

CARTINO pour Carto DI

**Cartographie des Territoires à
Risques Importants d'inondation
Journées Techniques**

**3/12/2012
Réunion CETE EST**

MAJ réunion Paris du 11/10/2012

Frédéric Pons - PCI inondations et Aléa Côtiers

SOMMAIRE

Pages

- *Projet Cartino*
- *Données nécessaires*
- *Type de Résultats*
- *Principes de Cartino*
- *Présentation illustrée*
- *Reprises locales*
- *Améliorations DI*



MINISTÈRE
DE L'ÉGALITÉ
DES TERRITOIRES
ET DU LOGEMENT

MINISTÈRE
DE L'ÉCOLOGIE,
DU DÉVELOPPEMENT
DURABLE
ET DE L'ÉNERGIE

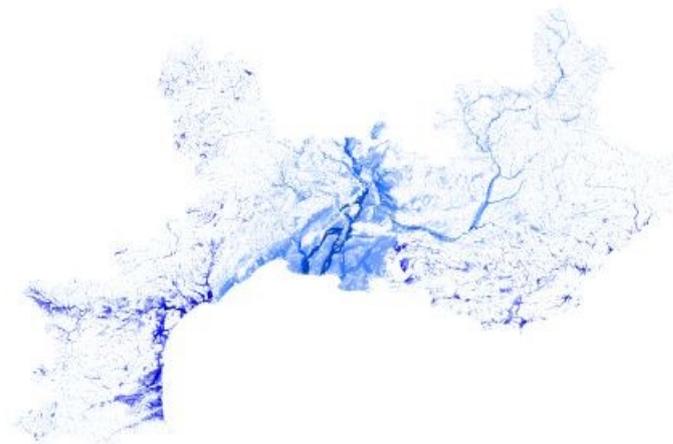
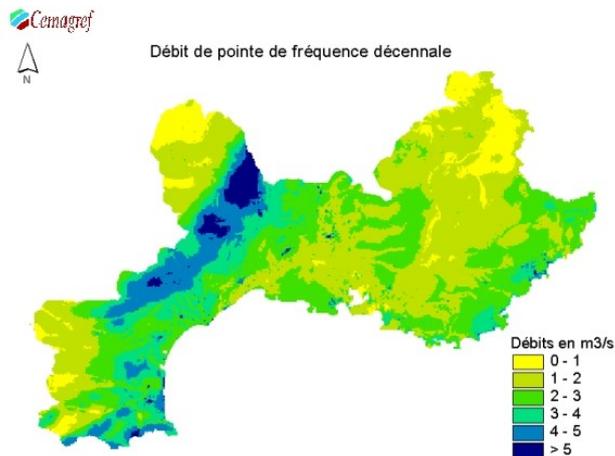
Projet Cartino (CARTOgraphie des INondations)

Contexte

- Opération de recherche de l'IFSTTAR
- Convention DGPR/IRSTEA
- Lettre de commande DGPR/CETMEF

Objectif initial DGPR

- Croiser SHYREG & EXZECO



- Possible utilisation: Cartographie DI, EPRI 2ème cycle ou connaissance complémentaire

SHYREG database for national cartography of flood risk

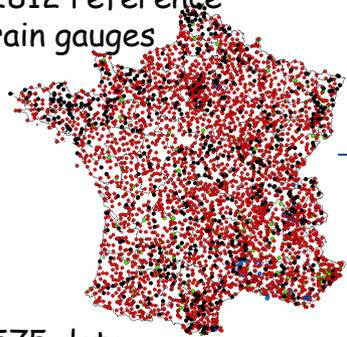
Approach by simulation : hourly rainfall model coupled with rainfall-runoff model

Regionalized approach : calibration on a exhaustive dataset and regionalization of model's parameters

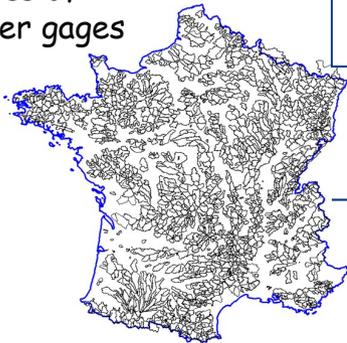
Advantages : robustness , multi-duration information (floods design),

Dataset

2812 reference rain gauges



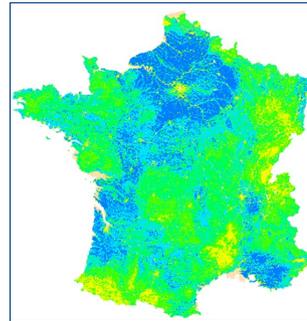
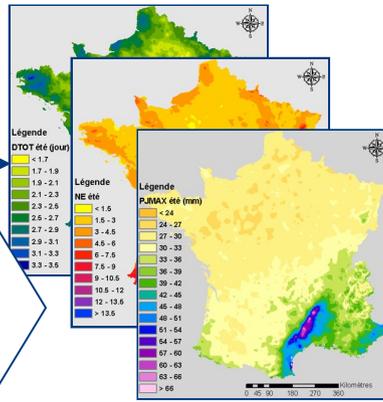
1575 data series of water gages



Irstea – Centre d'Aix-en-Provence

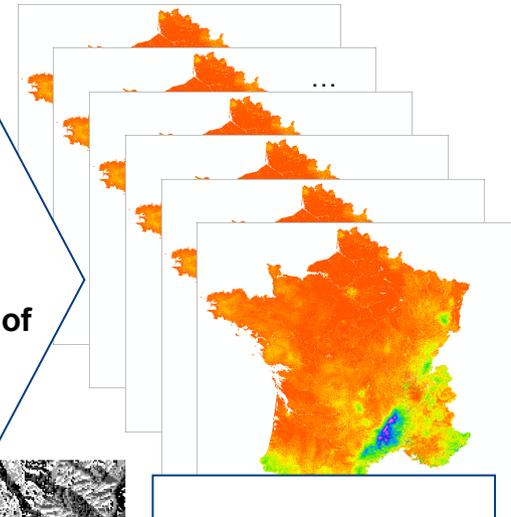
Calibration/Regionalization

1. Models' calibration
2. Parameters' regionalization

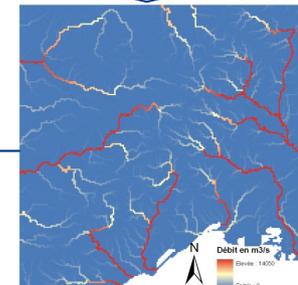
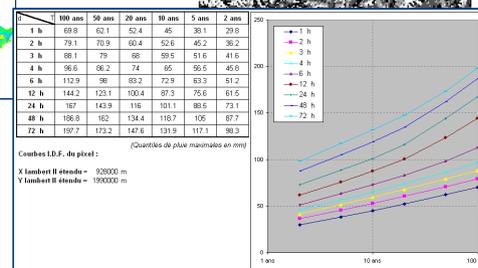


Rainfall and flood frequency distribution at 1km² scale

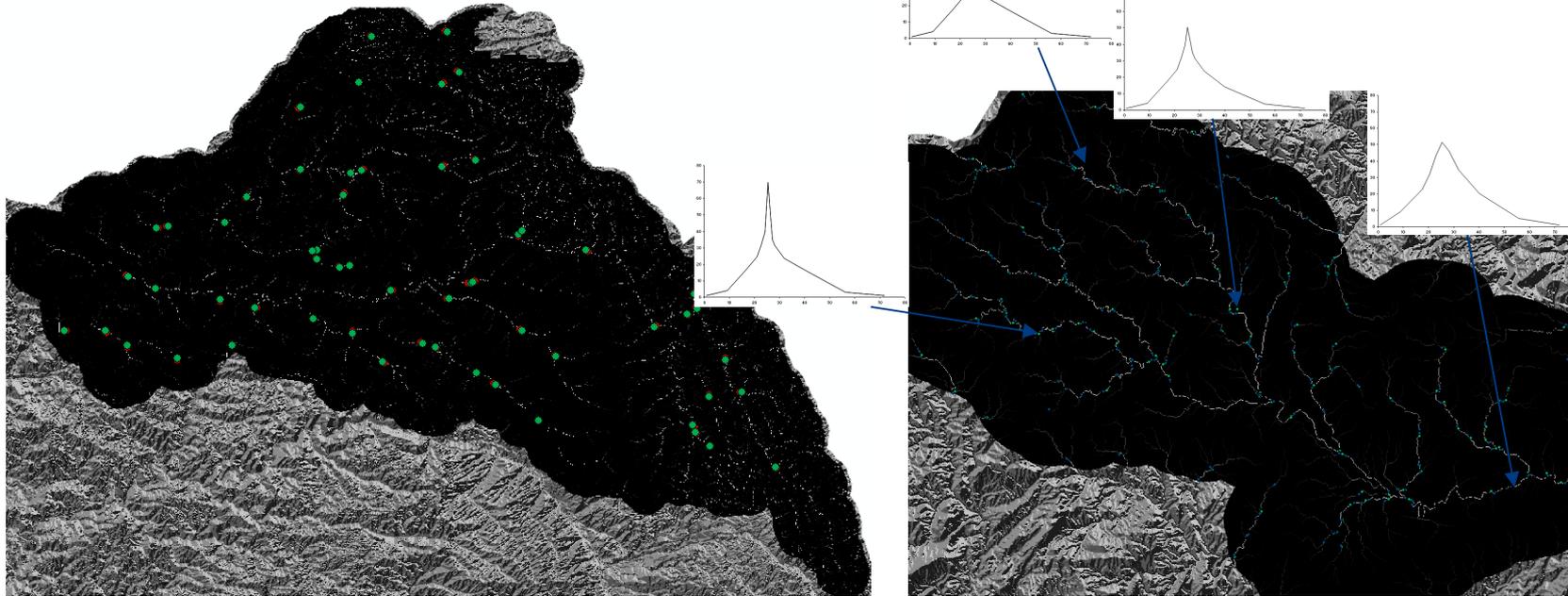
3. Flood scenarios simulation
4. Extraction of floods frequency



5. Accumulation



Examples

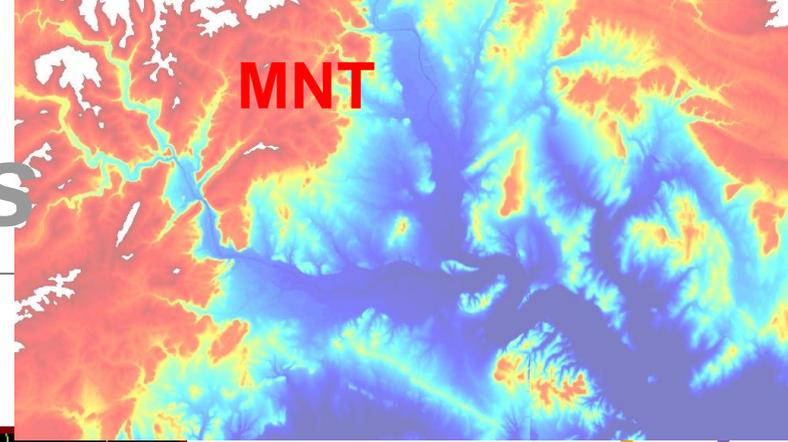


SHYREG Database :

- Peak flood of 10, 100 and 1000-years return period along the drainage network for areas $> 5\text{km}^2$
- Design floods on 200 000 outlets
- Quality code based on
 - localisation of dams
 - karstics areas
 - natural flood plain



Données nécessaires

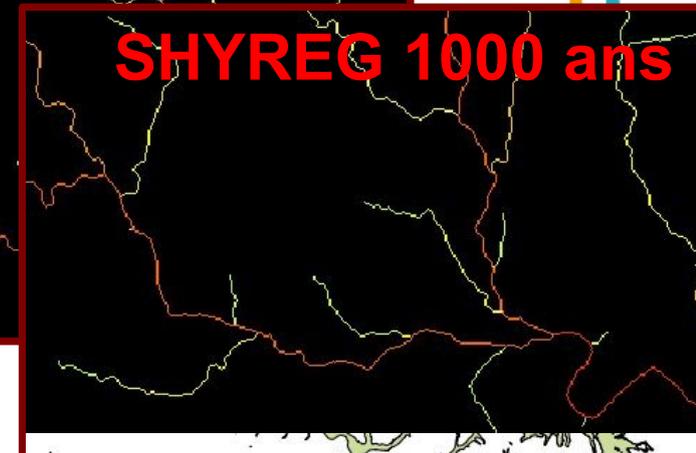


MNT (Raster)

- LIDAR IGN 1m
- Ou MNT 5m locaux
- À défaut MNT 25m? Si on a vraiment rien pour la crue extrême

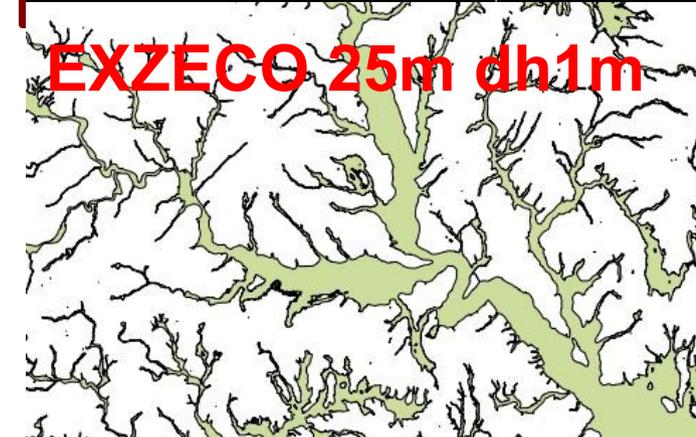
Débits (Raster)

- **SHYREG 10, 100 et 1000 ans**
- A défaut Hydrologique locale avec $Q=AS^{0.8}$



Pseudo-Emprise de zones inondables (Vecteur)

- **EXZECO à partir des endroits à cartographier** sous forme vecteur
- EAIP mais peu de recul sur l'utilisation



Résultats

**Cartino 10 ans
à proscrire a
priori**

**Cartino 100 ans
pour combler
les trous**

**Cartino 1000 ans
À utiliser pour
l'extrême**

Fourniture des résultats Raster sur
trois périodes de retour en niveau
de charge spécifique (sécuritaire)

Calcul avec modèle 1D Permanent
transcritique avec Strickler unique

Principes de Cartino

Principes

- Utiliser une pseudo-enveloppe de zone inondable lissée (Exzeco)
- Récupérer la ligne médiane de cette enveloppe (*squeletisation*)
- Créer un réseau de biefs de calculs
- Sur un bief, création de profils en travers à pas non constants et sans croisement
- Interpolation MNT et Matrice de débits sur chaque trace de profils en travers
- Création des fichiers d'entrées de code de calcul hydraulique 1D
- Calcul en mono-fréquence sur le bief
- Vérification que les profils en travers sont assez larges
- Visualisation des résultats de calculs sur le bief
- Assemblage des résultats de chaque bief de calculs

Boucle sur les biefs de calculs

sur-largeur
Si non

2 chaines de calcul en développement parallèle

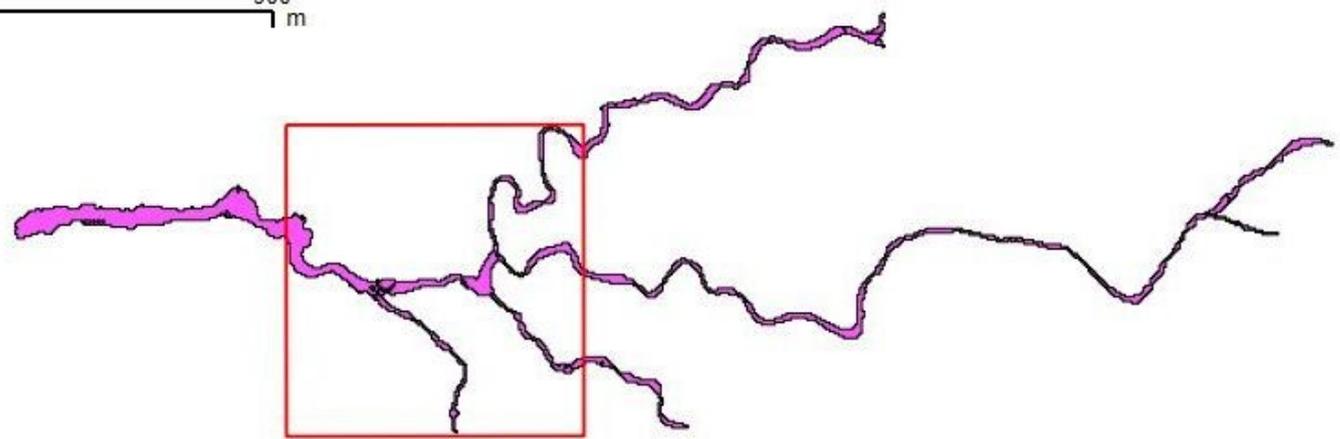
- **CETE Méditerranée: Chaine PC: Qgis-Grass, Flutor et Mascaret lancés avec Matlab (diffusable) – Notice sur wikhydro**
- CETMEF: Application dédiée sur le système i-Fast CETMEF utilisant Manning-Strickler et Mascaret

Couches

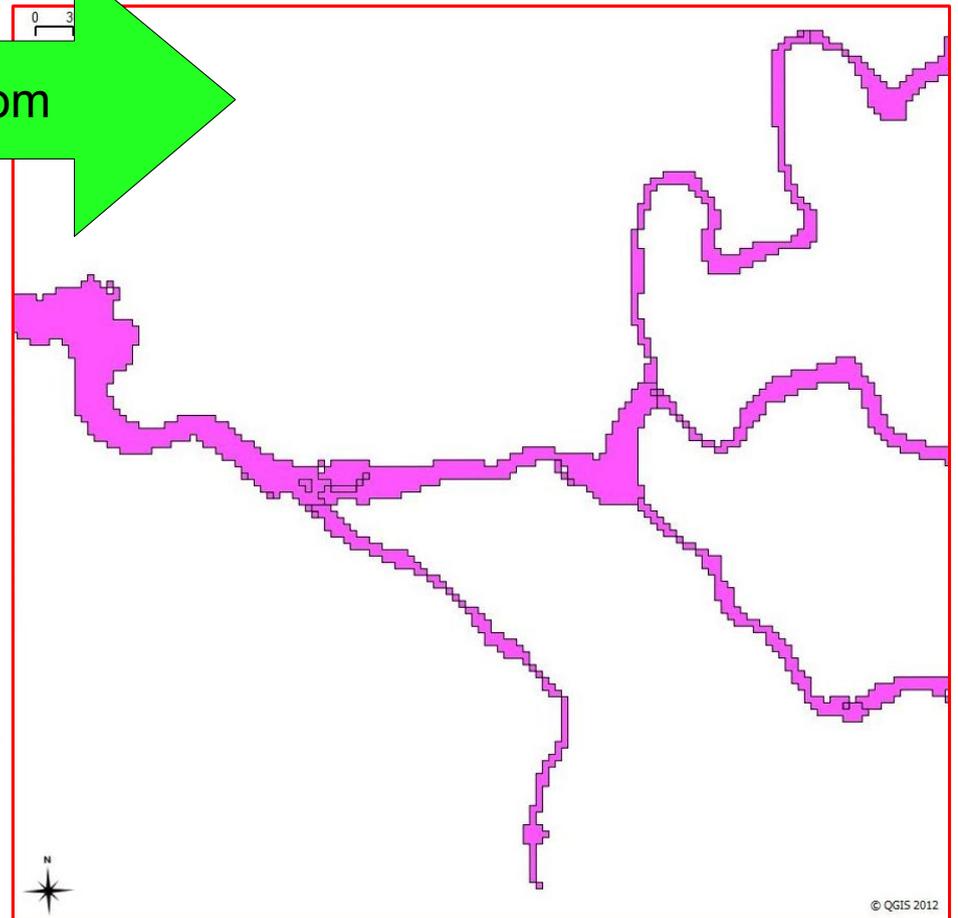
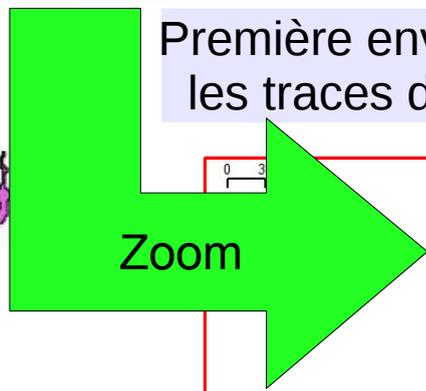
EmpriseZoom

EXEMPLE

0 900 m



Première enveloppe pour initialiser les biefs et les traces des profils en travers (*Exzeco 5m*)



Actions pour obtenir l'image suivante:

But: Lisser l'enveloppe outils

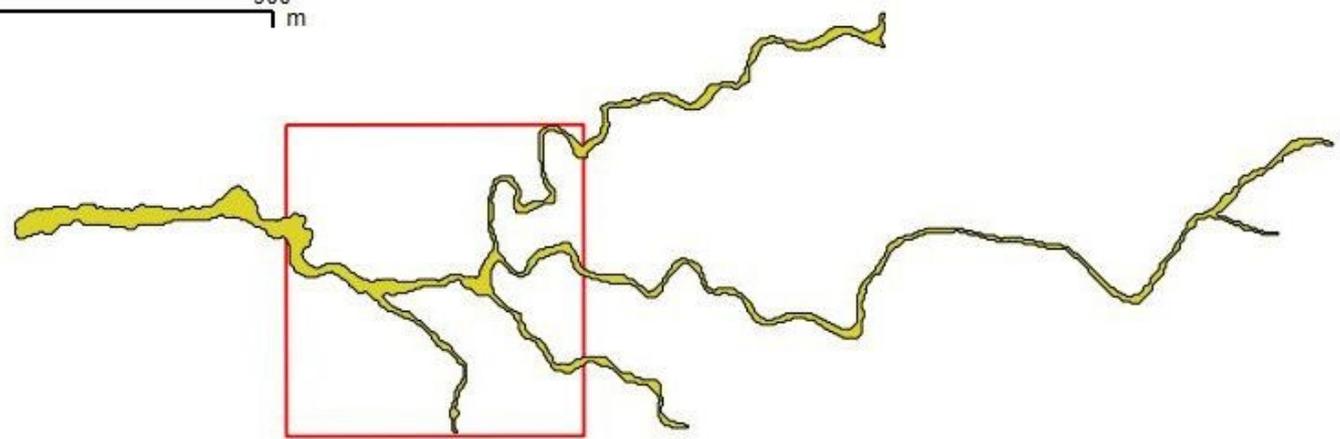
Remplir les « iles ou trous »
Créer des triangle et losange sur les marches d'escalier
Fusionner
Combine all



Couches

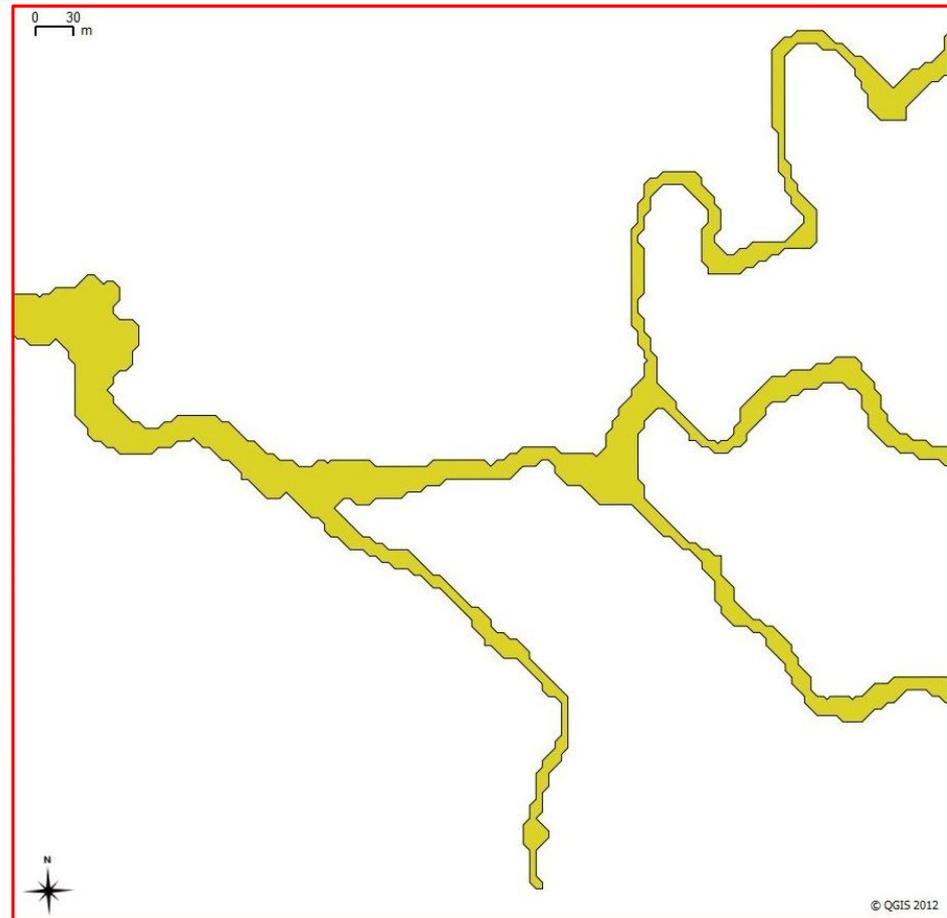
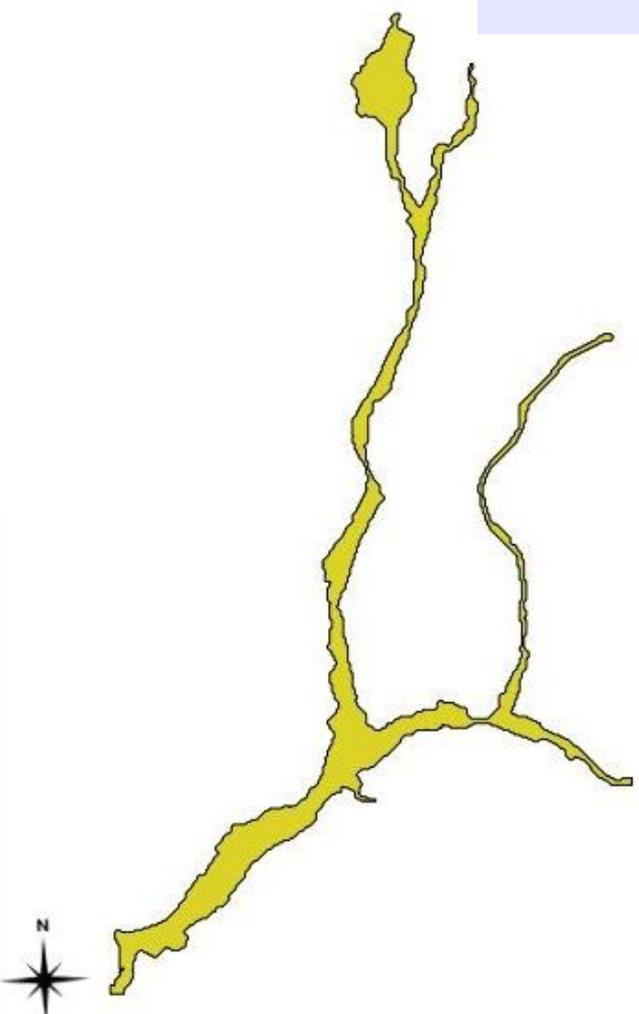
- EnveloppeLisse
- EmpriseZoom
- EXEMPLE

0 900 m



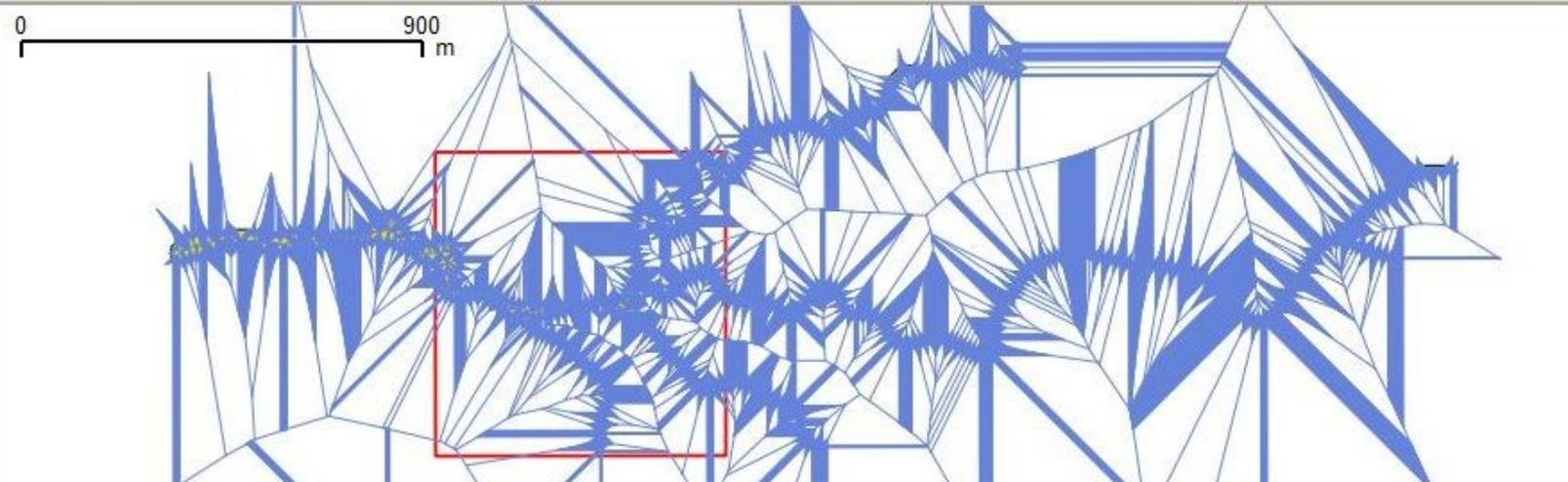
Enveloppe lissée

Actions pour obtenir l'image suivante:
 But: trouver le milieu de l'enveloppe
 Outils
 Couper le contour de l'enveloppe à pas constant et lancer le diagramme de Voronoï

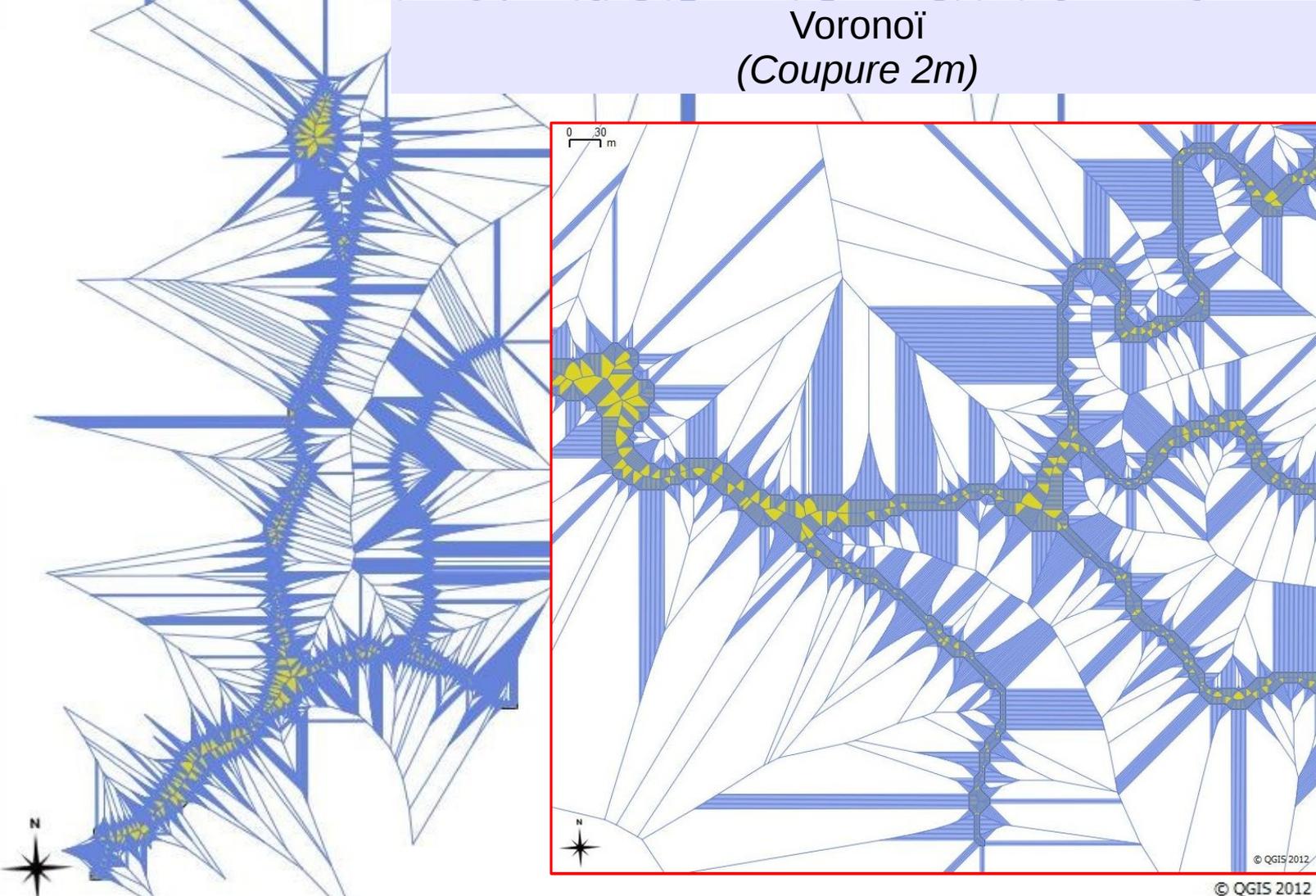


Couches

- Squelette001 [67866]
- EnveloppeLisse
- EmpriseZoom
- EXEMPLE



Voronoi
(Coupure 2m)



Actions pour obtenir l'image suivante:

But: trouver le milieu de l'enveloppe

Outils

Supprimer tous les segments en dehors de l'enveloppe et

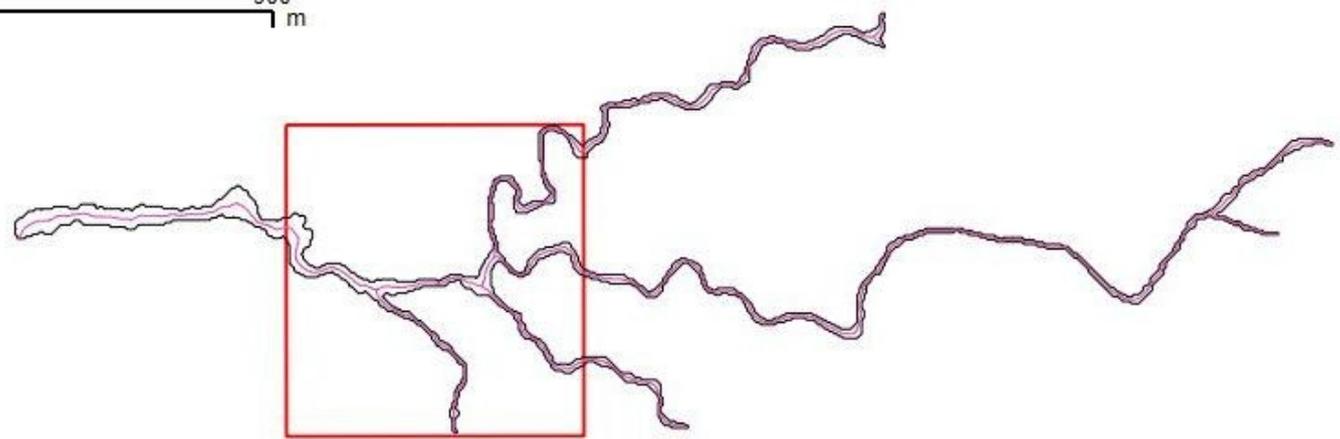
Supprimer de manière itérative les petits segments de fin de réseau

Couches

Squelette011

- EnveloppeLisse
- EmpriseZoom
- EXEMPLE

0 900 m



Milieu de l'enveloppe
(Nettoyage itératif du squelette)

Actions pour obtenir l'image suivante:

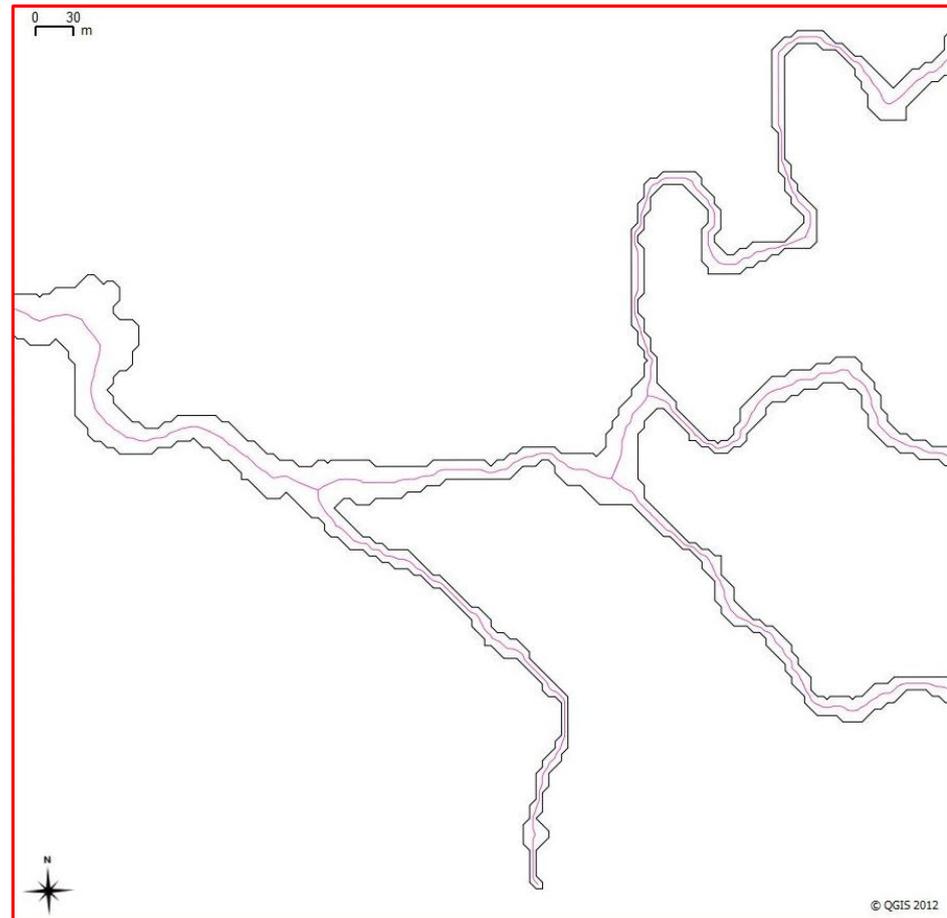
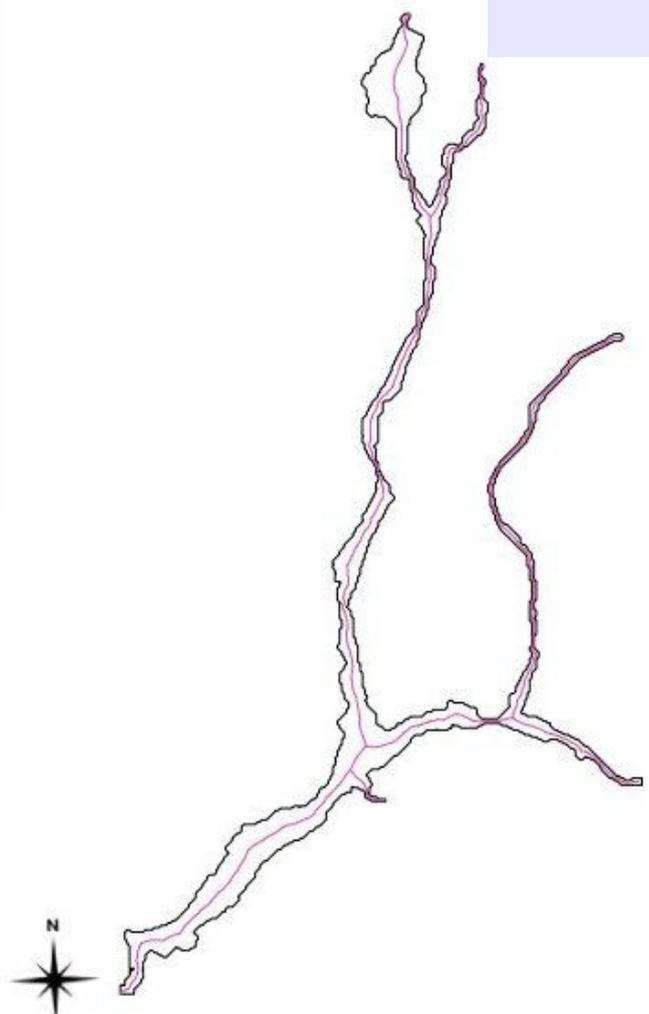
But: Créer un réseau de biefs et préparer des zones pour l'interpolation de débits

outils

Fusionner tous les segments pour avoir un bief de calcul de chaque tête de réseau jusqu'à l'exutoire (méthode à améliorer)

et

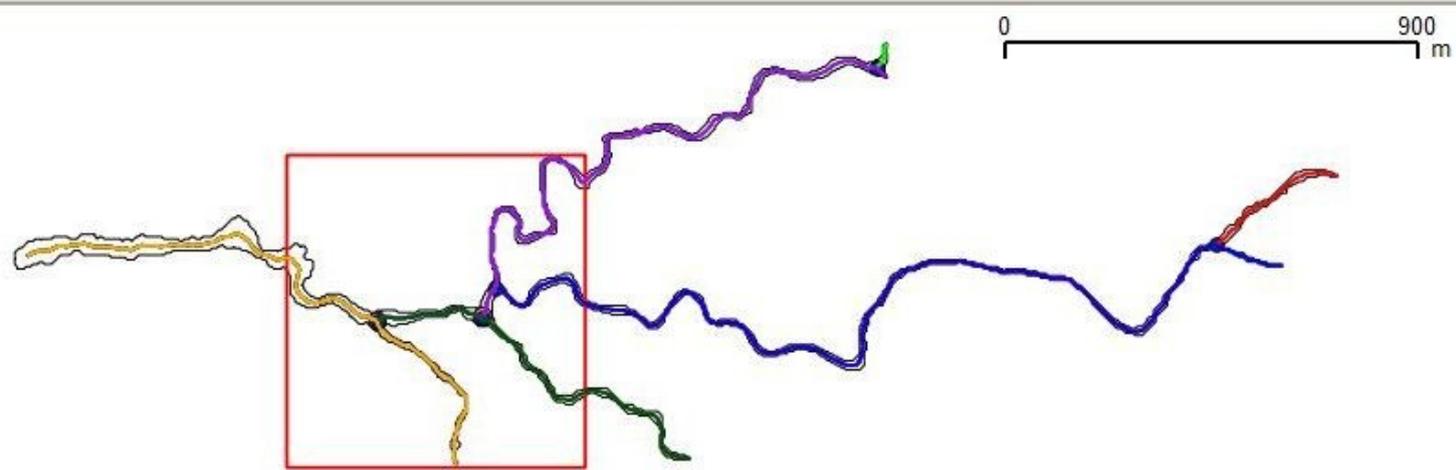
Utiliser un tampon autour de chaque confluence avec la distance minimale entre ce point et l'enveloppe



Couches

- BV02
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
 - 6
- BV01
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- TronconBuildJonction
- TronconBuildJonctionBuf
- EmpriseZoom
- EnveloppeLisse

EV5101E

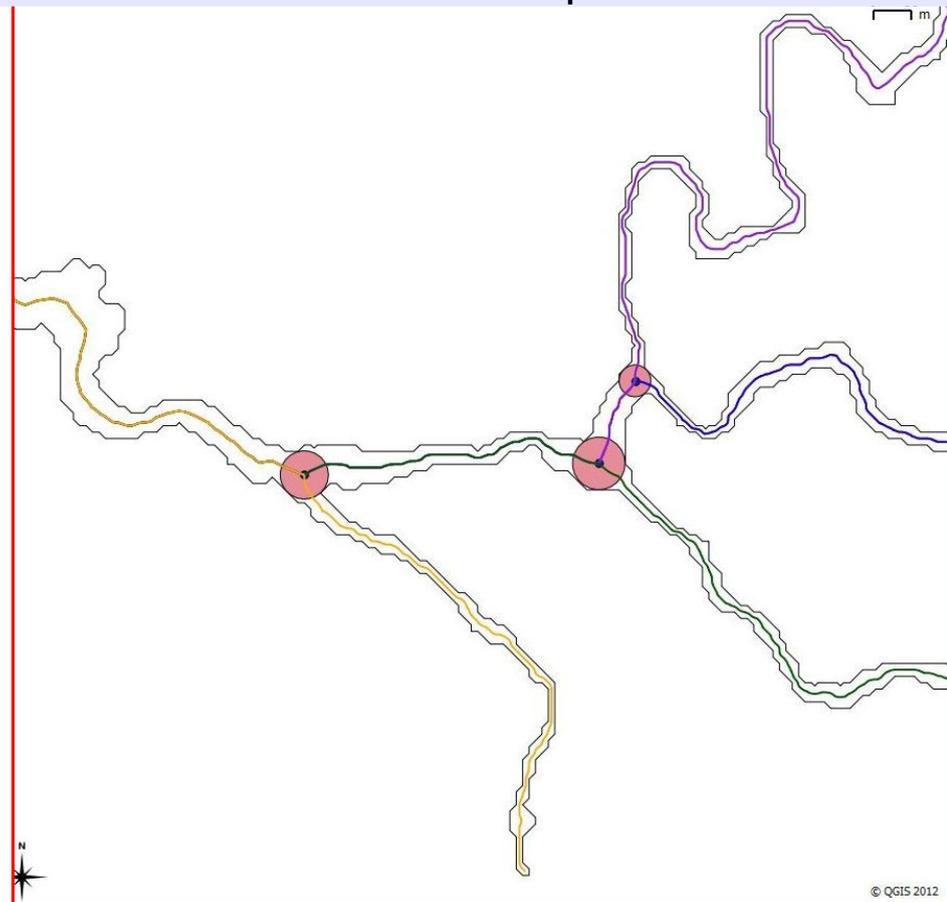
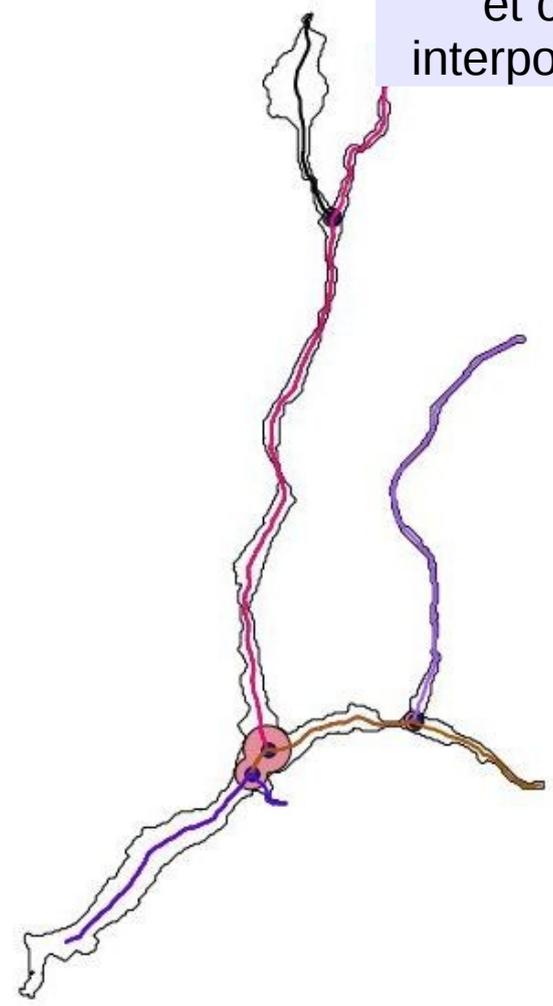


Créer un réseau de bief (amont-> exutoire)
et créer une zone où les débits ne seront pas
interpolés sur les futures traces de profils en travers

Actions pour obtenir
l'image suivante:

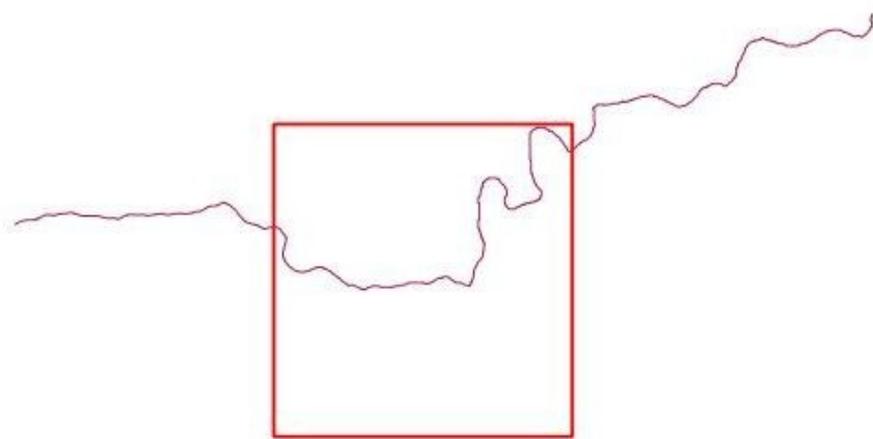
But: sélectionner bief
par bief pour lancer
sur chacun un calcul
hydraulique itératif

Select one number



Couches

- BV02_bief003
- BV02
- BV01
- EmpriseZoom
- TronconBuildJonction
- TronconBuildJonctionBuf
- EnveloppeLisse
- EXEMPLE

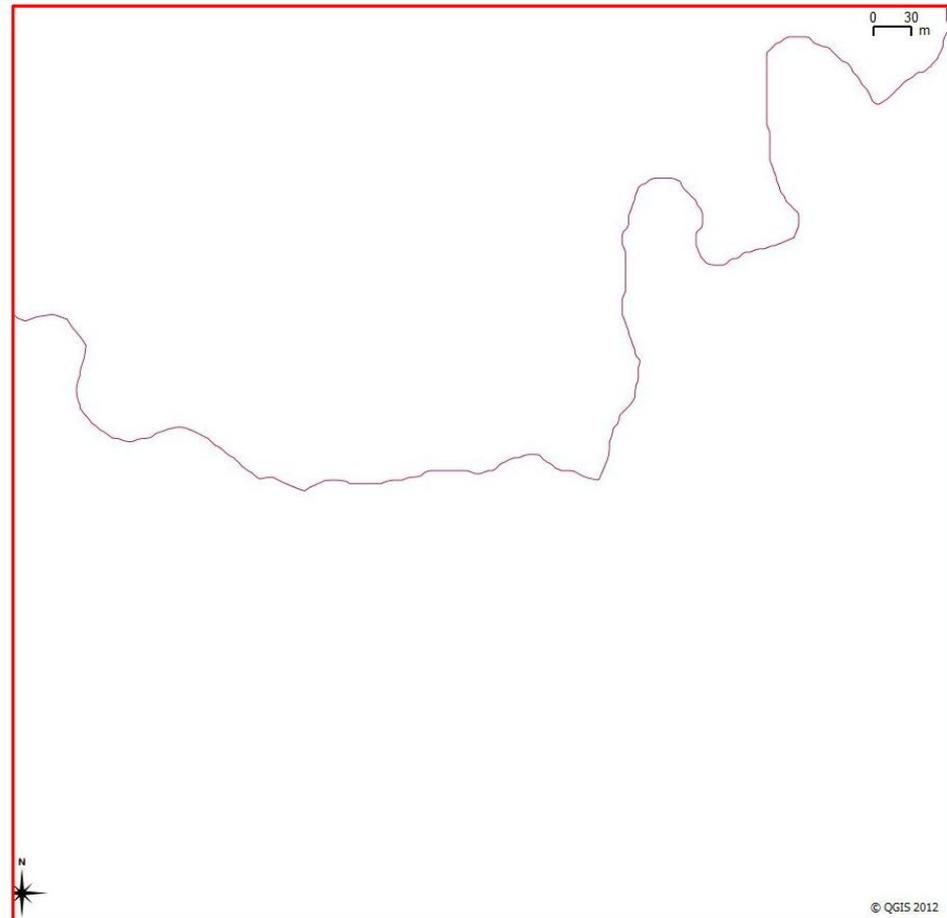


sélectionner bief par bief pour lancer sur chacun un calcul hydraulique itératif

Actions pour obtenir l'image suivante:

But: Créer des traces avec une distance trace amont-aval fonction de la largeur de l'enveloppe

Première largeur de traces fonction de la largeur de l'enveloppe et interdiction de croisement entre profils



Couches

- BV02
- BV01
- TronconBuildJonction
- BV02_bief003TNC22
- BV02_bief003TNC12
- BV02_bief003TNC06
- BV02_bief003TNC04
- BV02_bief003TNC02
- BV02_bief003TNC000**
- D:\Marseille\CARTINO\PetitSecteur\BV02\BV02_bief003tour01\BV02_bief003TNC000.mif
- EnveloppeLisse
- EXEMPLE

Contrôle de l'ordre de rendu des couches

Chemin le plus court

Part

État

Ère: Durée

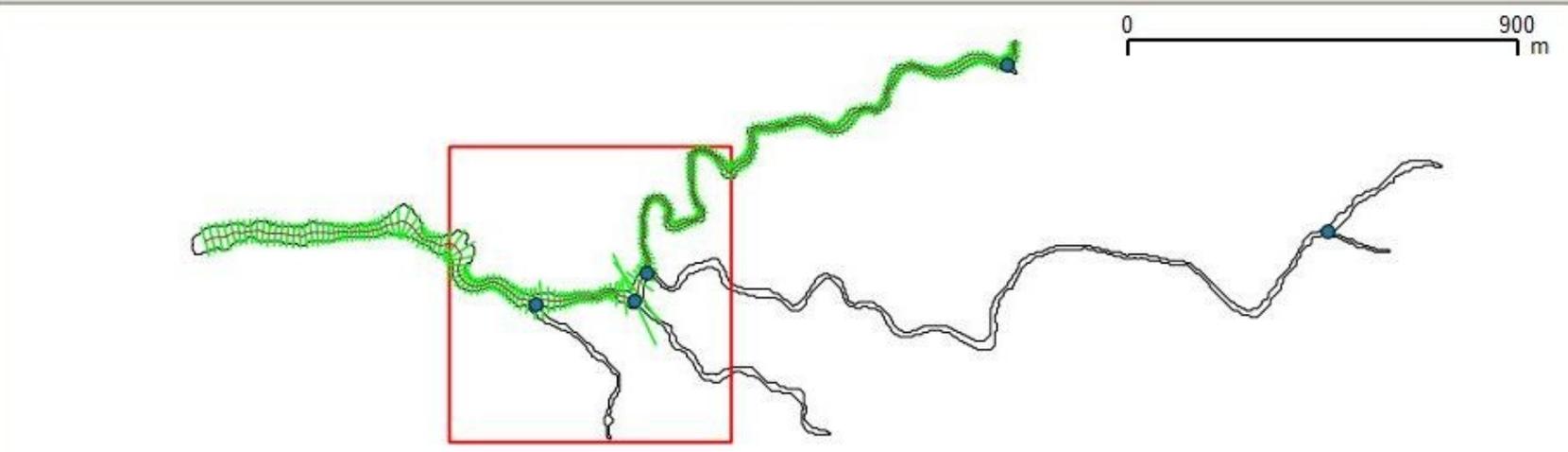
Calculer Exporter Effacer

Aide

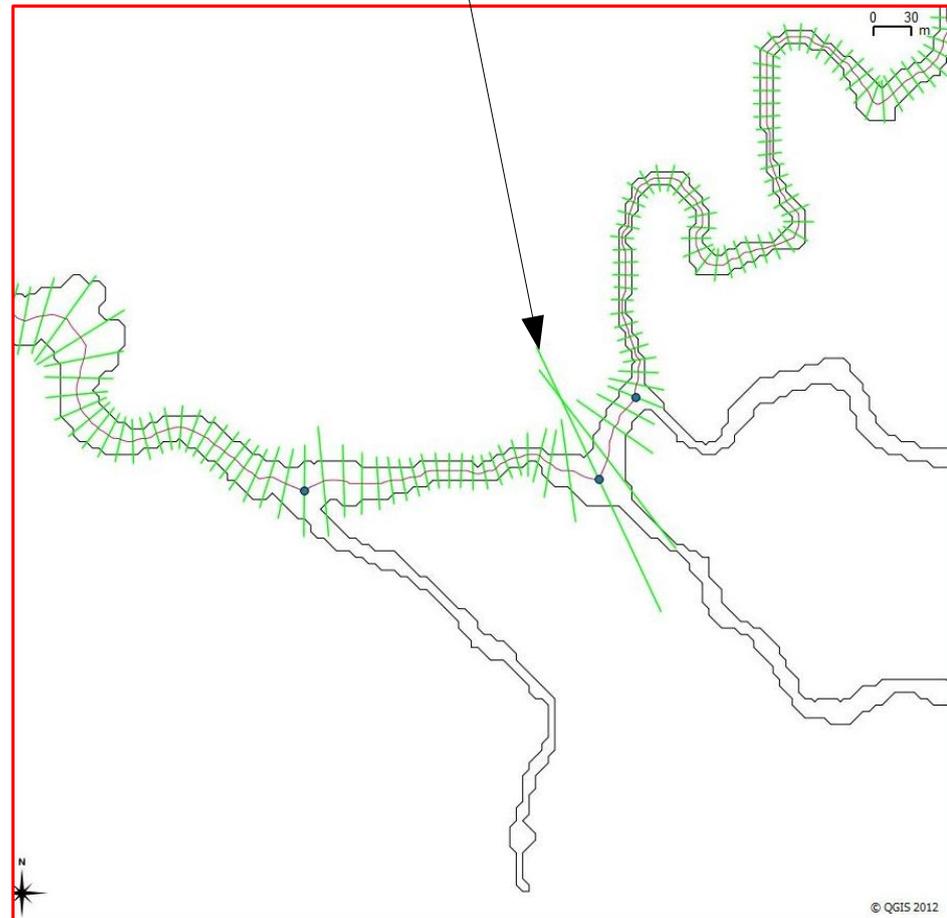
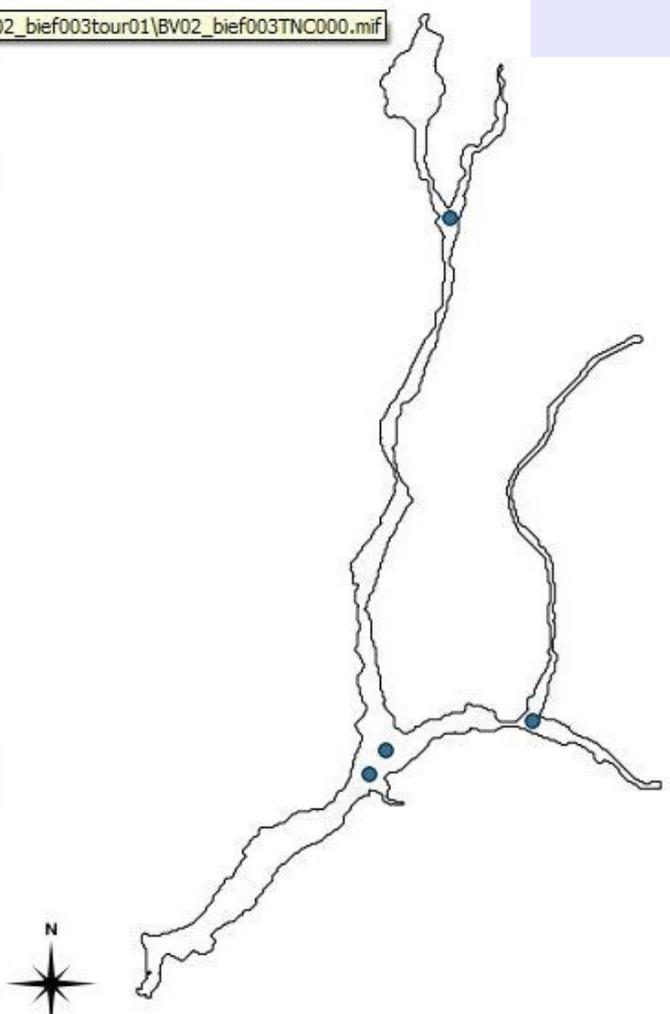
Value Tool

Active (Shift+A) Graph

Layer	Value
BV02_Stat_maxi...	En dehors de l'emprise
BV01_Stat_maxi...	En dehors de l'emprise



*traces, distance et largeur fonction de l'enveloppe
Lissage pour éviter les croisements
(petits bug encore présent!)*



Calcul hydraulique

- Profils en travers (1 pt tous les 1m) avec interpolation du MNT
- Débit sur les traces pour gestion des apports avec interpolation de la matrice de débit
- Création du fichier profils (extension .geo) commun Mascaret Flutor

MASCARET

EDF/LNHE - CETMEF

- Gestion des apports en base de 2 pour l'apport continue sur le bief et la limitation de mascaret à 20 lois), limitation possible?
- Création du fichier de paramètres (extension .cas)
- Condition limite aval avec planimétrage Mascaret sur le dernier bief et calcul de Strickler
- Calcul hors interface Fudaa
- Problèmes de plantages fréquents

FLUTOR

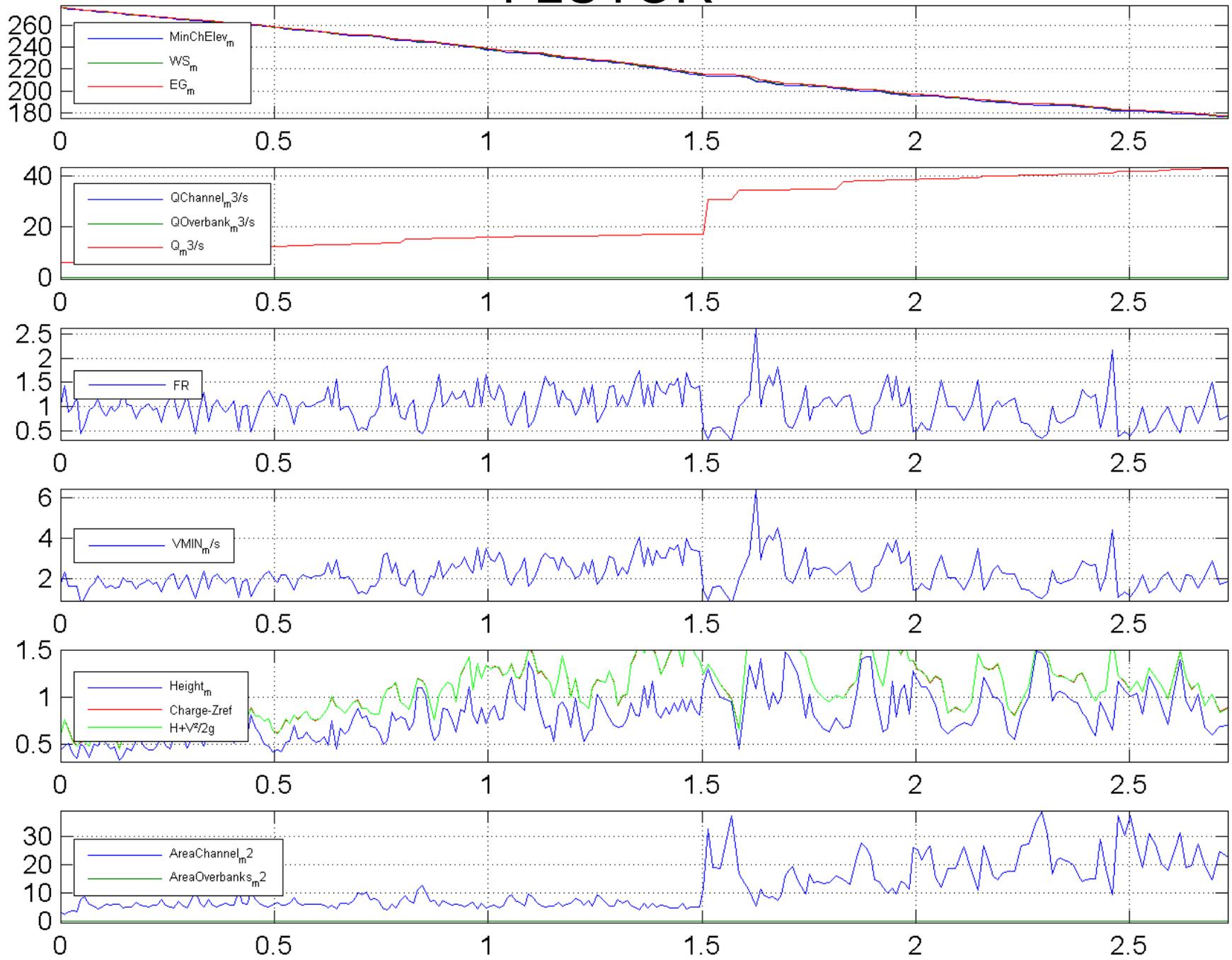
Patrick Chassé fin années 80

- Pas de problème de gestion des apports, pas de limitations
- Création du fichier de paramètres (extension .cas)
- Condition limite aval calculée automatiquement
- Pas de problèmes de plantage

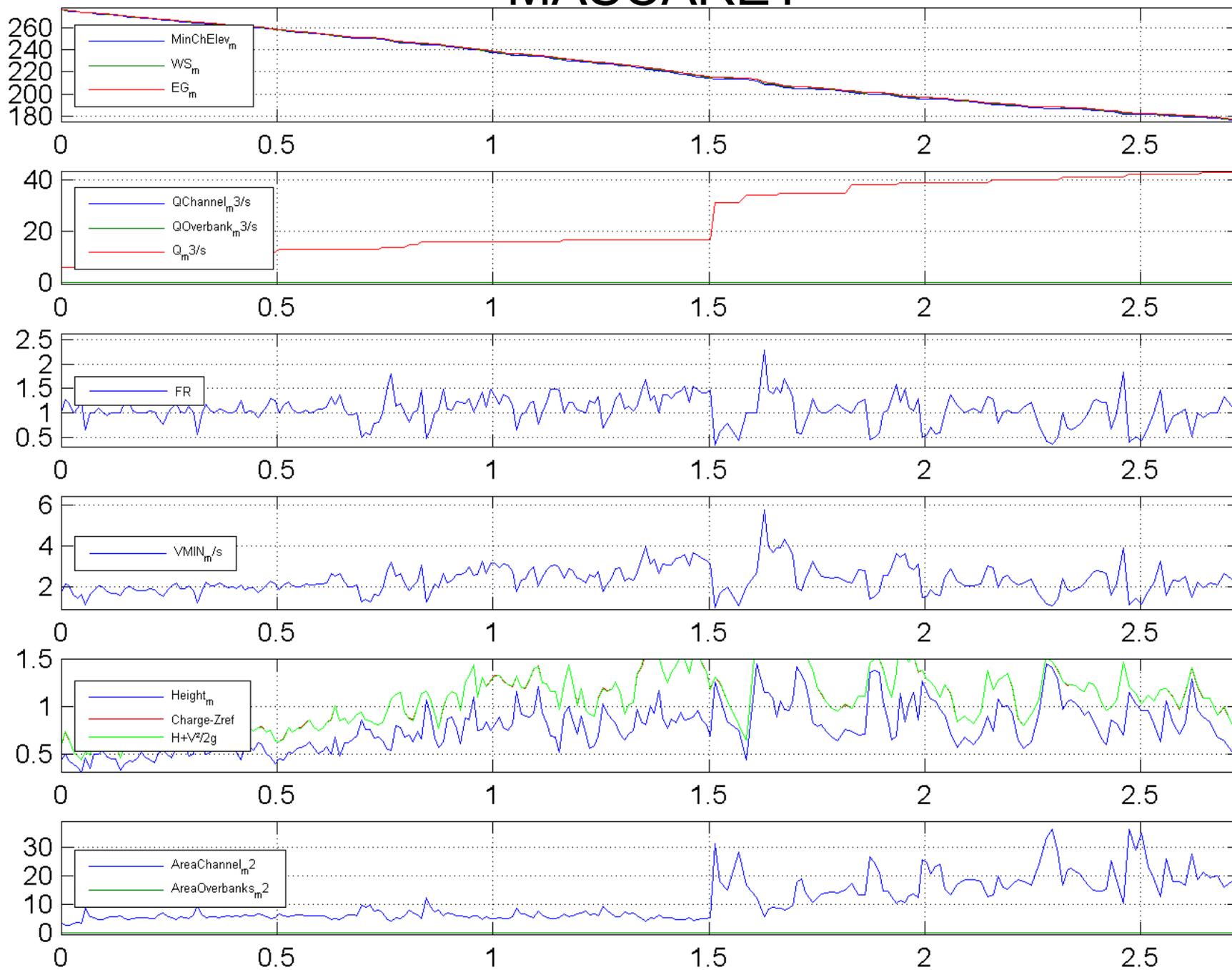
RESULTATS PRIORITAIRES SUR CEUX DE MASCARET

- Calcul en permanent mono-bief
- Calcul itératif avec un maillage décroissant pour la convergence (de 100 à 5 m)
- Création d'une image de synthèse par bief par code de calcul et de comparaison entre codes
- Elargissement souvent nécessaire => Reprise des étapes précédentes avec sur-largeur Profils

FLUTOR



MASCARET



Différence: MASCARET - FLUTOR



Vérification possible dans Fudaa-Mascaret

Fudaa-Mascaret 3.1.1 *

Fichier Edition Hydraulique Résultats Calage Synthèse Fenêtres Aide

Ouvrir Enreg. Impr. Défaire Refaire Copier Couper Coller Sélect. Icônes Palett. Conn. Calcul. Calage Arrêter

RESEAU

Graphes Resultats

Résultats hydrauliques

Profil Spatial
 Profil Temporel
 Laisse de crue
 Liste Variable
 Cote du fond
 Cote de l'eau
 Débit mineur
 Débit majeur
 Coefficient de frottement mineur
 Coefficient de frottement majeur
 Section mouillée mineure
 Pas de Temps
 0.0
 10.0

Résultats Generaux

Messages noyau de calcul

```

Fichiercas
FichierCas.txt

Fichier mot cle
mascaret0.cas

TO 0.2968750
TEMPS PASSE 7.81250
FIN CORRECTE DU CALC
***** C:\Program
Files\Fudaa-Mascaret\
***** C:\Program
Files\Fudaa-Mascaret\
  
```

Excel Personnaliser Profils en travers

— Cote du fond 10.0
 — Cote de l'eau 10.0

181.2
171.2
161.2
151.2
141.2
131.2
121.2

148.0
147.9
147.8
147.7
147.6
147.5
147.4
147.3
147.2
147.1
147.0
146.9
146.8
146.7
146.6
146.5
146.4
146.3

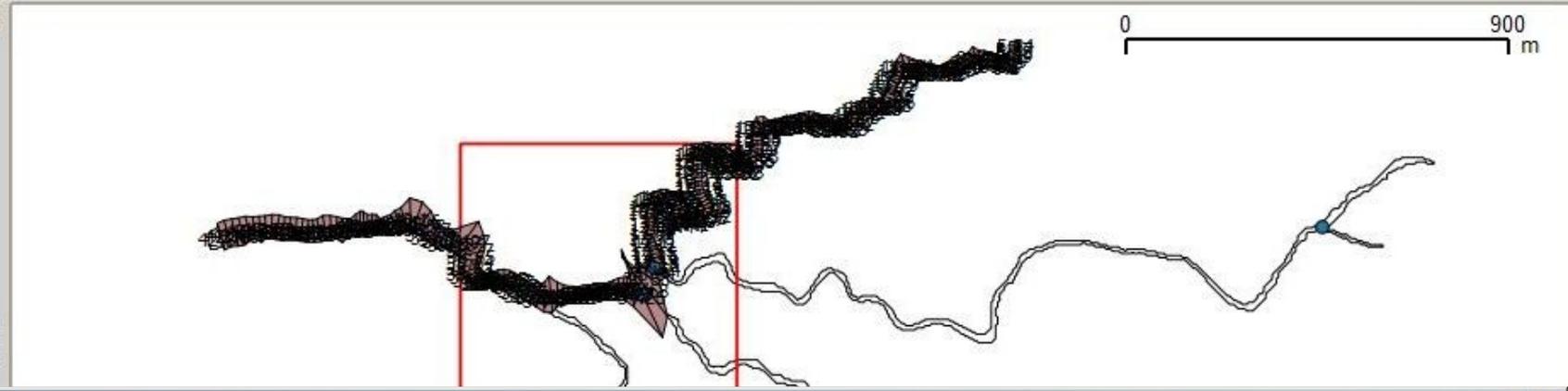
N° Abscisses Cotes
 1 0.0 147.5
 2 1.9 147.3
 3 3.8 147.3
 4 5.7 147.3
 5 7.6 146.3
 6 9.5 146.3
 7 11.4 146.3
 8 13.4 146.6
 9 15.3 146.6
 10 17.2 147.5
 11 19.1 147.5
 12 21.0 147.5
 13 22.9 148.0

BG
 Z=10.5
 BD

Profil en travers pas assez large
Boucle pour recommencer le calcul
avec un élargissement de la largeur
tant que le calcul n'est pas bon

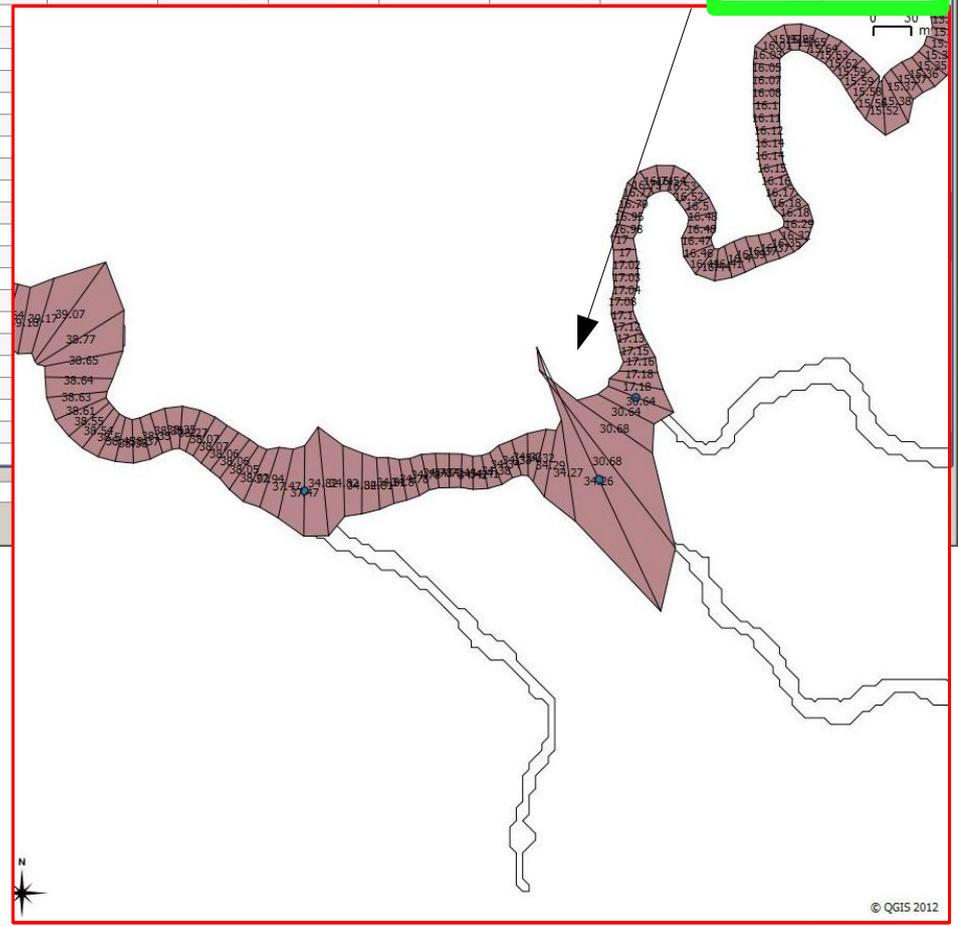
Couches

- BV02_bief003
- BV02
- BV01
- TronconBuildJonction
- BV02_bief003TNC02Ligne3D
- BV02_bief003TNC02Contour
- EmpriseZoom
- EnveloppeLisse



tribute table - BV02_bief003TNC02Ligne3D : 0 / 248 feature(s) selected

Pas_de_temps	Nbief	NSection	Distance_km	ZREF_m	Z_m	QMIN_m3_s	QMAJ_m3_s	KMIN_m1_3_s	KMAJ_m1_3_s	S1_m2	S2_m2	FR	VMIN_m_s	Y_m	CHAR_m	BMAX_m	QMAX_m3_s	Q_m3_s
10	1	151	1.494	214.56	215.37	17.18	17.18	20	15	5.09	0	1.43	3.37	0.81	215.95	-99	17.18	17.18
10	1	152	1.504	214.06	215.2	17.18	17.18	20	15	11.61	0	0.55	1.48	1.14	215.31	-99	17.18	17.18
10	1	153	1.514	213.8	215.1	30.64	30.64	20	15	32.81	0	0.32	0.93	1.3	215.15	-99	30.64	30.64
10	1	154	1.526	213.8	214.95	30.64	30.64	20	15	19.03	0	0.55	1.61	1.15	215.08	-99	30.64	30.64
10	1	155	1.542	213.8	214.8	30.68	30.68	20	15	18.8	0	0.58	1.63	1	214.94	-99	30.68	30.68
10	1	156	1.569	213.8	214.75	30.68	30.68	20	15	37.36	0	0.29	0.82	0.95	214.79	-99	30.68	30.68
10	1	157	1.586	213.8	214.25	34.26	34.26	20	15	16.9	0	1	2.03	0.45	214.46	-99	34.26	34.26
10	1	158	1.611	211.63	212.97	34.27	34.27	20	15	10.72	0	1.24	3.2	1.34	213.49	-99	34.27	34.27
10	1	159	1.627	208.34	209.43	34.29	34.29	20	15									
10	1	160	1.638	208.36	209.77	34.32	34.32	20	15									
10	1	161	1.647	208.04	209.13	34.33	34.33	20	15									
10	1	162	1.657	207.47	208.34	34.33	34.33	20	15									
				206.72	207.77	34.34	34.34	20	15									
				205.85	206.78	34.38	34.38	20	15									
				205.4	206.4	34.41	34.41	20	15									
				205	206.48	34.42	34.42	20	15									
				205	206.44	34.44	34.44	20	15									
				205.03	206.38	34.72	34.72	20	15									
				204.89	206.15	34.78	34.78	20	15									
				204.76	205.83	34.78	34.78	20	15									
				204.4	205.19	34.78	34.78	20	15									
				204.28	205.31	34.8	34.8	20	15									
				204.2	205.01	34.81	34.81	20	15									
				203.99	204.73	34.81	34.81	20	15									
				203.6	204.26	34.82	34.82	20	15									
				202.98	203.61	34.82	34.82	20	15									
				202.32	203.1	34.82	34.82	20	15									
				201.66	202.33	37.47	37.47	20	15									
				200.81	201.5	37.47	37.47	20	15									



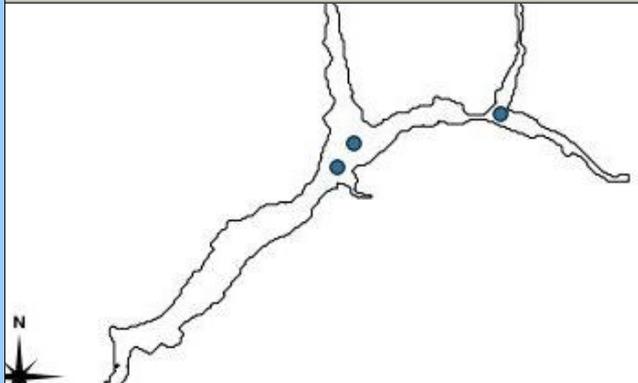
Actions pour obtenir cette Image et la suivante:

But: Jointure SIG entre les résultats hydrauliques et les traces des profils en travers

DEBITS

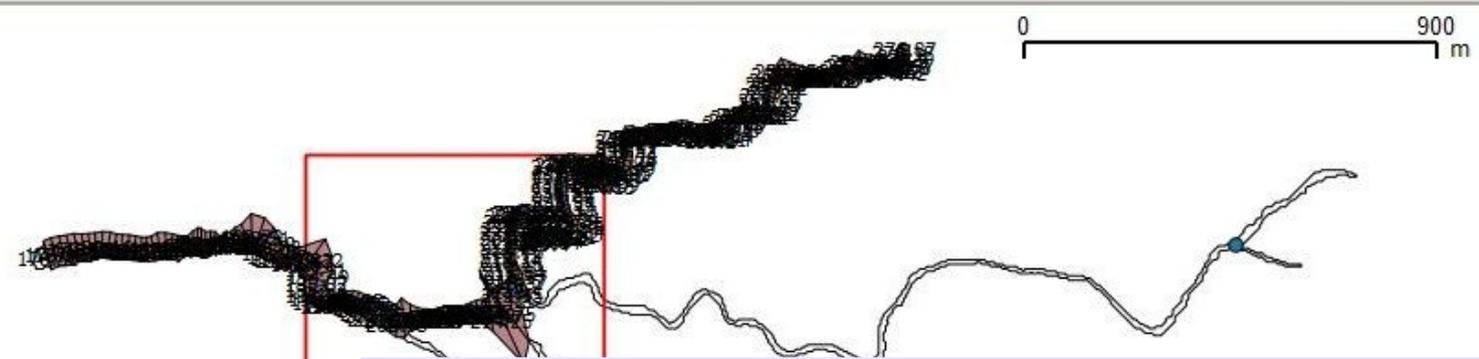
et

CHARGE
(plus sécuritaire)
que la hauteur d'eau



Couches

- BV02_bief003
- BV02
- BV01
- TronconBuildJonction
- BV02_bief003TNC02Ligne3D
- BV02_bief003TNC02Contour
- EmpriseZoom
- EnveloppeLisse



Résultat de la charge sur chaque profils en travers

Attribute table - BV02_bief003TNC02Ligne3D : 0 / 248 feature(s) selected

Pas_de_temps	Nbief	NSection	Distance_km	ZREF_m	Z_m	QMIN_m3_s	QMAJ_m3_s	KMIN_m1_3_s	KMAJ_m1_3_s	S1_m2	S2_m2	FR	VMIN_m_s	Y_m	CHAR_m	BMAX_m	QMAX_m3_s	Q_m3_s
10	1	151	1.494	214.56	215.37	17.18	0	20	15	5.09	0	1.43	3.37	0.81	215.95	-99	17.18	17.18
10	1	152	1.504	214.06	215.2	17.18	0	20	15	11.61	0	0.55	1.48	1.14	215.31	-99	17.18	17.18
10	1	153	1.514	213.8	215.1	30.64	0	20	15	32.81	0	0.32	0.93	1.3	215.15	-99	30.64	30.64
10	1	154	1.526	213.8	214.95	30.64	0	20	15	19.03	0	0.55	1.61	1.15	215.08	-99	30.64	30.64
10	1	155	1.542	213.8	214.8	30.68	0	20	15	18.8	0	0.58	1.63	1	214.94	-99	30.68	30.68
10	1	156	1.569	213.8	214.75	30.68	0	20	15	37.36	0	0.29	0.82	0.95	214.79	-99	30.68	30.68
10	1	157	1.586	213.8	214.25	34.26	0	20	15	16.9	0	1	2.03	0.45	214.46	-99	34.26	34.26
10	1	158	1.611	211.63	212.97	34.27	0	20	15	10.72	0	1.24	3.2	1.34	213.49	-99	34.27	34.27
10	1	159	1.627	208.34	209.43	34.29	0	20	15									
10	1	160	1.638	208.36	209.77	34.32	0	20	15									
10	1	161	1.647	208.04	209.13	34.33	0	20	15									
10	1	162	1.657	207.47	208.34	34.33	0	20	15									
10	1	163	1.667	206.72	207.77	34.34	0	20	15									
10	1	164	1.677	205.85	206.78	34.38	0	20	15									
10	1	165	1.687	205.4	206.4	34.41	0	20	15									
10	1	166	1.697	205	206.48	34.42	0	20	15									
10	1	167	1.707	205	206.44	34.44	0	20	15									
10	1	168	1.717	205.03	206.38	34.72	0	20	15									
10	1	169	1.727	204.89	206.15	34.78	0	20	15									
10	1	170	1.737	204.76	205.83	34.78	0	20	15									
10	1	171	1.747	204.4	205.19	34.78	0	20	15									
10	1	172	1.757	204.28	205.31	34.8	0	20	15									
10	1	173	1.767	204.2	205.01	34.81	0	20	15									
10	1	174	1.777	203.99	204.73	34.81	0	20	15									
10	1	175	1.787	203.6	204.26	34.82	0	20	15									
10	1	176	1.797	202.98	203.61	34.82	0	20	15									
10	1	177	1.807	202.32	203.1	34.82	0	20	15									
10	1	178	1.817	201.66	202.33	37.47	0	20	15									
10	1	179	1.827	200.81	201.5	37.47	0	20	15									

Actions pour obtenir l'image suivante:

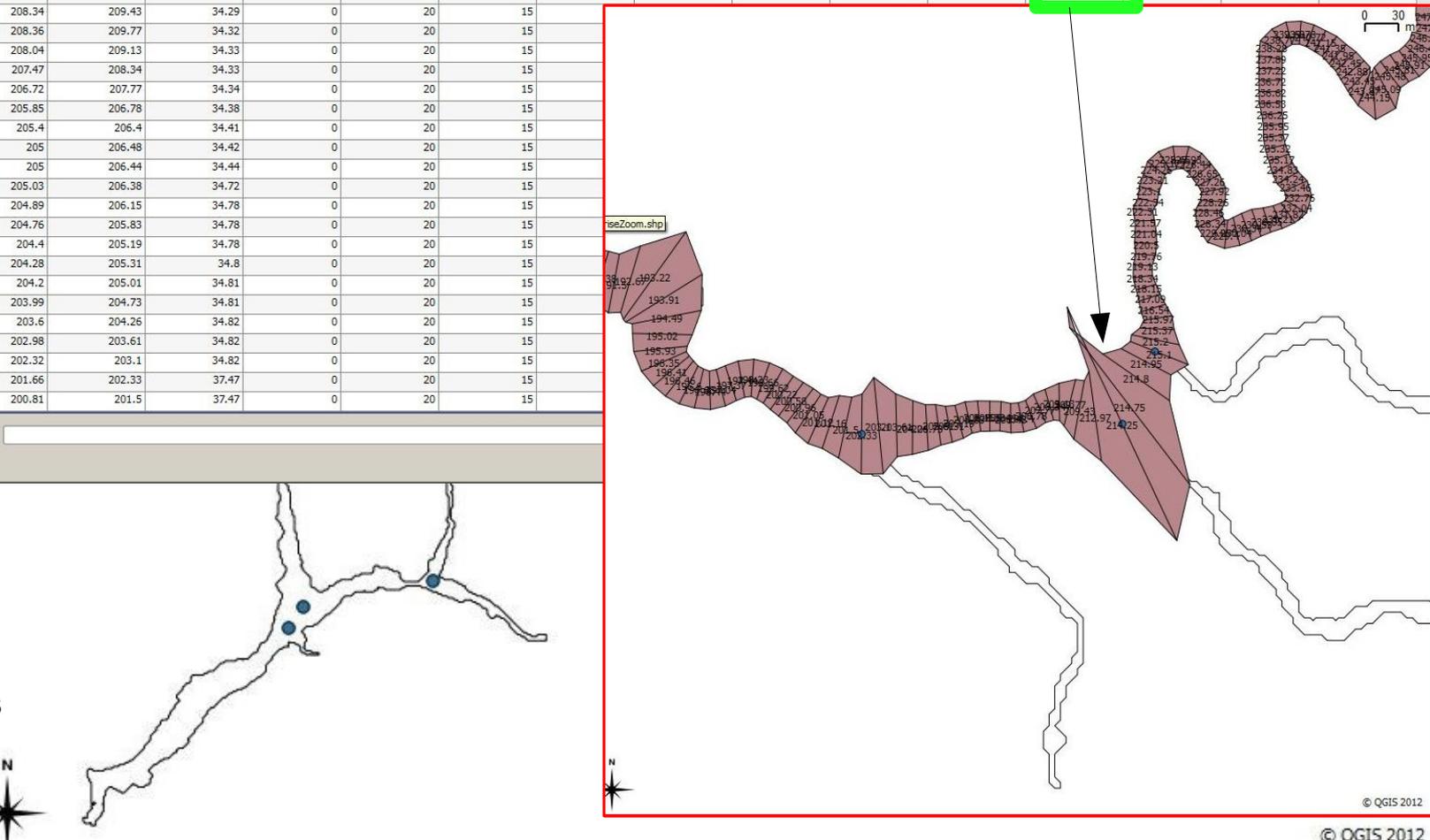
But: Créer un modèle numérique de charge en eau avec une interpolation de la charge à partir des profils en travers

outil:

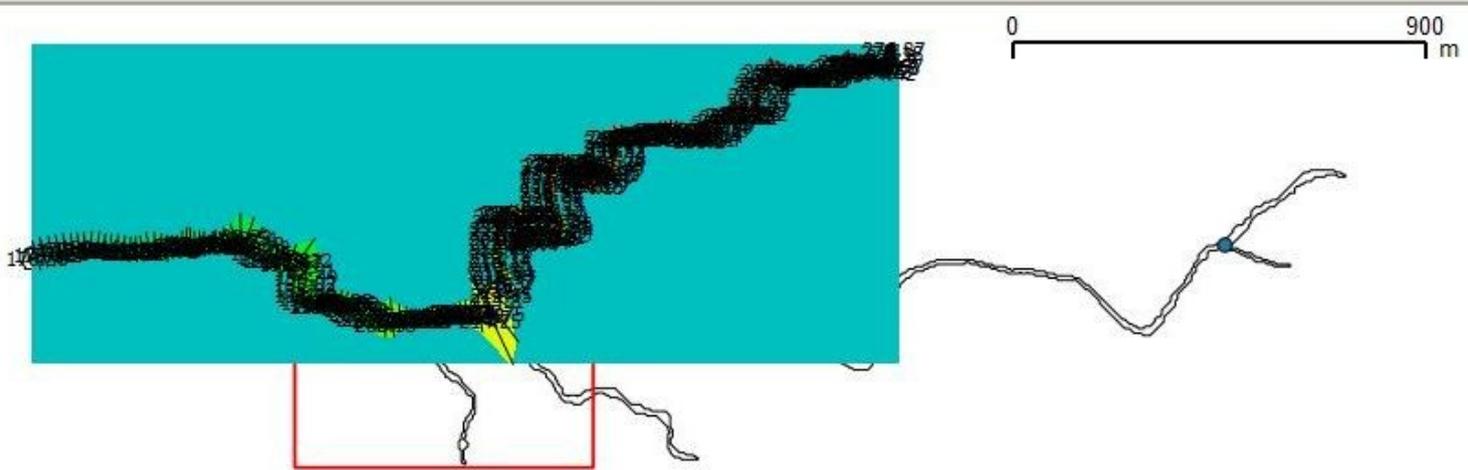
Tests fait avec méthode v.surf.rst de GRASS (problème de vagues) et outil TINTORASTER.py (problème aux limites)

en utilisant des masques pour limiter l'interpolation aux zones entre profils consécutifs

Améliorations en cours



- Couches
- EmpriseZoom
 - BV02_bief003
 - BV02
 - BV01
 - TronconBuildJonction
 - BV02_bief003TNC02Ligne3D
 - BV02_bief003TNC02Zvsurfst
 - BV02_bief003TNC02Contour
 - EnveloppeLisse
 - EXEMPLE

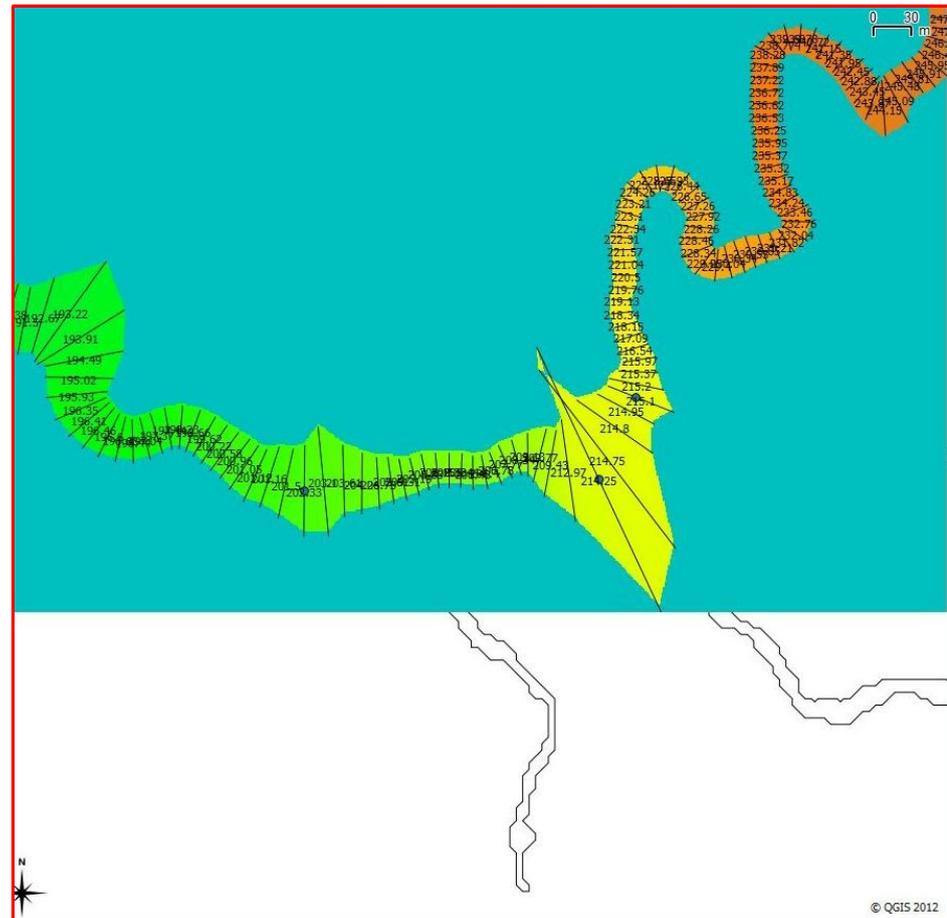
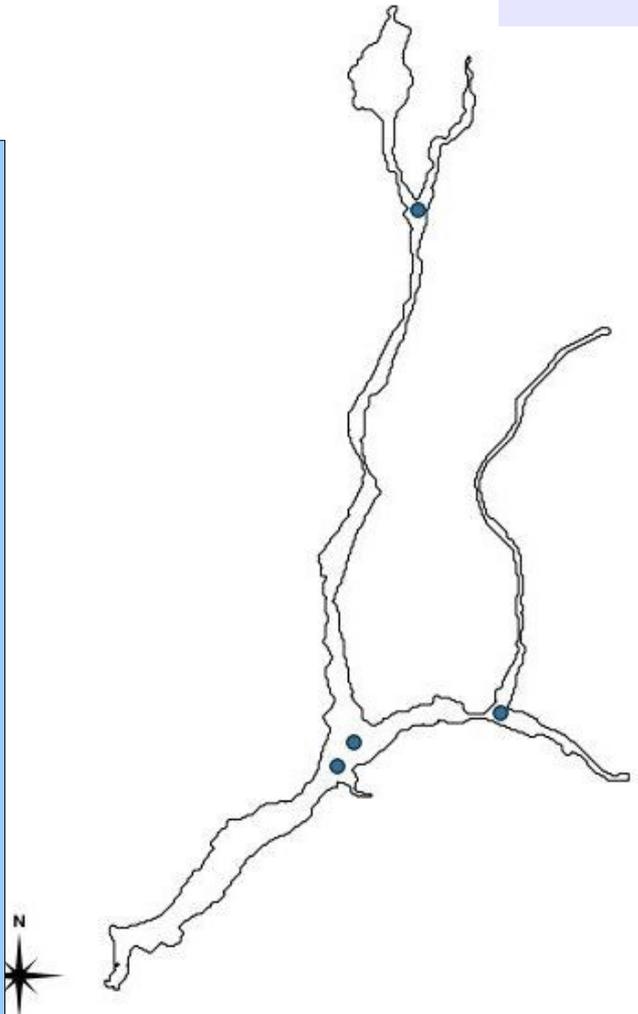


Modèle numérique de charge limité aux traces

Actions pour obtenir l'image suivante:

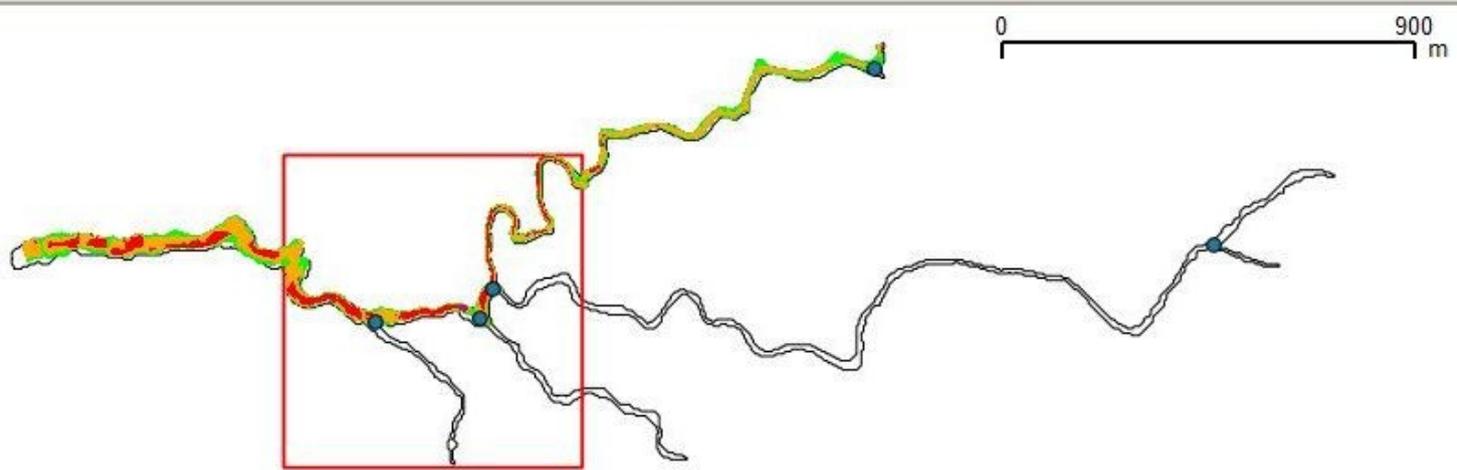
But: faire la différence entre le modèle numérique de charge et le modèle numérique de terrain en gardant que les valeurs positives

Utilisation de la calculate rasterr



Couches

- EmpriseZoom
- BV02_bief003
- BV02
- BV01
- TronconBuildJonction
- BV02_bief003TNC02Ligne3D
- BV02_bief003TNC02Hvsurfrst
- BV02_bief003TNC02Contour
- EnveloppeLisse
- EXEMPLE

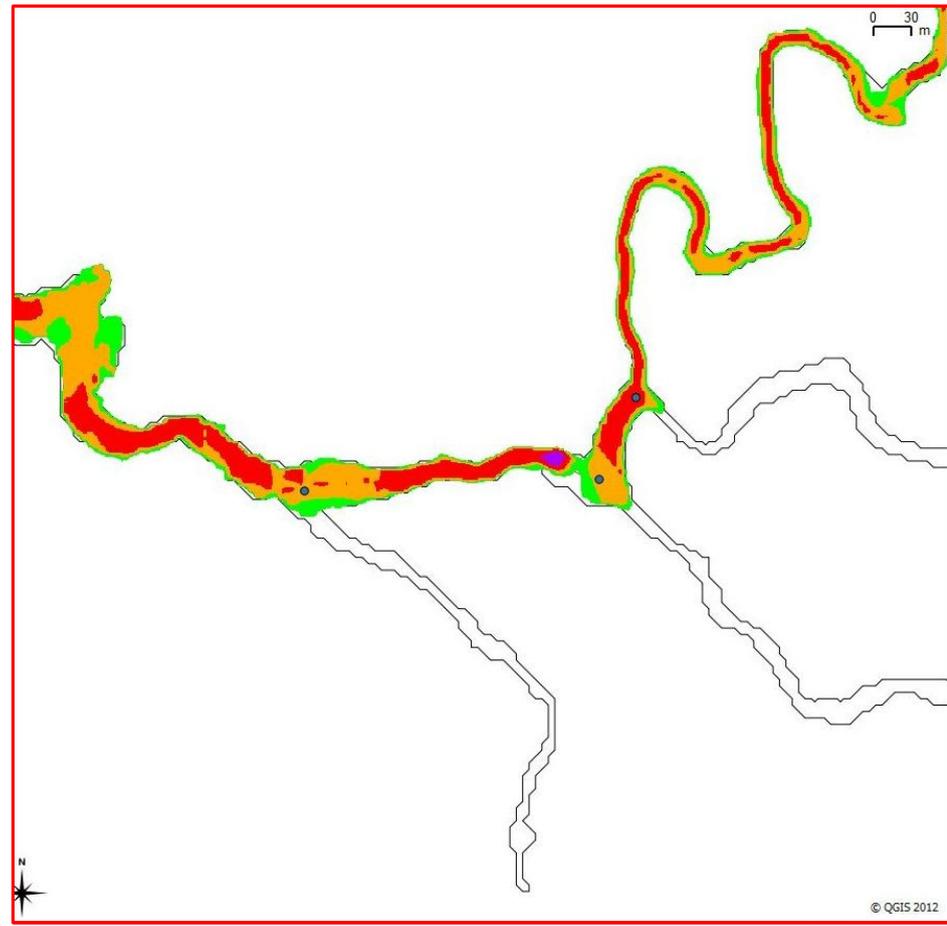
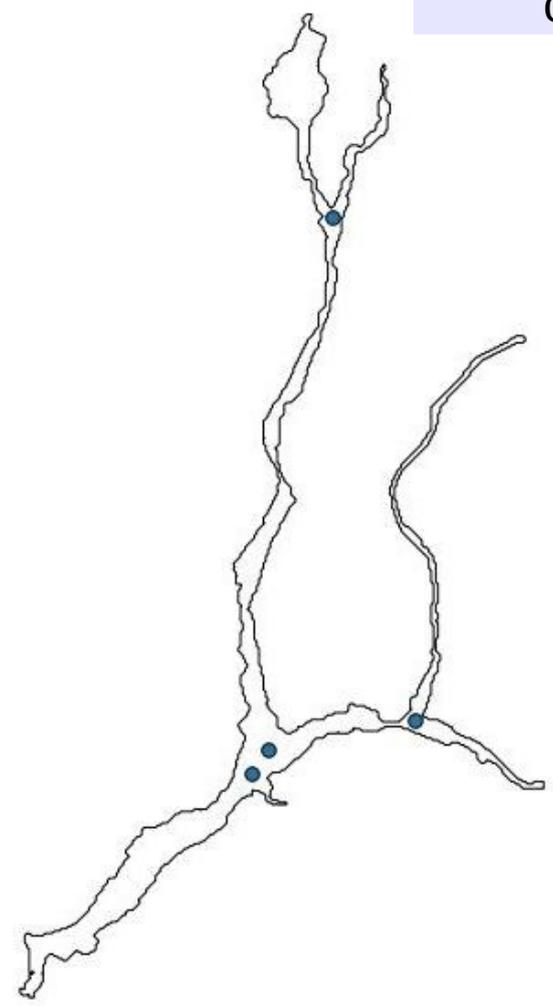


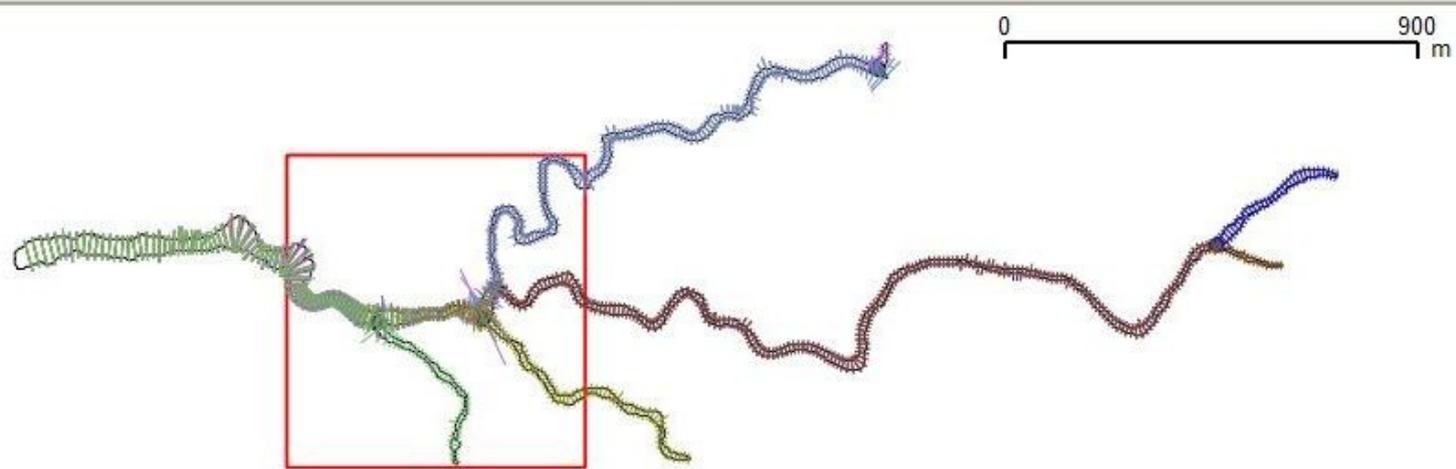
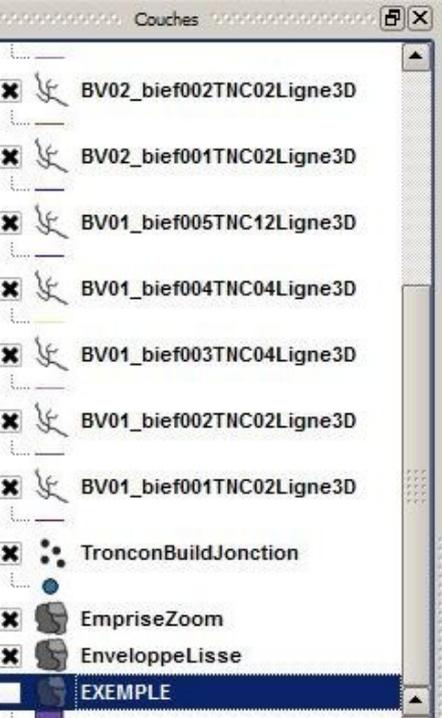
Différence entre le modèle numérique de charge et le modèle numérique de terrain

FIN DE BOUCLE
POUR UN BIEF

Actions pour obtenir
l'image suivante:

Boucle sur tous les biefs et
affichage de toutes les
traces de profils en travers

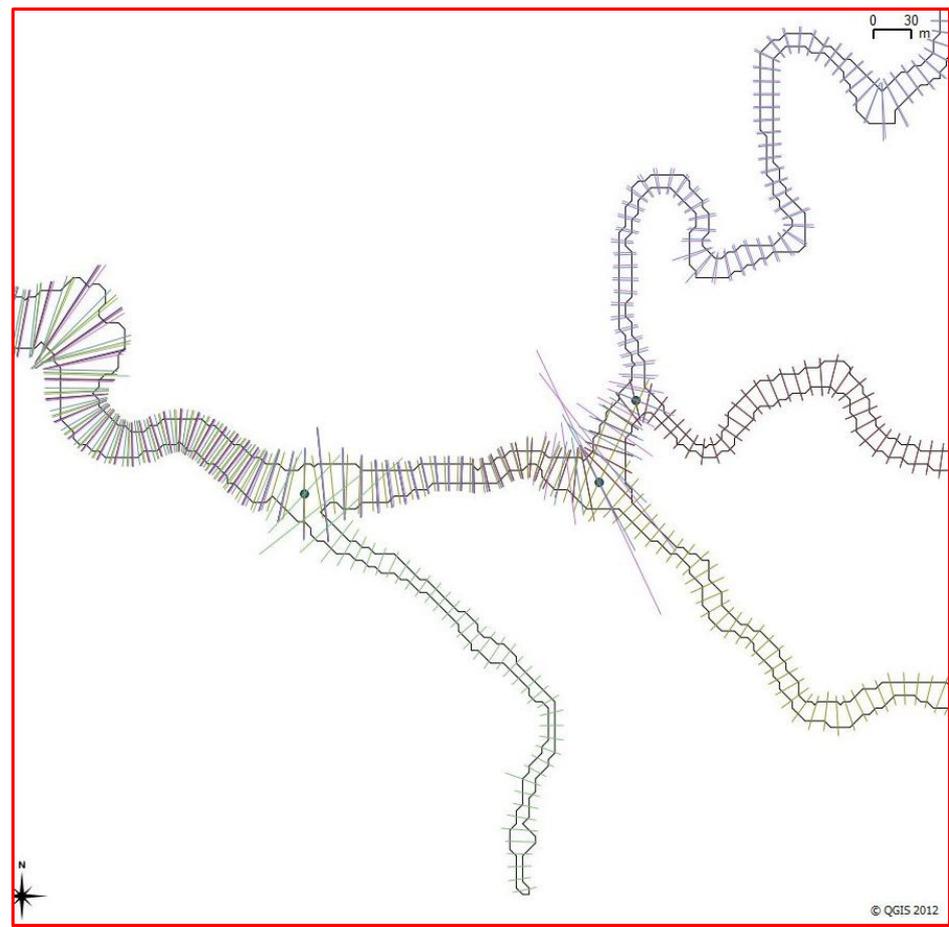
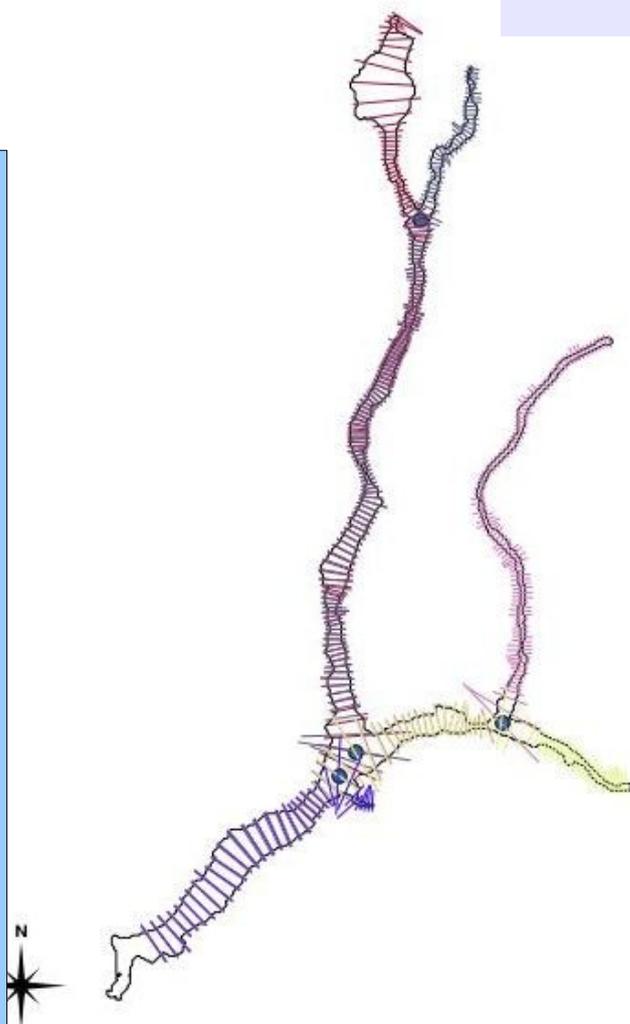




Affichage des traces de profils en travers sur tous les biefs. Les biefs se recouvrent vers l'aval

Actions pour obtenir l'image suivante:

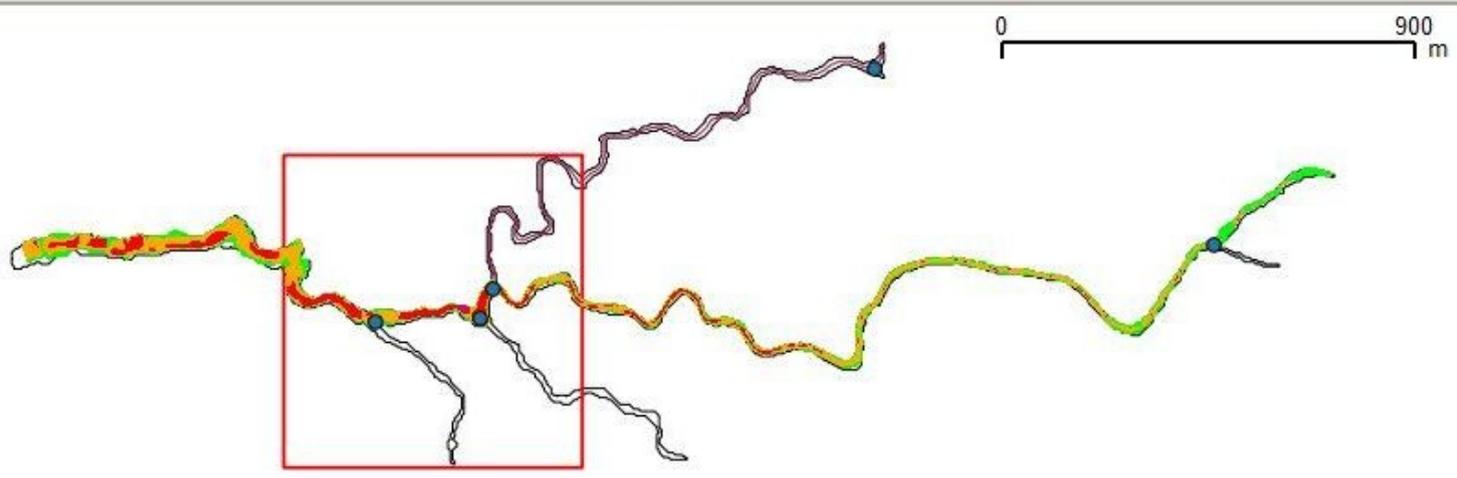
Résultat final sur le 1^{er} bief (le + long)



Couches

EmpriseZoom

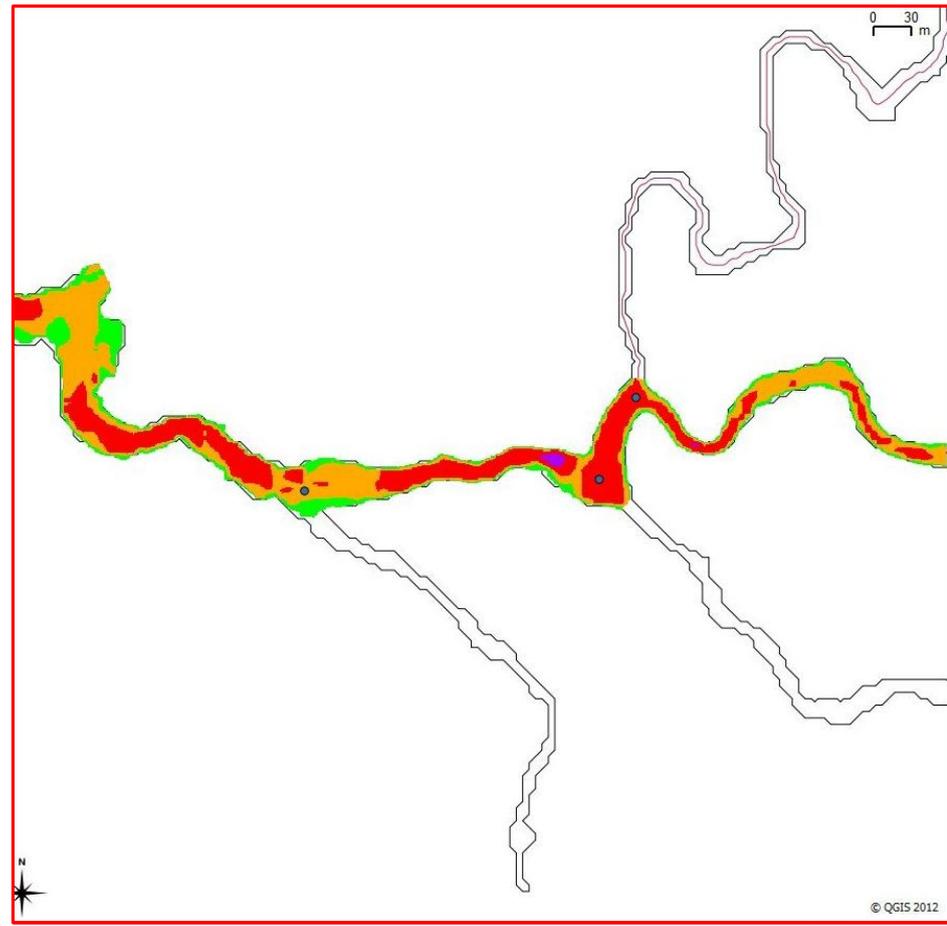
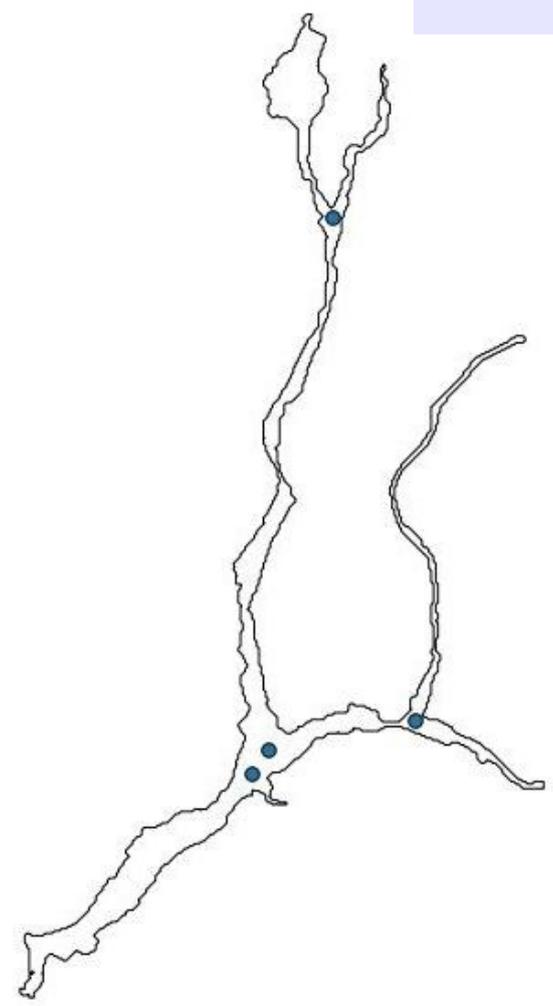
- BV02_bief003
- BV02
- BV01
- TronconBuildJonction
- BV02_bief006TNC02Hvsurfrst
- BV02_bief005TNC02Hvsurfrst
- BV02_bief004TNC02Hvsurfrst
- BV02_bief003TNC02Hvsurfrst
- BV02_bief002TNC02Hvsurfrst
- BV02_bief001TNC02Hvsurfrst
- BV02_bief003TNC02Ligne3D
- BV02_bief003TNC02Contour
- EnveloppeLisse
- EXEMPLE



Résultat final sur le 1^{er} bief du bassin versant 2
(le + long figure du haut)

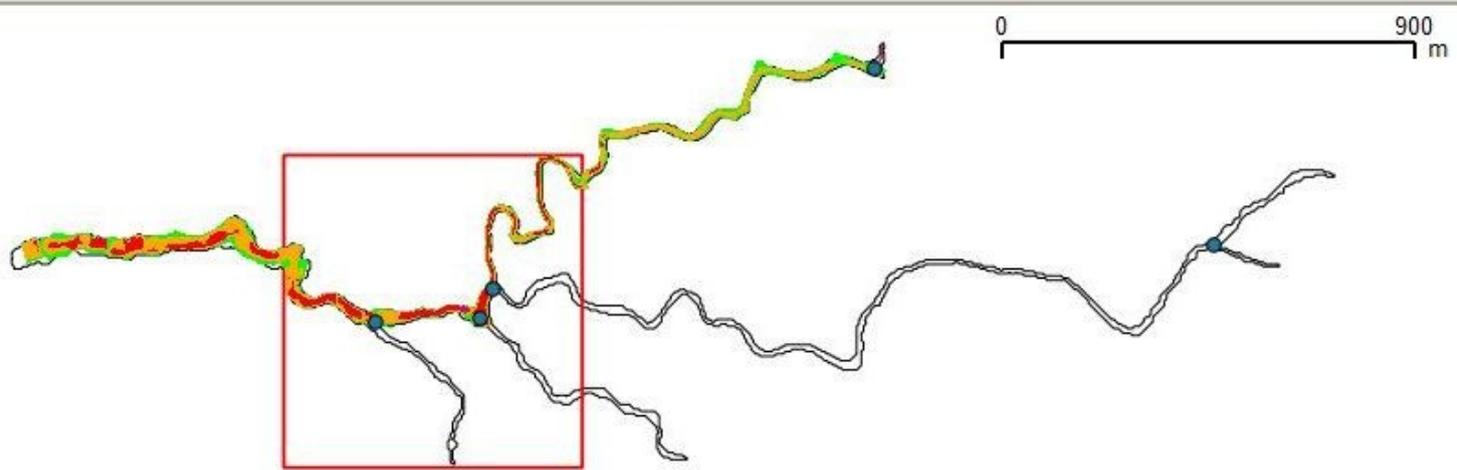
Actions pour obtenir
l'image suivante:

Résultat final sur le 3^{ème} bief
(le 3^{ème} + long)



Couches

- EmpriseZoom
- BV02_bief003
- BV02
- BV01
- TronconBuildJonction
- BV02_bief006TNC02Hvsurfrst
- BV02_bief005TNC02Hvsurfrst
- BV02_bief004TNC02Hvsurfrst
- BV02_bief003TNC02Hvsurfrst
- BV02_bief002TNC02Hvsurfrst
- BV02_bief001TNC02Hvsurfrst
- BV02_bief003TNC02Ligne3D
- BV02_bief003TNC02Contour
- EnveloppeLisse
- EXEMPLE

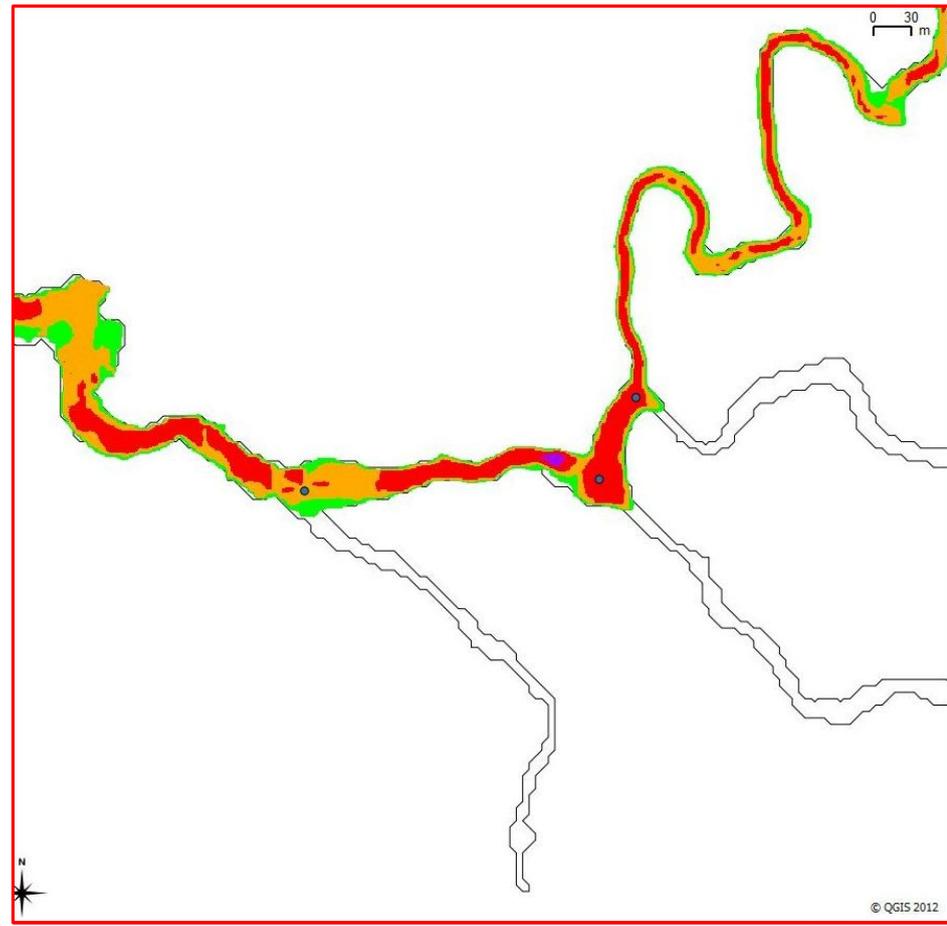
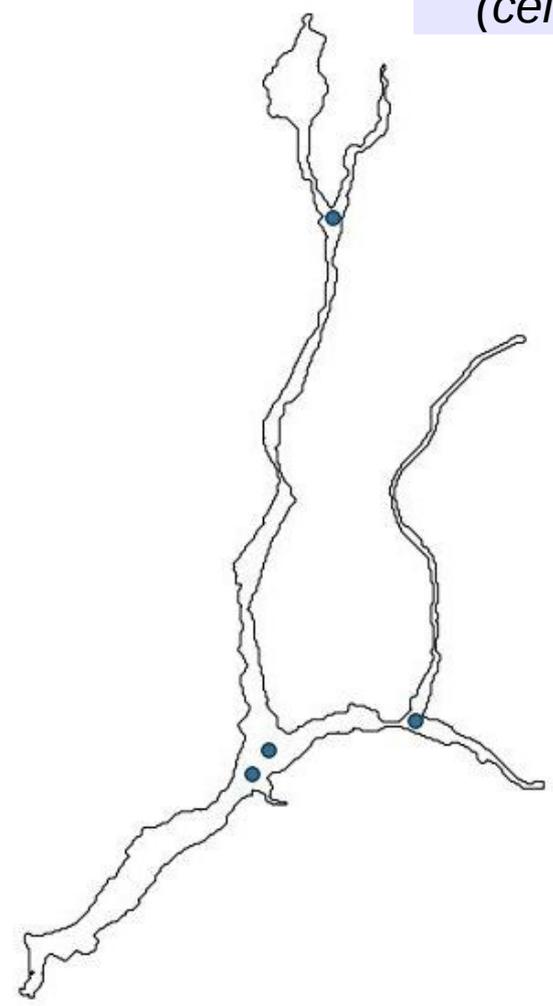


Résultat final sur le 3^{ème} bief du bassin versant 2 (celui présenté dans l'exemple - figure du haut)

Actions pour obtenir l'image suivante:

But: Fusion des résultats sur tous les rasters de chaque bief de calcul

Le Maximum est présenté le Minimum, moyenne, amplitude et écart-type sont aussi disponibles



Couches

- BV02_Stat_maximum
- BV01_Stat_maximum
- EmpriseZoom
- BV02_bief003
- BV02
- BV01
- TronconBuildJonction
- BV02_bief003TNC02Ligne3D
- BV02_bief003TNC02Contour
- EnveloppeLisse
- EXEMPLE

Contrôle de l'ordre de rendu des couches

Chemin le plus court

Part

État

Ère: Durée

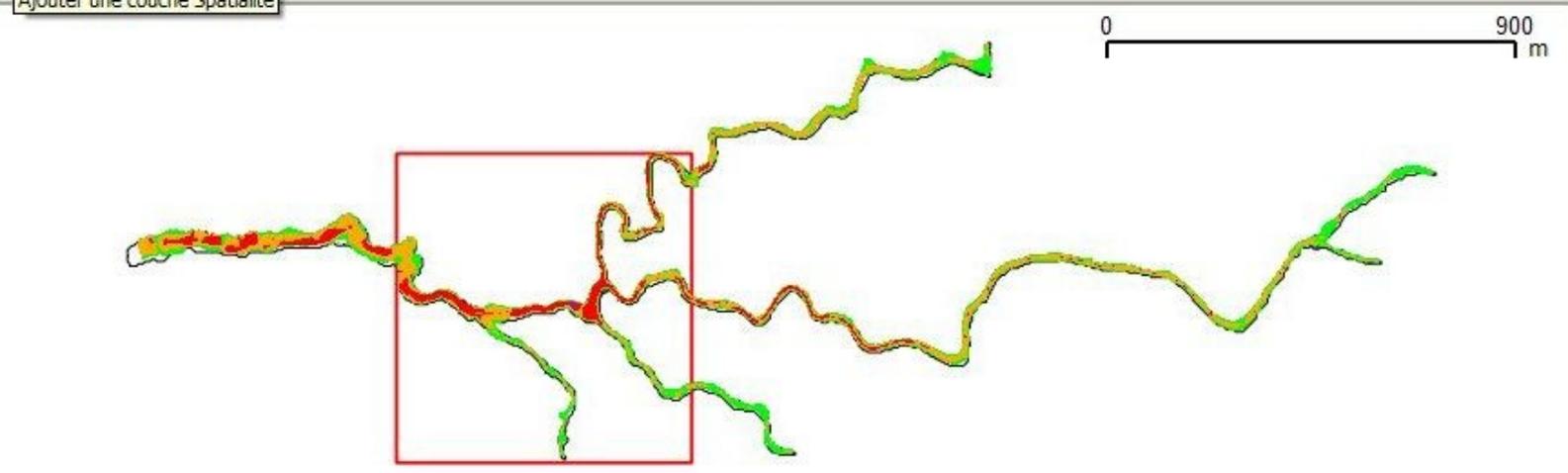
Calculer Exporter Effacer

Aide

Value Tool

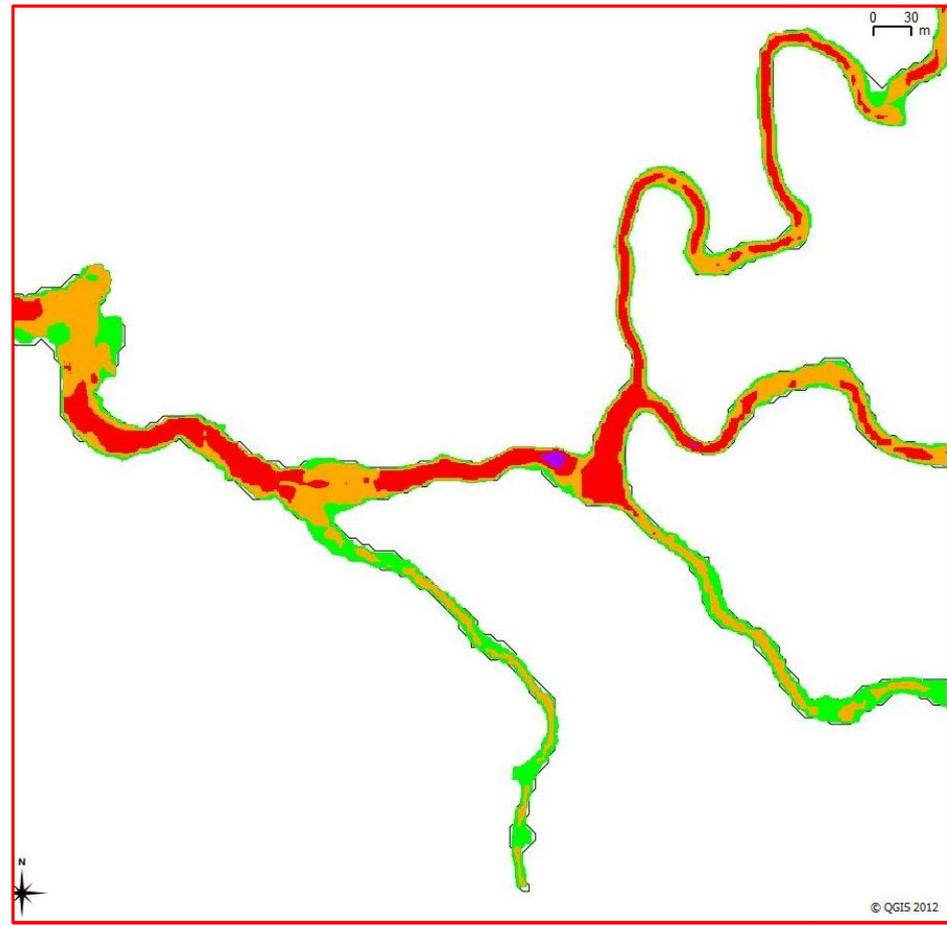
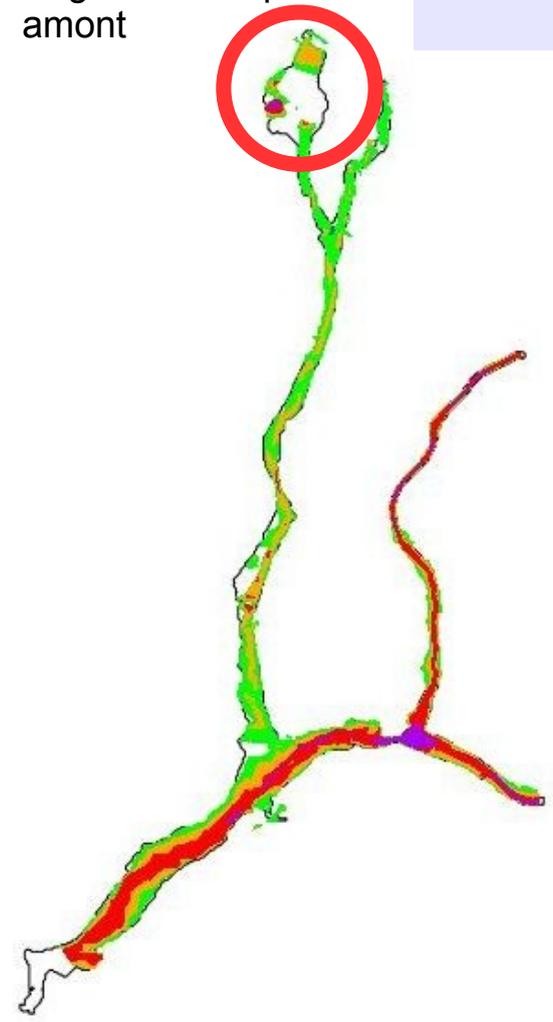
Active (Shift+A) Graph

Layer	Value
BV02_Stat_maxi...	En dehors de l'emprise
BV01_Stat_maxi...	En dehors de l'emprise



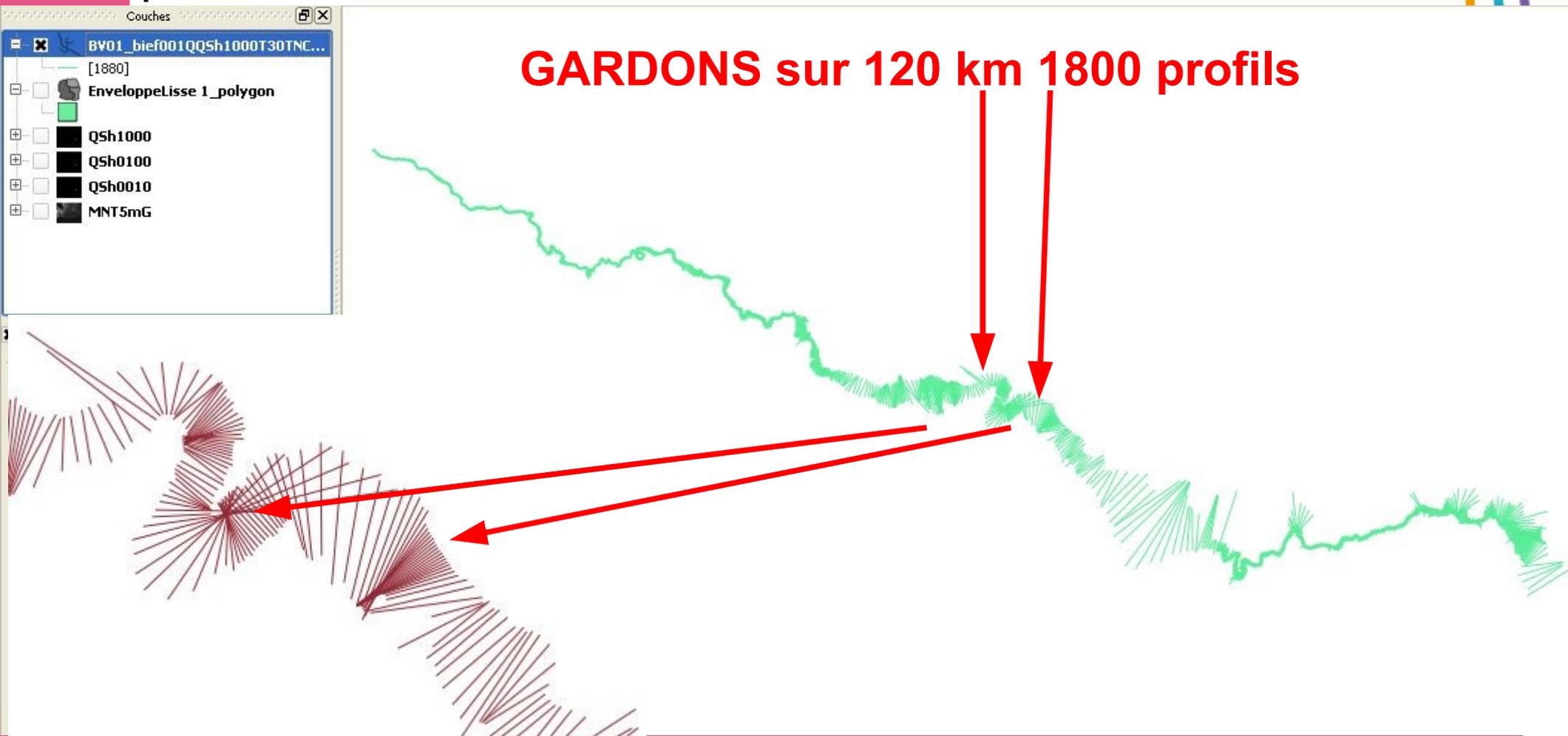
Bug dans des parties amont

Fusion des résultat sur tous les raster => Maximum
Nécessité de vérifier les résultats

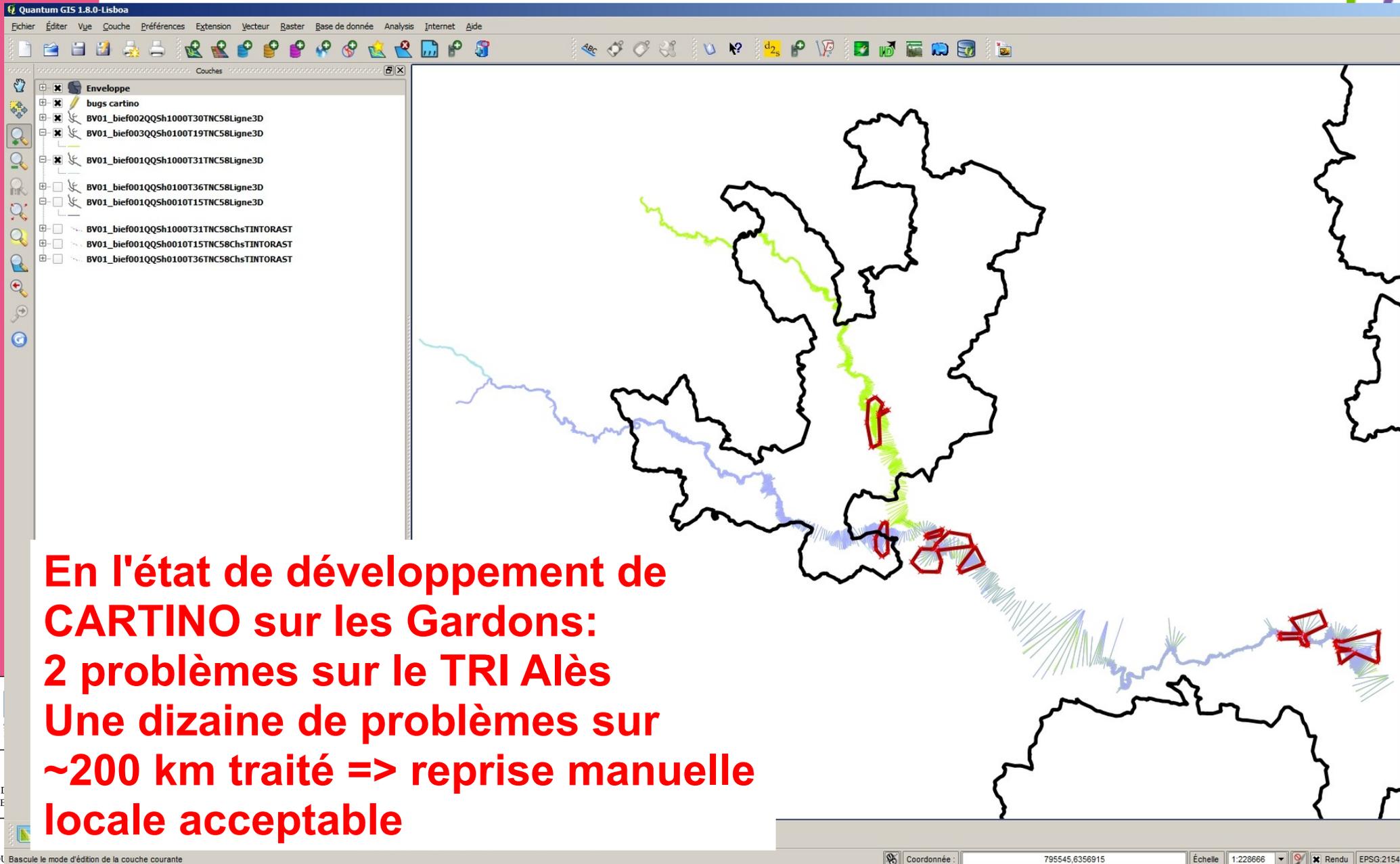


Reprises à effectuer

Certains problèmes existent sur des cours d'eau complexes, lorsque l'enveloppe initiale est trop étroite par rapport au résultats finaux => en l'état de développement, reprises de profils en travers



Reprises à effectuer



**En l'état de développement de
CARTINO sur les Gardons:
2 problèmes sur le TRI Alès
Une dizaine de problèmes sur
~200 km traité => reprise manuelle
locale acceptable**

Amélioration DI

Améliorer dans du court terme (début 2013) le process automatique

- Limiter les reprises manuelles

Simplifier les reprises manuelles (début 2013)

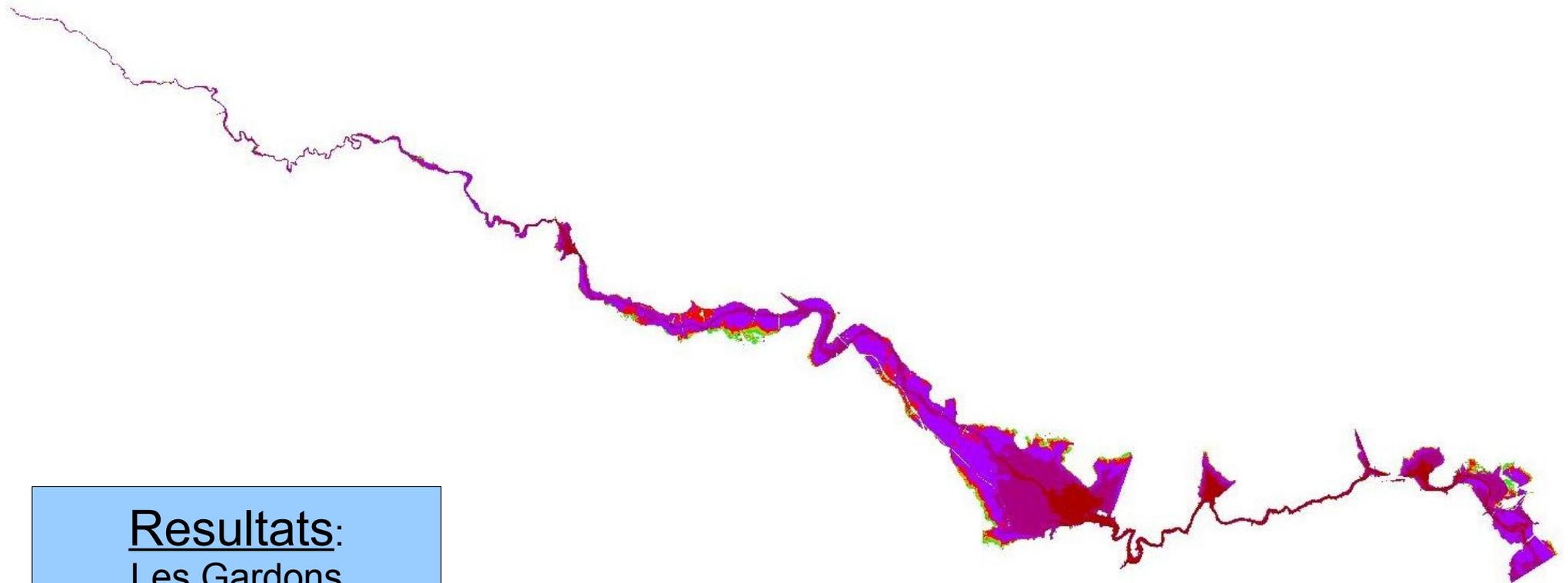
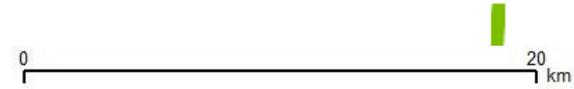
- Permettre des reprises que du post-traitement (fait)
- Permettre des reprises des traces (ajout-suppression) + relance calcul et post-traitement
- Permettre des reprises de modèles mascaret (ajout de sections particulières: ponts...) + relance calcul et post-traitement



MINISTÈRE
DE L'ÉGALITÉ
DES TERRITOIRES
ET DU LOGEMENT

MINISTÈRE
DE L'ÉCOLOGIE,
DU DÉVELOPPEMENT
DURABLE
ET DE L'ÉNERGIE

End



Resultats:
Les Gardons
Bief ~120 km
~3000 cross sections
SHYREG 1000 ans
MNT 5m



