sinks » de Whitebox GAT résulte de la présence de l'autoroute en surplomb qui crée artificiellement une accumulation d'eau. Les points bleus renseignent en effet un passage souterrain qui permet les écoulements tels que constatés par les experts de terrain GISER (flèches blanches). Figure extraite du rapport final de la première convention LIDAXES.



Figure 3 : Dépressions naturelle qui possède un volume de stockage estimé à environ 4600 m³ pour une surface drainée estimée à environ 1.5 ha. Photographie extraite de la première convention LIDAXES.

Parmi les dépressions identifiées, il convient donc d'effectuer un tri pour ne conserver que celles qui ne sont pas liées à la présence d'un élément artificiel. Pour cela, la méthode suivie est identique à celle exposée dans la première convention LIDAXES. Seules les dépressions avec une surface de plus de 1 pixel sont conservées, les autres étant considérées comme liées à des effets de bruit au niveau du MNT. Lors de la première convention LIDAXES, les dépressions qui se situaient à 5 m ou moins d'un élément artificialisé repris par le COSW_07, d'un bord de route ou de rail repris par le PICC, d'un fossé repris par le PICC, d'un cours d'eau repris par le RHW ou d'une voie navigable définie par le COSW_07 étaient éliminées. Nous avons également considéré pour cette nouvelle couche des dépressions, les routes et les berges de cours d'eau repris par l'IGN (TOP 10VGIS). Comme l'information n'est pas toujours disponible au-delà des frontières régionales, les dépressions en dehors des limites administratives wallonnes ont également été supprimées. Comme lors de la première convention LIDAXES, les dépressions qui drainent moins de 500 m² sont supprimées car leur impact hydrologique est supposé marginal.

Au final, il reste 2 500 204 dépressions « naturelles » pour lesquelles il faut déterminer si elles sont susceptibles ou non de déborder en cas d'événement pluvieux extrême. Pour cela, il faut déterminer d'une part la capacité de stockage de ces dépressions et d'autre part la volume de ruissellement drainé en cas d'événement pluvieux extrême. La capacité de stockage des dépressions est déterminée sur base de la profondeur des dépressions obtenue via la fonction « Sinks depth » du logiciel Whitebox GAT. Cette fonction renseigne la profondeur de chacun des pixels des différentes dépressions. Il est dès lors possible en sommant les différentes profondeurs d'une dépression et en la multipliant par sa surface d'en dériver le volume. Le volume de ruissellement est quant à lui déterminé sur base de la méthode SCS du Curve Number en considérant un CN de 86 sur l'ensemble de la surface drainée (sol agricole nu de groupe hydrologique B) et une pluie de projet de 24 h avec une période de retour de 100 ans. Les pluies de projet sont définies par commune et sont celles utilisées lors de la première convention LIDAXES. Elles sont issues des archives de la Direction Générale Opérationnelle de la Mobilité et des Voies hydrauliques du Service Public de Wallonie.

Les calculs effectués aboutissent à 5478 dépressions qui présentent un volume de stockage supérieur au volume de ruissellement généré par une pluie de 24 h et une période de retour de 100 ans. Certaines de ces dépressions peuvent correspondre à d'anciennes fosses d'extraction ou des carrières actuelles ainsi que des chantoires. Les étapes suivantes de la méthodologie présentées ci-dessous vont permettre d'identifier ces cas particuliers.

2.2. Carrières et fosses d'extraction

Parmi les dépressions identifiées par la fonction « Sinks » de Whitebox GAT, certaines correspondent à des carrières ou des fosses d'extraction mais sont supprimées lors du tri qui permet d'identifier les dépressions « naturelles », notamment car elles se situent à proximité de routes. Afin de déterminer la présence de carrières ou de fosses d'extraction parmi les dépressions identifiées, les données du service géologique de Wallonie du SPW ainsi que les données de la Carte Numérique des Sols de Wallonie (CNSW) ont été utilisées. Les données de carrières qui ont été fournies par le service géologique de Wallonie sont constituées de :

- une sélection dans les bases de données des affleurements regroupés sous le terme « Carri » ou « Carrière ». Il s'agit des :
 - affleurements de la carte géologique de Wallonie (RW) qui sont qualifiés de fiables et récents ;
 - affleurements de la carte géologique de Belgique ;
- les sablières de Remacle datant de 2007 ;
- la base de données Mines-Carières (Mica) de 1982 ;
- les carrières de Poty datant de 2009 ;
- les extensions des fosses d'extraction sur base d'interprétations d'orthophotoplans ou du lidar par un géologue du projet de la Carte géologique. Ces données sont qualifiées de fiables et récentes mais sont loin d'être complètes.

Les données issues de la CNSW sont les séries spéciales « OE » et « OM » à savoir respectivement les fosses d'extraction et les marnières. La Figure 4 montre la diversité des données à utiliser aussi bien d'un point de vue géométrique (lignes, points, polygones) que de leur complétude et leur mise à jour. En effet certaines carrières comme par exemple les sablières de Remacle ou les fosses d'extraction de la CNSW, peuvent avoir été rebouchées et ne pas correspondre à une dépression identifiée par la fonction « Sinks » de Whitebox GAT. Les dépressions identifiées ne couvrent bien souvent qu'une partie des fosses d'extraction, à savoir le fond de ces dernières et non les versants qui d'un point de vue hydrologique ruissellent vers le fond de la dépression. La Figure 4 met aussi en évidence la présence de dépressions artificielles notamment sur les grands cours d'eau et qui sont à supprimer.

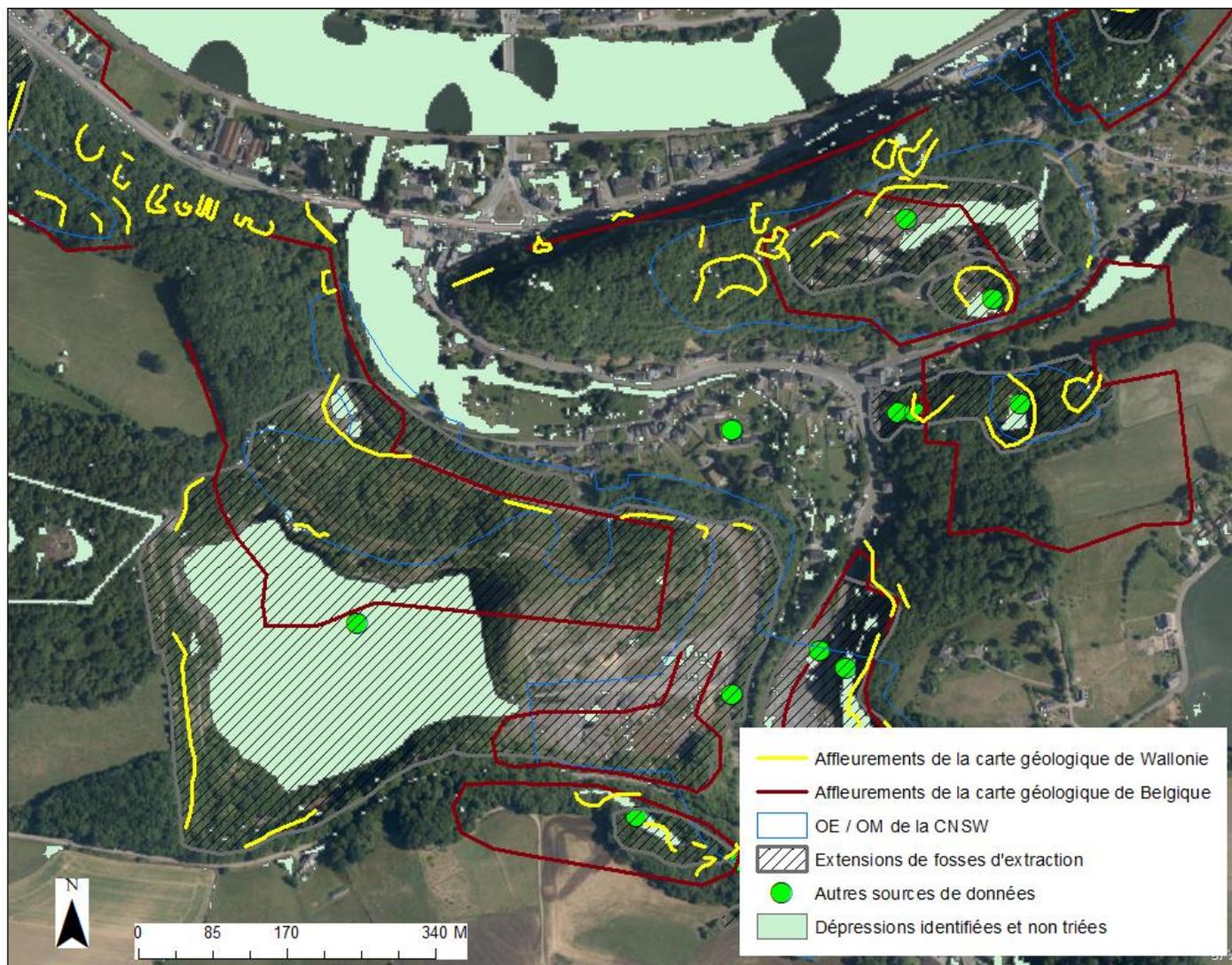


Figure 4 : Sources de données disponibles pour l'identification des carrières et fosses d'extraction. Les dépressions identifiées par la fonction « Sinks » de Whitebox GAT à partir du MNT agrégé à 2 m d'une surface de plus de 4 m² et à l'intérieur des limites de la Wallonie sont représentées par les polygones verts.

La première étape du tri des dépressions sur base des données disponibles de carrières et de fosses d'extraction a consisté à sélectionner l'ensemble des dépressions recoupées par les différentes sources de données. Cependant, les données de type ligne comme les affleurements de la carte géologique de Wallonie et ceux de la carte géologique de Belgique n'interceptent pas toujours les dépressions. Il est donc nécessaire de définir leur enveloppe qui aboutit à un shapefile de type polygone permettant la sélection des dépressions (Figure 5). Les données de type « point » comme les sablières de Remacle, la base de données Mines-Carières ou les carrières de Poty, n'ayant pas toujours une localisation très précise et ayant une emprise limitée, un buffer de 20 m a été appliqué pour sélectionner les dépressions à proximité. Pour les données de type « polygone » comme les extensions de fosses d'extraction et les séries spéciales « OE » et « OM » de la CNSW, aucun traitement particulier n'a été effectué avant de procéder à la sélection des dépressions. Il est à noter que là où la carte géologique de Wallonie est publiée, les données d'affleurement de la carte géologique de Belgique n'ont pas été prises en compte.

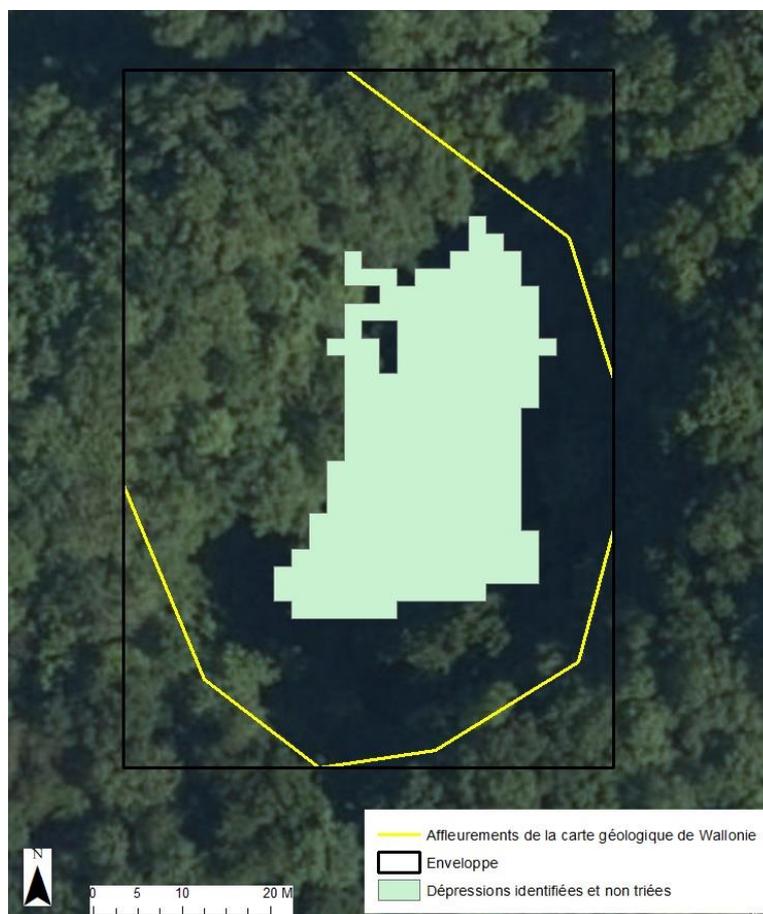


Figure 5 : Enveloppe créée à partir des données de type ligne pour sélectionner les dépressions identifiées par la fonction « Sinks » de Whitebox GAT à partir du MNT agrégé à 2 m.

Cette première étape aboutit à la sélection de plus de 120 000 dépressions dont certaines peuvent encore correspondre à des dépressions artificielles ou à des dépressions avec de faibles capacités de stockage. Il peut s'agir de sablières ou anciennes fosses d'extraction rebouchées qui se situent sur des dépressions artificielles ou de dépressions réelles de carrières intégrées à une dépression artificielle d'importance (Figure 6).

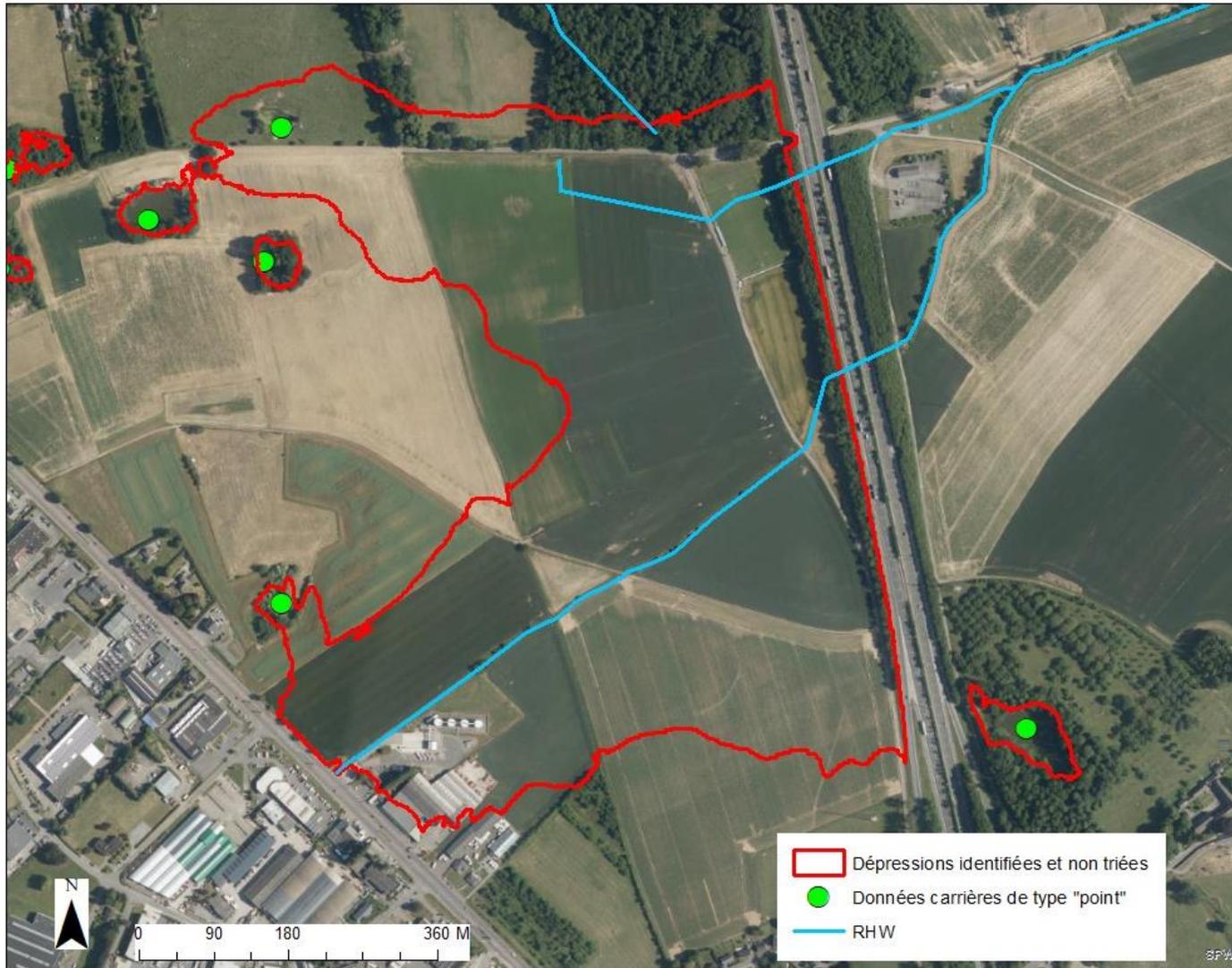


Figure 6 : Exemple de données de carrières fusionnées avec une dépression artificielle causée par l'autoroute. Le réseau hydrographique wallon (RHW) met en évidence la continuité hydrologique et l'aspect artificiel de la dépression.

Il est donc nécessaire d'effectuer un tri parmi les dépressions sélectionnées à partir des différentes sources de données de carrières et fosses d'extraction pour éliminer les dépressions artificielles et celles ayant une capacité de stockage limitée. La chaîne de traitement mise au point est la suivante :

- sélection des dépressions dont la valeur d'accumulation de flux maximum est de 0 et la somme des profondeurs des pixels est d'au moins 1000 m. Il s'agit des dépressions fermées les plus imposantes à savoir les plus grandes carrières (Figure 7). Bien qu'à priori ces carrières n'affectent pas le tracé des axes de ruissellement (accumulation de flux de 0), elles sont isolées à ce stade car en raison de leur envergure elles peuvent être affectées par les étapes suivantes et être supprimées ;
- sélection des dépressions dont la capacité de stockage est supérieure au volume de ruissellement généré par une pluie de projet de 24h et une période de retour de 100 ans sur base de la méthode SCS du Curve Number en considérant un CN de 86 sur la surface drainée par les dépressions ;
- sélection des dépressions qui ne contiennent pas un élément linéaire de type route (IGN et PICC), rail (PICC), cours d'eau (RHW), berge (IGN) ou artificialisé de type espace d'activité économique ou terrain résidentiel (COSW07) à l'exception de celles renseignées par la COSW07 comme carrières ou plan d'eau ;
- sélection des dépressions qui présentent une accumulation de flux maximum d'au moins 500 m² c'est-à-dire celles pouvant avoir un impact non négligeable sur la définition des axes de ruissellement ;
- les dépressions recoupées par une route et qui présentent une accumulation de flux maximum d'au moins 500 m² ont été passées en revue et pour certaines réintégrées lorsque la route n'est plus d'actualité ou n'a pas d'impact sur les écoulements de surface (Figure 8).

Cette chaîne de traitement a permis d'aboutir à la sélection de 3306 dépressions ayant un impact hydrologique en cas d'événement pluvieux extrême et correspondant à une carrière ou une fosse d'extraction. Certaines des dépressions peuvent correspondre à des dépressions sélectionnées comme dépressions « naturelles ». Dans ce cas, les doublons ont été supprimés de la couche des dépressions « naturelles ».



Figure 7 : Sélection en première instance des carrières les plus imposantes qui ne reçoivent aucun flux et dont la somme des profondeurs est d'au moins 1000 m.



Figure 8 : Carrière située sur une accumulation de flux d'au moins 500 m² et traversée par des routes n'ayant pas d'incidence sur les écoulements de surfaces.

2.3. Chantoirs

Les chantoirs qui se situent au fil des axes de ruissellement concentré peuvent pour certains constituer une perte hydrologique. Il n'existe pas à ce jour de couche des chantoirs en lien avec leur impact hydrologique. Les coordonnées de 74 chantoirs identifiées par la CWPSS (Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains) et reprenant les termes « inondation » ou « débordement » dans leur description ont été fournis par le Service géologique de Wallonie au Maître d'ouvrage. Sur base de la description du comportement de chaque chantoir, un tri a été effectué et 7 chantoirs ont été identifiés comme entraînant une perte hydrologique pour des événements pluvieux extrêmes. Ce nombre est estimé comme très marginal par les experts et une couche doit être créée pour pouvoir en tenir compte. Cependant, étant donné le travail que cela induit, cette couche n'a pas pu nous être fournie dans le cadre de cet avenant. En attendant, les 7 coordonnées fournies ont donc été passées en revue. Si dans un rayon proche, une dépression fournie par la fonction « Sinks » de Whitebox GAT était présente alors elle a été définie comme chantoir. Sinon, le chantoir a été défini comme le cercle de 20 m de rayon autour de la coordonnée fournie. Si une des dépressions obtenue correspond à une dépression définie comme « naturelle », cette dernière a été supprimée de cette couche pour éviter les doublons.

2.4. Couche finale des dépressions

Les trois types de dépressions identifiées comme ayant un impact hydrologique en cas d'événement pluvieux extrême à savoir les dépressions « naturelles », les carrières et les fosses d'extraction ainsi que les chantoirs ont été regroupées en une couche vectorielle unique (Sinks_impact_hydro.shp). La table attributaire de cette couche renseigne la nature de chacune des dépressions. Nous attirons l'attention sur le fait que, comme la sélection des dépressions se fait sur base de sources d'information qui ne sont pas toujours à jour ou dont la géométrie n'est pas toujours précise, certaines erreurs peuvent subsister. De plus, certaines fosses d'extraction ou carrières peuvent se confondre avec des dépressions « artificielles » (Figure 6) et il est dès lors très compliqué de les distinguer. La couche finale fournie peut donc contenir encore quelques erreurs mais qui ne peuvent pas toujours être corrigées sur la simple base des documents cartographiques et qui demandent une connaissance du terrain pour pouvoir être résolues. De plus, la couche peut contenir certains manquements notamment du fait que l'on donne la priorité à la suppression des dépressions « artificielles » sur la conservation des carrières ou fosses d'extraction en cas de superposition des deux types d'information. Toutefois, ces cas qui restent minimes pourront être corrigés par les utilisateurs de la couche au fur et à mesure de leurs constatations.

Outre ces erreurs qu'il est difficile de quantifier mais qui restent marginales, la nouvelle couche des dépressions est nettement améliorée par rapport à la version de la première convention LiDAXES car elle intègre un grand nombre de carrières et de fosses d'extraction. Ceci permet d'éviter les erreurs de continuité du réseau hydrographique observé dans la première convention LiDAXES (Figure 9) et dans la seconde version avant la génération de la nouvelle couche des dépressions (Figure 10).

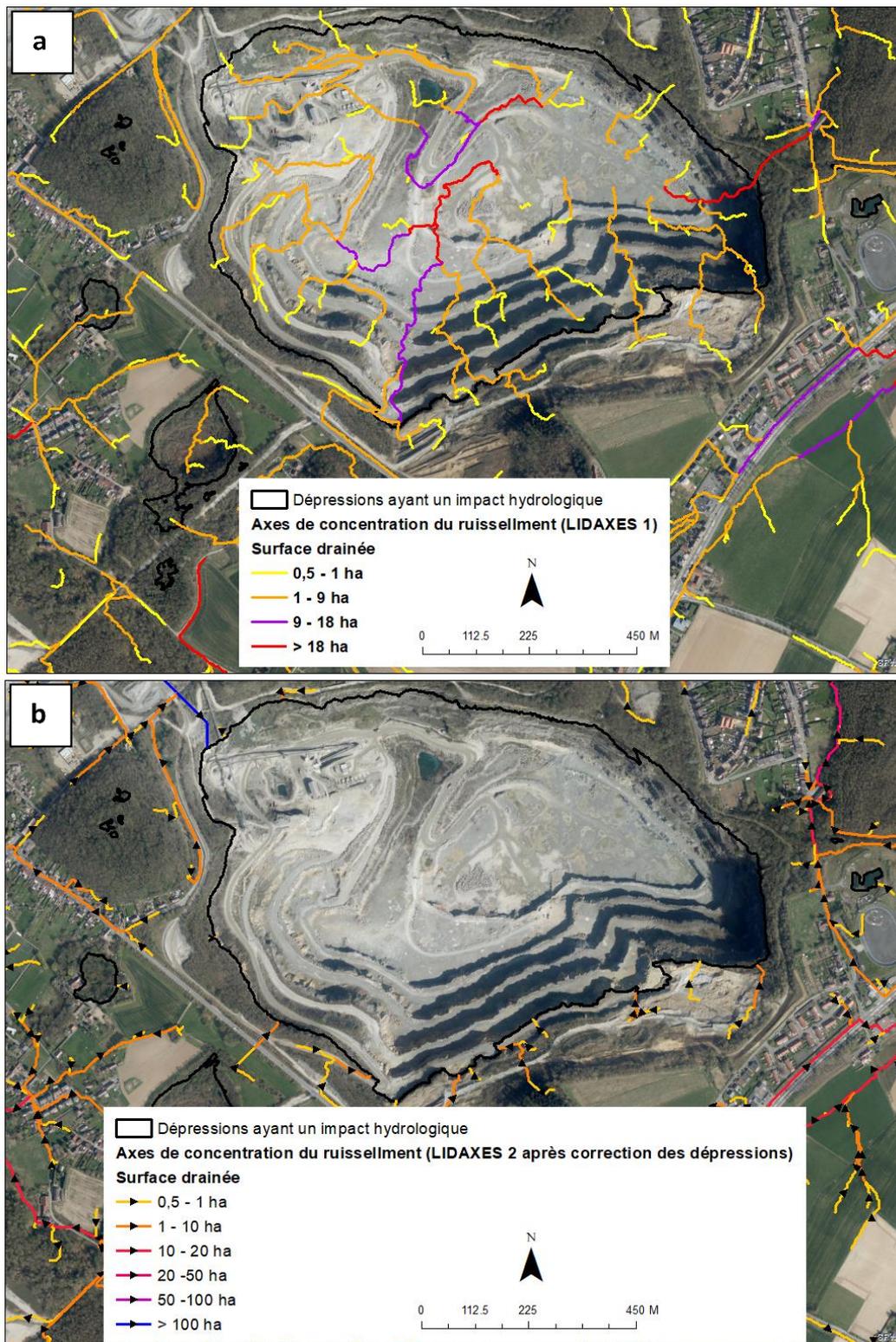


Figure 9 : Impact de l'amélioration de la couche des dépressions ayant un impact hydrologique pour des événements pluvieux extrêmes sur la localisation des axes de ruissellement concentré définis a) lors de la première convention LIDAXES et b) lors de la présente convention après correction des dépressions

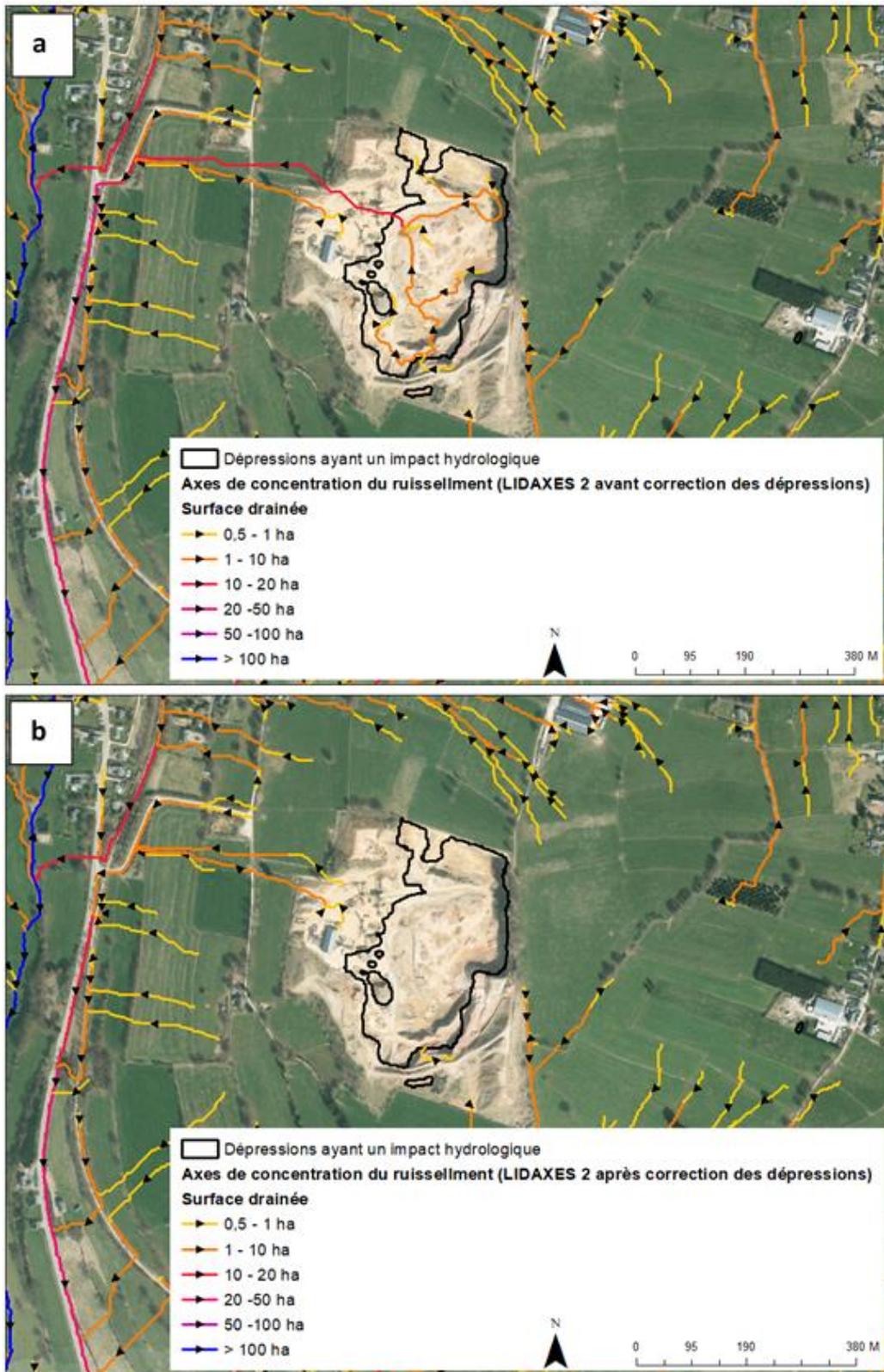


Figure 10 : Impact de l'amélioration de la couche des dépressions ayant un impact hydrologique pour des événements pluvieux extrêmes sur la localisation des axes de ruissellement concentré définis lors de la présente convention a) avant correction de la couche des dépressions et b) après correction de la couche des dépressions

3. Mise à jour des axes de ruissellement concentré et des produits connexes

L'ensemble des produits fournis à la fin de la convention tels que présentés dans le Tableau suivant ont été mis à jour sur base de la nouvelle couche des dépressions ayant un impact hydrologique pour des événements pluvieux extrêmes. Aucune autre modification n'a été requise.

Fichiers	Description	Taille	Format
FLOW ACCUMULATION			
1 Flowacc_sinks.tif	Couche raster d'accumulation de flux	4.9 Go	Geotiff
2 Flowacc_sinks_rhw.tif	Couche raster d'accumulation de flux s'arrêtant aux cours d'eau	4.8 Go	Geotiff
3 Flowacc_sinks_rhw_berges.tif	Couche raster d'accumulation de flux s'arrêtant aux cours d'eau et aux berges des grands cours d'eau	4.8 Go	Geotiff
AXES			
4 Axes_r_sinks.tif	Couche raster des axes d'écoulement reclassifiés	131 Mo	Geotiff
5 Axes_r_sinks_rhw.tif	Couche raster des axes d'écoulement reclassifiés s'arrêtant aux cours d'eau	129 Mo	Geotiff
6 Axes_r_sinks_rhw_clip_berges.tif	Couche raster des axes d'écoulement reclassifiés s'arrêtant aux cours d'eau et aux berges des grands cours d'eau.	129 Mo	Geotiff
7 Axes.shp	Couche vectorielle des axes d'écoulement reclassifiés. Issue de Axes_r_sinks.tif	1.5 Go	shp
8 Axes_rhw.shp	Couche vectorielle des axes d'écoulement reclassifiés s'arrêtant aux cours d'eau. Issue de Axes_r_sinks_rhw.tif	1.5 Go	shp
9 Axes_clip_berges.shp	Couche vectorielle des axes d'écoulement reclassifiés s'arrêtant aux cours d'eau et aux berges des grands cours d'eau. Issue de Axes_r_sinks_rhw_clip_berges.tif	1.5 Go	shp
FLOW DIRECTION			
10 Flowdir_sinks.tif	Couche raster de direction d'écoulement sur base du MNT avec dépressions (MNT_sinks.tif)	1.3 Go	Geotiff
MNT			
11 MNT_sinks.tif	MNT hydrologiquement corrigé avec dépressions	11 Go	Geotiff
12 MNT_sinks_rhw.tif	MNT hydrologiquement corrigé avec dépressions et sans valeurs dans les cours d'eaux	11 Go	Geotiff
13 MNT_sinks_rhw_berges.tif	MNT hydrologiquement corrigé avec dépressions et sans valeurs dans les cours d'eaux ni entre les berges des grands cours d'eaux.	11 Go	Geotiff
INCERTITUDE			
14 GMPD.tif	Couche raster d'écoulement diffus	21 Go	Geotiff
15 Incertitude.tif	Couche raster d'incertitude des écoulements		Geotiff

4. Conclusion

La mise à jour des dépressions sur base du MNT agrégé à 2 m et des informations fournies permet d'améliorer la représentation des axes de ruissellement concentré. Néanmoins, la sélection des dépressions est tributaire de la précision des données externes utilisées tant d'un point de vue géométrique que de leur actualité. Ceci peut donc induire la présence de dépressions artificielles dans la couche finale, et pas toujours détectable sur base des éléments cartographiques à disposition, ou au contraire l'absence de dépressions réelles. Ce dernier cas est particulièrement vrai pour les dépressions de type chantoire qui nécessitent encore un recensement par les experts concernés. Toutefois, la mise à jour des axes de ruissellement peut être effectuée par le Maître d'ouvrage au moyen de la procédure de calcul remise à la fin de la convention, lorsque les dépressions seront corrigées et mises à jour.