

ONEMA – CEMAGREF AGENCES DE L'EAU

Système Relationnel d'Audit sur l'Hydromorphologie des Cours d'Eau

SYRAH - CE

Rapport technique

**EXPERTISE, CONSEIL ET DEVELOPPEMENT SPECIFIQUE EN BASES DE DONNEES, SYSTEMES
D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE ET CARTOGRAPHIE NUMERIQUE**

REVISIONS

Version	Date	Objet
0.1	01/06/2010	Création du document
1.0	15/06/2010	Modification
2.0	02/07/2010	Envoi du document

VISAS

Etabli par : Laurent Frilleux Chef de projet	Date : 01/06/10	Visa :
Vérifié par : Nom du vérificateur Fonction	Date :	Visa :
Approuvé par : Vincent Lecamus Directeur Général Délégué	Date : 01/06/10	Visa :

SOMMAIRE

TABLE DES FIGURES.....	5
PRESENTATION DE L'ETUDE.....	6
1. LE CONTEXTE DE L'ETUDE	6
1.1. Les objectifs de l'étude.....	6
1.2. Les acteurs de l'étude.....	7
2. LES MOYENS MIS EN ŒUVRE	10
2.1. L'équipe.....	10
2.2. Les logiciels.....	10
2.3. Les données.....	10
3. PRE-TRAITEMENTS ET ORGANISATION INFORMATIQUE	13
3.1. L'organisation des données.....	13
3.2. La structuration informatique	14
3.3. Le découpage des données.....	14
3.4. Procédure pour l'affectation des noms des classes d'entités.....	14
PHASE 1 CONSTRUCTION DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE TRAVAIL.....	14
1. ENRICHISSEMENT DU RESEAU SYRAH	14
2. TRANSFERT DE LA CODIFICATION BDCARTHAGE®	14
2.1. Analyse et correction de la toponymie.....	14
2.2. Affectation de la codification.....	14
2.2.1. Phase 1 préparation de la couche de BDTopo®14	
2.2.2. Phase 2 Traitements des toponymes renseignés. 14	
2.2.3. Phase 2 Traitements des toponymes non renseignés. 14	
2.2.4. Fusion des 2 résultats 14	
2.3. Vérification de l'affectation.....	14
2.3.1. Les divergences de tracés entre les bases 14	
2.3.2. Les corrections géométriques (artéfacts) et attributaires (codification) 14	
2.3.3. Contrôles géométriques 14	
2.3.4. Contrôle de l'affectation de la codification 14	
2.3.5. Synthèse des validations 14	
PHASE 2 - LA STRUCTURATION FINALE DU RESEAU	14
1. CREATION DES POINTS POUR LE REPORT DES LIMITES DE TRONÇONS GEOMORPHOLOGIQUES	14

1.1.	<i>Sous Modèle 1 : Transformation des Tronçons SYRAH en points.....</i>	<i>14</i>
1.2.	<i>Sous Modèle 2 : détermination des points situés sur un seul cours d'eau.....</i>	<i>14</i>
1.3.	<i>Sous Modèle 3 : Détermination des confluences SYRAH.....</i>	<i>14</i>
1.4.	<i>Sous Modèle 4 Intégration des données BDTopo®.....</i>	<i>14</i>
1.5.	<i>Sous modèle 5 : Transfert des points Syrah vers les points BDTopo® au niveau des confluences.....</i>	<i>14</i>
1.6.	<i>Sous modèle 6 Transfert de tous les points sur le tracé BDTopo®</i>	<i>14</i>
2.	LE DECOUPAGE DES TRONÇONS SELON LES LIMITES DE TRONÇONS GEOMORPHOLOGIQUES.	14
3.	LE DECOUPAGE EN USRA.....	14
3.1.	Méthode.....	14
3.2.	Affectation du rang et de l'Id_Tronçon.....	14
3.3.	Calcul du nombre d'objets théorique	14
3.4.	Découpage par segmentation dynamique.....	14
3.5.	Contrôles qualité sur le résultat final.....	14
3.5.1.	Les objets sont de longueurs identiques	14
3.5.2.	La longueur des objets ne dépasse pas la longueur maximale	14
3.5.3.	Un seul rang par Id_tronçon	14
3.5.4.	Le nombre d'objets théorique correspond bien au nombre d'enregistrement	14
3.5.5.	Structuration attributaire des USRA	14
4.	LA GENERATION DES BUFFERS.....	14
4.1.	La largeur des buffers.....	14
4.2.	Le calcul des buffers.....	14
4.3.	Le nettoyage des buffers	14
4.4.	Le buffer 12W et la couche des fonds de vallée.....	14
	PHASE 3 LE CALCUL DES PARAMETRES	14
1.	DENSITE DE PONTS.....	14
2.	DENSITE DE SEUILS.....	14
3.	TAUX DE DIGUES.....	14
4.	TAUX D'OCCUPATION DE SOL DE TYPE « ARTIFICIEL » A PROXIMITE DU LIT	14
5.	TAUX DE VOIES DE COMMUNICATION.....	14
6.	SURFACE DES COURS D'EAU	14

7.	TAUX DE SURLARGEUR	14
8.	TAUX DE BOISEMENT DANS LE LIT MAJEUR.....	14
9.	RIDEAU ARBRE - RIPISYLVE	14
10.	UNITE SPATIALE D'INTEGRATION USI ET TAUX DE RECTITUDE.....	14
11.	TAUX DE BIEFS.....	14
12.	TAUX DE PLANS D'EAU DECONNECTES	14
13.	TAUX DE PLANS D'EAU CONNECTES.....	14
LES OUTILS.....		14
1.	PRESENTATION.....	14
2.	PRECAUTION D'UTILISATION	14
3.	PRESENTATION DE L'EXECUTION EN PYTHON	14
3.1.	<i>Contenu des scripts</i>	<i>14</i>
3.2.	<i>Utilisation du fichier Excel.....</i>	<i>14</i>
3.3.	<i>Le fichier bat.....</i>	<i>14</i>
3.4.	<i>Répertoire des scripts pyhton.....</i>	<i>14</i>
4.	LE PROGRAMME VBA.....	14
5.	LES BOITES A OUTILS ARCTOOLBOX©	14
ANNEXES.....		14
1.	RAPPEL DES ETAPES DE LA PHASE 1	14
2.	NOMENCLATURE DES PRINCIPALES CLASSES D'ENTITES ET TABLES.....	14
3.	EXEMPLE DE FICHES DESCRIPTIVES	14
4.	CONTACTS	14

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Carte des régions et secteurs hydrographiques	13
Figure 2 : Organisation informatique.....	14
Figure 3 : Correspondance Secteurs hydrographique Départements	14
Figure 4 : Extraction des données avec zone tampon de 2Km.....	14
Figure 5 : Cohérence secteurs hydro BDTopo	14
Figure 6 : Exemple de bras sur une TPME	14
Figure 7 : Aperçu du modèle automatique pour le transfert de la codification.....	14
Figure 8 : Réseaux de départ SYRAH et BDTopo	14
Figure 9 : Résultat des 2 méthodes (avec et sans l'appui des toponymes)	14
Figure 10 : Affichage du résultat de l'affectation automatique.....	14
Figure 11 : Différences de tracé entre les bases	14
Figure 12 : Mappage du transfert d'attributs	14
Figure 13 : Interface de l'Outil HRH	14
Figure 14 : Visualisation des résultats de HRH.....	14
Figure 15 : Longueur maximale des USRA	14
Figure 16 : Résultat de la boucle de calcul de pk	14
Figure 17 : Largeur des buffers	14

PRESENTATION DE L'ETUDE

1. LE CONTEXTE DE L'ETUDE

Ce document constitue le mémoire technique de l'étude sur le système relationnel d'audit sur l'hydromorphologie des cours d'eau (SYRAH CE). La directive Cadre sur l'eau a dressé le « Bon état écologique » des cours d'eau mais aucunes données ne sont à ce jour disponibles pour qualifier les caractéristiques physiques. L'objectif est de fournir une base de données homogène sur le territoire français concernant les pressions sur l'hydromorphologie et les risques d'altérations qui en découlent.

Le MEEDDAT a confié au CEMAGREF de Lyon en partenariat avec les 6 Agences de l'Eau l'élaboration de cette méthode d'analyse.

1.1. LES OBJECTIFS DE L'ETUDE

Parmi les sources de données disponibles permettant l'élaboration du calcul des paramètres de pression, 2 critères fondamentaux sont à prendre en compte :

- ⇒ Une homogénéité en termes de précision,
- ⇒ Une exhaustivité sur le territoire national

La BDTOPPO® de l'IGN répond à ces 2 critères mais elle n'est pas utilisable en l'état du fait de sa structuration principalement orientée à des buts cartographiques. Le CEMAGREF a en amont de cette étude réalisé un très important travail préparatoire en termes de méthodologie en s'appuyant sur un réseau structuré la BDCarthage®. Cette couche métier contient des informations capitales pour la modélisation et l'interprétation des données.

Le réseau est codifié et hiérarchisé selon l'ordination des rangs de STRAHLER, cependant il n'est pas utilisable en l'état car sa précision est incompatible avec les sources de données mobilisables pour déterminer les paramètres de pression. Les informations qu'il contient doivent donc être transférées sur le linéaire de la BDCarthage®, il s'agit de **la première phase de l'étude : la constitution du réseau hydrographique de travail.**

L'objectif de cette première phase consiste donc à structurer le réseau hydrographique de la BDTopo® afin de permettre le calcul des paramètres en suivant la méthodologie du CEMAGREF. Les informations à transférer sont :

- ⇒ L'identifiant tronçon du CEMAGREF
- ⇒ Le code hydrographique du cours d'eau
- ⇒ Le rang de STRAHLER du CEMAGREF.

Par contre cette première étape n'a pas pour vocation la réalisation d'un référentiel hydrographique, en effet les connexions du réseau par la création d'arcs fictifs ne seront pas assurées car l'acquisition des données de pression s'effectue au niveau des zones tampons.

A l'issu de cette première étape, le réseau sera structuré pour répondre aux contraintes de la modélisation. **La seconde phase consistera à découper le réseau en Unités Spatiales de Recueil d'Analyse** par le report des limites de tronçons géomorphologiques.

La troisième phase sera consacrée au recueil de données et au calcul des paramètres de pression.

1.2. LES ACTEURS DE L'ETUDE

Cette étude a été réalisée en étroite collaboration avec le CEMAGREF de Lyon, l'ONEMA, le MEDDATT – DEB, l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée & Corse et l'Agence de l'Eau Artois Picardie commanditaire de ce projet. Ces acteurs ont constitués le comité technique du projet.

Le comité de pilotage a rassemblé les personnels des agences de l'eau composés des géomaticiens et des chargés de mission en hydromorphologie.

Membres de comité technique :

ORGANISME	NOM	ADRESSE	MAIL
CEMAGREF	A. CHANDESRIS	3 bis quai Chauveau 69009 LYON	andre.chandesris@cemagref.fr
CEMAGREF	L.VALETTE	3 bis quai Chauveau 69009 LYON	laurent.valette@cemagref.fr
MEDDATT - DEB	J. MOY	Direction de l'Eau et de la Biodiversité Sous Direction des espaces naturels Bureau des milieux aquatiques 20 Avenue de Ségur 75302 PARIS 07 SP	johann.moy@developpement-durable.gouv.fr

AGENCE RMC	L. BOURDIN	2-4, allée de Lodz - 69363 Lyon cedex 07 Tél : 04 72 71 26	laurent.bourdin@eaurmc.fr
AGENCE RMC	L. GASNIER	2-4, allée de Lodz - 69363 Lyon cedex 07 Tél : 04 72 71 26	Laurent.GASNIER@eaurmc.fr
AGENCE RMC	S. ROUCHOUSE	2-4, allée de Lodz - 69363 Lyon cedex 07 Tél : 04 72 71 26	Stephane.ROUCHOUSE@eaurmc.fr
AGENCE AP	J.P. LEFEBVRE	Centre Tertiaire de l'Arsenal 200, rue Marceline B.P. 818 59508 DOUAI CEDEX Tél : 03.27.99.90.00 Fax : 03.27.99.90.15	JPLEFEBVRE@eau-artois-picardie.fr
AGENCE AP	W. GUERIN	Centre Tertiaire de l'Arsenal 200, rue Marceline B.P. 818 59508 DOUAI CEDEX Tél : 03.27.99.90.00 Fax : 03.27.99.90.15	WGUERIN@eau-artois-picardie.fr
AGENCE RM	P. RUSSO	Rozérieulles - B.P. 30019 57161 Moulins-Lès-Metz tél. 03 87 34 47 00 fax. 03 87 60 49 85	russo@eau-rhin-meuse.fr
ONEMA	J.M. BAUDOIN	Direction générale "Le Nadar" Hall C 5, square Félix Nadar 94300 Vincennes	jean-marc.baudoin@onema.fr
ONEMA	F. ROUGERIE	Direction générale "Le Nadar" Hall C 5, square Félix Nadar 94300 Vincennes	francois.rougerie@onema.fr
ONEMA	H. AUGU	Direction générale "Le Nadar" Hall C 5, square Félix Nadar 94300 Vincennes	helene.augu@onema.fr

Les membres du comité de pilotage :

Comité Pilotage : CT + personnes suivantes

ORGANISME	NOM	ADRESSE	MAIL
AGENCE SN	F. BASSIEN	51 rue Salvador Allende - 92000 NANTERRE Tél 01.41.20.16.00	BASSIEN.Frederic@aesn.fr
AGENCE SN	A. DAVID VAUDEY	51 rue Salvador Allende - 92000 NANTERRE Tél 01.41.20.16.00	david_vaudey.adele@aesn.fr
AGENCE LB	N. FOREST	Avenue Buffon, BP 6339 - 45063 ORLEANS CEDEX 2 tel : 02 38 51 73 73	natalie.forest@eau-loire-bretagne.fr
AGENCE LB	F.GASC	Avenue Buffon, BP 6339 - 45063 ORLEANS CEDEX 2 tel : 02 38 51 73 73	florent.gasc@eau-loire-bretagne.fr
AGENCE LB	JN GAUTIER	Avenue Buffon, BP 6339 - 45063 ORLEANS CEDEX 2 tel : 02 38 51 73 73	jean-noel.gautier@eau-loire-bretagne.fr
AGENCE AG	R. HAUBOURG	90 rue du férétra 31078 Toulouse Cedex Tel: 05.61.36.37.38	regis.haubourg@eau-adour-garonne.fr
AGENCE AG	P. POULAIN	90 rue du férétra 31078 Toulouse Cedex Tel: 05.61.36.37.38	patricia.poulain-beaudelin@eau-adour-garonne.fr
AGENCE RM	N. VILLEROY	Rozérieulles - B.P. 30019 57161 Moulins-Lès-Metz tél. 03 87 34 47 00	nicolas.villeroi@eau-rhin-meuse.fr

2. LES MOYENS MIS EN ŒUVRE

2.1. L'EQUIPE

Laurent Frilleux, Chef de projet a mis en place toutes les procédures et les méthodes de traitement de données. Il est le chef de projet de ce dossier.

Vincent Lecamus, Directeur de la réalisé les procédures de suivi de qualité.

Joël Planchet, chef de projet a mis en place l'outil de suivi collaboratif et a effectué les développements VBA.

Delphine Ubrun, **Amélie Nespoulous** et **Sophie Breuil** techniciennes SIG ont effectué différents traitements SIG.

2.2. LES LOGICIELS

Les outils de la gamme ESRI ArcGis© en version 9.3 ont été utilisés avec un niveau de licence ArcView et ArcInfo pour certaines tâches.

La cohérence du transfert de la codification hydrographique sur le réseau BDTopo® a été effectuée avec l'outil HRH© (Hiérarchisation de Réseau Hydrographique) développé par GINGER-STRATEGIS.

Nous nous sommes volontairement orientés vers une solution "simple" en privilégiant un environnement unique correspondant à l'équipement informatique de tous les membres du comité technique. Conformément à la demande exprimée dans le cahier des charges, nous livrons à la fin de cette étude l'ensemble des données et des outils. Un environnement unique et connu par un très grand nombre d'utilisateur (même non géomaticiens) nous a paru être un élément important à préserver.

2.3. LES DONNEES

De très nombreuses sources d'informations ont été mobilisées pour mener à bien ce projet, en voici la liste exhaustive. La particularité des sources d'information utilisées pour le calcul des paramètres est (à l'exception des surfaces bâties) leur homogénéité en terme de précision.

Nom	Description	Fournisseur	Finalité
SYRAH	Linéaire simplifié de la BDCarthage®; Réseau de base de la modélisation du CEMAGREF	CEMAGREF	Les informations attributaires de ce réseau sont à reporter sur le linéaire de la BDTopo®.
Fond de vallée	Il s'agit d'une couche de polygone générée par le calcul d'une distance au cours d'eau (zone tampon ou buffer) qui a été affinée en tenant compte de la géologie et du relief	CEMAGREF	Utilisé comme buffer en lit majeur. Elle évite le croisement du buffer théorique en lit majeur avec un modèle numérique de terrain pour limiter l'acquisition des données brutes au lit majeur topographique.
ROE	Référentiel des Obstacles à l'Ecoulement	ONEMA	Information de base pour le calcul des densités de seuil.
Corine Land Cover	Couche descriptive de l'occupation du sol au 1/100 000	IFEN	Calcul des surfaces urbanisées
BDCarthage®	Référentiel hydrographique des eaux de surfaces	SANDRE	Extraction des canaux pour le calcul des taux de voies de communication.
TPME	Très petites Masses d'Eau	Agences de l'Eau	Complément du réseau hydrographique SYRAH
BDTopo® de l'IGN. Référentiel cartographique à grande échelle			
Réseau hydrographique linéaire	Support du calcul des paramètres de pression		
Surface en eau	Calcul des paramètres : ⇒ Surface des cours d'eau ⇒ Taux de plans d'eau connectés ⇒ Taux de plans d'eau déconnectés		
Réseau routier	Calcul des taux de voies de communications en lit mineur et majeur.		

	Calcul de la densité de ponts
Voie ferré	Calcul des taux de voies de communications en lit mineur et majeur. Calcul de la densité de ponts
Végétation	Calcul du taux de végétation : ⇒ En lit majeur ⇒ Rideau d'arbres (buffer 10 mètres) ⇒ Ripisylve (buffer 30 mètres)
Orographie	Calcul du taux de digues

3. PRE-TRAITEMENTS ET ORGANISATION INFORMATIQUE

L'analyse des données de départ montre leur important volume. Le réseau hydrographique de la BDTopo® représente près de 2 millions d'objets, la taille du fichier au format shape s'élève à 1,4 GO. Les couches de végétation ou du réseau routier sont arrivées "corrompues" du fait d'une taille encore plus importante (près de 10 millions d'objets pour le réseau routier).

Ce constat nous a amené dès le départ à découper les fichiers pour réduire leur taille et faciliter tous les traitements ultérieurs. Ce découpage s'est accompagné d'une modification de format, nous les avons tous transformés en classes d'entités de géodatabase fichier.

3.1. L'ORGANISATION DES DONNEES

Le niveau géographique de découpage s'est tout de suite porté sur les secteurs hydrographiques de la BDCarthage®

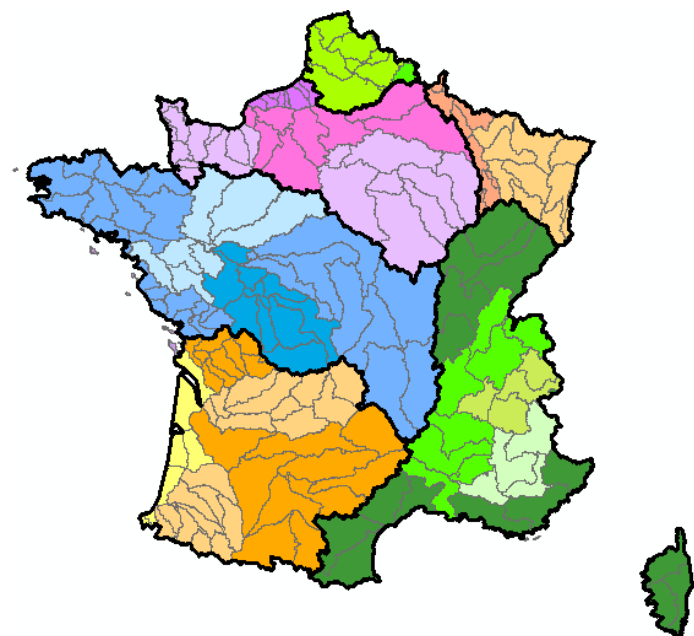


Figure 1 : Carte des régions et secteurs hydrographiques

Ce choix a été motivé par leur nombre

Agences	6	Secteurs	183
Régions	24	Zones hydrographiques	6 189

Un découpage à un niveau plus élevé (agences ou secteurs) n'aurait pas suffisamment diminué le volume des fichiers et un travail à l'échelle des zones ou des sous secteurs aurait généré un trop grand nombre de fichier. De plus nous avons travaillé pour le compte de l'Agence de l'Eau seine Normandie sur une étude d'interopérabilité entre la BDCarthage® et la BDTopo® et la zone d'étude correspondait à un secteur hydrographique. Cette échelle nous avait alors paru convenable pour la réalisation des traitements.

3.2. LA STRUCTURATION INFORMATIQUE

Nous avons initialement opté pour une organisation à 3 niveaux :

- ⇒ Un répertoire par agence
- ⇒ Une géodatabase par région hydrographique
- ⇒ Un jeu de classe d'entité par secteur hydrographique

Le nombre de fichier augmentant sensiblement à chaque traitement, il nous est apparu indispensable de modifier cette organisation en cours d'étude. Même si d'un point de vue informatique cet état de fait ne posait aucun problème, la réception et l'appropriation des données par les partenaires aurait été sans aucun doute plus difficile.

Le principe de départ n'a pas été remis en cause, nous avons simplement reproduit ce classement en ajoutant une entrée en tenant compte des 3 phases de l'étude. (01_Réseau; 02_Donnees_brutes; 03_USRA)

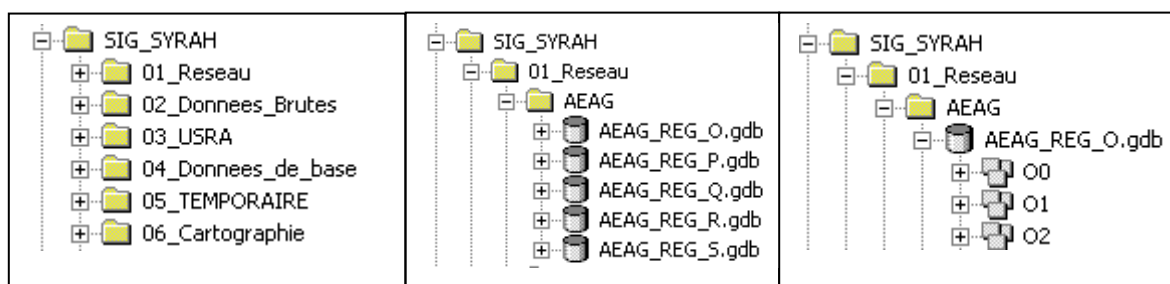


Figure 2 : Organisation informatique

3.3. LE DECOUPAGE DES DONNEES

L'ONEMA nous a transmis les données de la BDTopo® au format shape avec une livraison par département. Nous avons dans un premier temps établi un tableau de correspondance entre les secteurs hydrographiques et les départements.

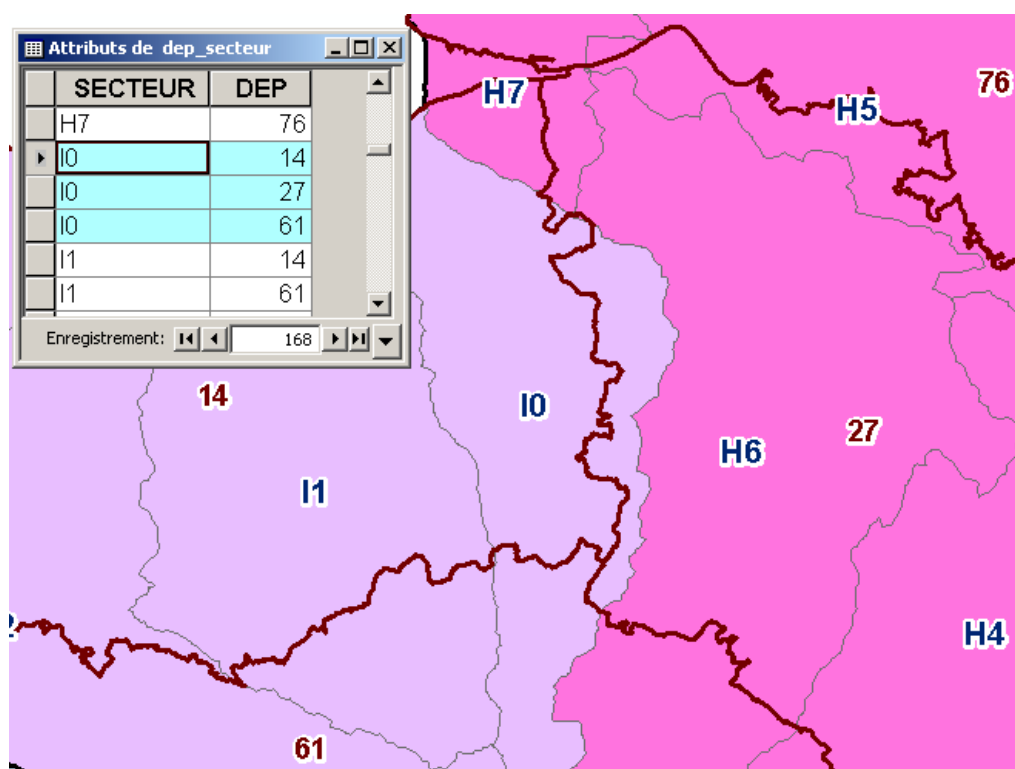


Figure 3 : Correspondance Secteurs hydrographique Départements

Les données ont ensuite été extraites, fusionnées pour éliminer les doublons avant d'être découpées selon l'emprise du secteur hydrographique avec une zone tampon de 2 kilomètres pour éviter des problèmes de récupération de données au niveau des confluences.



Figure 4 : Extraction des données avec zone tampon de 2Km

La couche des secteurs de la BDCarthage® a été modifiée pour être en cohérence avec la BDTopo®

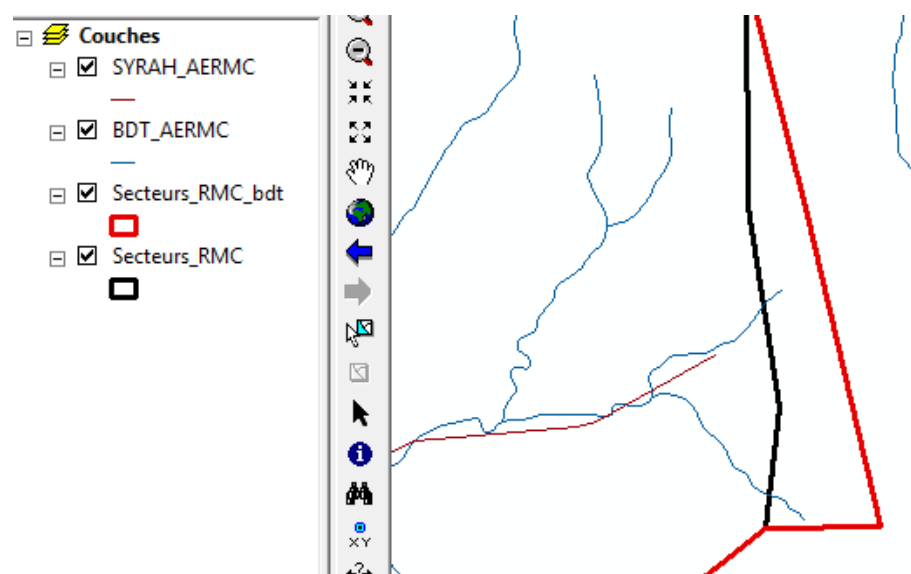


Figure 5 : Cohérence secteurs hydro BDTopo

3.4. PROCEDURE POUR L'AFFECTION DES NOMS DES CLASSES D'ENTITES

Chaque classe d'entité est nommée avec la même méthode dont le principe repose sur l'attribution du code du secteur dans le nom suivi éventuellement d'une version ou d'indication permettant de connaître les éléments ayant servis à construire la couche.

Exemples :

BDT_**Y7** : réseau initial de la BDTopo® dans le secteur Y7

SYRAH_**Y7** : réseau initial de la base SYRAH dans le secteur Y7

BDT_SYRAH_**Y7_V6** : Version 6 des traitements entre les bases SYRAH et BDTopo® sur le secteur Y7.

INTER_SCE_VEG_BUFF_30Y7 : intersection entre les surfaces de cours d'eau et la végétation dans un buffer de 30 mètres dans le secteur Y7.

Lorsque plusieurs étapes ont été nécessaires pour achever une phase ou une série de traitements, nous les avons systématiquement versionné afin de pouvoir plus facilement contrôler les processus en cas d'erreurs.

PHASE 1 CONSTRUCTION DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE TRAVAIL

1. ENRICHISSEMENT DU RESEAU SYRAH

La base du CEMAGREF a été enrichie par l'apport des TPME (très petite masse d'eau) fournies par les agences de l'eau.

Le réseau initial comporte près de 70 000 tronçons pour un linéaire de 225 000 Km, les TPME représentent 2 300 tronçons pour 11 000 Km.

Lors de leur intégration 2 types de problèmes ont été identifiés :

- ⇒ Elles sont parfois non connectées au réseau
- ⇒ Elles forment des boucles

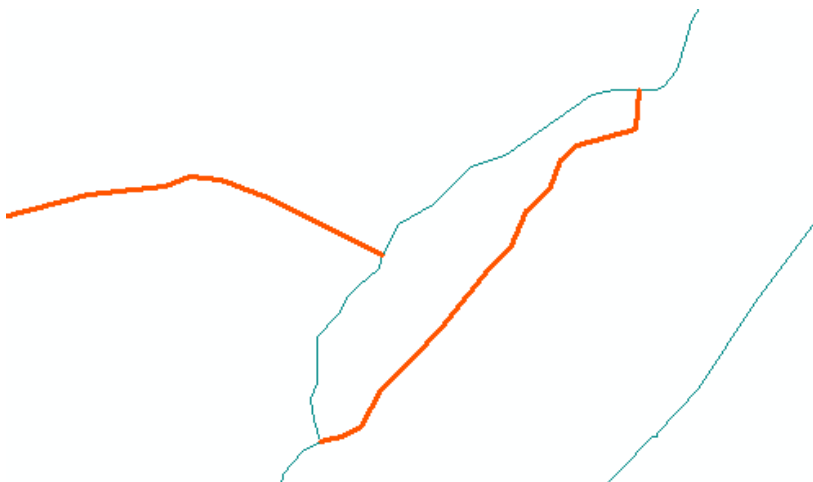
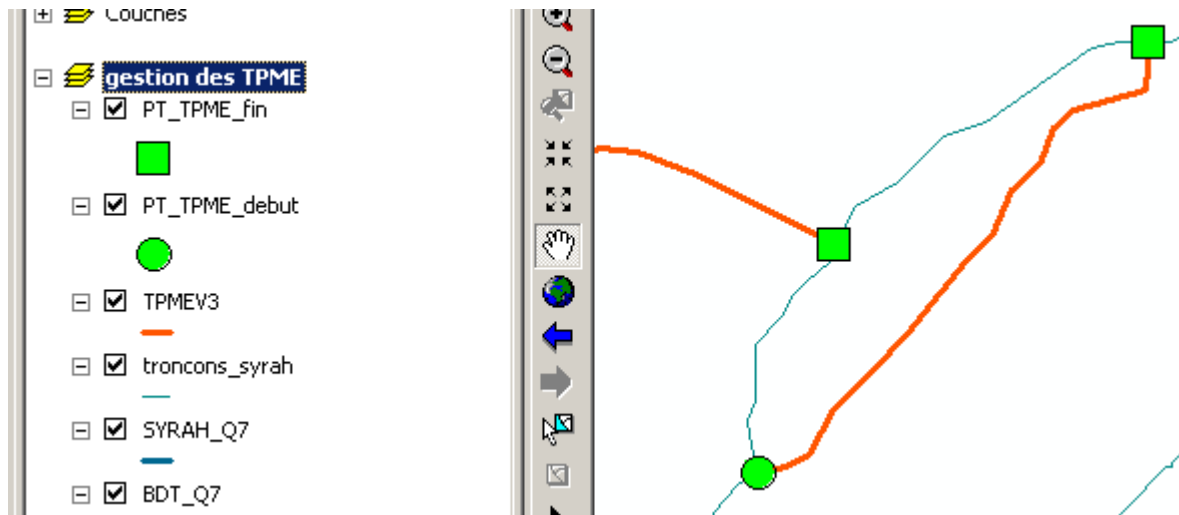


Figure 6 : Exemple de bras sur une TPME

Ce dernier point est le plus perturbant car cela induit des erreurs dans le transfert de la codification et cela viendrait complètement fausser les calculs des paramètres. Une procédure automatique a été mise en place pour détecter automatiquement ces boucles.

1. Transformation de la couche en 2 couches de points (début et fin)



2. Croisement entre la couche début et la couche SYRAH sans TPME → ResA
3. Croisement entre la couche fin et la couche SYRAH sans TPME → ResB
4. Jointure entre ResA et ResB → ResC
5. Jointure entre la couche des TPME et RESC pour obtenir le fichier Boucle TPME qui sera utilisé dans le modèle de préparation des données pour éliminer les tronçons SYRAH concernés.

⇒ Les TPME sont identifiables grâce au champ source de la base SYRAH et à leur identifiant car la valeur 500 000 a été ajoutée à l'ObjectID.

2. TRANSFERT DE LA CODIFICATION BDCARTHAGE®

La construction du réseau hydrographique de travail repose sur une première étape qui consiste à transférer les 3 principaux attributs de la couche SYRAH (Id_tronçon, CGENELIN, rang de STRAHLER) vers le linéaire BDTopo®.

La méthode employée repose sur une analyse de proximité mais au vu de la densité de chevelu nous avons pour limiter les risques d'erreurs et réduire les temps de corrections manuelles, basé le début de l'approche sur une correspondance par le biais des toponymes.

2.1. ANALYSE ET CORRECTION DE LA TOPONYMIE

Le travail a consisté à analyser de manière exhaustive le contenu des toponymes dans la base SYRAH et dans la base BDTopo®. Nous avons ajouté 2 colonnes TOPO_STRAT et NOM_STRAT respectivement dans les bases SYRAH et BDTopo® puis effectué une récapitulation avant de comparer les résultats.

L'objectif est de visualiser la manière d'écrire les toponymes afin lorsque c'est possible de les uniformiser. Tous les résultats sont consignés dans des tables RECAP_TOPO_Secteur et RECAP_NOM_Secteur stockées dans la géodatabase réseau.

Le contenu des modifications apportées est lui consigné dans les fiches descriptives présentées en annexes.

Globalement nous avons remplacé le NR (non renseigné) de la BDTopo® par un 'vide' et les qualificatifs *rivières*, *ruisseaux*, *fleuves* de la base SYRAH ont été remplacé par des 'vides'.

2.2. AFFECTATION DE LA CODIFICATION

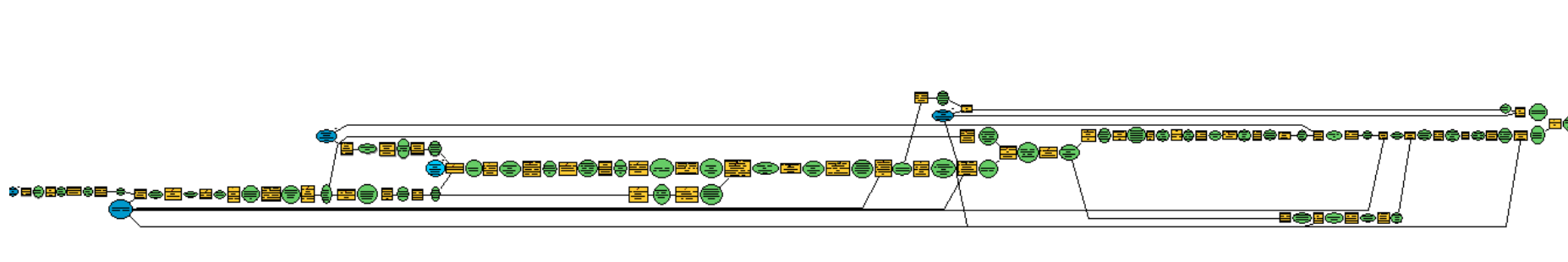
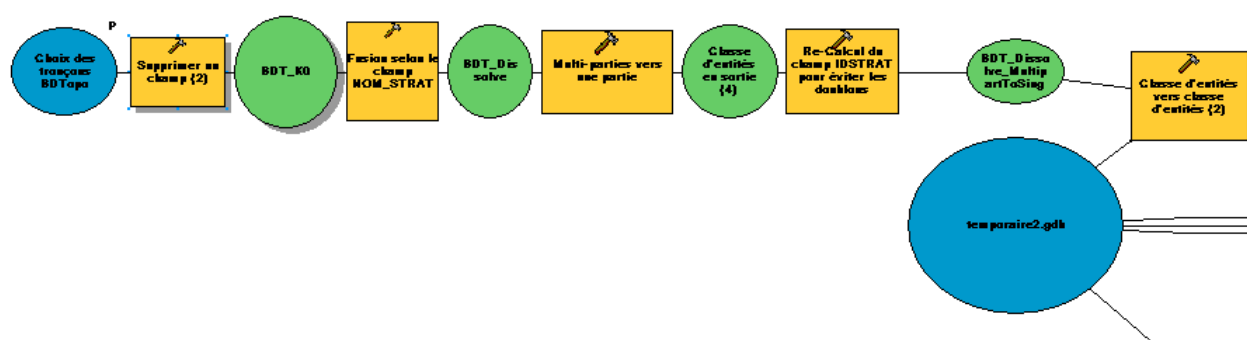


Figure 7 : Aperçu du modèle automatique pour le transfert de la codification

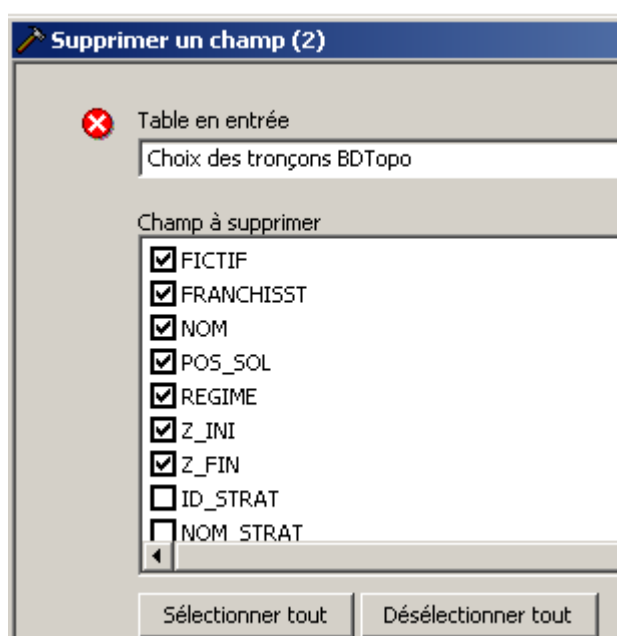
Ce modèle va maintenant être décortiqué pas à pas.

2.2.1. PHASE 1 PREPARATION DE LA COUCHE DE BDTOPPO®

Avant d'élaborer une série de traitements SIG, une des premières conditions est la présence d'un identifiant unique pour chaque objet. La base SYRAH dispose d'un id_tronçon mais l'analyse de la colonne Id de la BDTopo® en version 2 a révélé un très grand nombre de doublons. Nous avons donc reconstruit un identifiant unique pour chaque objet.



1. Suppression des champs inutiles de la couche BDTopo®

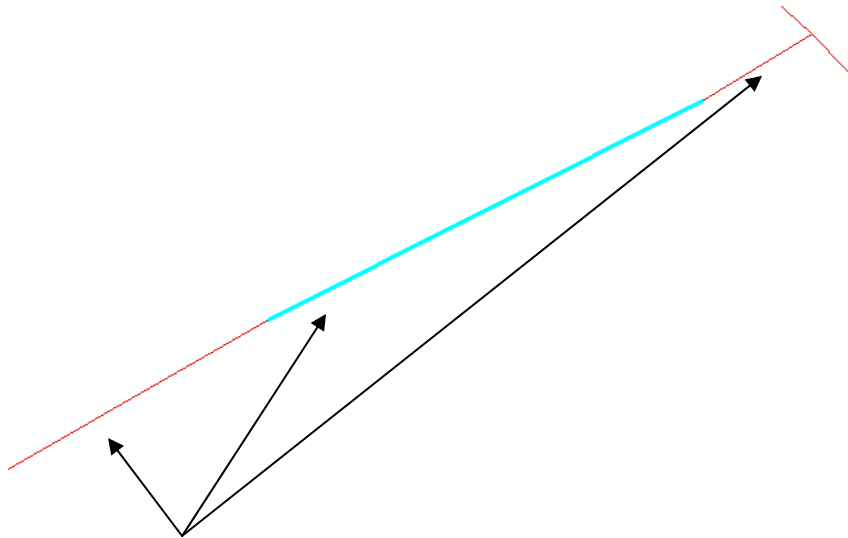


On ne conserve que les champs ID_STRAT et NOM_STRAT.

⇒ Pas de changement dans le nom de la couche en sortie.

2. Fusion des objets selon le champ NOM_STRAT tout en conservant le premier ID_STRAT.

Cette étape permet d'éliminer les tous petits tronçons.



Ces 'n' objets n'en formeront plus qu'un seul mais ce résultat fournit des objets multipartis.

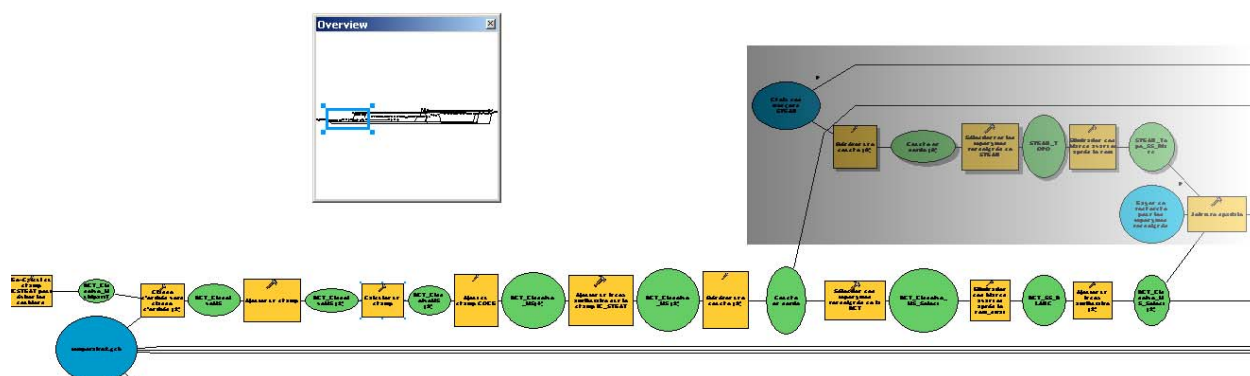
⇒ Couche en sortie *BDT_dissolve* (statut intermédiaire dans le modèle).

3. Suppression des objets multi partis en une seule partie

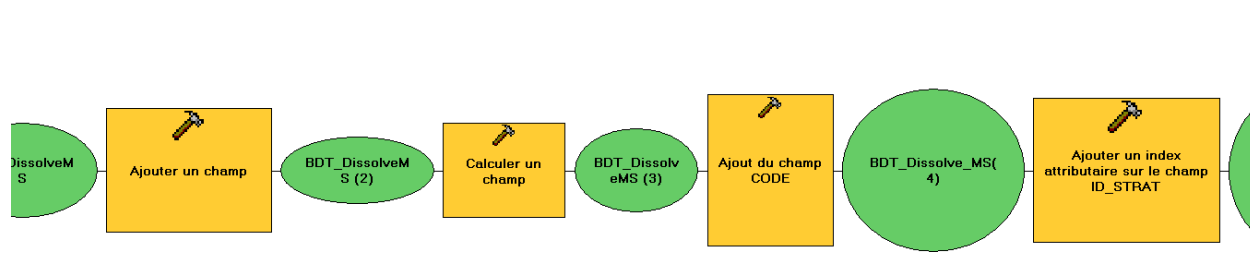
⇒ Couche en sortie *BDT_Dissolve_MultipartToSing* (statut intermédiaire dans le modèle).

4. Calcul du champ First_ID_Strat (le qualificatif de first est directement obtenu à l'issu de la fusion) avec la formule **TR & [OBJECTID]**

5. Transformation du résultat en classe d'entité *BDT_DissolveMS* stockée dans la géodatabase *Temporaire2*.



6. Ajout et calcul du champ ID_STRAT (il s'agit en fait de renommer le champ First_Id_Strat).



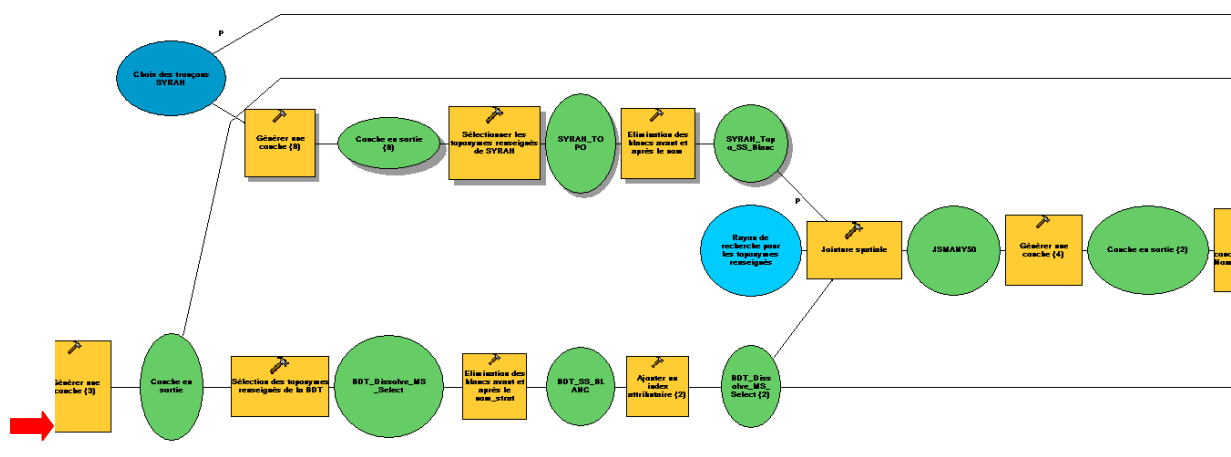
7. Ajout du champ code

- Ajout d'un index attributaire sur le champ ID_STRAT (amélioration des performances en particulier sur les jointures).

9. Transformation en couche (permet en outre les opérations de sélection dans Model Builder)

A ce stade nous disposons d'une couche BDTopo® "épurée" au niveau attributaire avec un identifiant unique et d'un index attributaire. Le modèle va maintenant prendre 2 directions avec des traitements spécifiques sur les toponymes renseignés et les non renseignés.

2.2.2. PHASE 2 TRAITEMENTS DES TOPONYMES RENSEIGNES.

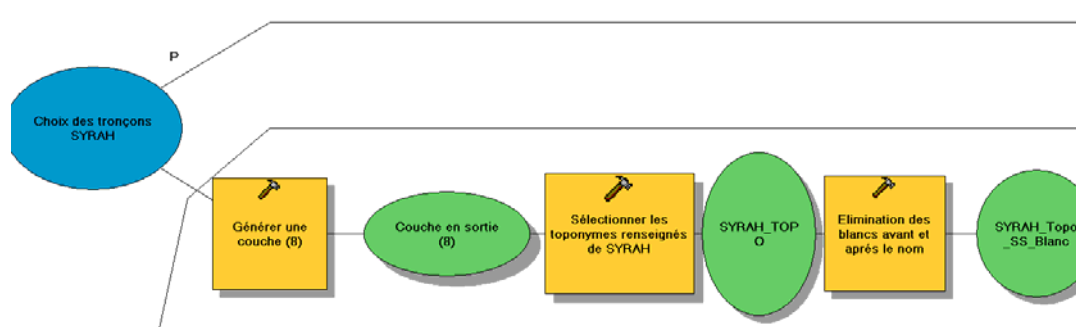


1. Sélection des toponymes renseignés de la BDTopo®
2. Elimination des blancs avant et après le toponyme

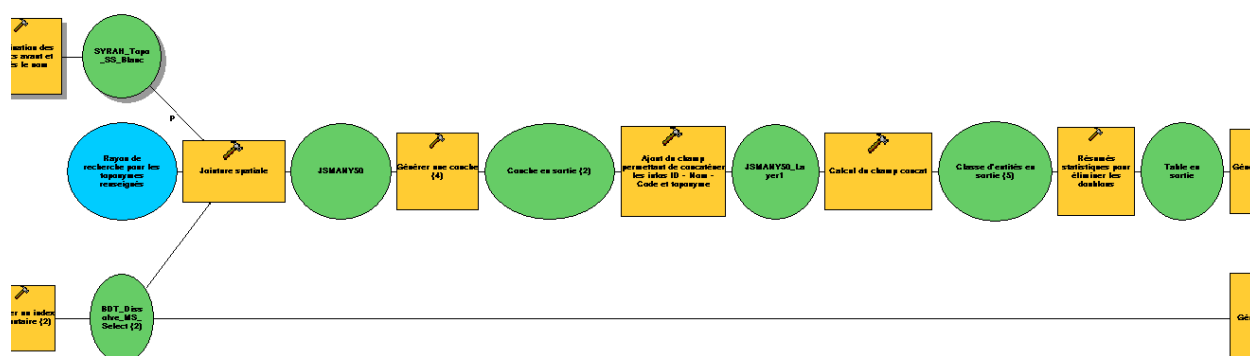
Elimination des blancs avant et après le nom	
Table en entrée	BDT_Dissolve_MS_Select
Nom du champ	NOM_STRAT
Expression	trim ([NOM_STRAT])
Type d'expression (facultatif)	VB
Bloc de code (facultatif)	

Calcul du champ NOM_STRAT avec la fonction TRIM

3. Ajout d'un index attributaire (demandé par Model Builder)
4. Transformation de la classe d'entité SYRAH en couche
5. Sélection des toponymes renseignés
6. Elimination des blancs avant et après le nom



7. Réalisation de la première jointure spatiale entre ces 2 couches



Les paramètres de l'outil sont les suivants :

Couche cible : BDTopo®

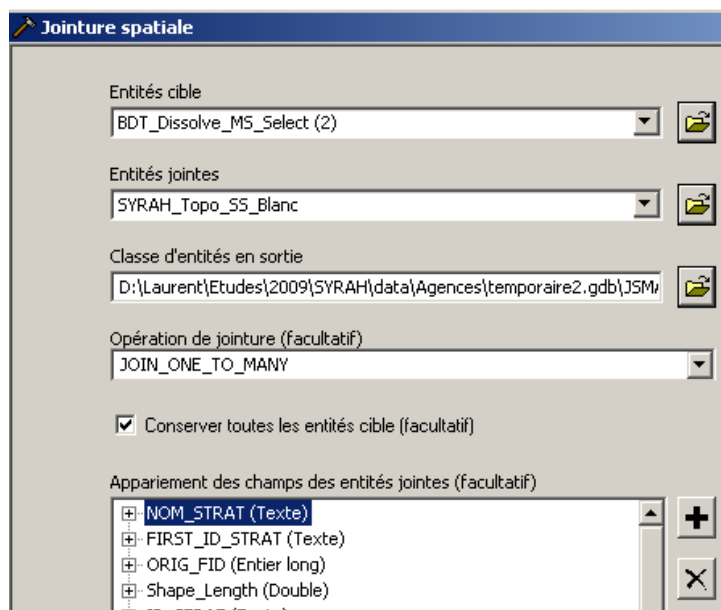
Couche de jointure : SYRAH

Rayon de recherche : 50 mètres

Opérateur géographique : Intersect

Opération de jointure (règle de cardinalité) : Join On to Many

⇒ La table en sortie se nomme *JSMANY50*



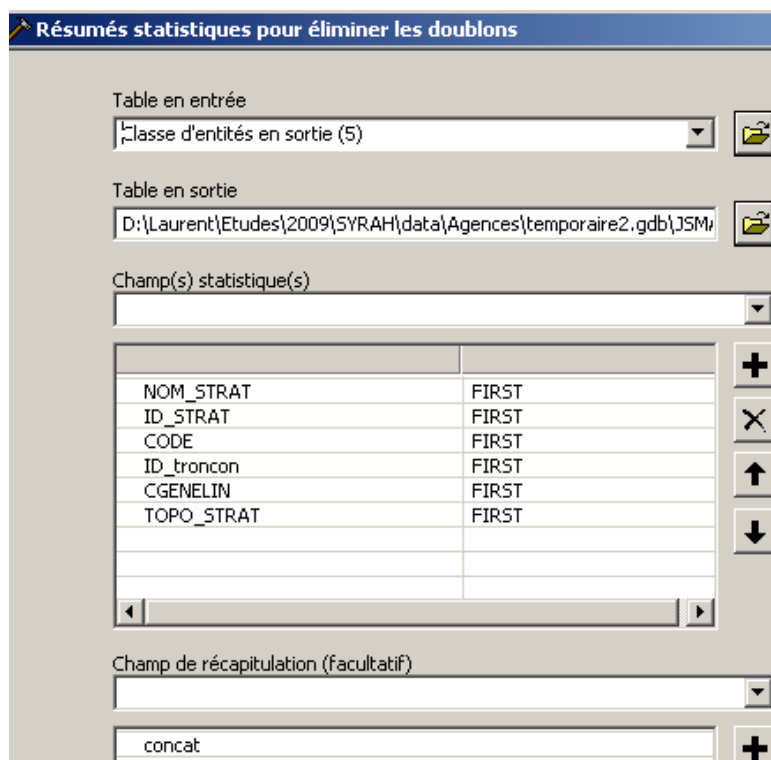
L'objectif est de récupérer dans un rayon de 50 mètres tous les objets renseignés de la base SYRAH vers la base BDTopo®. L'opération de jointure est du Join One to many afin de récupérer tous les objets. De nombreux enregistrements "non concernés" seront présents dans la couche résultat, des filtres interviendront dans les prochaines étapes afin de les éliminer.

8. Ajout et calcul du champ "concat"

Ce champ sera calculé par concaténation de [ID_STRAT] &"-"& [NOM_STRAT] &"-"& [CGENELIN] &"-"& [TOPO_STRAT]

9. Résumé statistique sur ce champ concat

Conservation des champs suivants



⇒ La table en sortie se nomme *JSMANY50_Statistics*, elle est stockée dans la géodatabase *Temporaire2*

10. Sélection dans cette table des toponymes identiques et des "CGENELIN" renseignés.

FIRST_NOM_STRAT = FIRST_TOPO_STRAT AND FIRST_CGENELIN <>''

⇒ Table en sortie *JSMANY50_Statistics_TableSel3* stockée dans la géodatabase *Temporaire2*

Cette étape permet de garantir dans un rayon de 50 mètres la bonne affectation du code en se basant sur un toponyme renseigné et identique.

11. Jointure entre la couche BDTopo® et la table se basant sur le champ ID_STRAT

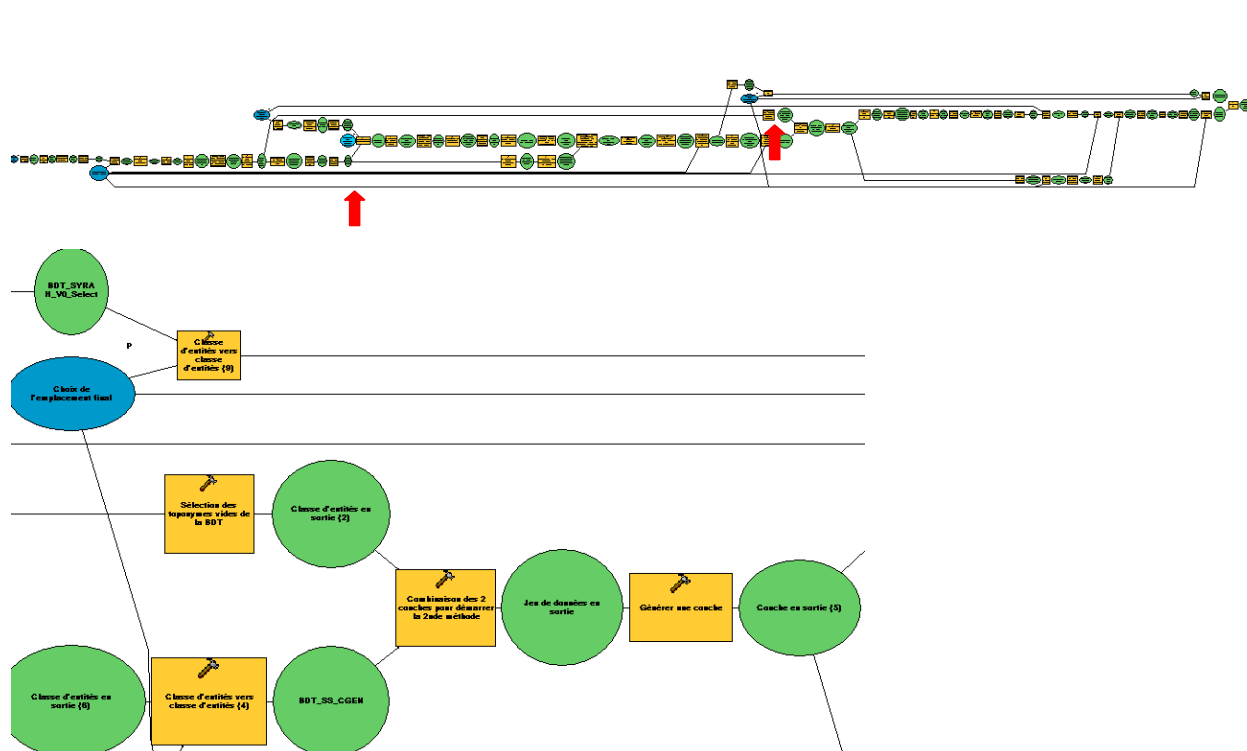
12. Calcul du champ CODE par l'affectation du CGENELIN.

13. Transformation du résultat dans la classe d'entité BDT_SYRAH_V0

Certains objets ne disposent pas de code CGENELIN, ils seront traités avec les objets sans toponyme.

2.2.3. PHASE 2 TRAITEMENTS DES TOPONYMES NON RENSEIGNES.

1. Sélection des objets sans CGENELIN
2. Transformation du résultat en classe d'entité
3. Ajout des objets avec un CGENELIN non renseignés avec ceux n'ayant pas de toponymes.

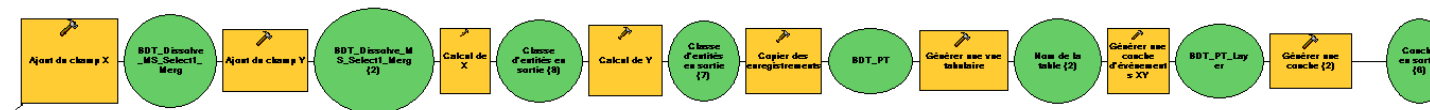


A ce stade, nous démarrons la 2nd partie du modèle qui reposera sur le même principe. Il ne nous sera pas possible de nous appuyer sur le toponyme pour valider le transfert d'informations, il s'agit de la seule différence par rapport à la 1^{ère} partie.

Les seuls éléments utilisables résident dans la position des objets avec à l'instar de l'étape précédente une jointure spatiale pour obtenir les informations. La méthode doit cependant être affinée pour limiter les risques de mauvaise affectation de code, en particulier au niveau des confluences.

Nous allons donc modifier la géométrie de la couche BDTopo® pour établir non plus une relation ligne - ligne mais une relation ligne – point.

4. Ajout et calcul des champs XY (basé sur le centroïde)
5. Export de la table.
6. Création des ponts via une table d'évènements.



7. Réalisation de la jointure spatiale avec les paramètres suivants :

Couche cible : BDTopo®

Couche de jointure : SYRAH

Rayon de recherche : 50 mètres

Opérateur géographique : Intersect

Opération de jointure (règle de cardinalité) : Join On to One

⇒ La table en sortie se nomme *JSONE50*

8. Jointure attributaire avec la couche de base BDTopo® (via le champ ID_Strat).

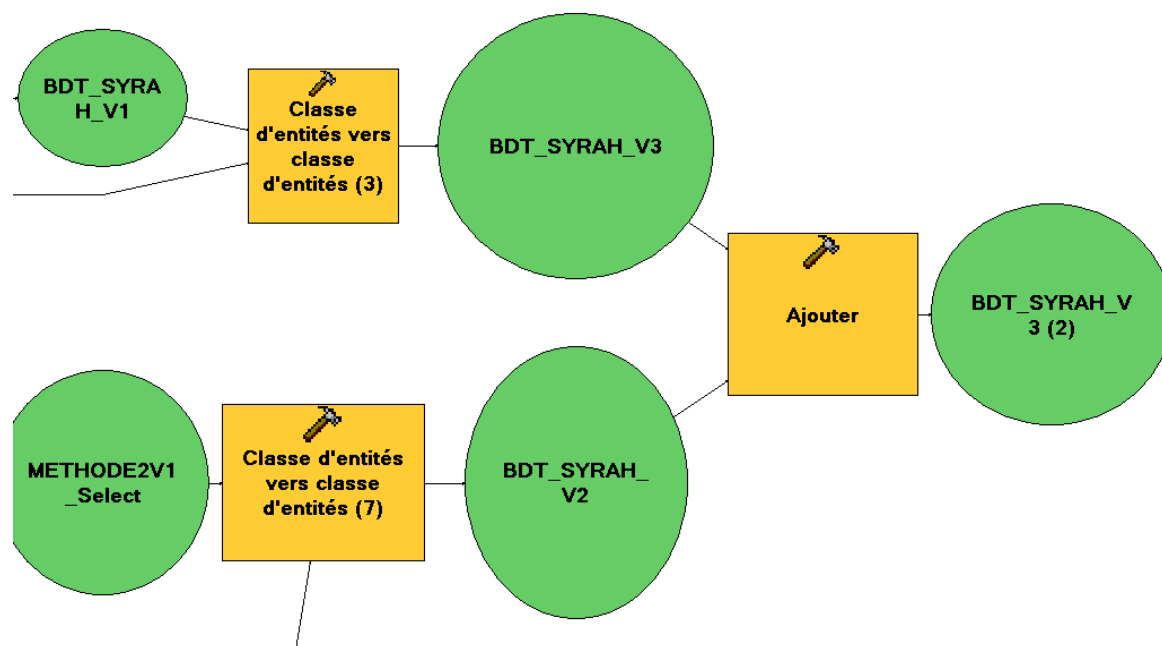
9. Calcul du CGENELIN

10. Conservation des codes renseignés via une sélection.

11. Transformation du résultat dans la classe d'entité BDT_SYRAH_V2

2.2.4. FUSION DES 2 RESULTATS

Les couches BDT_SYRAH_V1 (duplication de la V0) et BDT_SYRAH_V2 sont ajoutées pour fournir la **BDT_SYRAH_V3** marquant la fin de cette étape d'affectation automatique du code CGENELIN de la base SYRAH (BDCarthage®) vers la BDTopo®.



2.3. VERIFICATION DE L'AFFECTATION

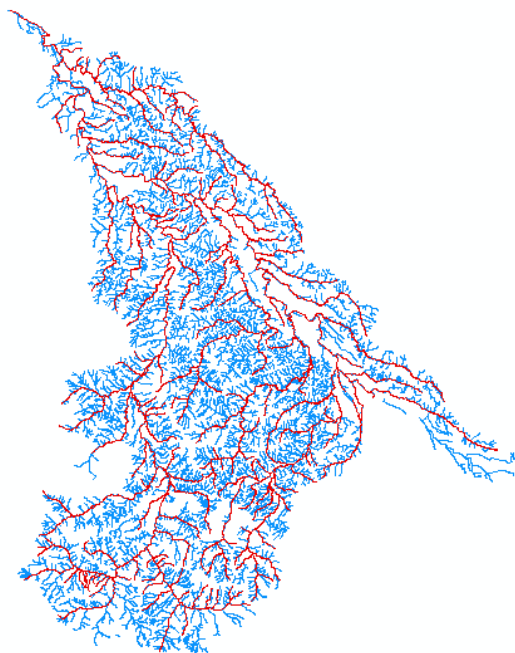


Figure 8 : Réseaux de départ SYRAH et BDTopo

Par l'intermédiaire de l'exemple du secteur du gave d'Oloron, voici les différentes étapes et l'illustration des résultats. Dans l'image ci-dessus, le réseau SYRAH est en rouge et le réseau BDTopo® en bleu.

L'image ci-dessous montre en bleu le résultat de l'affectation par les toponymes (V1) et le traitement par la méthode des points en vert (V2)

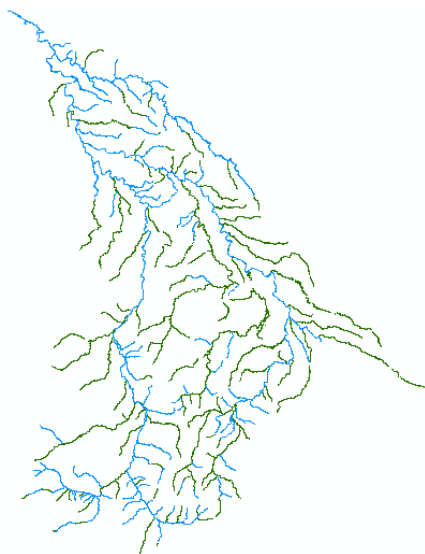


Figure 9 : Résultat des 2 méthodes (avec et sans l'appui des toponymes)

L'affichage de la version 3 montre la cohérence des tracés même si quelques différences s'observent.

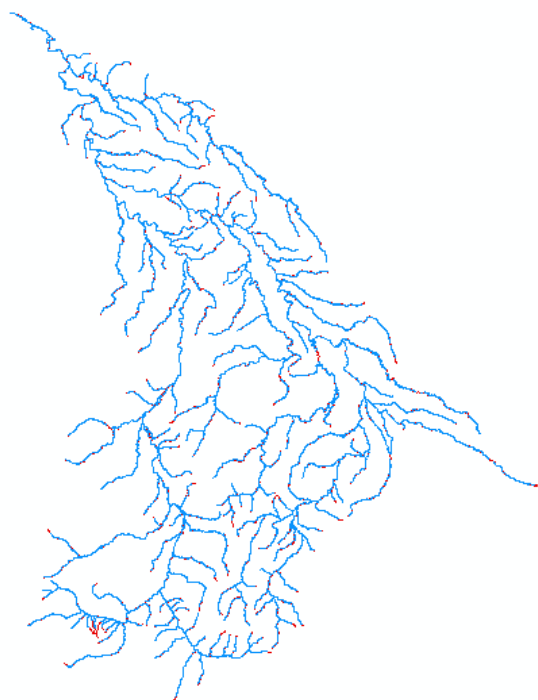


Figure 10 : Affichage du résultat de l'affectation automatique

2.3.1. LES DIVERGENCES DE TRACES ENTRE LES BASES

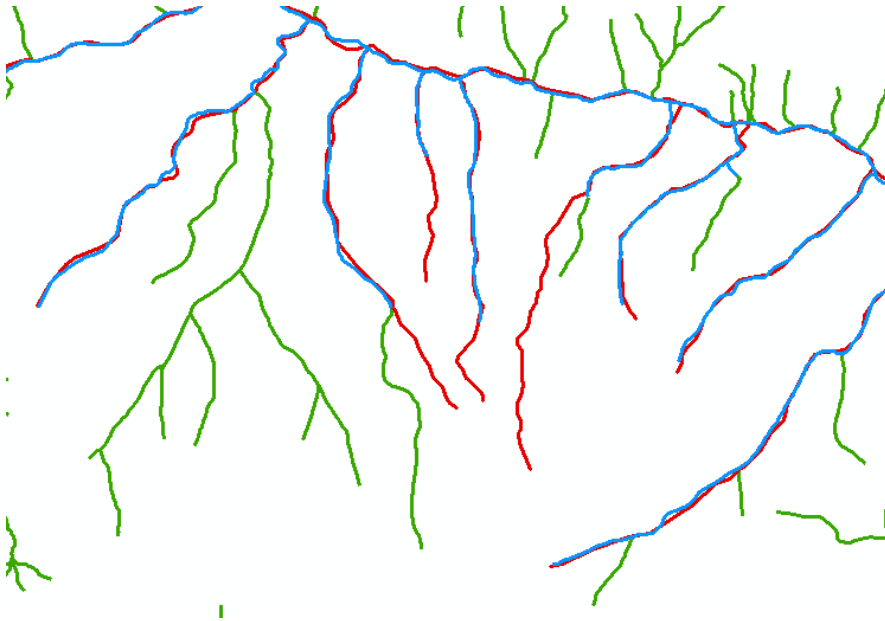


Figure 11 : Différences de tracé entre les bases

Sur cette image, le réseau SYRAH est en rouge, le tracé initial de la BDTopo® en vert et le résultat des traitements en bleu.

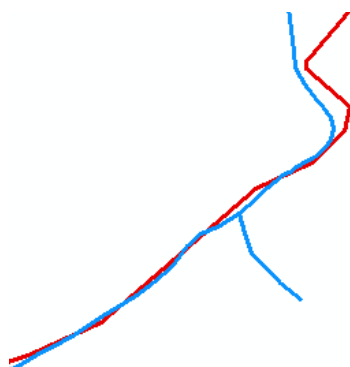
- ⇒ Dans certains cas, le réseau SYRAH se poursuit bien plus en amont avec une absence de BDTopo®



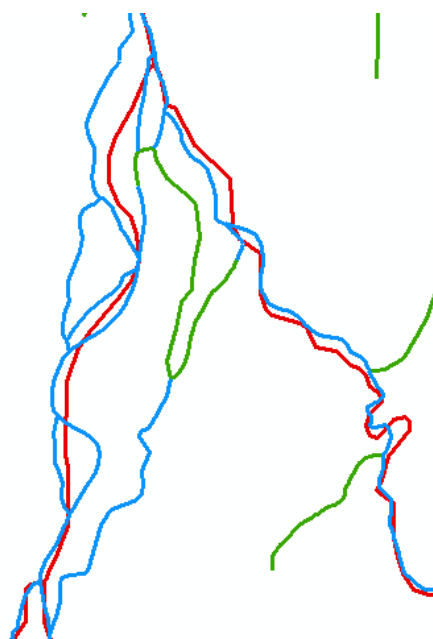
- ⇒ Dans certains cas les écarts de tracé dépassent le rayon de recherche fixé à 50 mètres et donc le réseau BDTopo® n'a pas été prolongé



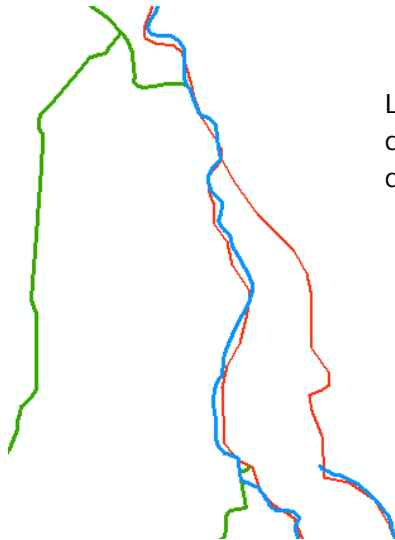
⇒ Des erreurs d'affectations sont parfois visibles au niveau des confluences



⇒ La gestion des bras a amené un grand nombre d'objets en erreurs



⇒ La prolongation des arcs n'a pas été assurée



L'absence de BDTopo® n'a pas été "comblée" par la création d'arcs fictifs, les mesures de pression étant récupérées au niveau des buffers.

2.3.2. LES CORRECTIONS GEOMETRIQUES (ARTEFACTS) ET ATTRIBUTAIRES (CODIFICATION)

L'élimination des artéfacts s'est opérée manuellement sur l'ensemble du territoire. Un balayage visuel des données a permis leur élimination. Ce contrôle sera amélioré dans une autre étape par l'utilisation d'outils topologiques.

Concernant l'affectation des codes, la technique du mappage de transfert d'attributs a été utilisée afin de limiter les erreurs de frappes.

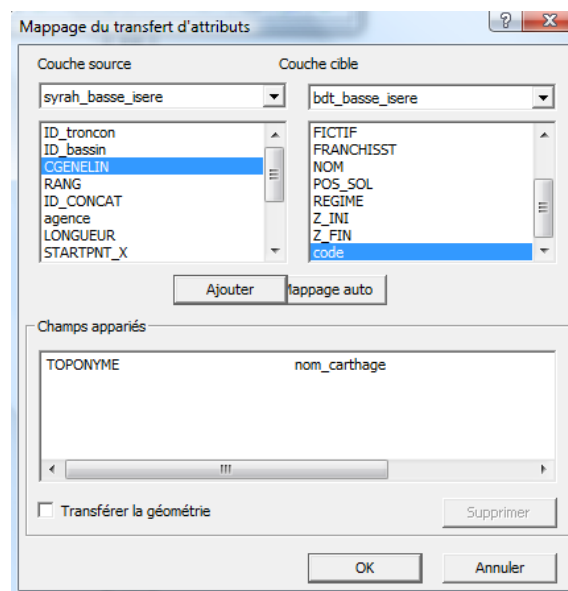


Figure 12 : Mappage du transfert d'attributs

Le nettoyage du réseau est stocké dans la couche **BDT_SYRAH_Secteur_V4** envoyée à l'ensemble des agences pour validation.

2.3.3. CONTROLES GEOMETRIQUES

La classe d'entité **BDT_SYRAH_Secteur_V4** a été transformée en version 6 pour être intégrée dans un jeu de classe d'entité de géodatabase au sein duquel nous avons établi une classe de topologie. Les éléments suivants ont été vérifiés :

- ⇒ Recherche des nœuds pendants
- ⇒ Recherche des autos intersections
- ⇒ Recherche des doublons
- ⇒ Contrôle du nombre de parties

Ces règles de topologie ont du être supprimées des jeux de classes pour pouvoir apporter des modifications aux classes d'entités.

2.3.4. CONTROLE DE L'AFECTATION DE LA CODIFICATION

Nous avons utilisé pour cela un applicatif développé en interne HRH© (hiérarchisation de Réseau Hydrographique).

Cet outil repose sur le principe suivant.

1. Nous transformons la couche au format E00 afin d'obtenir en attribut les identifiants des tronçons amont et aval de chaque objet.
2. Le fichier dbf est ensuite analysé dans l'outil qui permet de vérifier entre autre :
 - a. L'unicité d'un code pour chaque 'cours d'eau'
 - b. L'orientation des objets

L'outil fournit des résultats indiquant :

- a. La présence des sources
- b. Les exutoires
- c. Les exutoires finaux

Les tests ont été réalisés jusqu'à ce que les rapports d'erreurs soit vides. Le contrôle a été exhaustif sur l'ensemble du territoire.

Hiérarchisation de réseau hydrographique

Fichier contenant le réseau à hiérarchiser

Nom du fichier

...

Nom des champs de ce fichier à mettre en correspondance avec les variables utiles à la hiérarchisation

Code segment		Longueur segment	
Code noeud amont		PK amont	
Code noeud aval		PK aval	
Code principal de la rivière		Nom principal de la rivière	
Code synonyme de la rivière		Type segment (fictif, ...)	

Paramètres

Valeur du PK à l'exutoire

Libellé 'Se jette dans' pour le réseau sortant de la zone d'étude

Figure 13 : Interface de l'Outil HRH



Figure 14 : Visualisation des résultats de HRH

Ces images symbolisent les exutoires finaux. L'image de droite présente manifestement des erreurs. Ces contrôles ont été exhaustifs sur l'ensemble du territoire.

2.3.5. SYNTHÈSE DES VALIDATIONS

L'analyse de ces bases par l'agence a fait remonter un certain nombre d'erreurs :

- ⇒ Oubli de tronçons BDTopo®
- ⇒ Oubli de tronçons SYRAH
- ⇒ Erreurs d'affectation de code (principalement liées aux bras)

En se référant au nombre de cours d'eau traités, le taux d'erreur est proche de 3%.

A l'issue de cette version 7, le réseau hydrographique est en partie structuré.

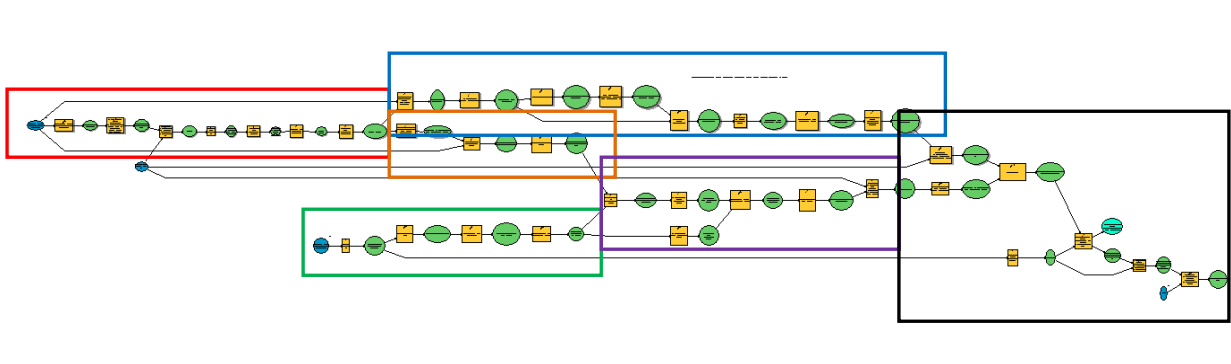
- ⇒ Le report de la codification BDCarthage® est effectué et contrôlé.
- ⇒ Le nettoyage des arcs est réalisé.

La suite de la structuration du réseau consiste à effectuer un découpage selon le positionnement des limites de tronçons géomorphologiques. Il s'agit de la phase II de l'étude.

PHASE 2 - LA STRUCTURATION FINALE DU RESEAU

1. CREATION DES POINTS POUR LE REPORT DES LIMITES DE TRONÇONS GEOMORPHOLOGIQUES

Il s'agit au cours de cette phase de découper les tronçons BDTopo® à l'instar des limites présentes dans la couche SYRAH. Cette opération s'effectue avec Model Builder selon la méthode suivante :



Sous modèle 1 : Transformation des tronçons SYRAH en points

Sous modèle 2 : Détermination des points situés sur 1 seul cours d'eau

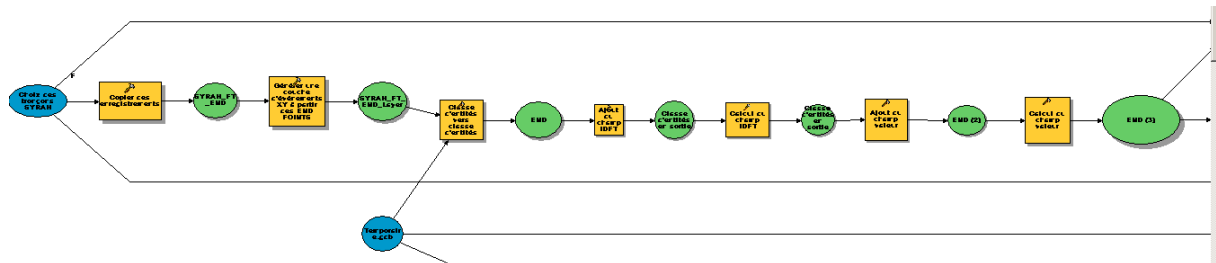
Sous modèle 3 : Détermination des confluences SYRAH

Sous modèle 4 : Intégration des données BDTopo®

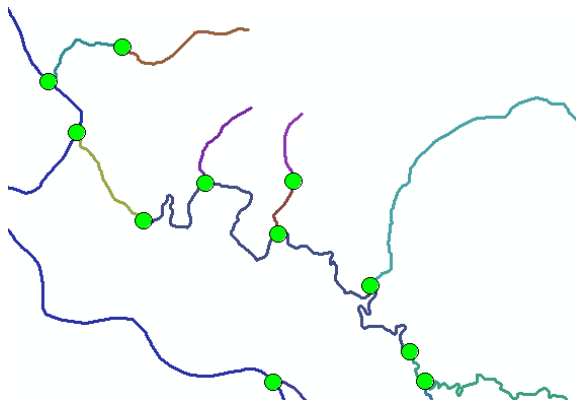
Sous modèle 5 : transfert des points SYRAH vers les points BDTopo® au niveau des confluences

Sous modèle 6 : Transfert des points sur le linéaire BDTopo®

1.1. SOUS MODELE 1 : TRANSFORMATION DES TRONÇONS SYRAH EN POINTS

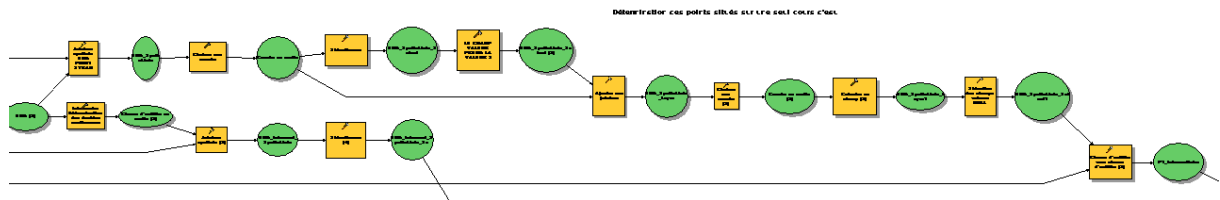


1. Les tronçons SYRAH sont transformés en points sur la fin des lignes (end point)

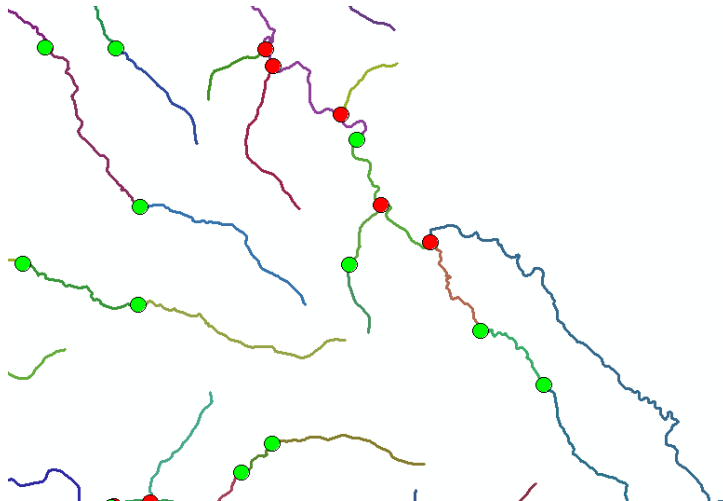


2. Ajout d'un champ identifiant et d'un champ valeur sur cette couche de point.
L'identifiant est calculé avec la formule **PT + objectId** et le champ valeur reçoit **1**

1.2. SOUS MODELE 2 : DETERMINATION DES POINTS SITUES SUR UN SEUL COURS D'EAU



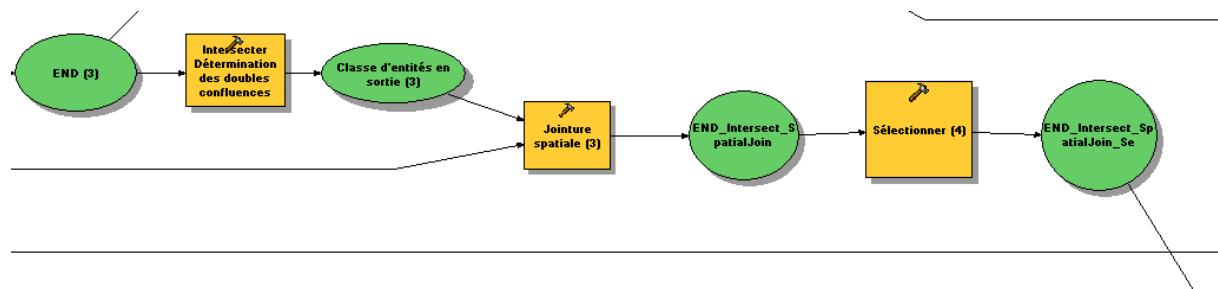
1. Jointure spatiale entre les END_Points et les tronçons SYRAH (sur les END point)
2. Sélection des CGENELIN différents
3. Affectation de 2 au champ valeur



Les points en rouge ont le champ valeur = 2 donc situé sur 2 cours d'eau

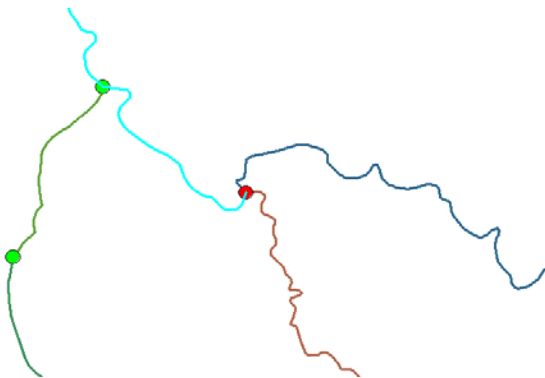
4. Jointure attributaire entre cette sélection et la table de départ (pt 1)
5. Sélection des valeurs "null"
6. Création de la couche PT_INTERMEDIAIRE situés sur 1 seul cours d'eau

1.3. SOUS MODELE 3 : DETERMINATION DES CONFLUENCES SYRAH



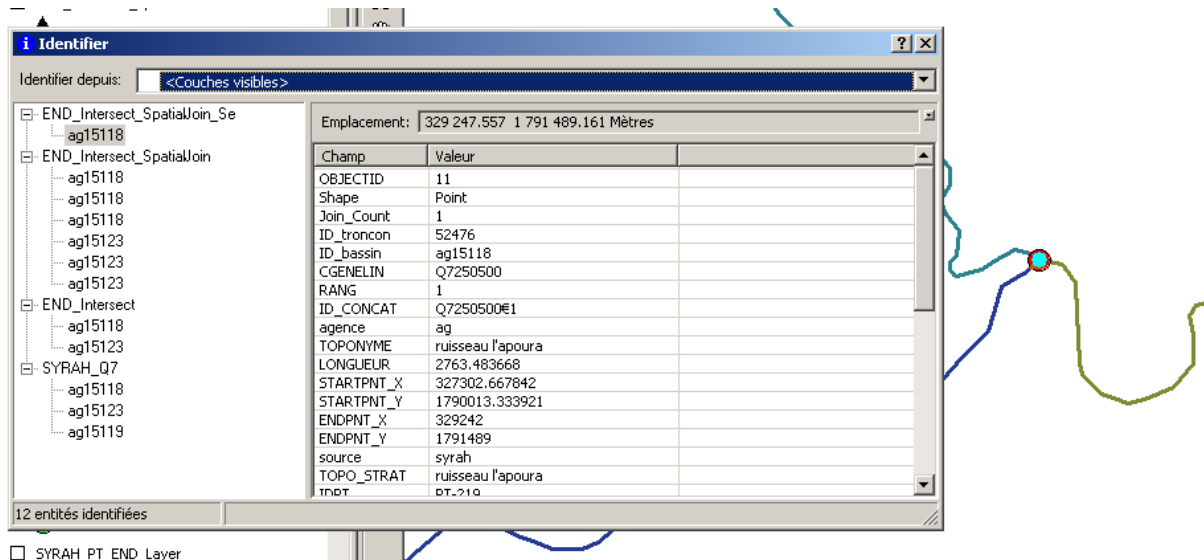
1. Détermination des doubles confluences

Outils intersect sur la couche END POINT → End _Intersect

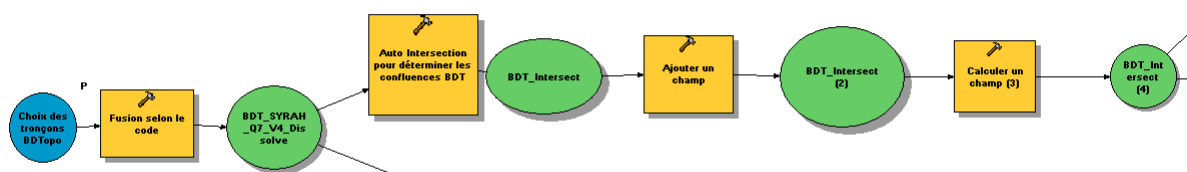


2. Jointure spatiale avec les tronçons SYRAH de départ → End_Intersect_spatial_join

3. Sélection des objets avec des ID tronçons différents ET des Cgenelin différents afin de n'obtenir qu'un seul point avec le bon CGNELIN (celui du tronçon à couper) → End_Intersect_spatial_join_Select

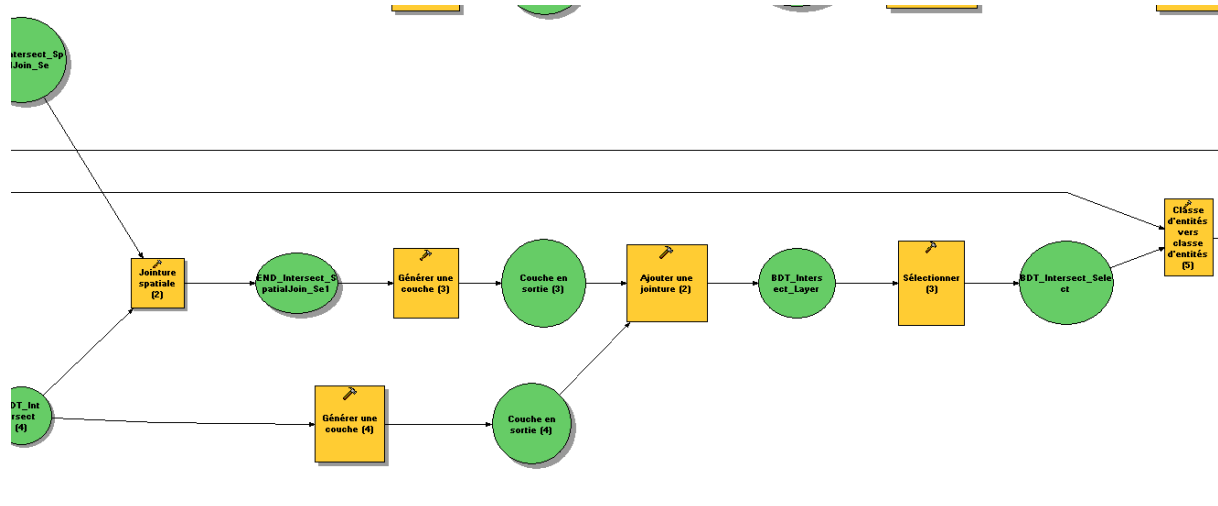


1.4. SOUS MODELE 4 INTEGRATION DES DONNEES BDTPOPO®



1. Fusion selon le champ code
2. Auto intersect pour générer une couche de point au niveau des confluences
3. Ajout d'un champ ID avec incrémentation auto de ce champ

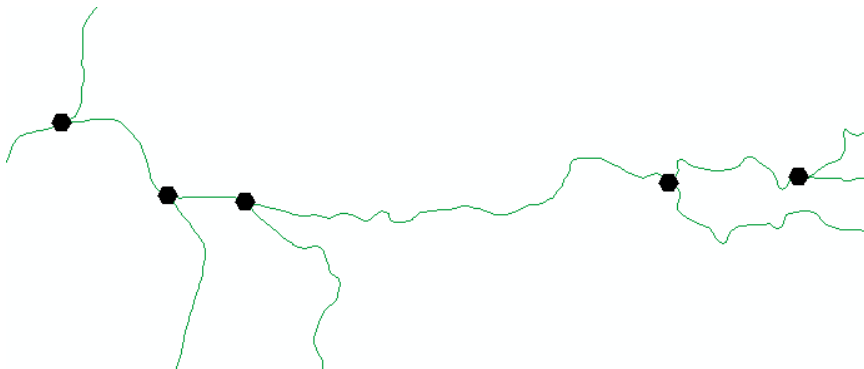
1.5. SOUS MODELE 5 : TRANSFERT DES POINTS SYRAH VERS LES POINTS BDTPOPO® AU NIVEAU DES CONFLUENCES



1. Jointure spatiale entre les points de confluences SYRAH (élaborés au sous modèle 3) et les confluences BDTopo® (intersects, Join one to many, Closest)

Ce sont les points SYRAH qui reçoivent dans un premier temps les informations BDTopo®.

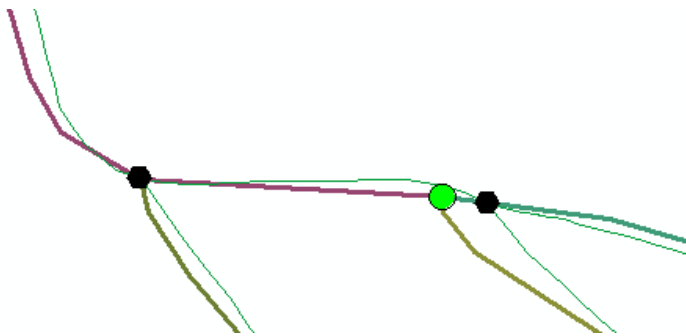
En effet nous avons en relation d'une part toutes les confluences BDTopo®,



Et d'autre part, uniquement les confluences SYRAH sur lesquelles il y a un changement de tronçon.



L'objectif de cette étape est de ne conserver uniquement le point vert (SYRAH) avec un positionnement sur la BDTopo® (point noir)



Cette opération se réalise par une jointure spatiale comprenant un rayon de recherche fixé à 500 mètres. Il est possible de discuter sur cette valeur mais nous avons établi plusieurs tests et au final les résultats sont plutôt satisfaisants.

Si la cible de la jointure est la BDTopo® c'est-à-dire les points noirs, les 2 présents sur l'image recevront l'information en provenance du vert et seront donc conservés alors qu'il n'en faut qu'un. Par contre en choisissant le point vert comme cible il ne recevra l'information que du point noir le plus proche car l'opérateur spatial retenu pour la jointure est CLOSEST.

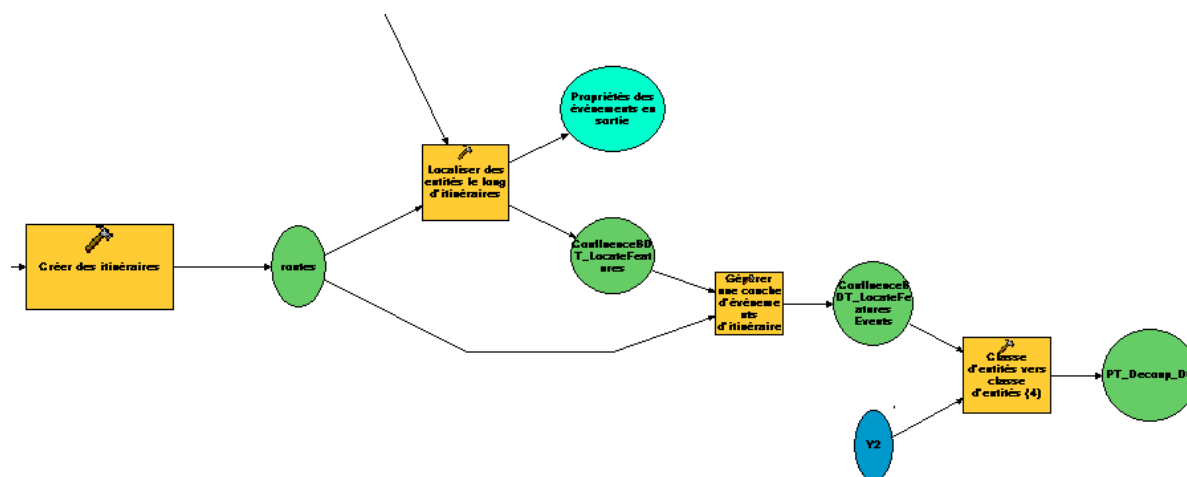
2. Jointure attributaire entre la couche de confluence BDTopo® et la couche résultat de la jointure spatiale.

Cette opération permet de ne conserver qu'un seul point de confluence sur la BDTopo®.

3. Une sélection avec conservation des CGENELIN identiques permet une amélioration des résultats (ceci est dû à quelques dysfonctionnements observés avec l'utilisation de la jointure spatiale et de l'option CLOSEST).

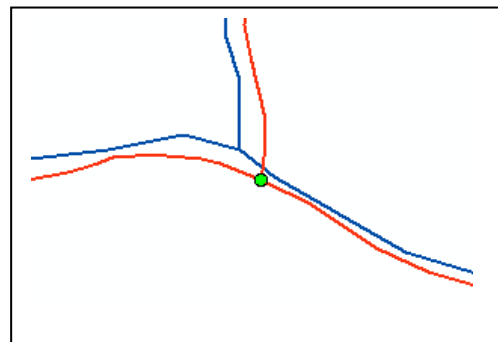
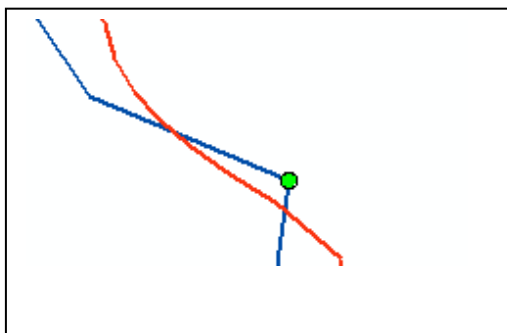
Le résultat de cette étape est une couche de confluence positionné sur la BDTopo®, il ne reste donc plus qu'à y ajouter les points situés sur un seul cours d'eau qui sont eux positionnés sur la base SYRAH et à les transférer sur le tracé BDTopo®.

1.6. SOUS MODELE 6 TRANSFERT DE TOUS LES POINTS SUR LE TRACE BDTOPO®



1. Les résultats obtenus au sous modèle 2, les points situés sur un seul cours d'eau sont ajoutés aux points situés sur les confluences BDTopo®.

Nous avons donc une couche de points avec des points positionnés sur SYRAH (tracé bleu) et d'autres positionnés sur la BDTopo® (tracé rouge)



2. Le tracé SYRAH va être transformé en route. Il s'agit d'une méthode de segmentation dynamique qui va nous permettre par la suite de capturer les points et de leur affecter un PK. (Utilisation de cette méthode car elle est disponible avec une licence Arcview).
3. Les PK sont positionnés par des évènements qui sont ensuite transformés en une couche de points parfaitement placés sur la BDTopo®.

2. LE DECOUPAGE DES TRONÇONS SELON LES LIMITES DE TRONÇONS GEOMORPHOLOGIQUES.

Il s'agit dans cette étape de découper le linéaire de la version 7 à l'aide de la couche de points créée à l'étape précédente (limites des tronçons géomorphologiques).

Un programme VBA a été utilisé pour cette manipulation, le principe est le suivant :

Choix de la couche à découper : BDT_SYRAH_V8 (duplication de la V7)

Choix de la couche de points : PT_Decoup

Les tronçons sur lesquels figurent les points sont sélectionnés puis découpés. Les géométries sont entièrement reconstruites par lecture des sommets de chaque polyligne. Les attributs sont transférés aux 2 tronçons parents.

3. LE DECOUPAGE EN USRA

3.1. METHODE

Cette phase constitue le dernier maillon de la structuration du réseau de travail. Le principe est de découper chaque tronçon en parts égales avec une distance maximale en fonction du rang de Strahler du cours d'eau.

Cette étape est d'une importance capitale car elle conditionne toute la suite de l'étude, ces futurs tronçons représenteront désormais les unités de base de tous les calculs à venir.

Rang de Strahler	Longueur maximale des USRA
1	2 500 m
2	3 500 m
3	5 000 m
4	7 500 m
5	11 500 m
6	17 000 m
7	25 000 m
8	40 000 m

Figure 15 : Longueur maximale des USRA

Les méthodes de segmentation dynamique vont être utilisées pour réaliser ce découpage.

L'idée est de générer une table d'évènements qui contiendra pour chaque objet autant d'enregistrements que de nombre d'objets théorique.

Exemple

Prenons une USRA de rang 4 avec une longueur de départ de 18 520 mètres. La taille maximale est de 7 500 mètres, le nombre de tronçons sera donc de 3.

$18\,520 / 7\,500 = 2,46$ et on arrondit à l'entier supérieur donc 3.

On calcule ensuite la longueur théorique de chaque USRA $18\,520 / 3 = 6\,173,33$.

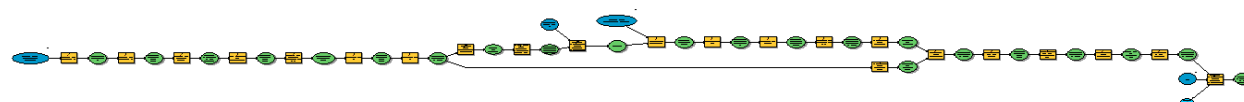
Il faut générer une table avec la structure suivante.

ID_USRA	PKdebut	PKfin
x	0	6 173,33
x	6 173,33	12346.67
x	12346.67	18 520

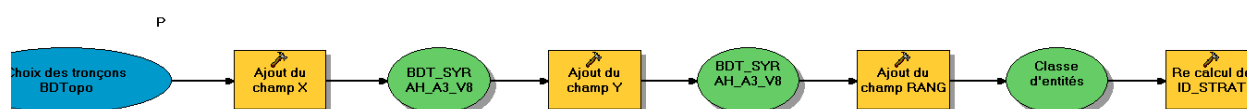
Cette table sera le point d'entrée de la création des évènements de type linéaire.

3.2. AFFECTATION DU RANG ET DE L'ID_TRONÇON

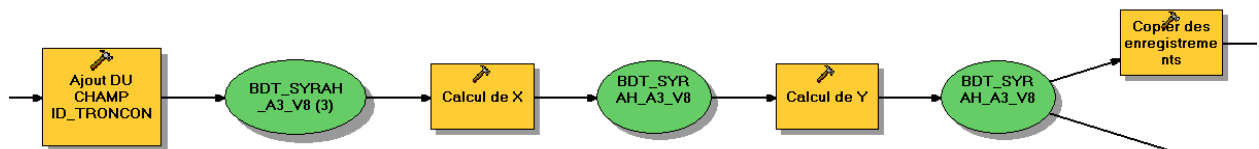
La première étape consiste à rapatrier le rang et l'ID Tronçon de la couche SYRAH vers le linéaire BDTopo®. Cela n'a pas pu être réalisé lors de la phase du transfert de la codification car le travail s'effectuait en partie sur une couche fusionnée de la source à l'exutoire.



Le principe de récupération des données suit celui appliqué lors de la 2nd phase de l'affectation de la codification. La couche BDTopo® est transformée en point et une jointure spatiale est effectuée avec la couche SYRAH.



1. Ajout des champs X, Y et rang
2. Calcul du champ ID_strat
3. Ajout du champ Id_Tronçon
4. Calcul des champs XY
5. Copie vers une table



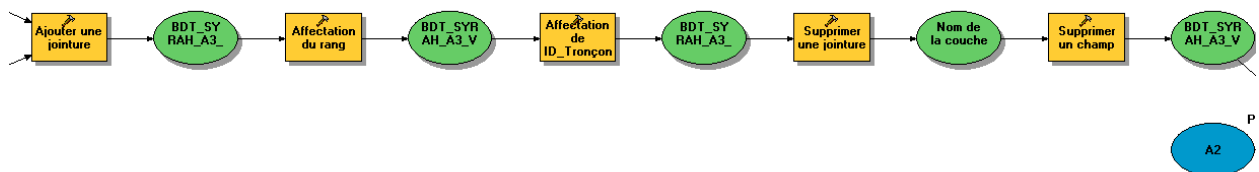
6. Transformation en points puis vers une classe d'entité
7. Jointure spatiale avec la couche SYRAH

(Paramètres : Intersects, Join one to many, rayon de recherche 50 mètres)

8. Sélection des cours d'eau identique (code = cgenelin)
9. Calcul du rang et de l'ID_Tronçon

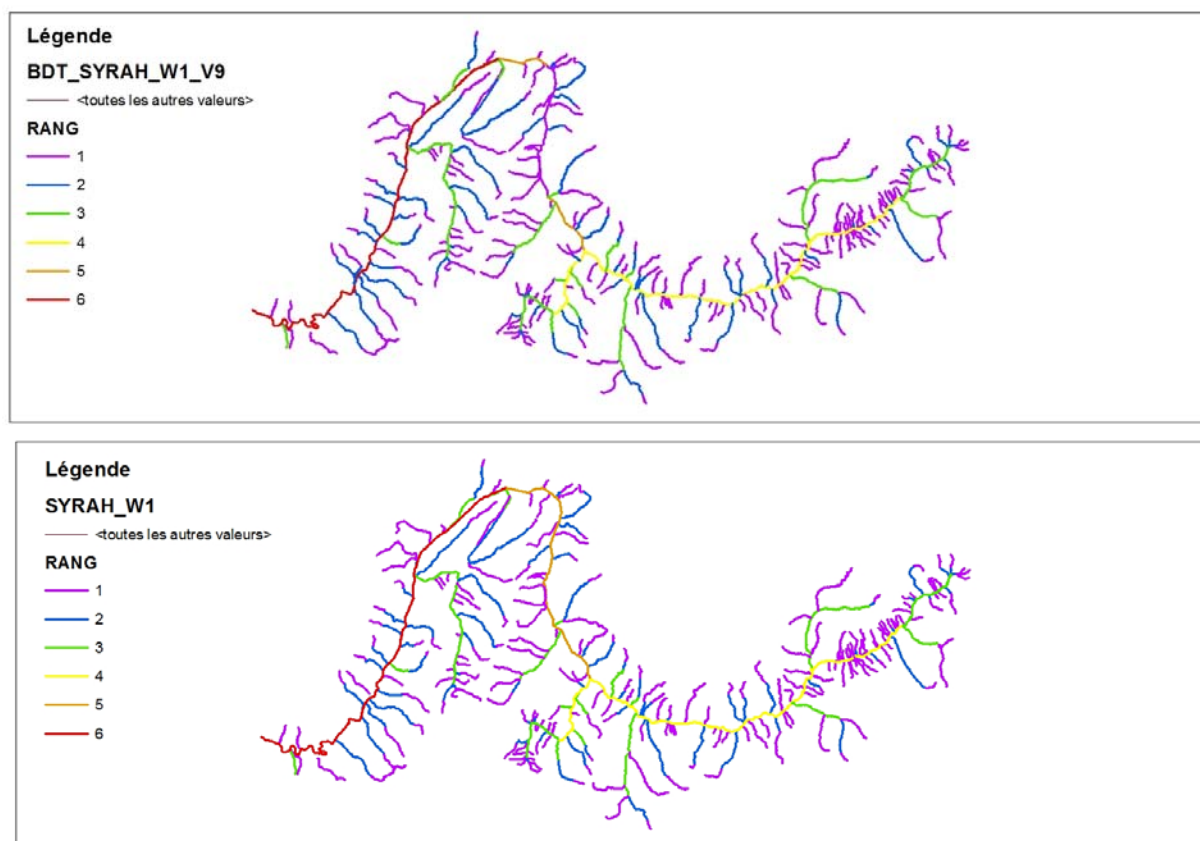


10. Transformation des points en couche
11. Transformation de la BDTopo® en couche
12. Jointure entre le linéaire BDTopo® et les points (champ Id_strat)
13. Affectation du rang et de l'Id_tronçon



14. Transformation en classe d'entité → **BDT_SYRAH_Secteur_V9**

Dans un premier temps, la vérification du rang de Strahler s'est opérée visuellement avec une symbologie sur le rang dans la couche SYRAH et la couche BDTopo®.



Les couches ont ensuite été envoyées aux agences pour validation.

3.3. CALCUL DU NOMBRE D'OBJETS THEORIQUE

L'étape suivante consiste donc à déterminer le nombre de tronçons et la longueur théorique des futures USRA.

Cette phase est effectuée en python car une boucle est nécessaire pour générer la table d'évènements.

1. Fusion des objets selon le champ Id_tronçon **BDT_SYRAH_Secteur_V10**
2. Ajout d'un champ LONG_MAX auquel on affecte la longueur maximale de l'USRA selon son rang.

Extrait du code

```
# Process: Sélection RANG 7...
gp.SelectLayerByAttribute_management(Couche_en_sortie, "NEW_SELECTION", "\"RANG\" = 7")
# Process: Calcul RANG7...
gp.CalculateField_management(BDT_SYRAH_P3_V10_Layer__7, "LONG_MAX", "25000", "VB", "")
# Process: Sélection RANG 8...
gp.SelectLayerByAttribute_management(Couche_en_sortie, "NEW_SELECTION", "\"RANG\" = 8")
# Process: Calcul RANG 8...
gp.CalculateField_management(BDT_SYRAH_P3_V10_Layer__8, "LONG_MAX", "40000", "VB", "")
```

3. Ajout du champ NBTRON (nombre d'objet théorique)
4. Calcul de ce champ avec la formule

```
abs(Int ( [Shape_Length] / (-1*[LONG_MAX] )))
```

On calcule donc le rapport entre la longueur et la longueur maximale. Ensuite on calcule la partie entière qui est toujours arrondie à l'entier le plus élevé d'un chiffre négatif d'où la multiplication par -1. La valeur absolue permet d'obtenir une valeur positive.

5. Ajout du champ LONG_TRON (longueur théorique des nouveaux objets)
6. Calcul de ce champ [Shape_Length] / [nbtron]
7. Export vers une table Dbf
8. Ajouts des champs IDTRON, PKdeb, PKfin

Le travail s'effectue maintenant au sein de la table dbf à laquelle il faut ajouter autant de ligne que de nombre de tronçons en calculant les valeurs de pk de début et de fin.

Attributs de segdynQ7				
ID_TRONCON	nbtron	LONG_TRON	PKdeb	PKfin
52547	4	2956.6799	0	2956.6799
52547	4	2956.6799	2956.6799	5913.3599
52547	4	2956.6799	5913.3599	8870.04
52547	4	2956.6799	8870.04	11826.7
52240	3	7771.6802	0	7771.6802
52240	3	7771.6802	7771.6802	15543.4
52240	3	7771.6802	15543.4	23315
52252	3	3173.95	0	3173.95
52252	3	3173.95	3173.95	6347.8999
52252	3	3173.95	6347.8999	9521.8496
52314	3	3334.6699	0	3334.6699
52314	3	3334.6699	3334.6699	6669.3398
52314	3	3334.6699	6669.3398	10004
52331	3	3552.3201	0	3552.3201
52331	3	3552.3201	3552.3201	7104.6401
52331	3	3552.3201	7104.6401	10657
52352	3	1730.55	0	1730.55
52352	3	1730.55	1730.55	3461.1001
52352	3	1730.55	3461.1001	5191.6499
52354	3	1733.41	0	1733.41
52354	3	1733.41	1733.41	3466.8201

Enregistrement: 0 Afficher: Tout Sélection

Identifier	
Identifier depuis:	<Couches visibles>
BDT_SYRAH_Q7_V10	
52252	
Emplacement:	360 378.147 1 804 468.261 Mètres
Champ	Valeur
ID_TRONCON	52252
Shape_Length	9521.86411
Code	Q7000500
ORIG_FID	4
RANG	2
ID_STRAT	TR-452
TraitementPoints	ok
NOM_STRAT	l'escou
nbtron	3
LONG_MAX	3500
LONG_TRON	3173.9546
LONG_USRA	9521.8643

1 entité identifiée

Figure 16 : Résultat de la boucle de calcul de pk

```

gp.Workspace = r"D:\\Laurent\\Etudes\\2009\\SYRAH\\data\\Agences\\AEAG"

cur = gp.SearchCursor("BDT_SYRAH_P3_V10_CopyRows.dbf")
row = cur.Next()
i = 0
while row <> None:
    j = row.GetValue("nbtron")
    k = row.GetValue("LONG_TRON")
    l = row.GetValue("ID_TRONCON")

    while i < j:
        cur2 = gp.InsertCursor("BDT_SYRAH_P3_V10_CopyRows.dbf")
        row2 = cur2.NewRow()
        row2.ID_TRONCON = l
        row2.nbtron = j
        row2.LONG_TRON = k
        row2.PKdeb = i*k
        row2.PKfin = (i+1)*k
        cur2.InsertRow(row2)
        i = i + 1
    row = cur.Next()
    i = 0

```

Exécution pas à pas de ce programme avec les valeurs de l'exemple.

Le tronçon est de rang 2, sa longueur maximale ne doit pas dépasser les 3 500 mètres.

Sa longueur est de 9 521,86 mètres, il doit donc être découpé en 3 parts égales de 3173,95 mètres.

Les valeurs des variables au début du programme sont

i = 0	j = 3	k = 3173,95	l = 52252
-------	-------	-------------	-----------

While row<> none (tant qu'il y a des enregistrements)

While i < j (tant que i est inférieur à j)

Pkdeb = i*k donc 0

Pkfin = (i+1)*k donc 1*3173,95 = 3173,95

i reçoit la valeur 1

⇒ 2^{ème} passage de la boucle (donc écriture d'un nouvel enregistrement)

l (1) est toujours inférieur à 3

Pkdeb = i*k donc 1*3173,95 = 3173,95

Pkfin = (i+1)*k donc 2*3173,95 = 6347,89

i reçoit la valeur 2

⇒ 3^{ème} passage de la boucle (donc écriture d'un nouvel enregistrement)

l (2) est toujours inférieur à 3

Pkdeb = i*k donc 2*3173,95 = 6347,89

Pkfin = (i+1)*k donc 3*3173,95 = 9 521,86

i reçoit la valeur 3

On sort de la boucle et on passe à l'Id Tronçon suivant.

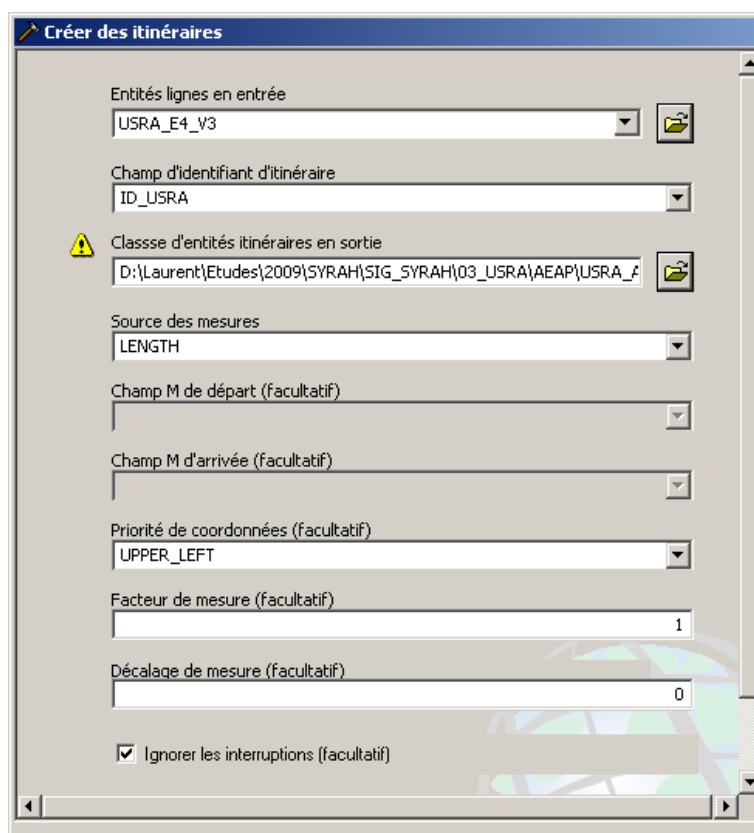
Les enregistrements pour lesquels le PKdebut et le PKfin sont identiques sont éliminés, il s'agit du début du fichier.

3.4. DECOUPAGE PAR SEGMENTATION DYNAMIQUE

A partir d'un itinéraire c'est-à-dire une couche orientée ou à chaque nœud une mesure d'itinéraire (valeur M) est recalculée selon le calibrage de départ (valeur 0 puis calibrage selon la longueur dans notre cas), on peut positionner par segmentation dynamique des événements de type ligne ayant un pk de début et de fin. Le lien entre la couche et le fichier dbf s'effectue par l'ID_tron

Ces événements vont en fait découper la couche de départ, ensuite il suffit de les exporter en tant que couche pour obtenir le découpage final en USRA.

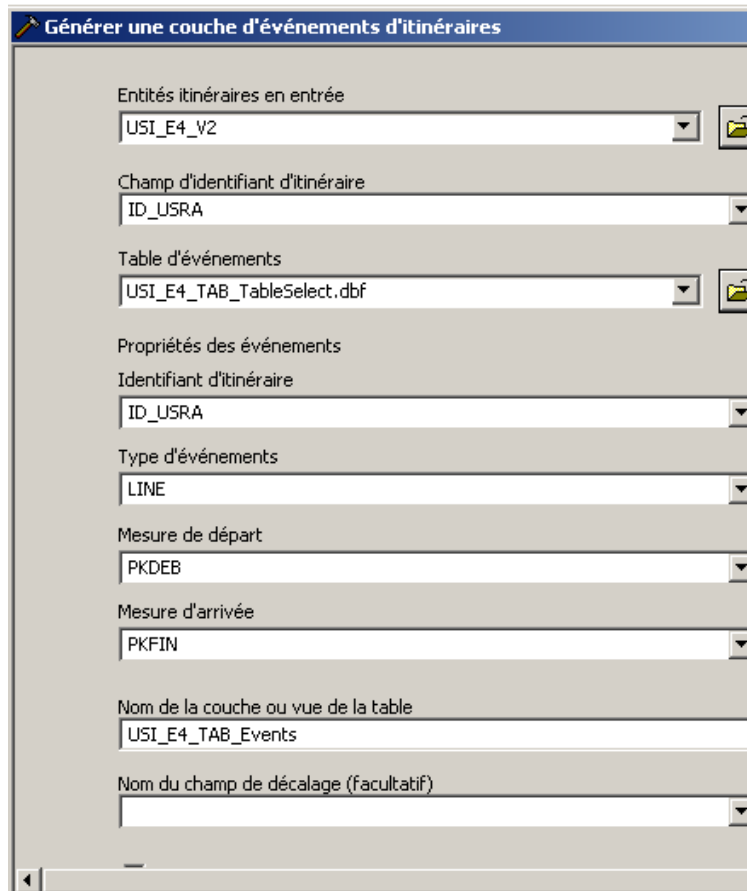
1. Création des itinéraires



The screenshot shows a dialog box titled "Créer des itinéraires" (Create itineraries). It contains the following fields and options:

- Entités lignes en entrée**: A dropdown menu with "USRA_E4_V3" selected.
- Champ d'identifiant d'itinéraire**: A dropdown menu with "ID_USRA" selected.
- Classe d'entités itinéraires en sortie**: A text field with the path "D:\Laurent\Etudes\2009\SYRAH\SIG_SYRAH\03_USRA\AEAP\USRA_f" and a warning icon.
- Source des mesures**: A dropdown menu with "LENGTH" selected.
- Champ M de départ (facultatif)**: An empty text field.
- Champ M d'arrivée (facultatif)**: An empty text field.
- Priorité de coordonnées (facultatif)**: A dropdown menu with "UPPER_LEFT" selected.
- Facteur de mesure (facultatif)**: A text field with the value "1".
- Décalage de mesure (facultatif)**: A text field with the value "0".
- Ignore les interruptions (facultatif)**: A checked checkbox.

2. Génération de la couche d'évènements



The screenshot shows a software dialog box titled "Générer une couche d'événements d'itinéraires". It contains several configuration fields for generating an event layer from itineraries. The fields are as follows:

- Entités itinéraires en entrée:** A dropdown menu with "USI_E4_V2" selected.
- Champ d'identifiant d'itinéraire:** A dropdown menu with "ID_USRA" selected.
- Table d'événements:** A dropdown menu with "USI_E4_TAB_TableSelect.dbf" selected.
- Propriétés des événements:**
 - Identifiant d'itinéraire:** A dropdown menu with "ID_USRA" selected.
 - Type d'événements:** A dropdown menu with "LINE" selected.
 - Mesure de départ:** A dropdown menu with "PKDEB" selected.
 - Mesure d'arrivée:** A dropdown menu with "PKFIN" selected.
- Nom de la couche ou vue de la table:** A text input field containing "USI_E4_TAB_Events".
- Nom du champ de décalage (facultatif):** An empty text input field.

3. Export final de la couche

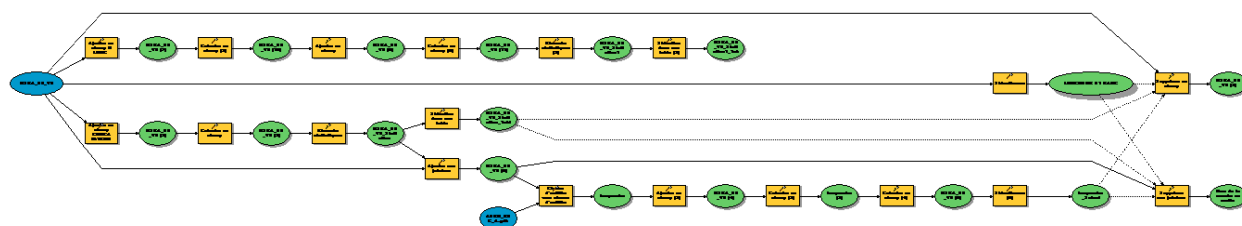
3.5. CONTROLES QUALITE SUR LE RESULTAT FINAL

Plusieurs types de contrôles automatiques ont été mis en place avant d'envoyer le résultat aux agences pour validation.

Pour chaque couche USRA, nous avons vérifié :

- ⇒ Les objets sont de longueurs identiques
- ⇒ La longueur des objets ne dépasse pas la longueur maximale autorisée
- ⇒ Un seul rang par Id_tronçon
- ⇒ Le nombre d'objets théorique correspond bien au nombre d'enregistrement

Ces contrôles sont effectués dans le modèle Validation découpage USRA.



3.5.1. LES OBJETS SONT DE LONGUEURS IDENTIQUES

Le principe est de comparer la longueur de chaque enregistrement pour un même USRA.

1. On ajoute un champ NLONG (nouvelle longueur)
2. On calcul ce champ en dupliquant la valeur Shape Length (arrondie à 2 chiffres après la virgule) $\text{round}([Shape_Length], 2)$
3. Ajout d'un champ verif
4. Calcul de ce champ par concaténation de l'ID_Tronçon et du champ NLONG $[ID_TRONCON] \& "-" \& [N_LONG]$
5. Résumé statistique sur le champ ID_Tronçon avec récupération des valeurs First_verif et last_verif (seules options possibles)

Résumés statistiques (2)

Table en entrée
USRA_B0_V0 (11)

Table en sortie
c:\TEMP\USRA_B0_V0_Statistics.dbf

Champ(s) statistique(s)

verif2	FIRST
verif2	LAST

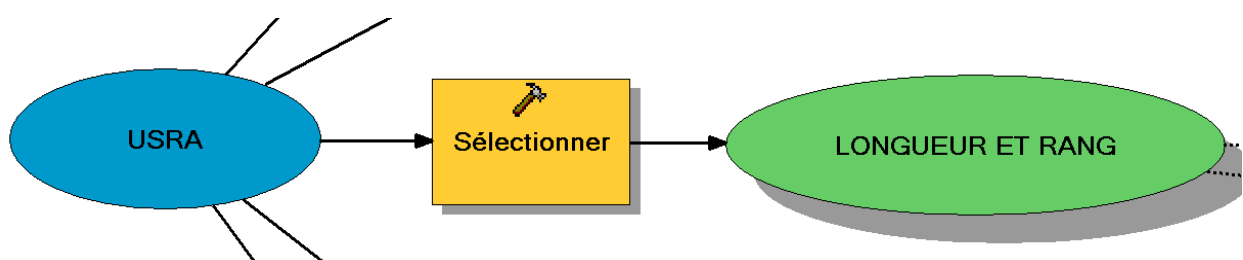
Champ de récapitulation (facultatif)

ID_TRONCON

6. Sélection des enregistrements ou les valeurs First_verif et last_verif sont différentes.
- ⇒ La table finale doit être vide, il se peut cependant qu'il y ait quelques enregistrements dû à la valeur arrondie du champ NLONG.

3.5.2. LA LONGUEUR DES OBJETS NE DEPASSE PAS LA LONGUEUR MAXIMALE

Une simple sélection suffit à établir ce contrôle. Le résultat est dans une couche **Longueur et Rang** qui doit être vide



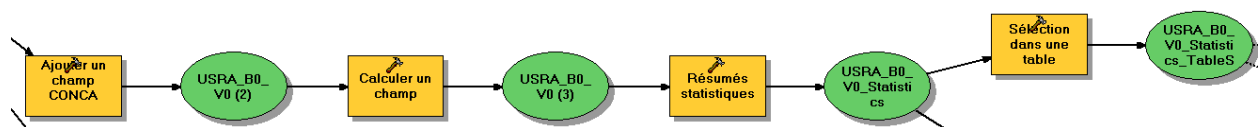
Critère de sélection :

```
("RANG" =1 AND "Shape_Length" >2500) OR("RANG" =2 AND "Shape_Length" >3500)
OR("RANG" =3 AND "Shape_Length" >5000) OR("RANG" =4 AND "Shape_Length" >7500)
OR ("RANG" =5 AND "Shape_Length" >11500) OR ("RANG" =6 AND "Shape_Length"
>17000) OR("RANG" =7 AND "Shape_Length" >25000) OR ("RANG" =8 AND
"Shape_Length" >40000)
```

3.5.3. UN SEUL RANG PAR ID_TRONÇON

Ce contrôle utilise le même principe que le premier à savoir ajout d'un champ Conca qui recevra la valeur de l'ID_tronçon suivi du rang. On effectue ensuite un résumé statistique sur le champ ID_Tronçon en récupérant les valeurs First_Conca et LastConca.

La sélection des enregistrements pour lesquels First_Conca <> LastConca est stockée dans une table qui doit être vide.



3.5.4. LE NOMBRE D'OBJETS THEORIQUE CORRESPOND BIEN AU NOMBRE D'ENREGISTREMENT

On réalise une jointure entre la couche USRA (ou le nombre d'objet théorique est présent) et le résumé statistique obtenu à l'étape précédente.

Ce résultat est transformé en classe d'entité à laquelle on ajoute un champ *nbobj*. Ce champ est ensuite calculé en prenant la partie entière (arrondie à l'entier supérieur) de la somme des longueurs de chaque USRA (issue du résumé statistique) divisé par la longueur de l'USRA.

On contrôle que ce champ soit identique à celui du obtenu par la valeur frequency du résumé statistique. Le résultat doit être vide.

3.5.5. STRUCTURATION ATTRIBUTAIRE DES USRA

Chaque USRA s'est vue attribuée un identifiant unique composé de :

CODE_SECTEUR + ID_Tronçon + Objectid

Tous les champs nécessaires au calcul des paramètres (taux et valeurs brutes) ont été ajoutés.

4. LA GENERATION DES BUFFERS

Plusieurs zones tampons sont à générer autour de chaque USRA, leur largeur dépend exclusivement du rang de Strahler.

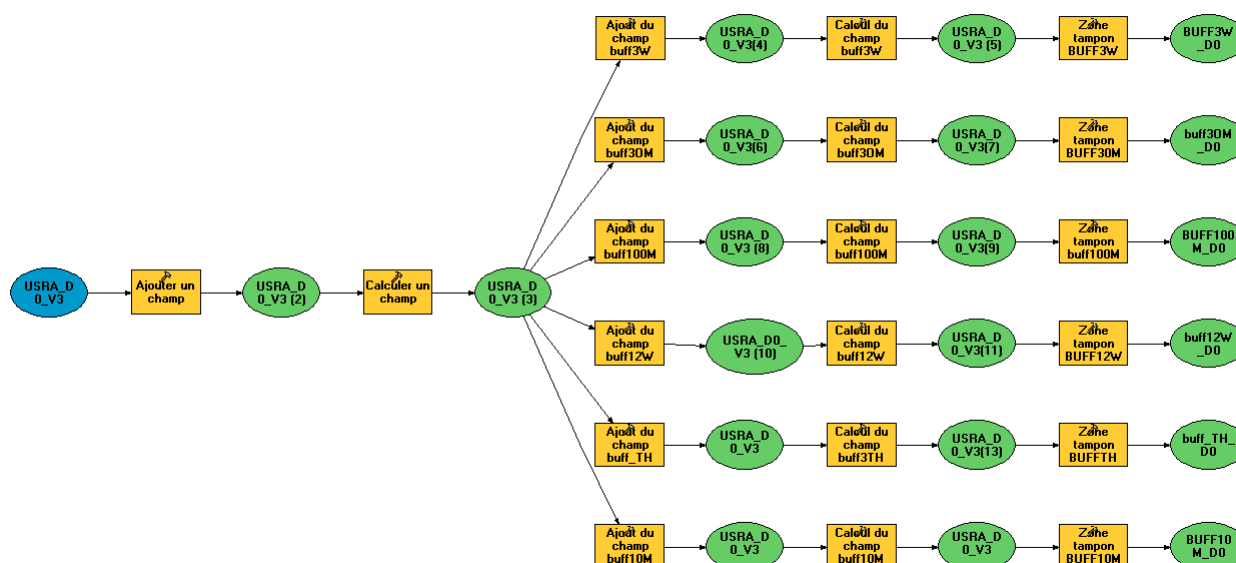
4.1. LA LARGEUR DES BUFFERS

Rang de Strahler	½ largeur théorique	½ largeur buff12w	½ largeur buff3w	½ largeur buff30m	½ largeur buff10m	½ largeur buff100m
1	2	24	6	32	12	102
2	3	36	9	33	13	103
3	5	60	15	35	15	105
4	7.5	90	22.5	37.5	17.5	107.5
5	15	180	45	45	25	115
6	27.5	330	82.5	57.5	37.5	127.5
7	47.5	570	142.5	77.5	57.5	147.5
8	85	1 020	255	115	95	185

Figure 17 : Largeur des buffers

4.2. LE CALCUL DES BUFFERS

Les buffers ont été élaborés à partir de ce modèle



1. Au sein de la couche USRA on ajoute autant de champ que de buffers et un champ contenant la longueur de l'USRA
2. Ces champs sont calculés en tenant compte du rang de Strahler avec la formule suivante en Model Builder

Calcul du champ buff100M

Table en entrée
USRA_D0_V3 (8)

Nom du champ
buff100M

Expression
var

Type d'expression (facultatif)
VB

Bloc de code (facultatif)

```
select case [RANG]
case 1
var = 102
case 2
var = 103
case 3
var = 105
case 4
var = 107.5
case 5
```

La formule prend appui sur la valeur du champ rang pour affecter les différentes tailles.

3. Le calcul de la zone tampon se sert des valeurs du champ.

Zone tampon buff100M

Classe d'entités en entrée
USRA_D0_V3(9)

Classe d'entités en sortie
D:\Laurent\Etudes\2009\SYRAH\SIG_SYRAH\03_USRA\AEAP\USRA_...

Distance [valeur ou champ]
☐ Unité linéaire
☒ Champ
 buff100M

Mètres

4.3. LE NETTOYAGE DES BUFFERS

Après leur création, il est indispensable de "nettoyer" les géométries. En effet la création du buffer génère parfois des auto-intersections qui empêchent par la suite des opérations du type découpage ou intersection.

Exemple de script python utilisé sur ces couches de buffer

```
# Process: Réparer les géométries...
gp.RepairGeometry_management(buff_TH_A0, "DELETE_NULL")

# Process: Réparer les géométries (2)...
gp.RepairGeometry_management(buff3W_A0, "DELETE_NULL")

# Process: Réparer les géométries (3)...
gp.RepairGeometry_management(BUFF30M_A0, "DELETE_NULL")

# Process: Réparer les géométries (4)...
gp.RepairGeometry_management(buff12W_A0, "DELETE_NULL")

# Process: Réparer les géométries (5)...
gp.RepairGeometry_management(buff10M_A0, "DELETE_NULL")

# Process: Réparer les géométries (6)...
gp.RepairGeometry_management(BUFF10M_A0__2_, "DELETE_NULL")

# Process: Réparer les géométries (7)...
gp.RepairGeometry_management(BUFF12_FDV_A0, "DELETE_NULL")
```

4.4. LE BUFFER 12W ET LA COUCHE DES FONDS DE VALLEE

Le CCTP prévoyait initialement la "réduction" du buffer12W pour ne conserver que la partie concernant le lit majeur topographique. L'apport d'un MNT devait restreindre l'acquisition des données en considérant une surface avec une élévation de 5 mètres par rapport au cours d'eau.

Le CEMAGREF a fourni à la place une couche de fond de vallée qui a été découpée et intégrée comme les autres buffers.

PHASE 3 LE CALCUL DES PARAMETRES

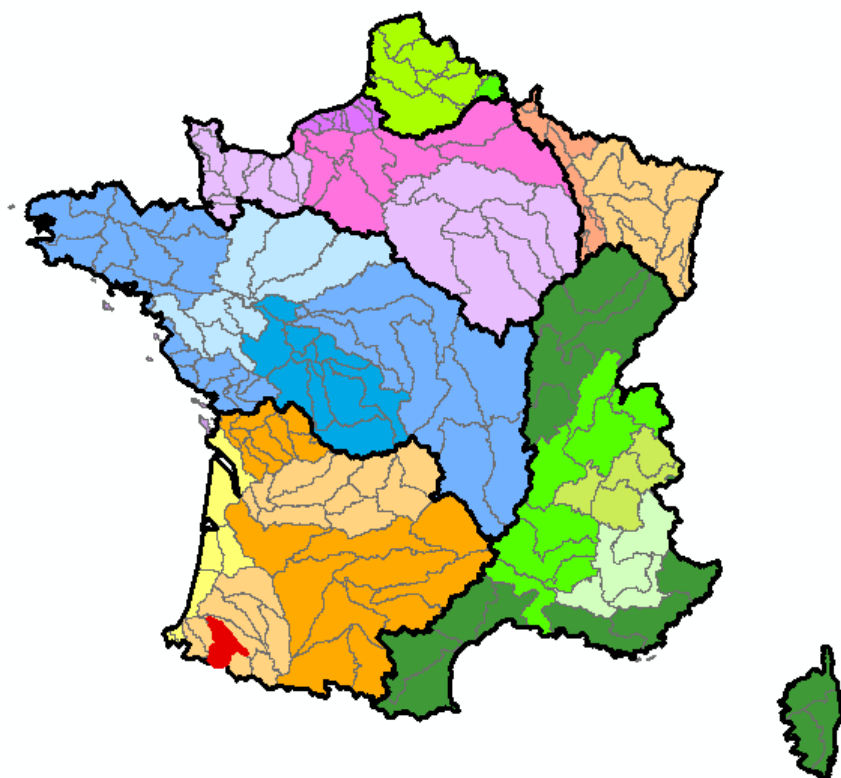
Liste des paramètres

1. Densité de ponts (nb/km)
2. Densité de seuils (nb/km)
3. Taux de voies de communication dans le lit majeur (km/km)
4. Taux de digues dans le lit majeur (km/km)
5. Taux de boisement dans le lit majeur (m²/m²)
6. Taux de plans d'eau déconnectés du réseau hydrographique dans le lit majeur (m²/m²)
7. Taux de plans d'eau sur le réseau hydrographique (m²/m²)
8. Taux de voies de communication à proximité du lit mineur (km/km)
9. Taux de digues à proximité du lit mineur (km/km)
10. Taux de surlargeur du réseau hydrographique (m²/m²)
11. Taux de boisement sur les berges « rideau d'arbres » (m²/m²)
12. Taux de boisement sur les berges « ripisylve » (m²/m²)
13. Taux d'occupation de sol de type « artificiel » à proximité du lit mineur (m²/m²)
14. Taux de tracé rectiligne (%)
15. Taux de biefs (km/km)

Les résultats des paramètres ont été légèrement modifiés :

- ⇒ Pour tous les tronçons de source TPME, la valeur -9999 a été affectée aux paramètres faisant appel au buffer 12W découpé par les fonds de vallée. La couche des fonds de vallée n'existe pas pour les TPME, les calculs n'ont donc pas de sens pour ces objets.
- ⇒ Pour les calculs renvoyant des valeurs "NULL", elles ont été remplacées par des 0. Par exemple lorsqu'il n'y a pas de digues à l'intérieur d'un buffer.

Les paramètres seront décrits pas à pas puis présentés sur le secteur Q7 du Gave d'Oloron avec un zoom sur la commune de Mauléon Licharre ou sur une autre zone plus significative.



1. DENSITE DE PONTS

Description du paramètre	Densité de ponts
Formule de calcul	Nombre de Ponts / Longueur USRA * 100
Données en entrées	
Buffer	Buff3W : Lit mineur + largeur théorique selon le rang de Strahler
Ponts	Extraction de l'attribut [FRANCHISST] par la valeur « Pont » des tables Tronçon de routes « ROUTES» et Tronçons de voies ferrées « TRAIN»
USRA_Secteur_V3	

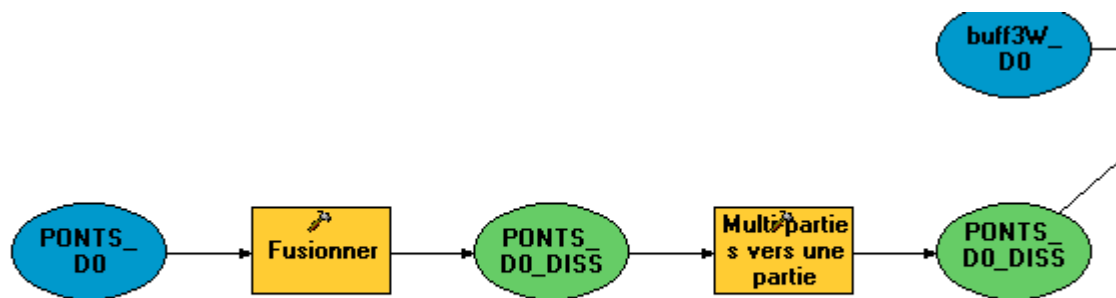
Mode de calcul

La première étape du calcul de ce paramètre a consisté à générer une couche PONTS. Ces objets dans cette nouvelle couche de données brutes conservent comme attribut l'information sur l'origine de la couche à savoir le thème routier ou ferré.

Ces objets sont ensuite fusionnés puis « éclaté en objets multi-parties », en effet plusieurs objets BDTopo® sont parfois utilisés pour ne former qu'un seul pont, le fait de les fusionner permet d'obtenir 1 seul enregistrement pour l'ensemble du secteur qu'il faut ensuite rediviser pour obtenir le bon nombre de ponts. 1 pont constitué de n objet dans la couche originale n'en contient plus qu'un après cette étape

1. Fusion des objets de la couche « PONTS » et création d'une couche « PONTS_secteur_DISS »
2. Pour un même PONT dans la BDTPO, on peut rencontrer plusieurs objets, la fusion permet d'en conserver un seul. Elle génère un unique objet sur l'ensemble de la zone, l'étape suivante « transformation en multi parties permet d'obtenir un seul et unique objet par PONT.

Certaines entités de la couche ponts étaient composées de deux objets géographiques la fusion permet d'en faire un objet pour chaque entité.



3. Ajout d'un index attributaire à la table « USRA_secteur_V3 » et création une couche (nécessaire pour la jointure attributaire du point n°6)

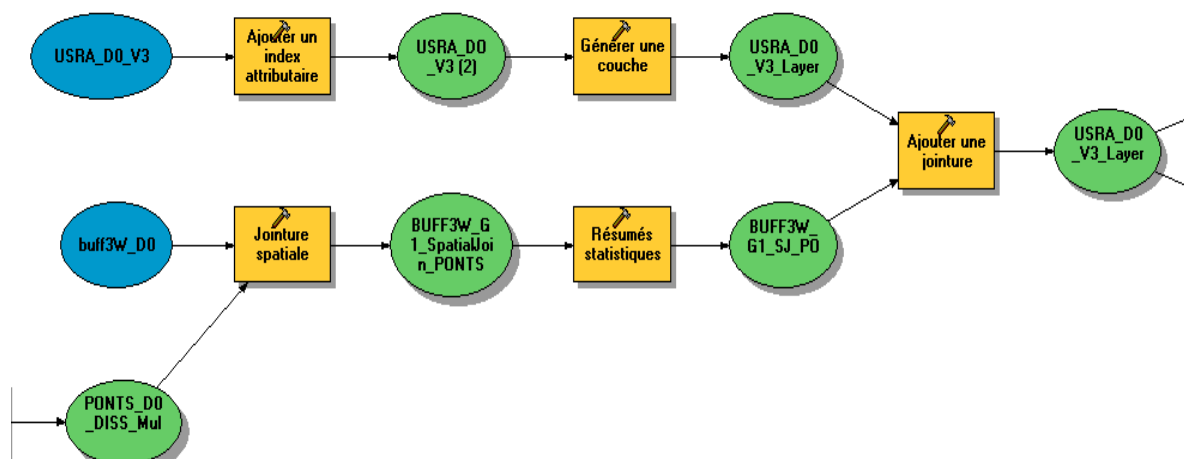
4. Jointure spatiale sur la couche « buffer3W_secteur »

La jointure spatiale permet au sein de chaque buffer de récupérer tous les attributs de la couche PONT se trouvant entièrement à l'intérieur de la zone tampon. Les paramètres sont :

- Intersects pour la relation spatiale (Pas de rayon de recherche)
- Join One To Many : pour récupérer tous les ponts dans le buffer

5. Après la jointure le résumé statistique de ces objets selon l'attribut ID_USRA sert à calculer le nombre de ponts.

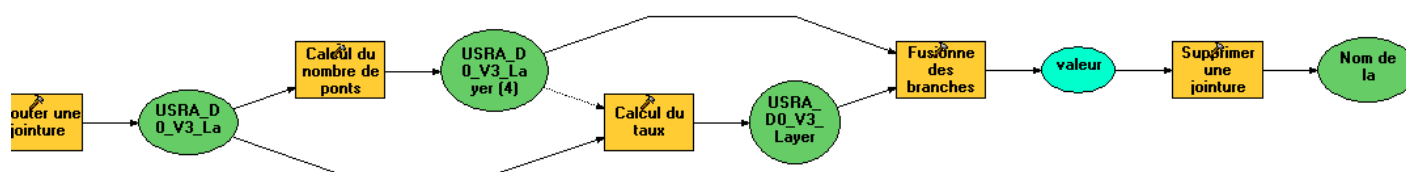
Cette étape a pour objectif la génération d'une table contenant pour chaque USRA le nombre de ponts. On effectue la somme des ponts et la récapitulation s'opère sur l'attribut ID_USRA.



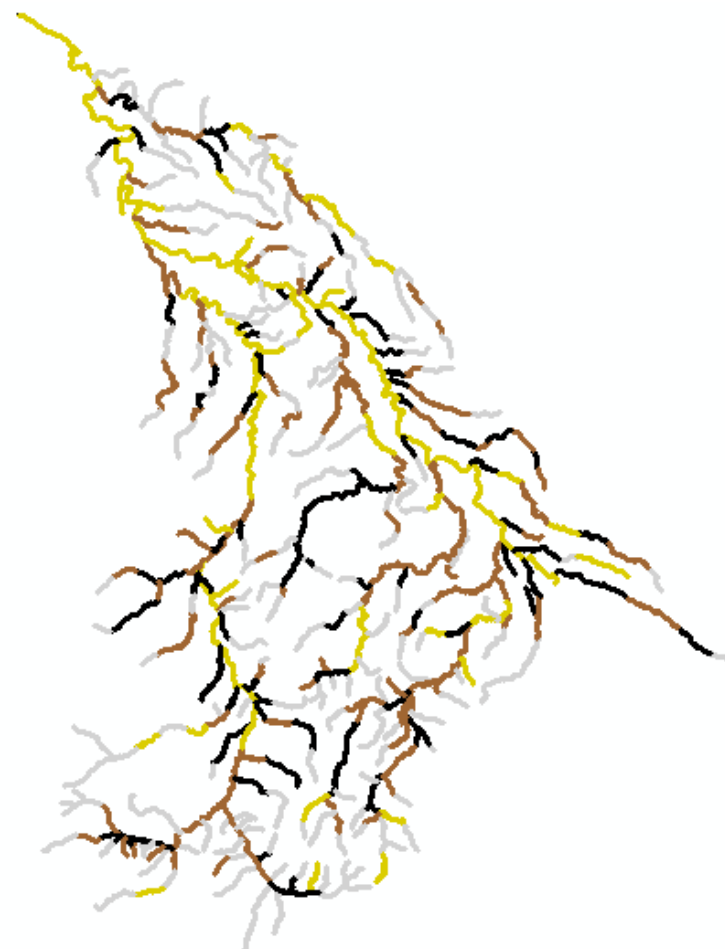
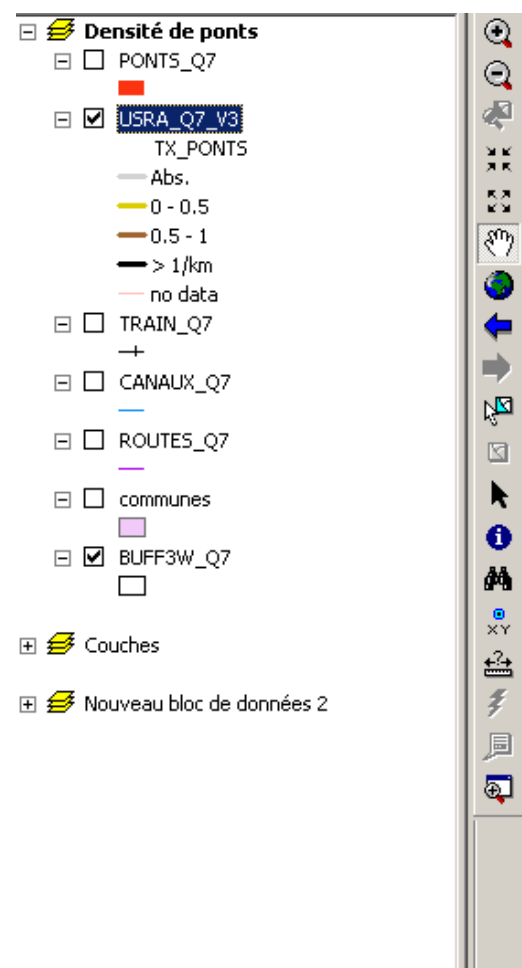
6. Jointure attributaire sur la couche USRA_V3 (via le champ ID_USRA) et affectation des valeurs calculées.

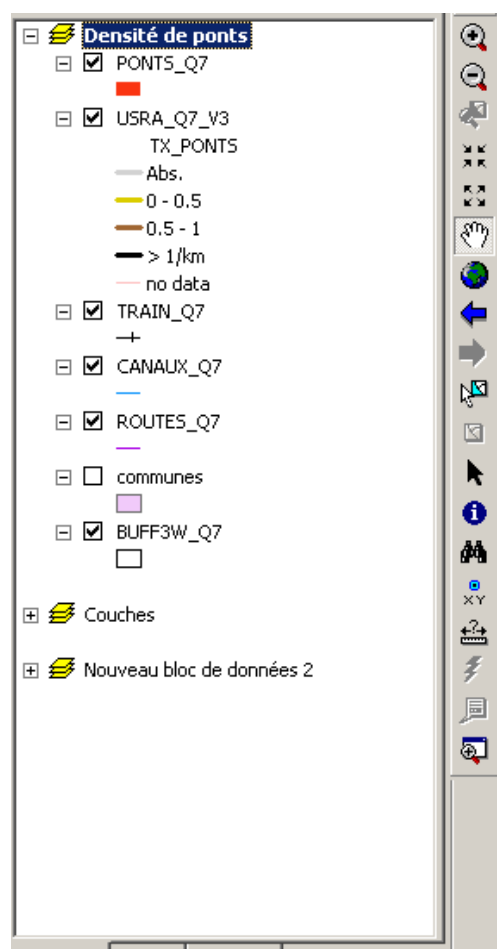
Cette opération permet de récupérer dans un premier temps l'information sur le nombre de pont pour chaque USRA pour ensuite calculer le taux

- Table : USRA_secteur_V3
- Attribut : TX_PONTS (pour taux de pont)
- Expression : $\left(\frac{[USRA_secteur_V3.NB_PONTS]}{[USRA_secteur_V3.Longueur_USRA]} \right) * 1000$



Résultats du paramètre





2. DENSITE DE SEUILS

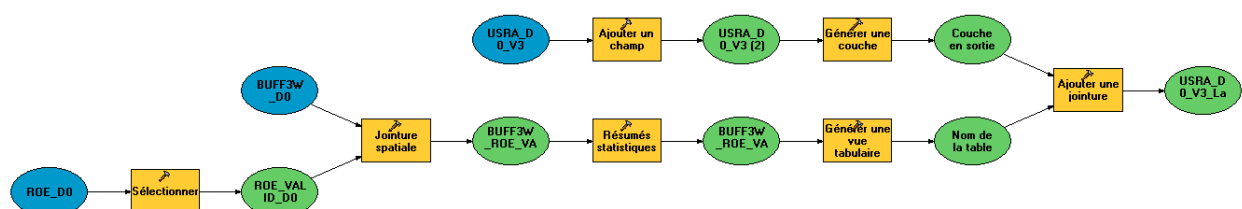
Description du paramètre	Densité de seuils
Formule de calcul	Nombre de seuils/ Longueur USRA * 1000
Données en entrées	
Buffer	Buffer3W
ROE_Secteur	Référentiel de l'obstacle de l'écoulement
USRA_Secteur_V3	

Mode de calcul

1. Ajout du champ NB_SEUIL_VALID dans la couche USRA
2. Transformation en couche
3. Sélection dans la couche ROE des ouvrages validés
4. Création de la couche ROE_VALID
5. Jointure spatiale entre le buffer3W et la couche ROE_VALID

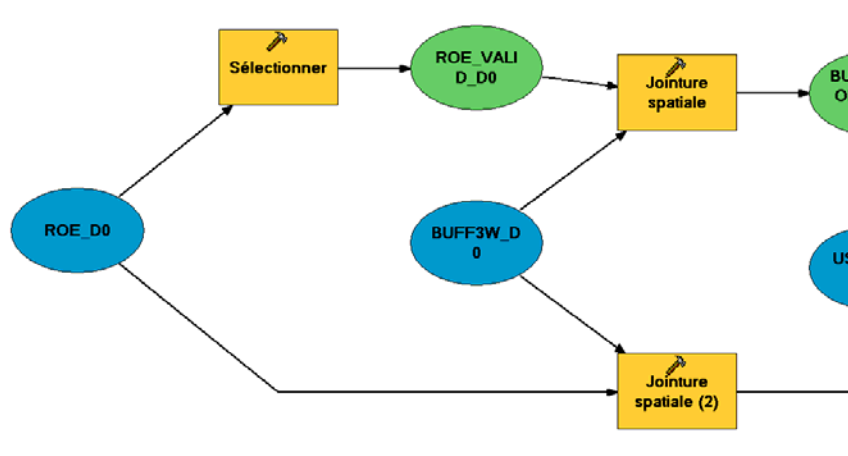
La jointure spatiale permet au sein de chaque buffer de récupérer les attributs de la couche ROE pour les objets se trouvant à l'intérieur de la zone tampon. Les paramètres sont.

- Intersects pour la relation spatiale
- Joint One To Many pour récupérer tous les ROE dans le buffer

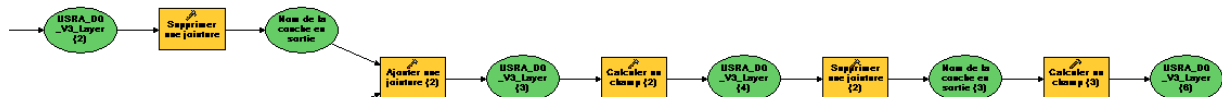


6. Résumé statistique sur le résultat de la jointure (sum join count et récapitulation sur le champ Id_USRA)
7. Création d'une vue tabulaire

8. Jointure entre la vue tabulaire et la couche USRA
9. Calcul du champ NB_Seuil_VALID
10. Jointure spatiale entre la couche de départ ROE et le buffer 3W



11. Résumé statistique sur le résultat de la jointure par USRA
12. Calcul du champ NB_Seuil
13. Suppression de la jointure
14. Calcul du taux de seuils



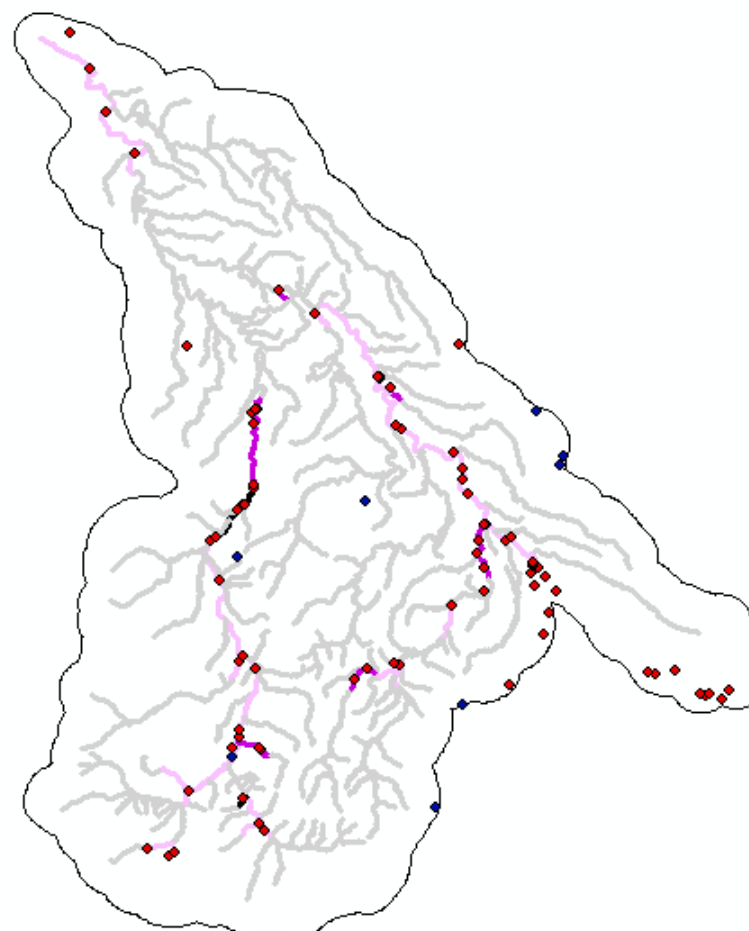
Desnit  de seuils

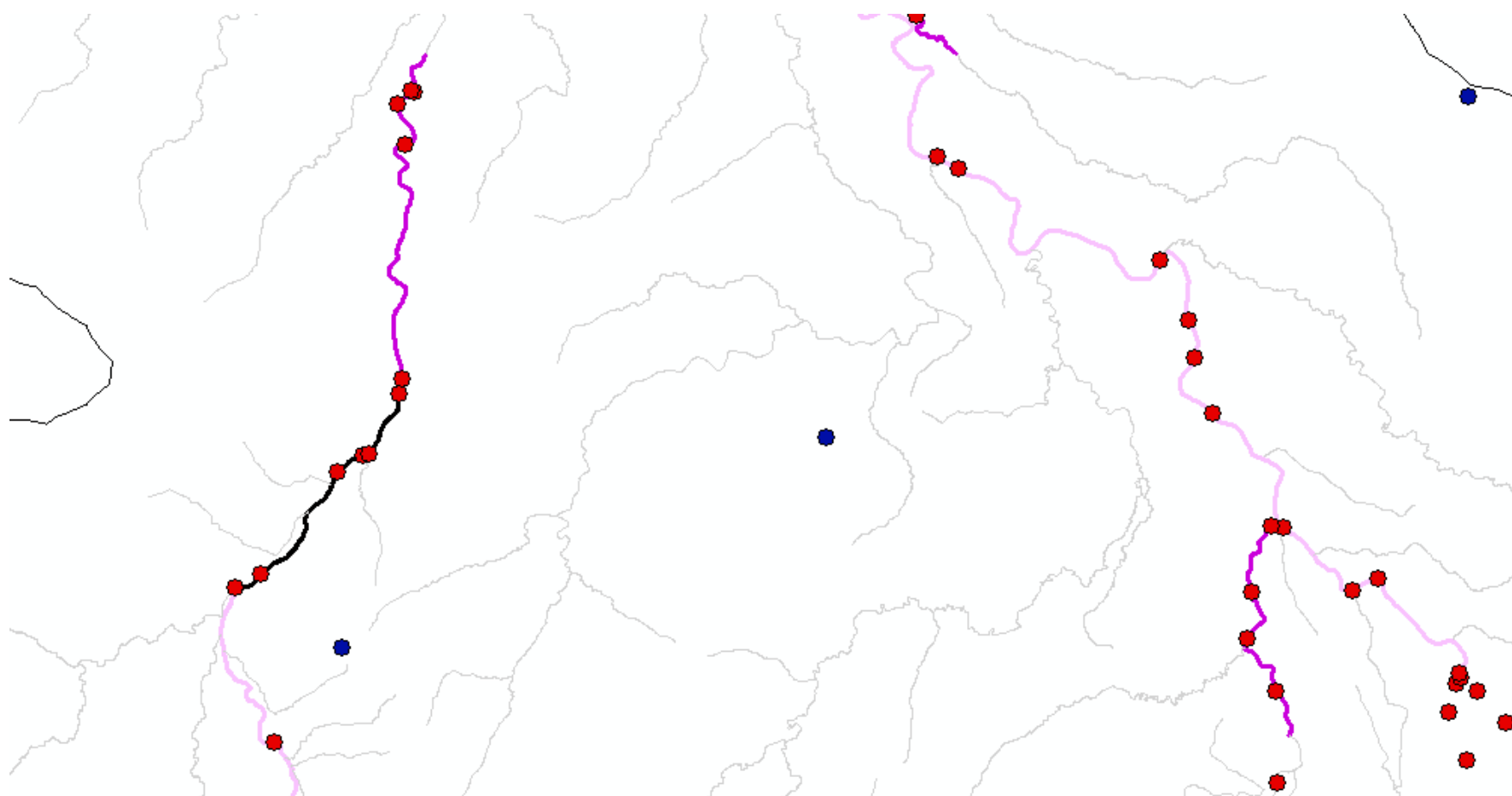
- ☒ ROE_VALID_Q7
 - ◆
- ☒ ROE_Q7
 - ◆
- ☒ USRA_Q7_V3
 - TX_SEUILS
 - Abs.
 - 0 - 0.5
 - 0.5 - 1
 - > 1/km
 - no data
- ☒ Q7
 -
- ☐ mauleon
- ☐ communes

Densité de ponts

Couches

- ☐ ROE_Q7
- ☐ ROE_VALID_Q7
- ☐ ORO_Q7
- ☐ TRAIN_Q7
- ☐ CANAUX_Q7
- ☐ PONTS_Q7
- ☐ ROUTES_Q7
- ☐ Dignes_Q7
- ☐ VEGE1030_Q7
- ☐ Q7
- ☐ PlanEau_Q7
- ☐ VEGE_Q7
- ☐ FDV_Q7

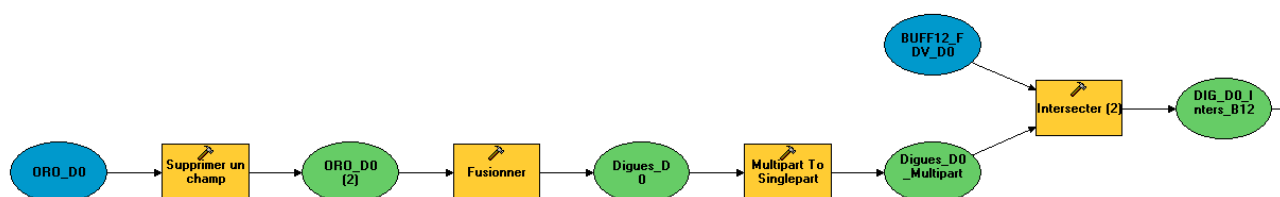




3. TAUX DE DIGUES

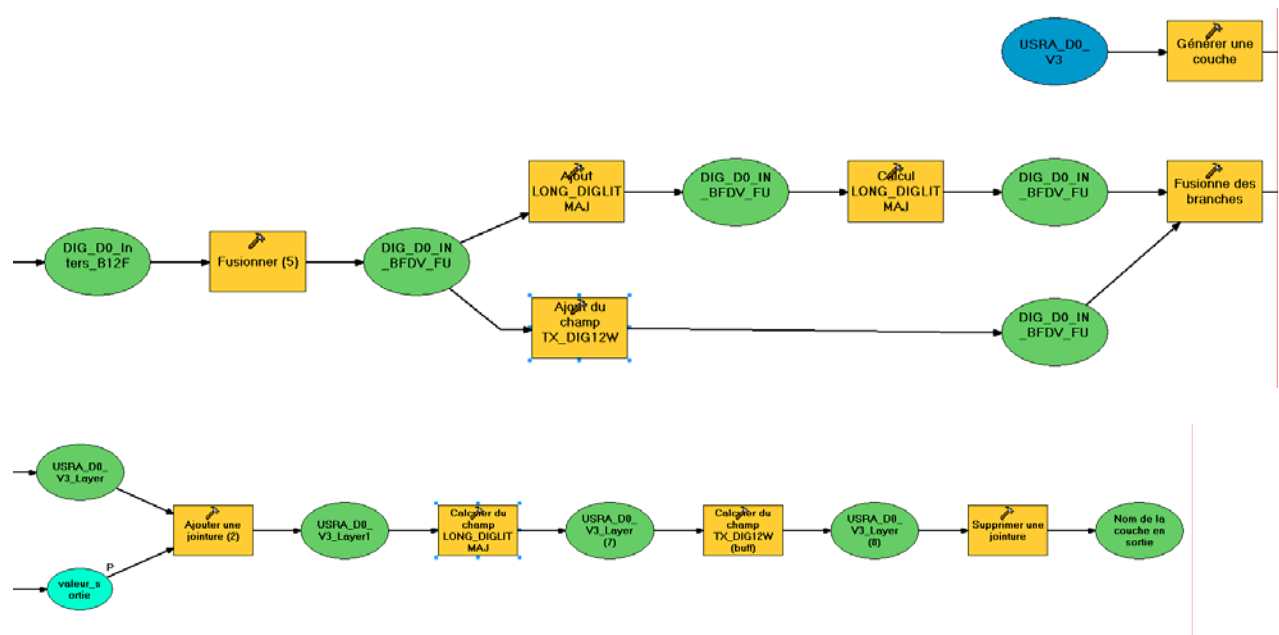
Description du paramètre	<p>Taux de digues dans le lit majeur</p> <p>Taux de digues à proximité du lit mineur</p>
Formule de calcul	Longueur digues / Longueur USRA * 100
Données en entrées	
Buffer	FDV12W : Buffer12W avec intersection des Fond de vallée ou buffer 3W
Digues	Fusion de la couche des lignes orographique
USRA_Secteur_V3	

Mode de calcul

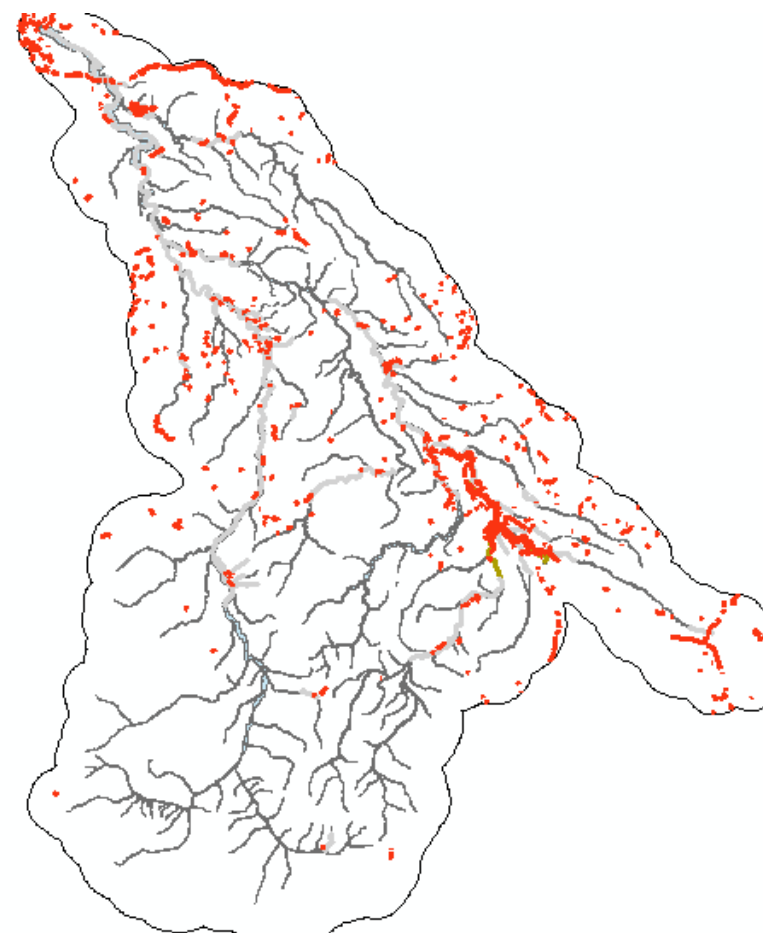
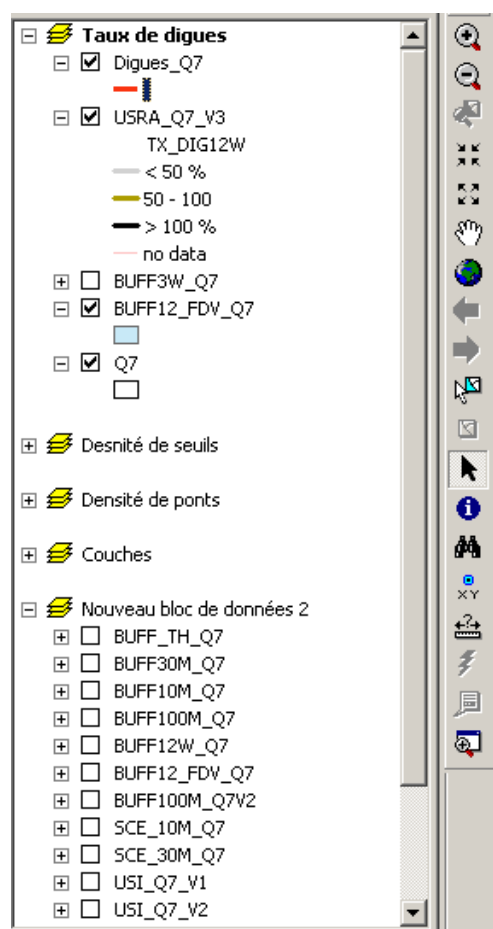


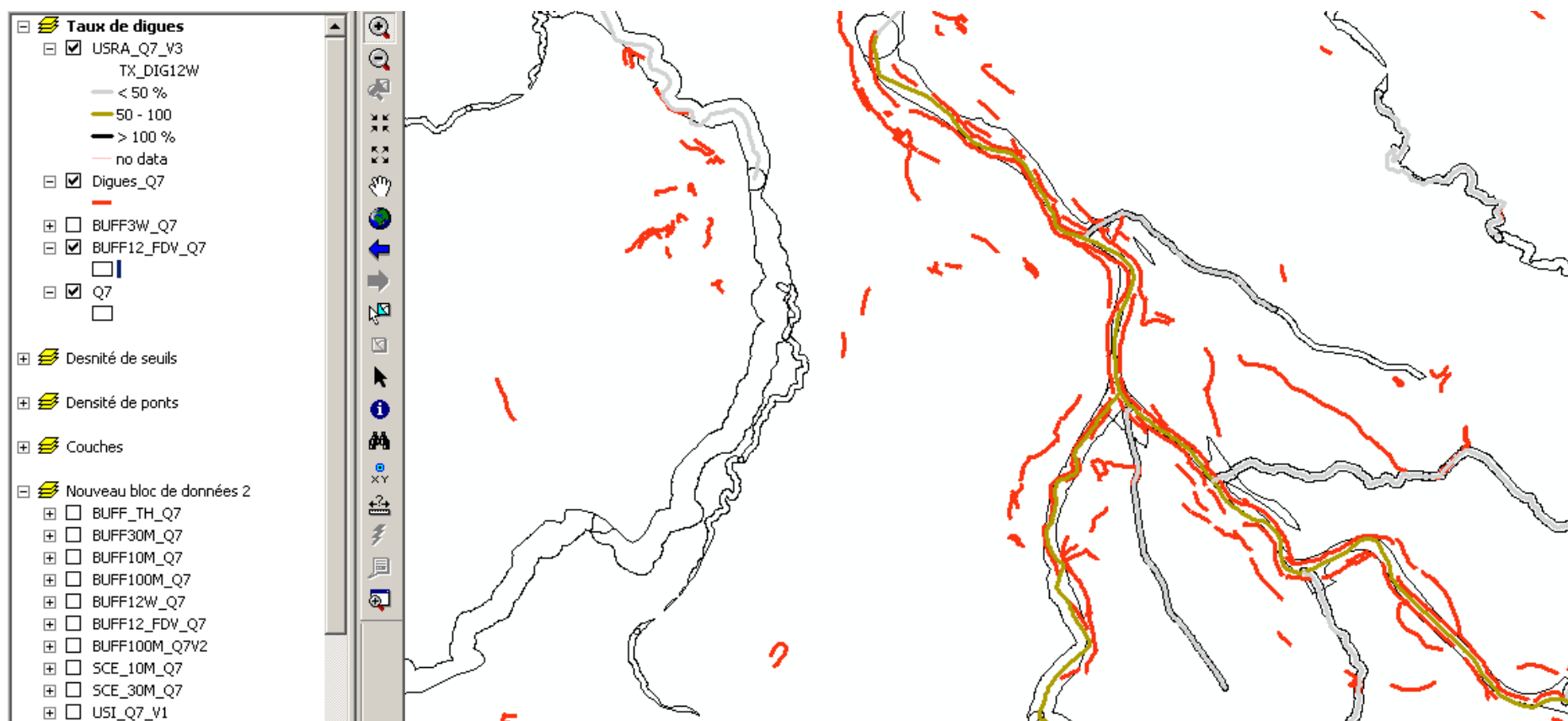
1. Suppression de champs dans la table de la couche des lignes orographique « ORO » pour faciliter les opérations spatiales (fusion)
2. Fusion des objets de la couche des lignes orographique « ORO » et création d'une **couche ou de l'objet** « Digues ». Pour une même digue dans la BDTopo®, on peut rencontrer plusieurs objets, la fusion permet d'en conserver un seul. Elle génère un unique objet sur l'ensemble de la zone, l'étape suivante « transformation en multi parties » permet d'obtenir un seul et unique objet par digue.
3. Intersection de la couche « Digues » avec le buffer 12W et fond de vallée
4. Fusion des objets géographiques de la couche résultant de l'intersection « Digues et Buffer12FDV » selon l'attribut [ID_USRA], avec le calcul de la longueur totale des digues et la moyenne de la longueur des USRA. On obtient ainsi un unique objet Digues par USRA avec sa longueur totale.
5. Ajout dans la couche du buffer des champs [LONG_DIGLITMAJ] et [TX_DIG12W] pour le lit majeur, [LONG_DIG3W] et [TX_DIG3W] pour le lit mineur.

6. Jointure avec la table USRA puis calcul des champs LONGDIGLITMAJ (LONGDIG3W) et TX_DIGLITMAJ (TX_DIG3W).



7. Suppression de la jointure

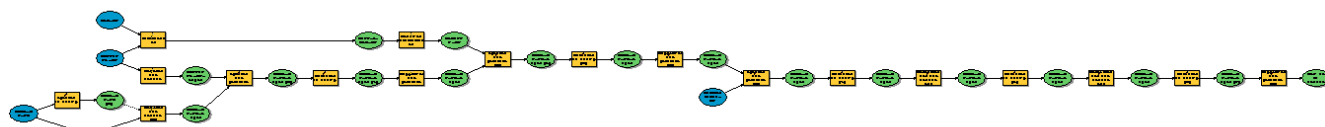




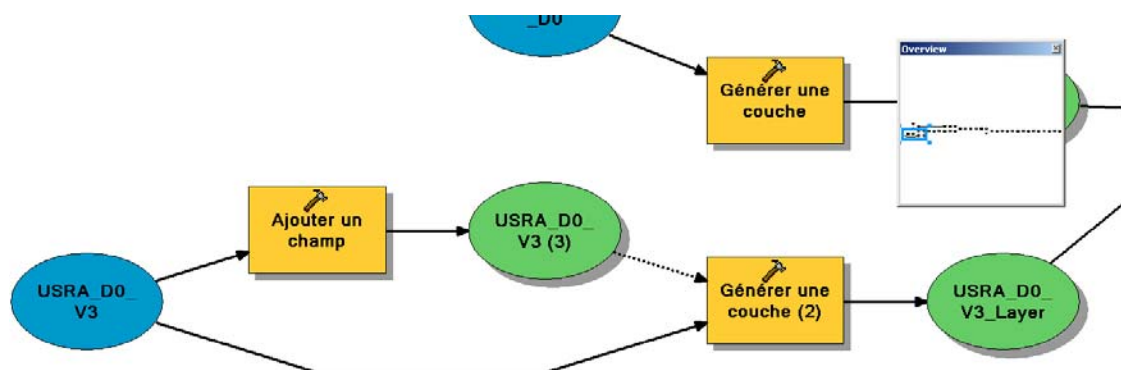
4. TAUX D'OCCUPATION DE SOL DE TYPE « ARTIFICIEL » A PROXIMITE DU LIT

Description du paramètre	Taux d'occupation de sol de type « artificiel » à proximité du lit
Formule de calcul	Surface Urbanisation / (Surface Buffer100m – Surface Cours d'eau)* 100
Données en entrées	
Buffer	Buffer100m + largeur théorique selon le rang de Strahler
Couche des zones urbanisées	Extraction du niveau 1 de la nomenclature – version 2006
USRA_Secteur_V3	

Mode de calcul



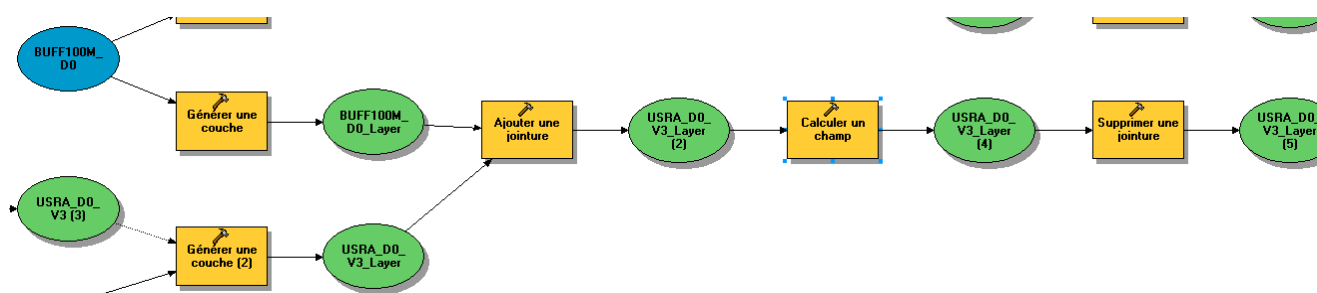
1. Rajouter l'attribut [SURFCOURSEAU] dans la table attributaire de la couche « USRA_V3 » pour faciliter le calcul ultérieur de la surface des cours d'eau puis génération d'une couche pour permettre les jointures.



2. Intersection entre la couche des zones urbanisées et le buffer 100m pour ne garder que les entités spatiales se trouvant dans la zone tampon « B100_I_CLC ». Le résumé statistique selon l'attribut ID_USRA nous donne la surface urbanisée par USRA. Celui-ci est stocké dans la table CLC100m_secteur.

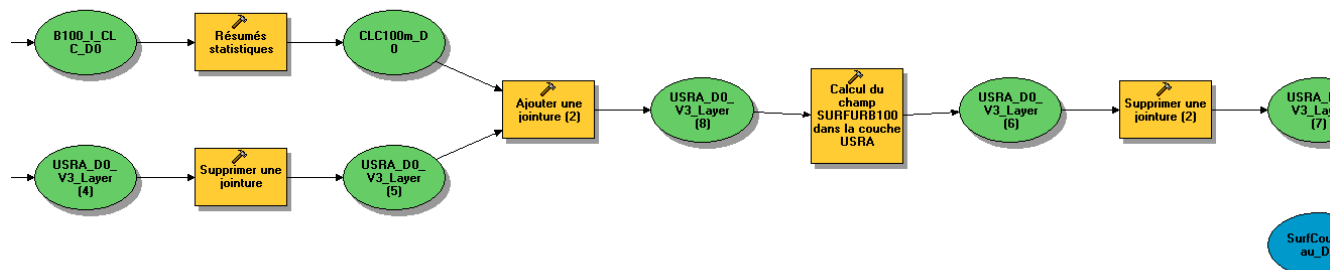


3. Générer une couche virtuelle depuis la couche « BUFF100M » qui va servir pour la jointure sur la table de la couche « USRA_V3 » selon l'attribut [ID_USRA] pour récupérer la surface du buffer 100m par USRA. à la fin de l'opération nous supprimons la jointure.

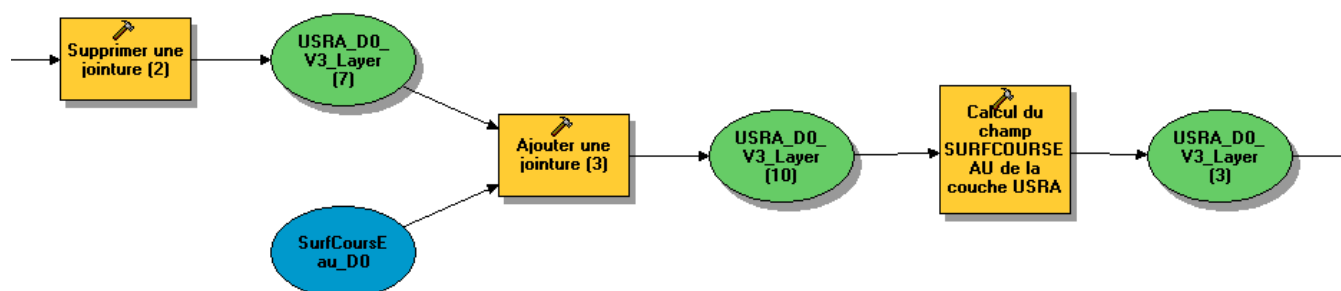


4. Jointure sur la table « USRA_V3 » selon l'attribut [ID_USRA] avec la table « CLC100m » pour avoir l'information sur le type de l'occupation des sols par USRA

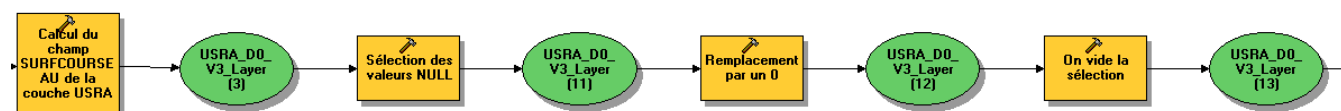
5. Le calcul du champ selon l'attribut [SURF_URB100M] de la table « USRA_secteur_V3. » nous donne la somme de la surface urbanisée par USRA.



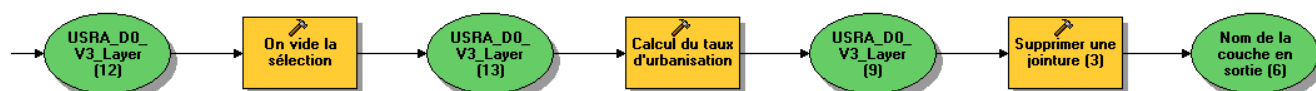
6. Jointure entre la table « USRA_V3 » et la table SurfCoursEau (selon l'attribut [ID_USRA]) pour récupérer la surface des cours d'eau dans le champ ajouter lors de l'étape n°1.



7. Sélection des valeurs « NULL » et remplacement par un zéro. Si des valeurs « NULL » sont présentes cela bloque les calculs à venir.

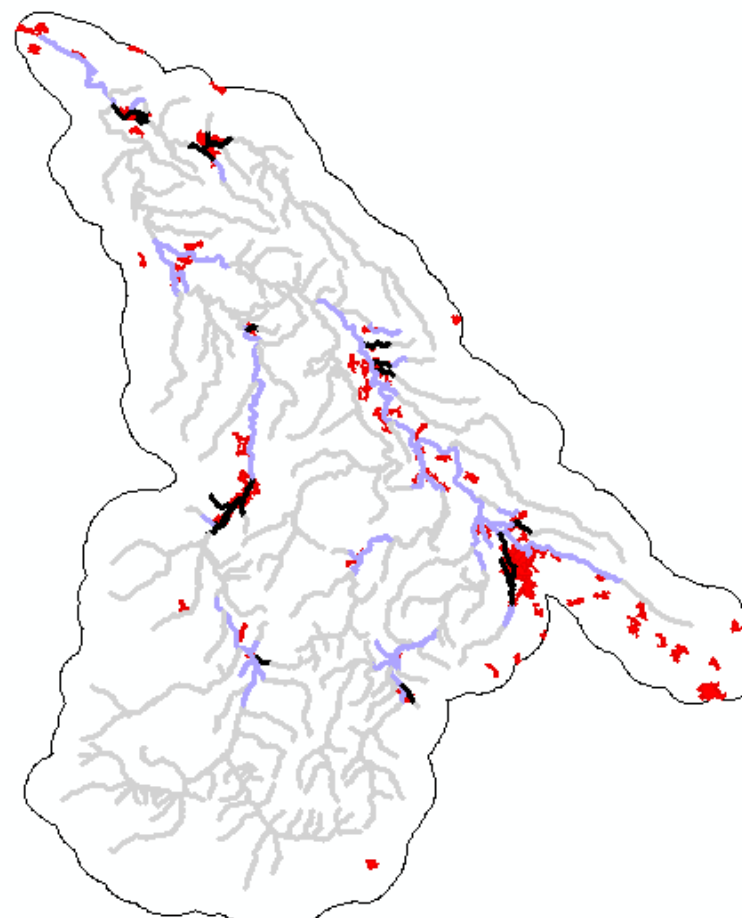
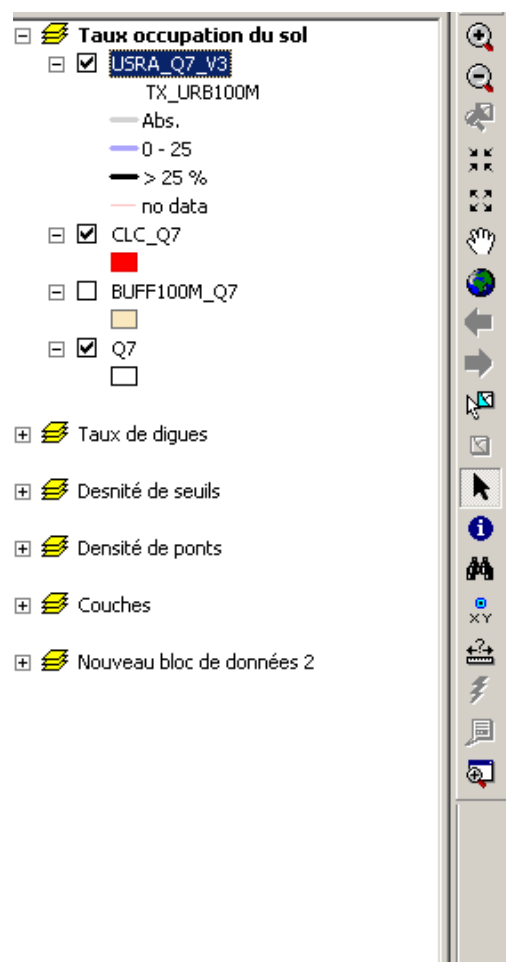


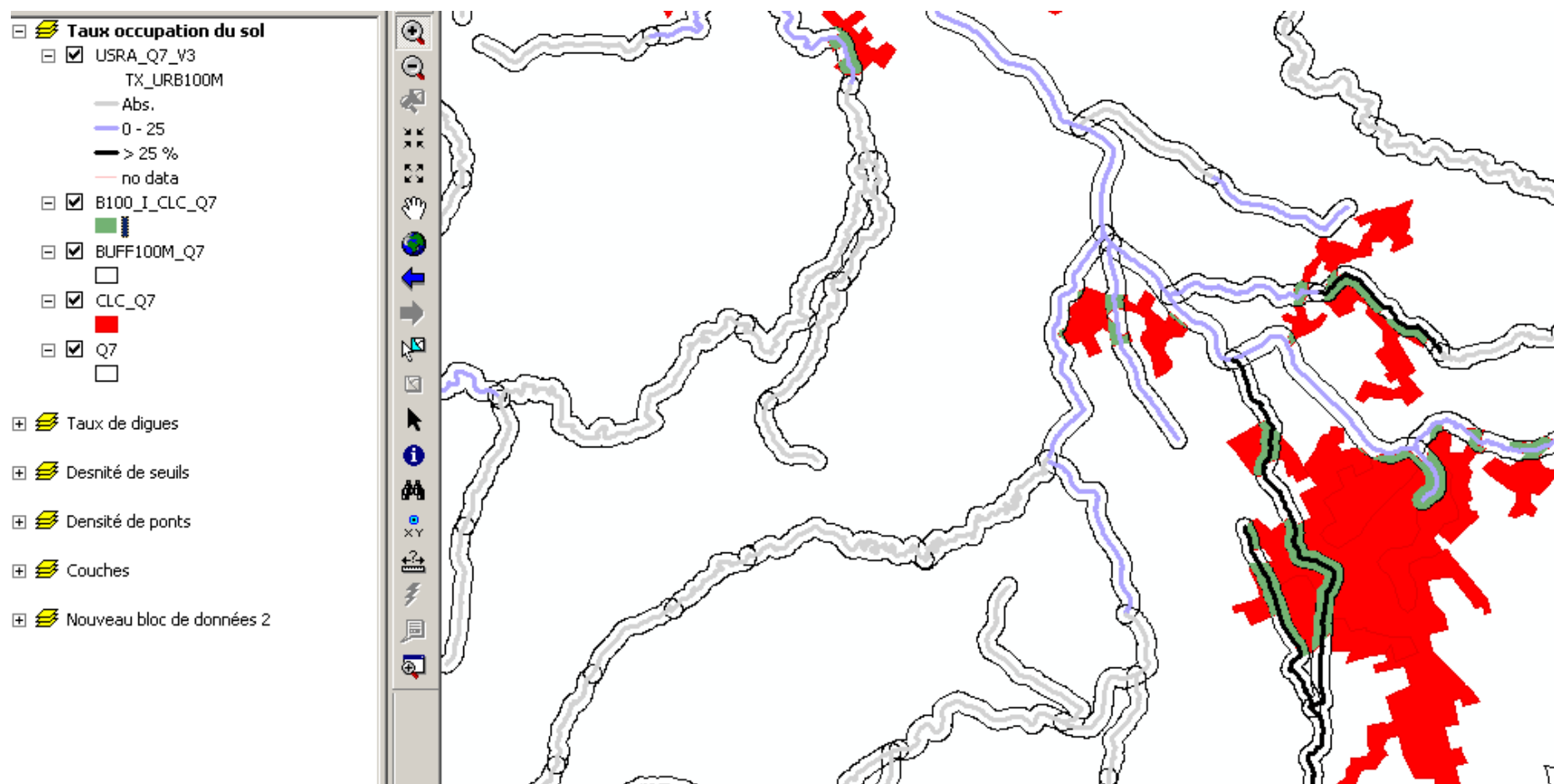
8. Calcul du taux d'urbanisation et suppression de la dernière jointure



Commentaires

GINGER-STRATEGIS	<p>Pas de problèmes particuliers de notre point de vue pour le calcul de ce paramètre.</p> <p>Il est possible d'obtenir des taux > 100 %. En effet, la couche d'origine Corine Land Cover n'a pas la même précision que la BDTopo® et dans le cas où un tronçon est quasiment entièrement urbanisé avec présence d'une surface en eau (que Corine Land Cover ne retranscrit pas) alors la surface urbanisée est plus grande que la surface du buffer – la surface en eau d'où un taux d'urbanisation > 100%.</p>
------------------	--

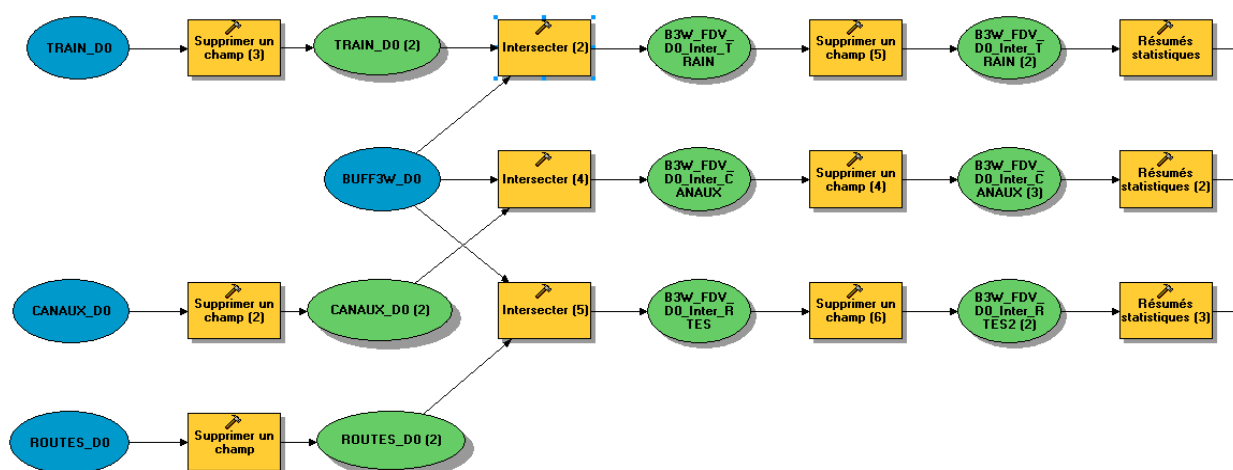




5. TAUX DE VOIES DE COMMUNICATION

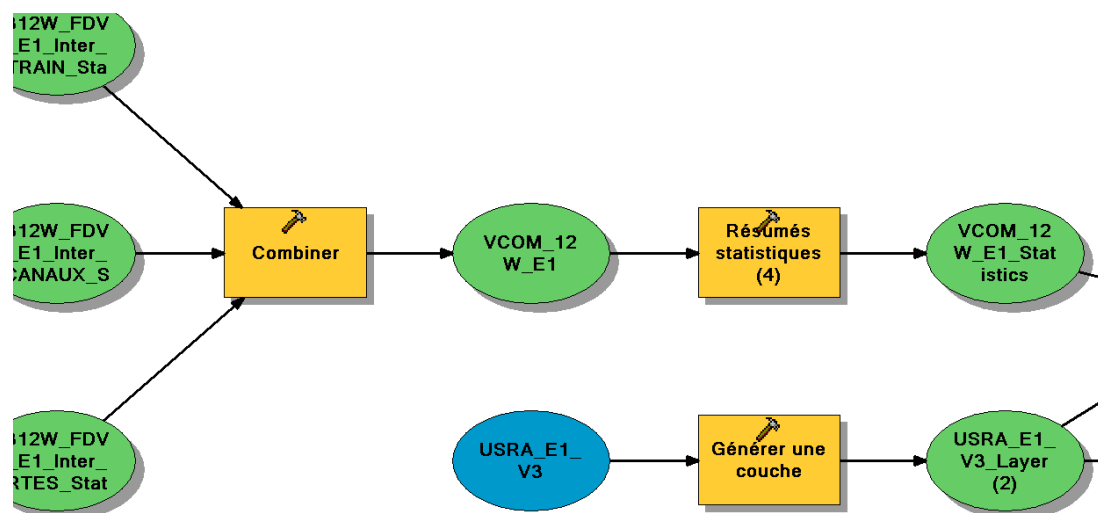
Description du paramètre	Taux de voies de communication dans le lit majeur Taux de voies de communication à proximité du lit mineur
Formule de calcul	Longueur Voies / Longueur USRA * 100
Données en entrées	
Buffer	Buffer12W avec intersection des Fond de vallée ou buffer3W
Voie de communication	Tronçons de routes + Tronçons de voies ferrées + canaux
USRA_Secteur_V3	

Mode de calcul



1. Suppression des champs pour les couches « TRAIN », « CANAUX » et « ROUTES ». permet de ne garder que les attributs nécessaires pour le traitement.
2. Intersection avec le buffer 12W pour les voies de communication dans le lit majeur et le buffer 3w pour les voies de communication à proximité du lit mineur. Cette opération permet de récupérer les objets géographiques de chaque couche se trouvant dans la zone tampon.

3. Le résumé statistique est opéré sur l'attribut [ID_USRA] et permet de récapituler la somme des tronçons par entité.
4. Combiner les couches des tronçons de communication après le résumé statistique pour créer la couche des voies de communication.
5. Effectuer un autre résumé statistique afin d'être certain d'obtenir la longueur totale de voies de communication.



6. Jointure sur la couche USRA_V3 selon l'attribut [ID_USRA] avec la table attributaire de la couche des voies de communication « VCOM_3w » pour récupérer les attributs des voies de communication pour chaque USRA
7. Calculer des champs

Calculer la somme des voies de communication

- Table USRA_Secteur_V3.
- Attribut LONG_VCOM3W
- Expression [VCOM_3W_secteur.SUM_Shape_Length]

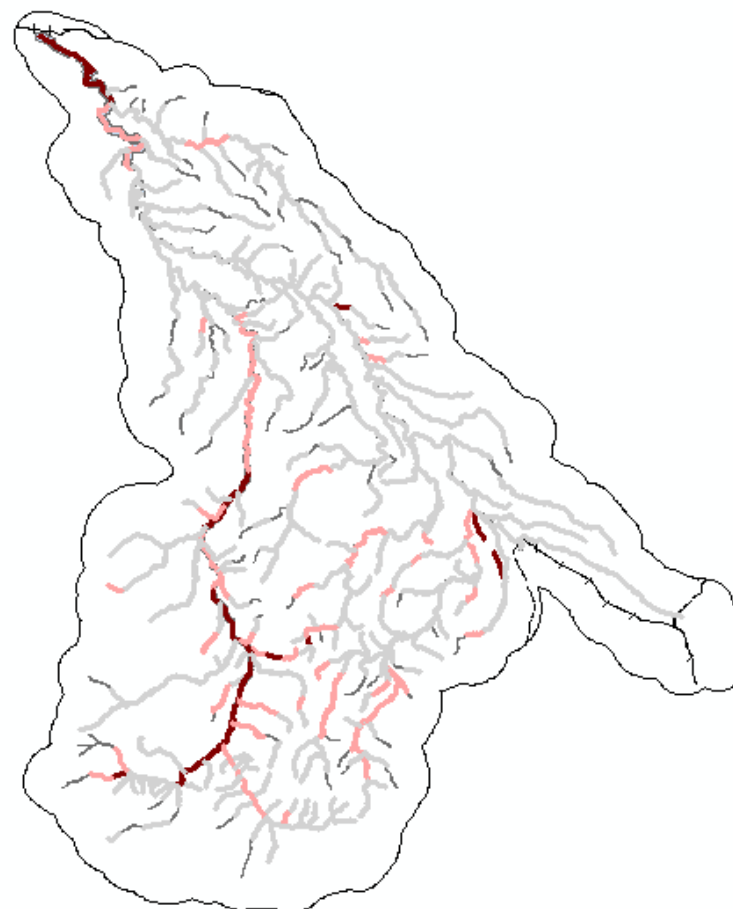
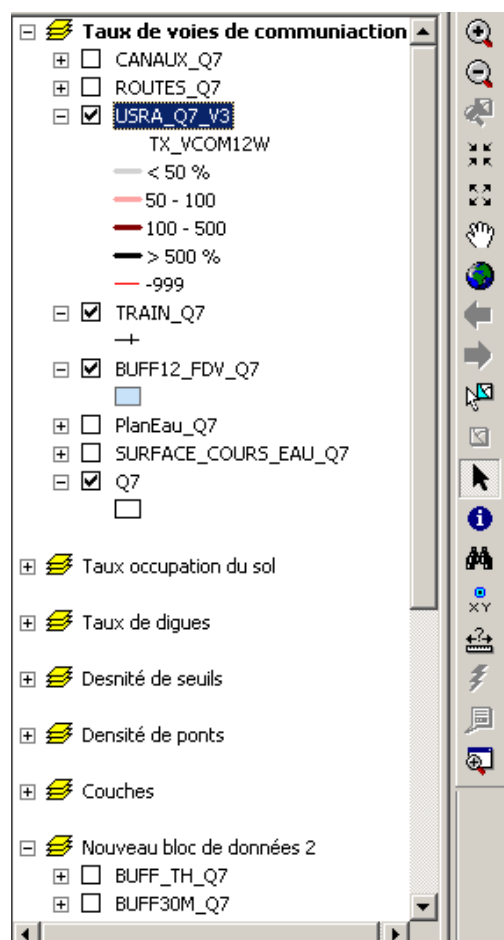
8. Calculer le taux de voies de communication

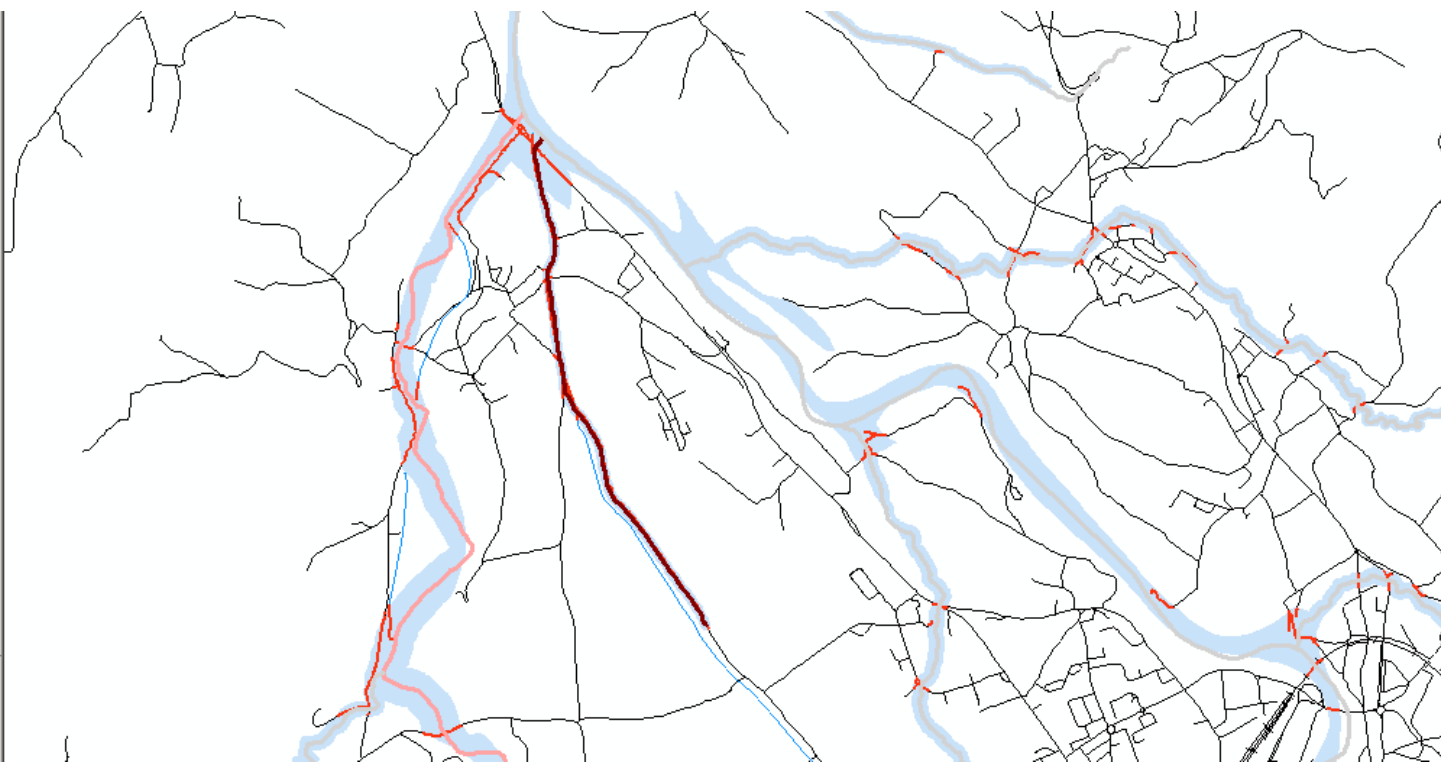
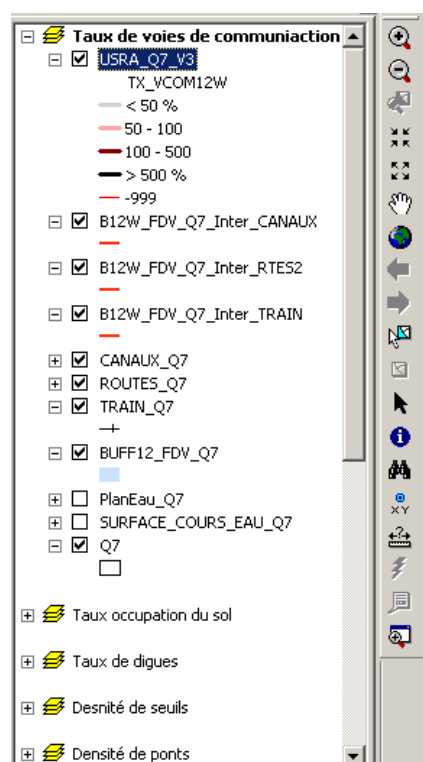
- Table
- Attribut TX_VCOM3W
- Expression $100 * ([USRA_secteur_V3.LONG_VCOM3W] / [USRA_secteur_V3.Longueur_USRA])$

9. Suppression de la jointure

Commentaires

GINGER-STRATEGIS	<p>Pas de problèmes particuliers de notre point de vue pour le calcul de ce paramètre. La même méthode sera utilisée pour les 2 taux sur les lits mineurs et majeurs. Seul le buffer en entrée est différent.</p> <p>Les temps de calculs peuvent être assez longs (30 minutes par secteur hydrographique).</p>
------------------	---



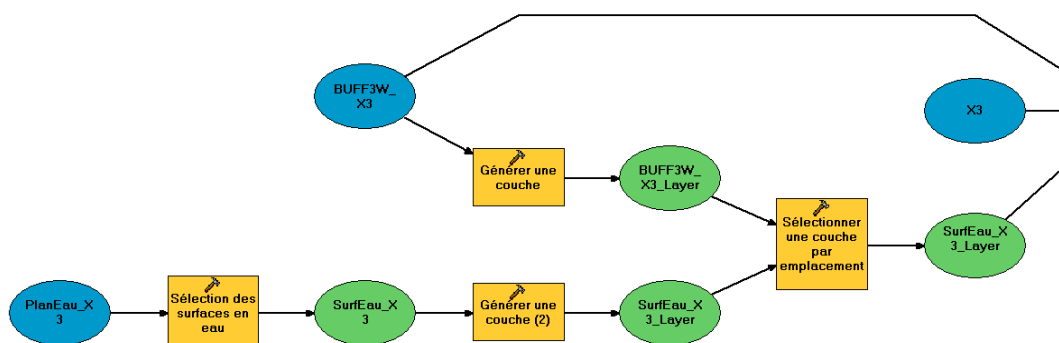


6. SURFACE DES COURS D'EAU

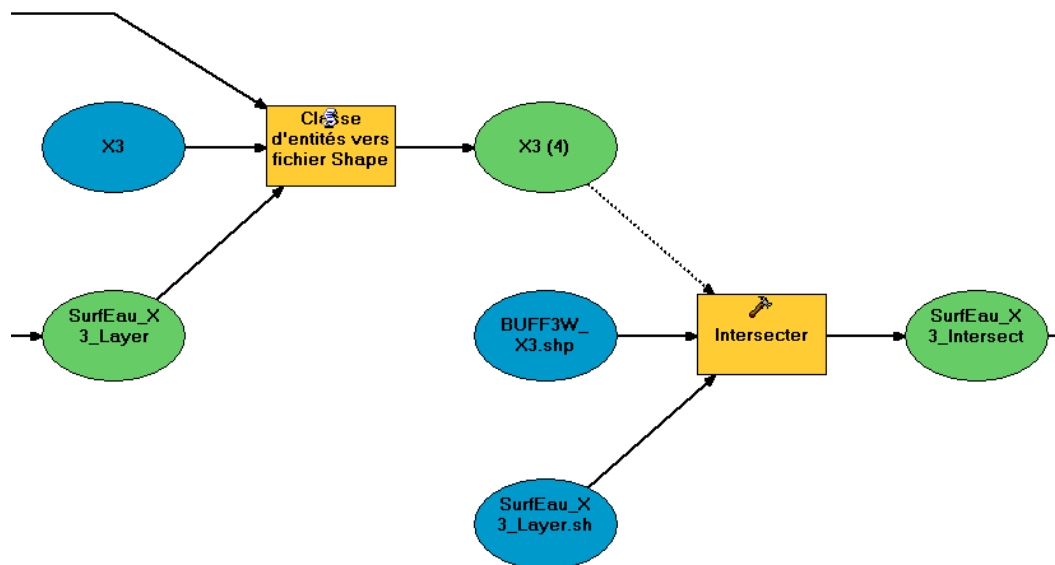
Description du paramètre	<p>Surface des cours d'eau</p> <p>Il ne s'agit pas du calcul d'un paramètre mais d'éléments intervenants dans le calcul de plusieurs paramètres.</p>
Formule de calcul	
Données en entrées	
Buffer	Buffer3W
Plan d'eau	
USRA_Secteur_V3	
Données résultats	<p>Tables et classes d'entités fournissant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La surface en eau • La surface des cours d'eau • La surface des plans d'eau déconnectés

Mode de calcul

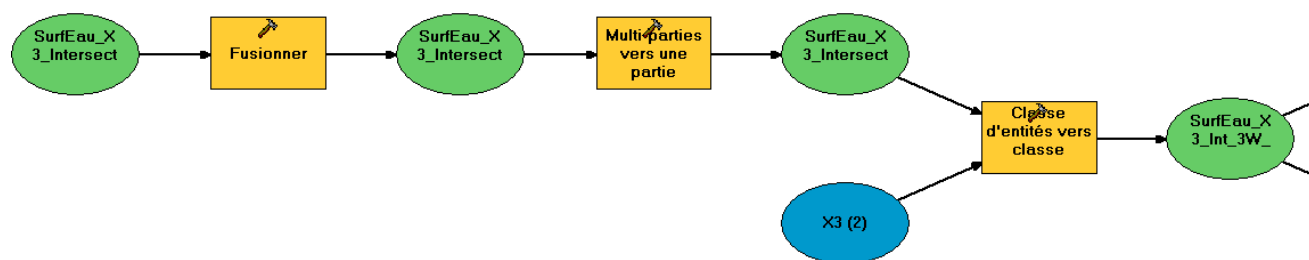
1. A partir de la couche Plan d'eau, sélection des « surfaces en eau »
2. Sélection de ces objets intersectant le buffer 3W



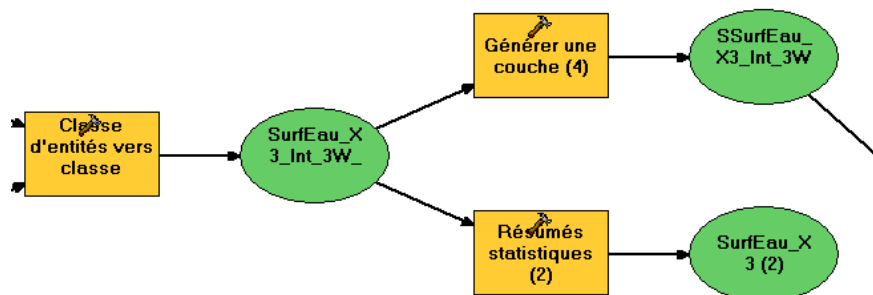
3. Transformation au format shape de la sélection des plans d'eau (pour limiter la taille) et du buffer.
4. Intersection de la sélection des plans d'eau et du buffer (en format shape)



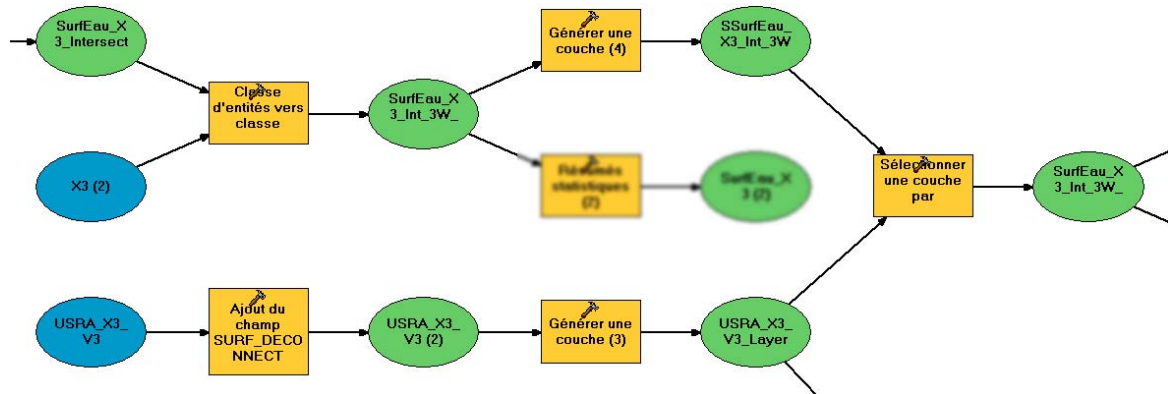
5. Fusion de ces objets selon le champ Id_USRA et transformation des objets multi-parties
6. Conversion du résultat en classe d'entité de géodatabase



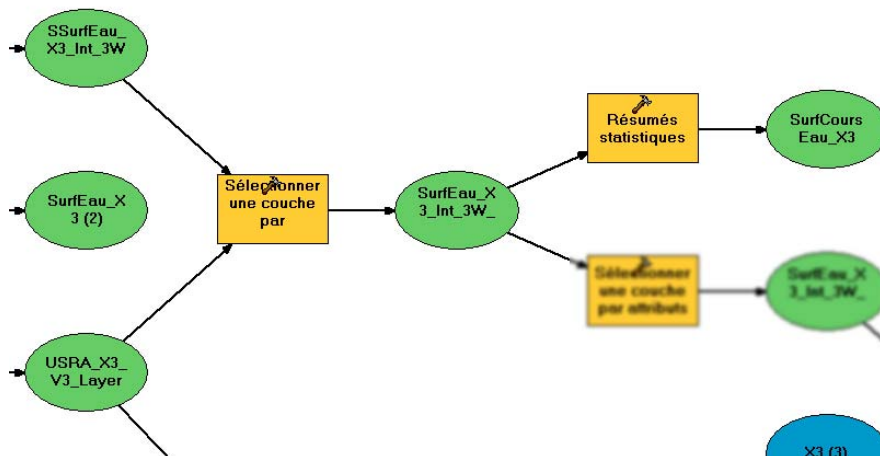
7. Résumé statistique pour obtenir la surface totale en eau par USRA



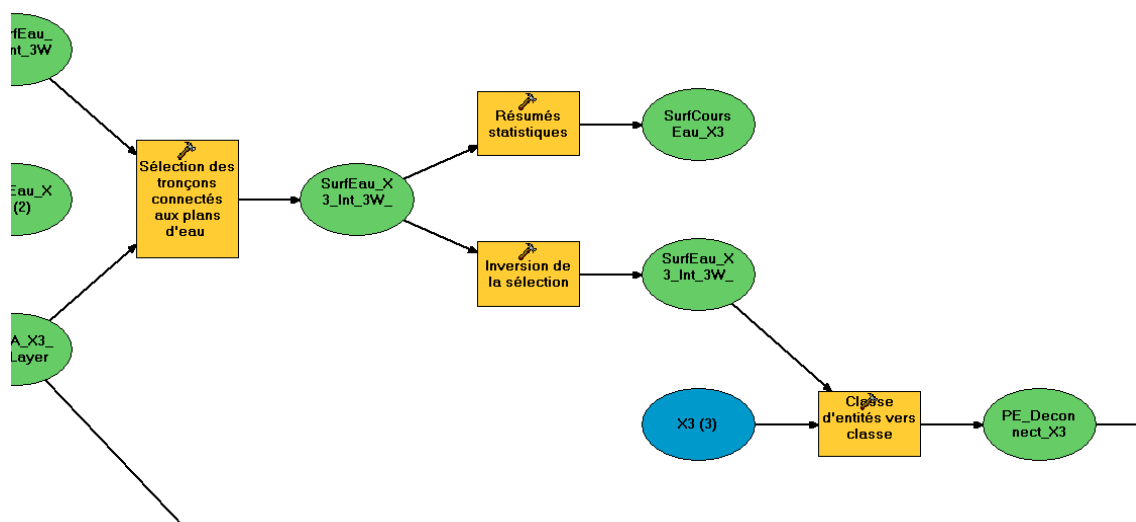
8. Ajout du champ SURF_Deconnect dans la couche USRA
9. Sélection des tronçons de l'USRA qui intersectent les plans d'eau



10. Résumé statistique sur ce résultat par ID_USRA pour obtenir les surfaces cours d'eau c'est-à-dire la surface des objets connectés au tronçon USRA



11. Inversion de la sélection, on obtient donc les plans d'eau déconnectés des tronçons.
12. Conversion du résultat en classe d'entité

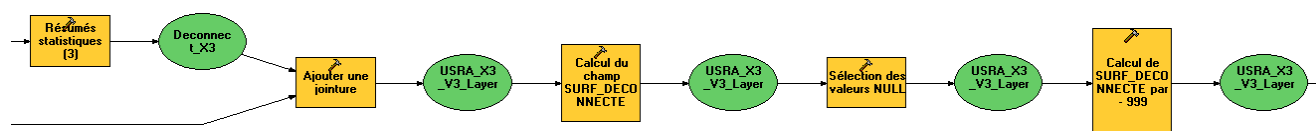


13. Résumé statistique pour obtenir dans une table la surface des plans d'eau déconnectés.

14. Jointure avec la couche USRA

15. Calcul du champ SURF_DECONNECTE dans la couche USRA

16. Sélection des valeurs NULL et remplacement par -999



17. Suppression de la jointure

Commentaires

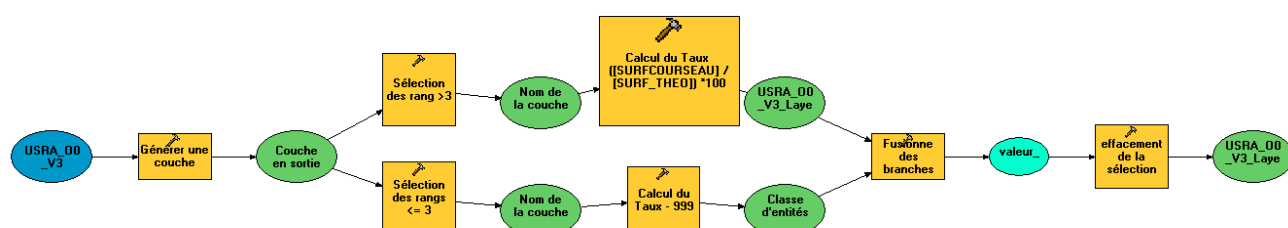
GINGER-STRATEGIS	Ces calculs sont à effectuer avant les calculs des paramètres faisant appel aux différentes surfaces « mouillées »
------------------	--

7. TAUX DE SURLARGEUR

Description du paramètre	Taux de surlargeur.
Formule de calcul	$(\text{Surface Cours d'eau} / \text{surface théorique}) * 100$
Données en entrées	
Buffer	
Surface cours d'eau	
USRA_Secteur_V3	Uniquement sur les tronçons dont le rang de Strahler > 3

Mode de calcul

1. Sélection des rangs de strahler > 3
2. Calcul du taux : $(\text{Surface Cours d'eau} / \text{surface théorique}) * 100$
3. Sélection des rangs <= 3
4. Calcul du taux : - 999
5. Fusion des branches
6. Effacement de la sélection



Commentaires

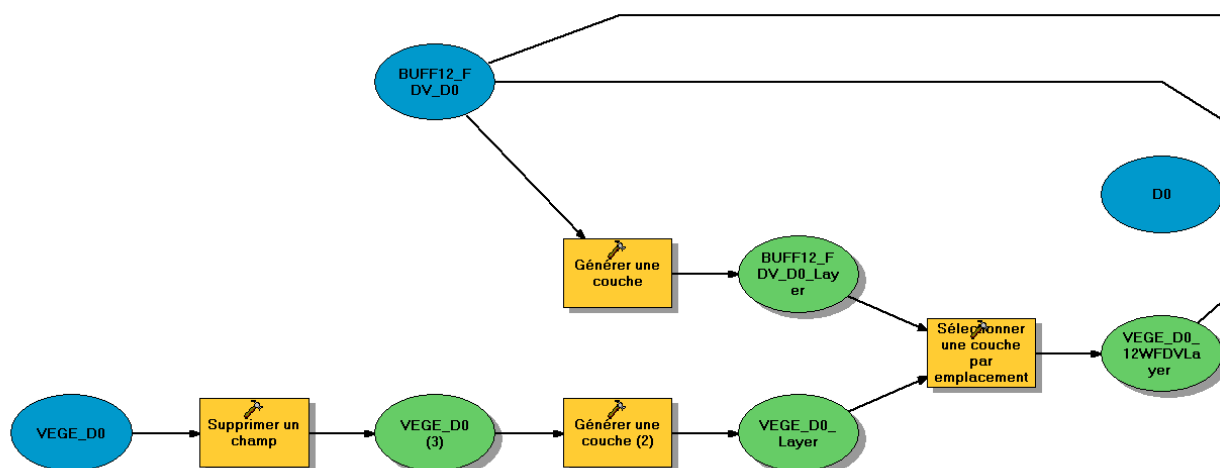
GINGER-STRATEGIS	Cet outil nécessite d'avoir calculé la surface théorique et la surface du cours d'eau
------------------	---

8. TAUX DE BOISEMENT DANS LE LIT MAJEUR

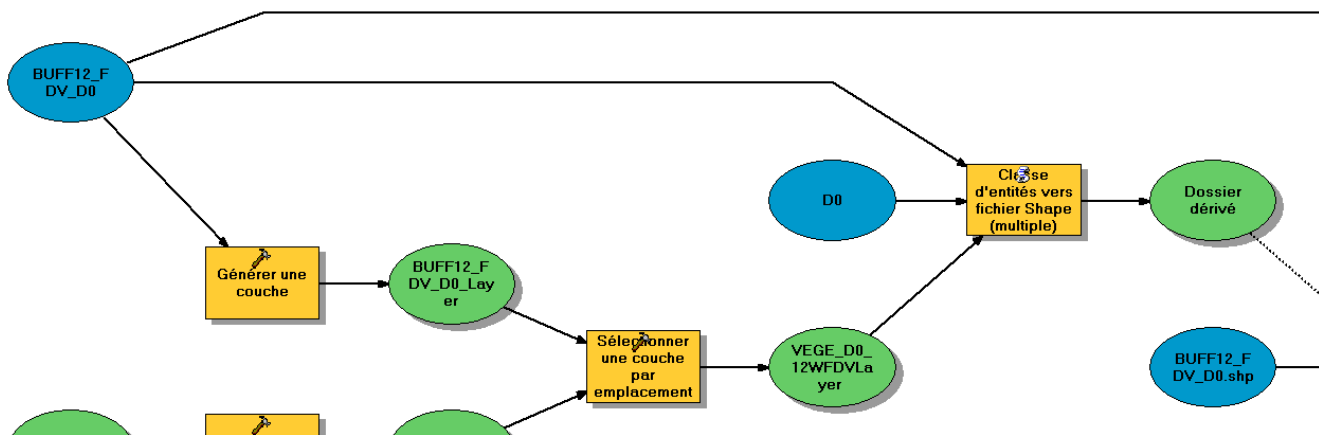
Description du paramètre	Taux de boisement dans le lit majeur.
Formule de calcul	Surface Végétation/ (Surface BufferFDV12W – Surface Cours d'eau)*100
Données en entrées	
Buffer	FDV12W : Buffer12W avec intersection des Fond de vallée
Végétation	
USRA_Secteur_V3	

Mode de calcul

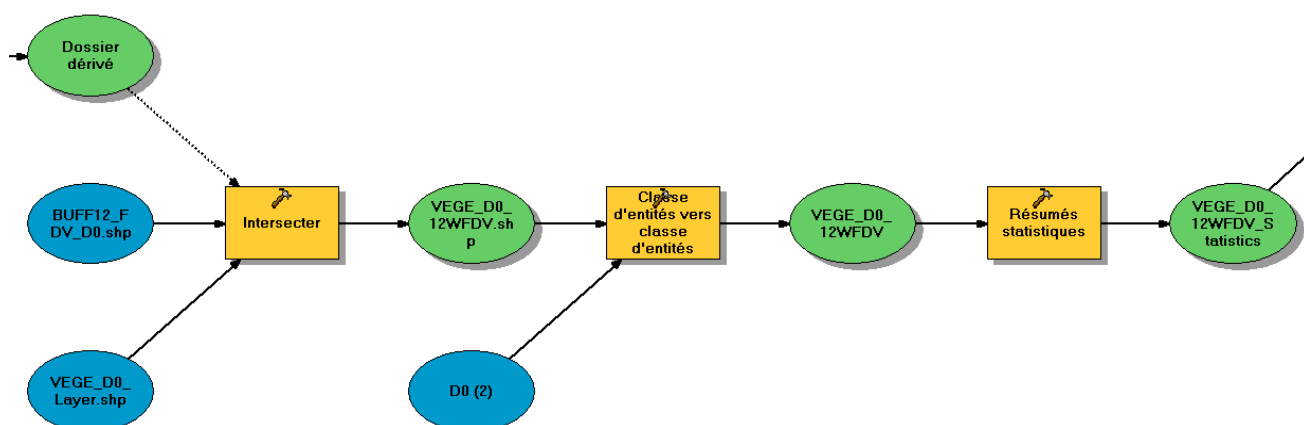
1. Elimination de certains champs de la couche végétation
2. Sélection des objets végétation avec le buffer FDV_12W



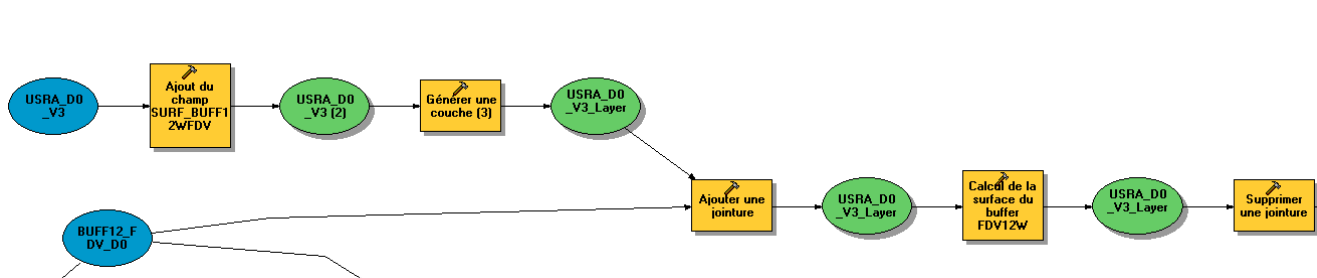
3. Transformation au format shape de la sélection de végétation (pour limiter la taille) et du buffer.



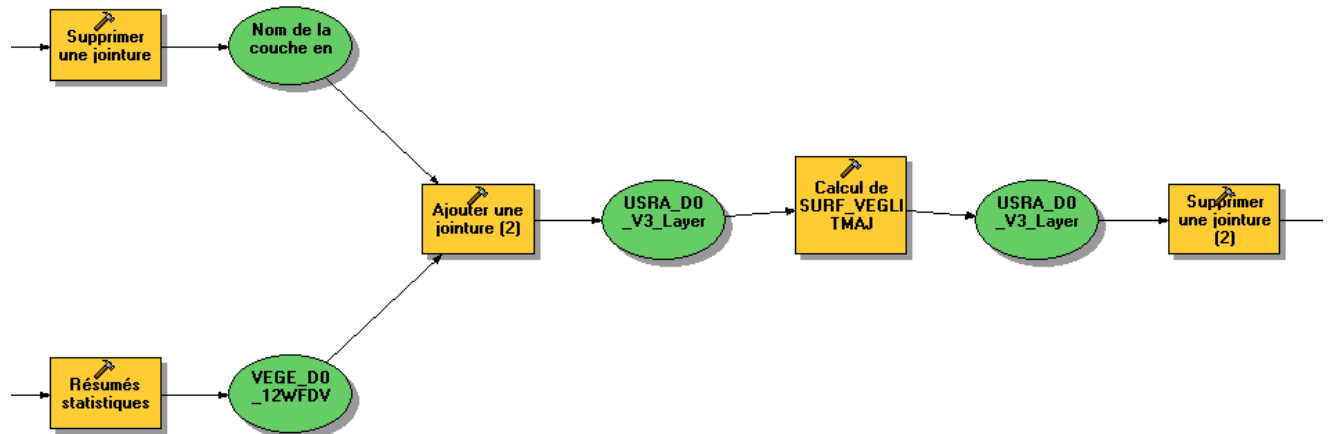
4. Intersection de la sélection de la végétation et du buffer (en format shape)
5. Transformation du résultat en classe d'entité de géodatabase
6. Résumé statistique pour obtenir la superficie totale par USRA



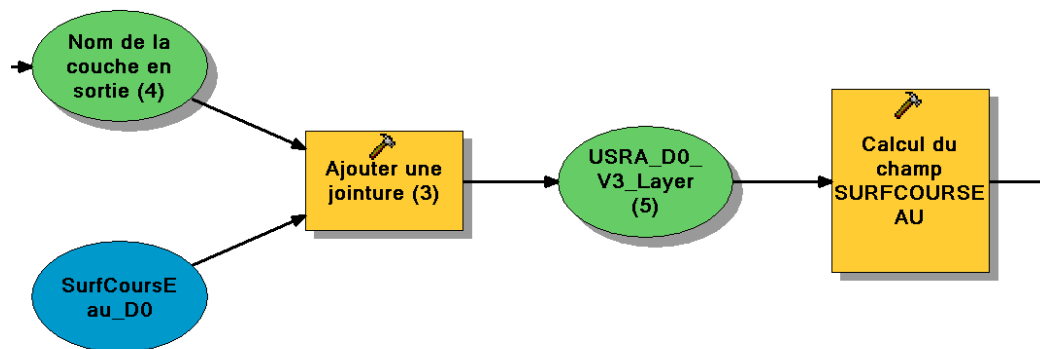
7. Ajout du champ Surf_BuffFDV12W dans la couche USRA
8. Jointure avec le buffer
9. Calcul de ce champ



10. Jointure entre la couche USRA et la table statistique contenant la superficie de végétation
11. Calcul du champ SURF_VEGLITMAJ dans la couche USRA
12. Suppression de la jointure



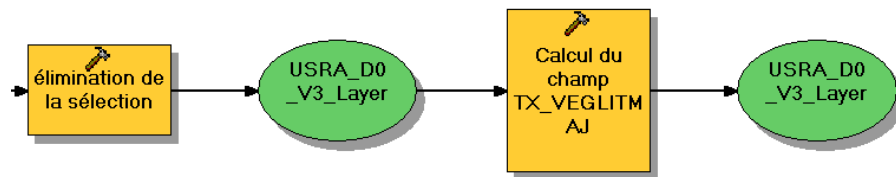
13. Jointure avec la table SurfCour_eau
14. Calcul du champ SURFCOURSEAU



15. Sélection des valeurs NULL
16. Remplacement par un 0
17. Elimination de la sélection

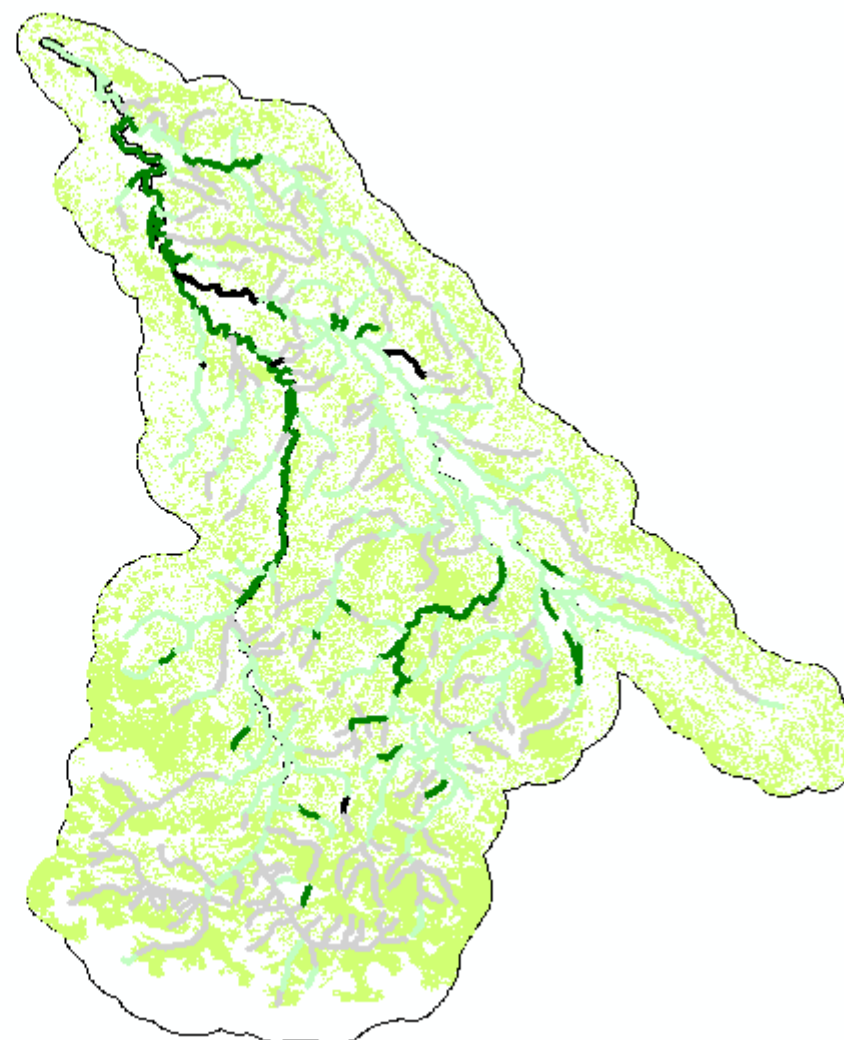
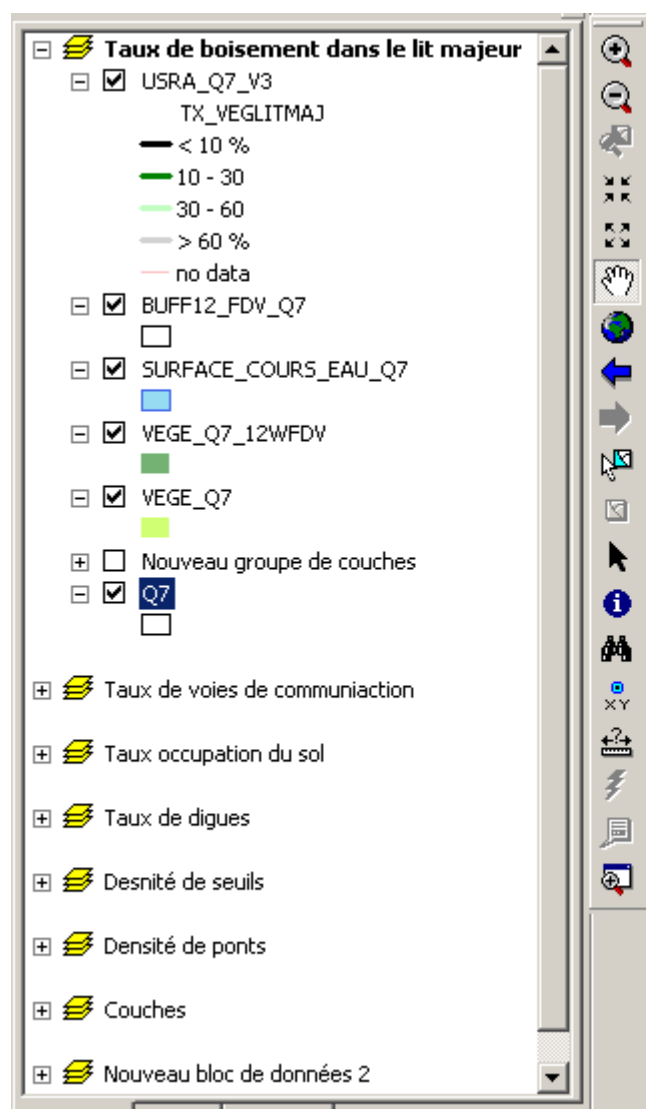


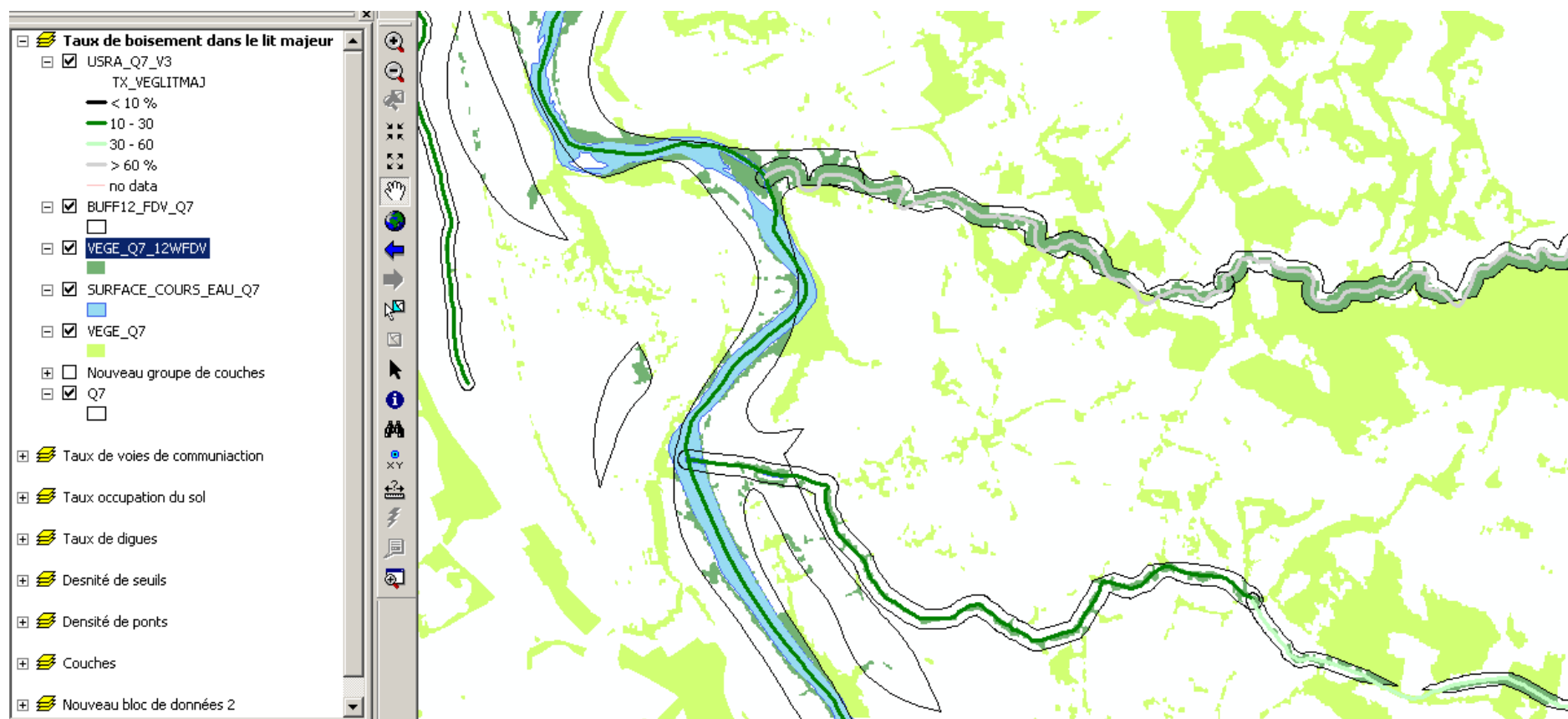
18. Calcul du champ TX_VEGLITMAJ



Commentaires

GINGER-STRATEGIS	<p>Cet outil est simple du point de vue conception mais son exécution demande des ressources machines importantes. La manipulation de la couche de végétation n'est pas aisée même dans un format de géodatabase fichier, un « bug » ArcGis© nous oblige à la transformer au format shape afin de pouvoir réaliser l'intersection avec le buffer. L'utilisation de ce format plus volumineux, induit donc des temps de traitements très importants.</p> <p>L'absence de fond de vallée autour des TPME explique la présence de taux négatifs.</p> <p>De plus la non concordance entre la couche des fonds de vallée et la BDTopo® peut amener des résultats sous évalués même sur des tronçons SYRAH d'origine.</p>
------------------	---





9. RIDEAU ARBRE - RIPISYLVE

Description du paramètre	Rideau arbre - ripisylve
Fiche 1/3	Préparation des buffers
Données en entrées	
Buffer	Buffer30M – Buffer10M
SurfEau_Secteur_int_3W_DissMP	Classe d'entité au format shape préalablement générée lors du calcul des surfaces en eau. Cette couche correspond à l'intersection des plans d'eau dans le buffer 3W. Les objets ont été fusionnés puis éclatés en 1 seule partie.
USRA_Secteur_V3	

Mode de calcul

Le calcul de ces paramètres repose sur 4 buffers :

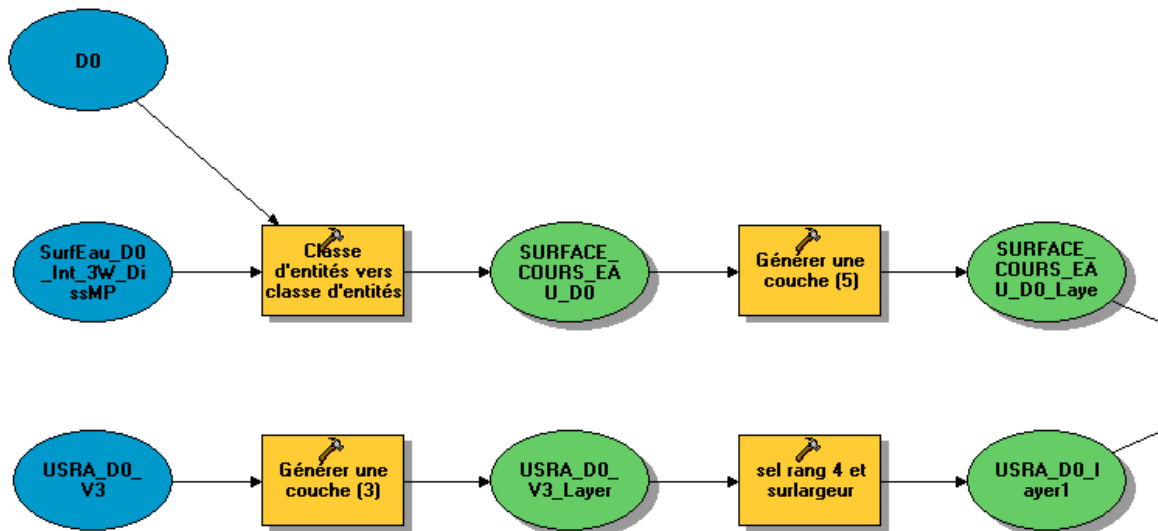
- 10 mètres et 30 mètres.
- 10 mètres et 30 mètres autour des surfaces en eau pour les tronçons en situation de surlargeur.

Afin de faciliter la gestion des traitements le module a été divisé en 3 parties :

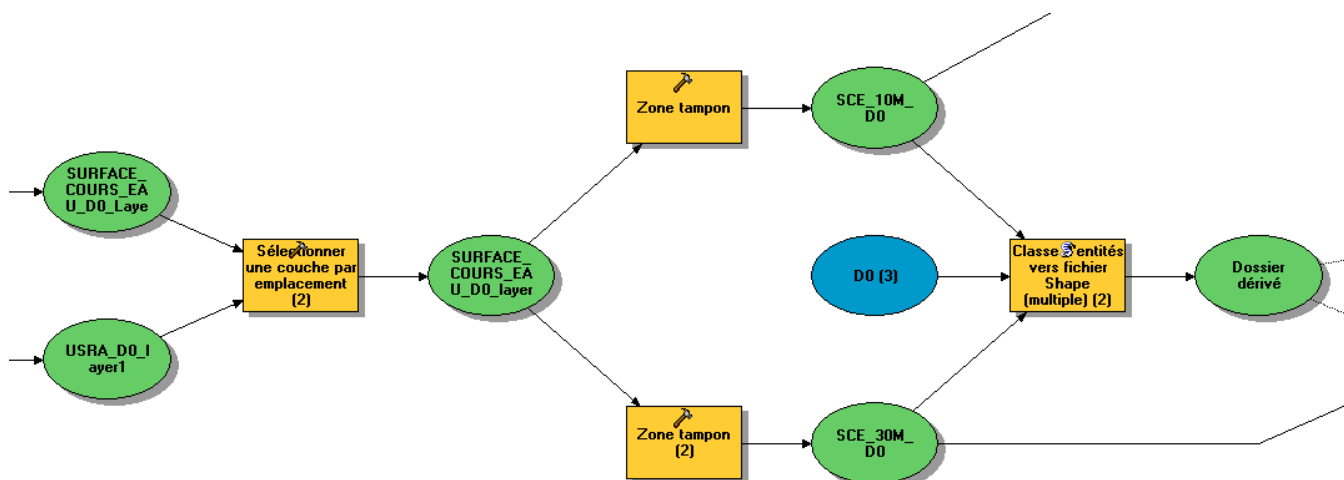
1. Préparation des buffers (préparation buffer végétation zt sur ce)
2. Intersection avec la végétation (intersection buffer végétation)
3. Calcul des taux (calcul des taux de végétation)

1. Transformation en classe d'entité de la couche shape précédemment créée avec stockage dans la partie Données brutes
2. Sélection des tronçons de rang supérieur à 4 et en situation de surlargeur :

"TX_SURLARG" > 100 AND ("RANG" = '4' OR "RANG" = '5' OR "RANG" = '6' OR "RANG" = '7' OR "RANG" = '8')

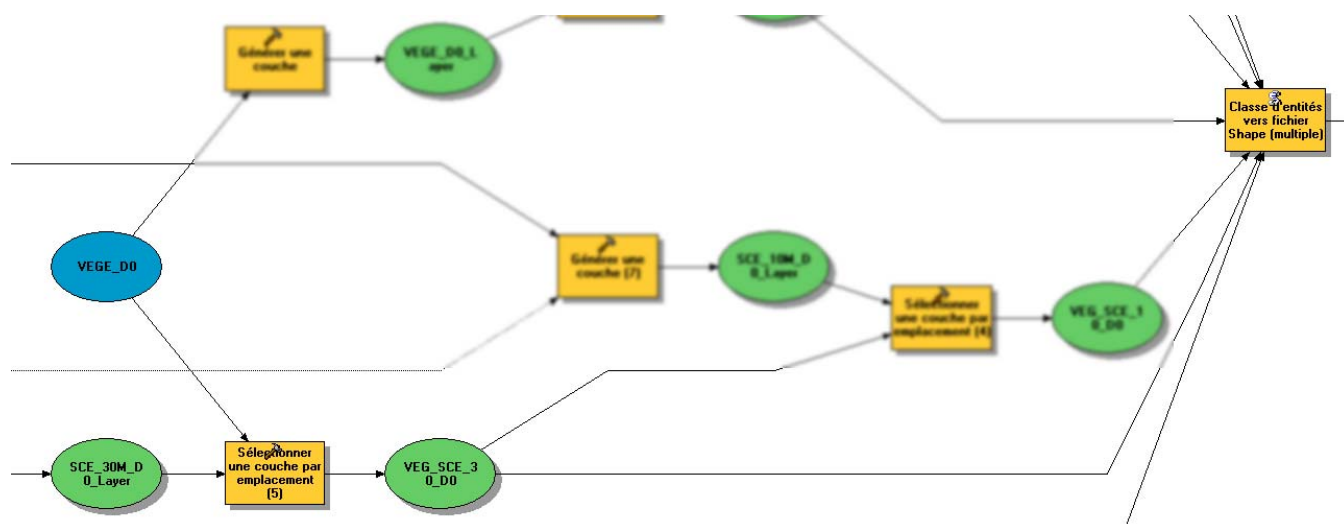


3. Sélection des plans d'eau qui intersectent les USRA
4. Création d'une zone tampon de 10 mètres : SCE_10M_secteur
5. Création d'une zone tampon de 30 mètres : SCE_30M_secteur



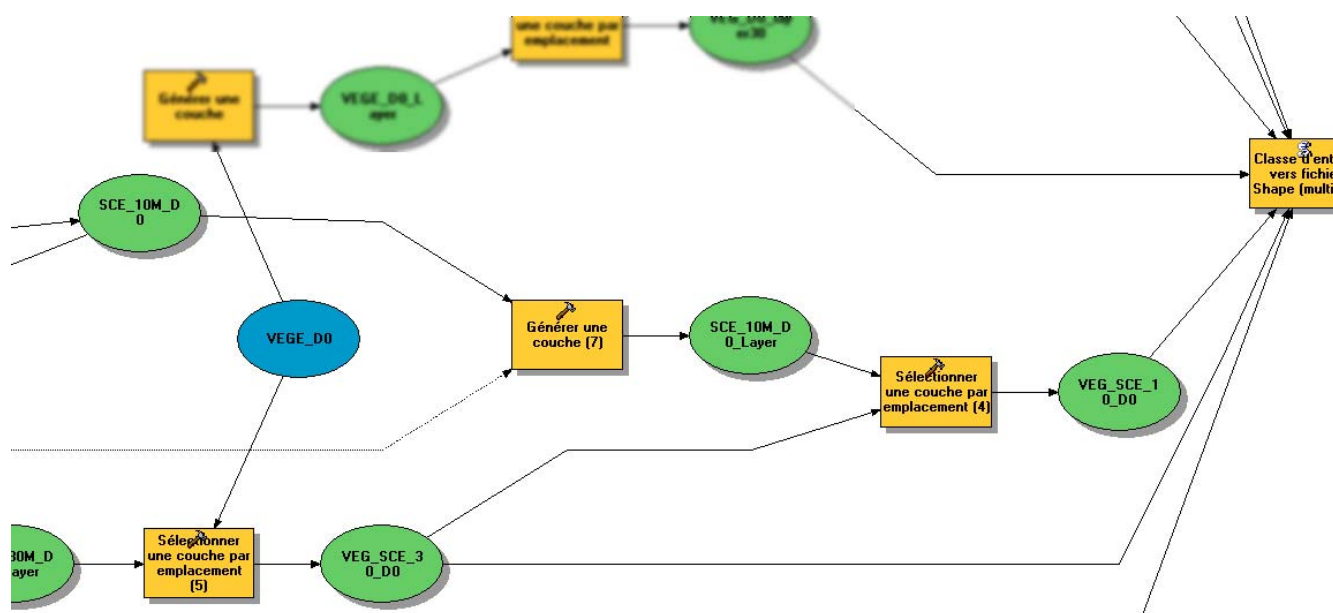
⇒ Les phases suivantes incluent la couche de végétation qui va être prédécoupée selon l'emprise des différents buffers.

6. Sélection des objets de la couche de végétation qui intersectent le buffer de 30 mètres autour des surfaces en eau
7. Conversion en fichier shape de cette sélection VEG_SCE_30_secteur



8. Sélection des objets végétation (limité au buffer 30 mètres autour des surfaces en eau) qui intersectent le buffer de 10 mètres autour des surfaces en eau.

9. Conversion en fichier shape de cette sélection VEG_SCE_10_secteur

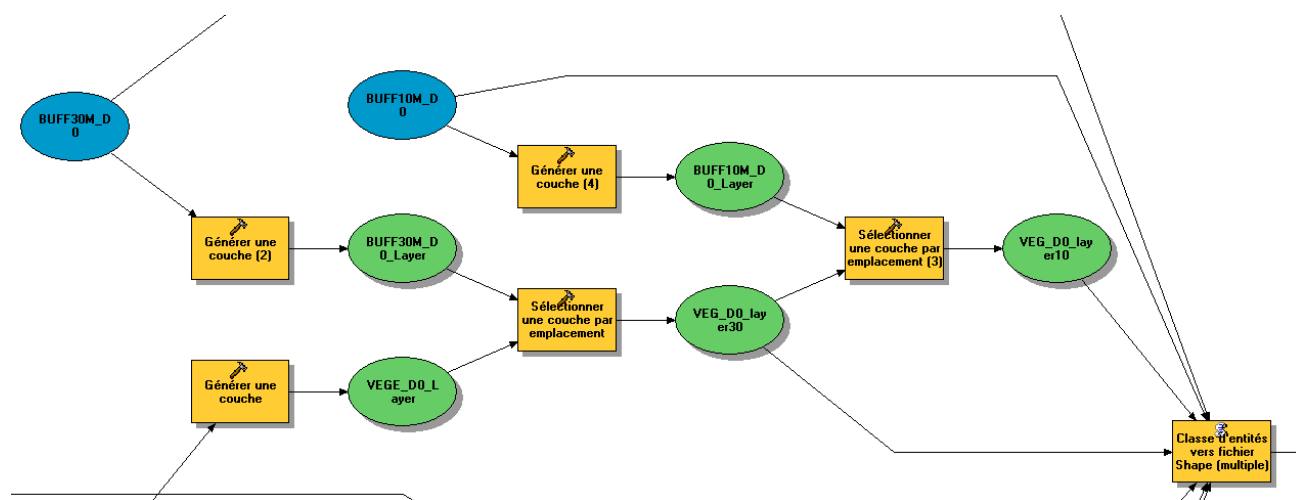


10. Les 2 phases suivantes consistent à sélectionner les objets végétation à proximité des buffers 10 et 30 mètres selon le même principe à savoir que l'on procède en premier lieu à la sélection sur le buffer 30 mètres puis on utilise ce résultat pour faire la sélection sur le buffer 10 mètres.

a. VEG_secteur_30

b. VEG_secteur_10

11. Conversion en shape de ces 2 résultats.



Résultats intermédiaires

A l'issue de ce traitement nous disposons de 4 couches de végétation dont les objets recouvrent les différents buffers. Nous avons opté pour une présélection avant d'attaquer les intersections afin de limiter pour les temps de calcul pour l'étape suivante.

Description du paramètre	Rideau arbre - ripisylve
Fiche 2/3	Gestion des intersections
Données en entrées	
Buffer	Buffer30M – Buffer10M - SCE_10 – SCE_30 Les buffers SCE sont calculés autour des surfaces en eau
VEG_SCE_30_secteur	Végétation intersectant dans un rayon de 30 mètres les surfaces en eau.
VEG_SCE_10_secteur	Végétation intersectant dans un rayon de 10 mètres les surfaces en eau.
VEG_secteur_30	Végétation intersectant le buffer 30 mètres
VEG_secteur_10	Végétation intersectant le buffer 10 mètres
USRA_Secteur_V3	

Mode de calcul

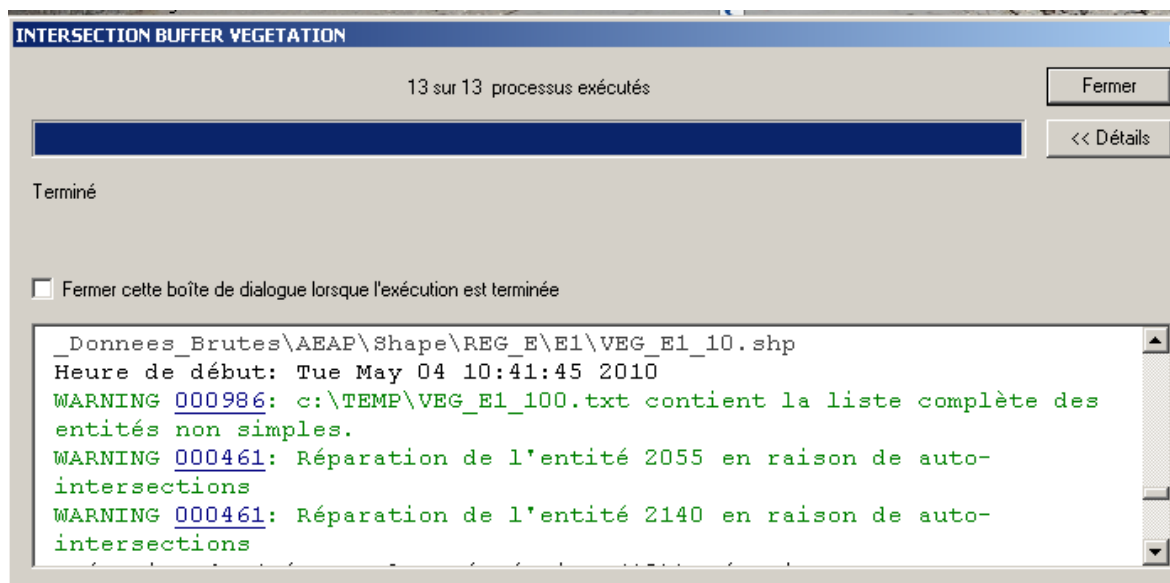
Le calcul de ces paramètres repose sur 4 buffers :

- 10 mètres et 30 mètres.
- 10 mètres et 30 mètres autour des surfaces en eau pour les tronçons en situation de surlargeur.

Afin de faciliter la gestion des traitements le module a été divisé en 3 parties :

1. Préparation des buffers (préparation buffer végétation zt sur ce)
2. Intersection avec la végétation (intersection buffer végétation)
3. Calcul des taux (calcul des taux de végétation)

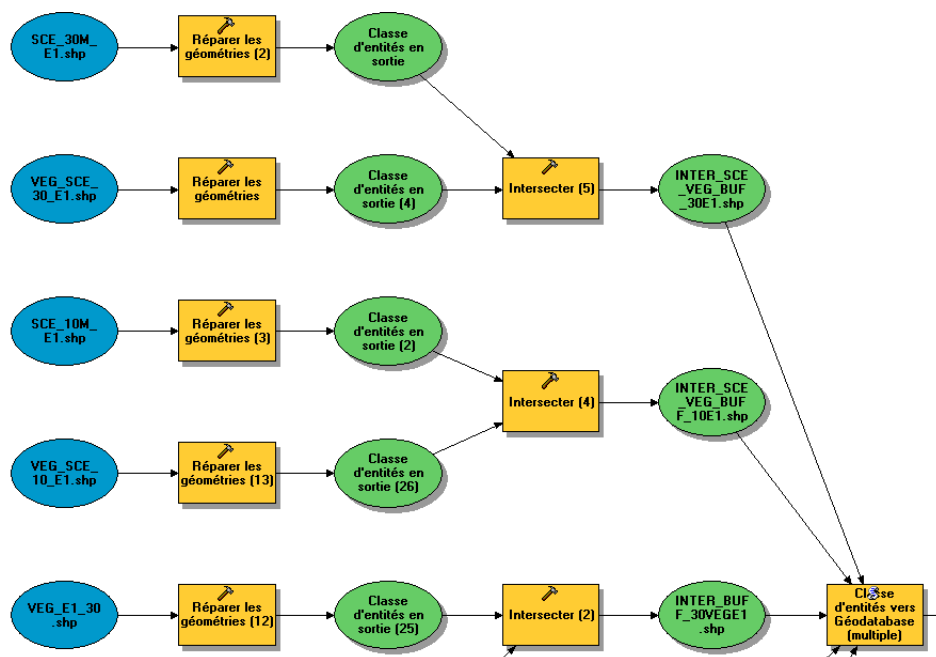
1. Réparation de toutes les géométries en entrée. Ce modèle hérite du traitement précédent qui fourni une série de buffer générés autour des surfaces en eau et des sélections d'objet de végétation. La production des buffers autour de tracé « fin » induit un certain nombre d'erreur géométrique comme des auto-intersections, il est donc nécessaire de réparer les géométries sinon l'intersection serait impossible à réaliser.



2. Intersection entre les couples suivants :

Buffer10M_secteur VEG_secteur_10	Buffer30M_secteur VEG_secteur_30	SCE_10 VEG_SCE_10_secteur	SCE_30 VEG_SCE_30_secteur
INTER_BUF10_VEG_secteur	INTER_BUF30_VEG_secteur	INTER_SCE_VEG_BUF_10_secteur	INTER_SCE_VEG_BUF_30_secteur

3. Transformation des résultats dans les données brutes au format géodatabase



Description du paramètre	Rideau arbre - ripisylve
Fiche 3/3	Calcul des taux
Données en entrées	
Buffer	Buffer30M – Buffer10M - SCE_10 – SCE_30 Les buffers SCE sont calculés autour des surfaces en eau
INTER_BUF10_VEG_secteur	Résultat du croisement entre la végétation et buffer 10 mètres.
INTER_BUF30_VEG_secteur	Résultat du croisement entre la végétation et buffer 30 mètres.
INTER_SCE_VEG_BUF10_secteur	Résultat du croisement entre la végétation et buffer 10 mètres autour des surfaces en eau.
INTER_SCE_VEG_BUF30_secteur	Résultat du croisement entre la végétation et buffer 30 mètres autour des surfaces en eau.
USRA_Secteur_V3	

Mode de calcul

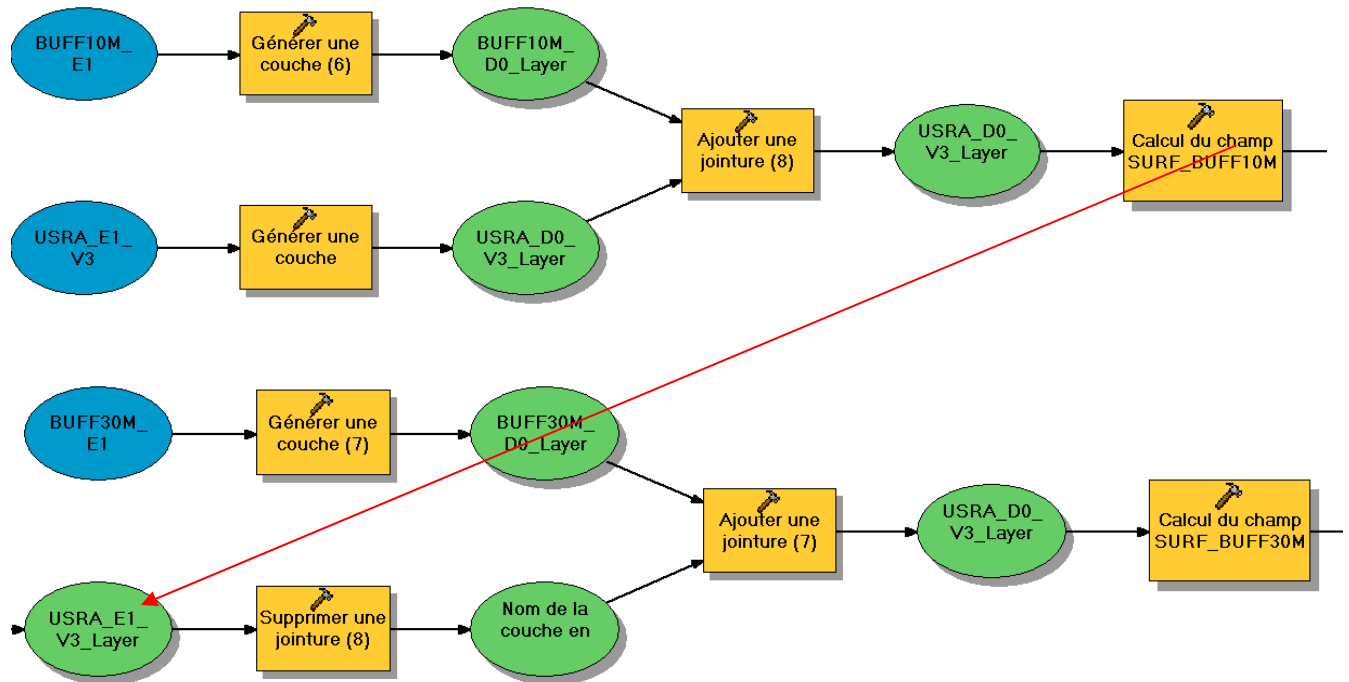
Le calcul de ces paramètres repose sur 4 buffers :

- 10 mètres et 30 mètres.
- 10 mètres et 30 mètres autour des surfaces en eau pour les tronçons en situation de surlargeur.

Afin de faciliter la gestion des traitements le module a été divisé en 3 parties :

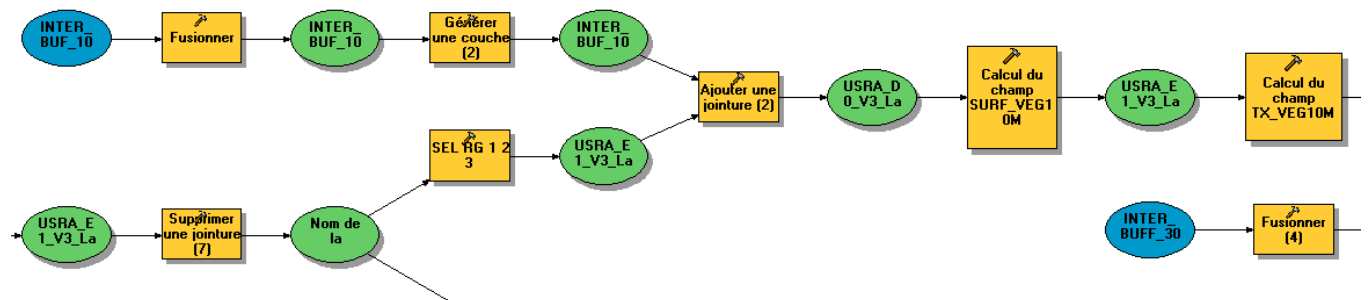
1. Préparation des buffers (préparation buffer végétation et sur ce)
2. Intersection avec la végétation (intersection buffer végétation)
3. Calcul des taux (calcul des taux de végétation)

1. Les premières étapes consistent à récupérer au sein de la couche USRA les surfaces des buffers 10 et 30 mètres. Pour cela on effectue une jointure entre la couche USRA et le buffer 10(30) et on calcule les champs appropriés.



Traitement de l'intersection entre le buffer 10M et la végétation

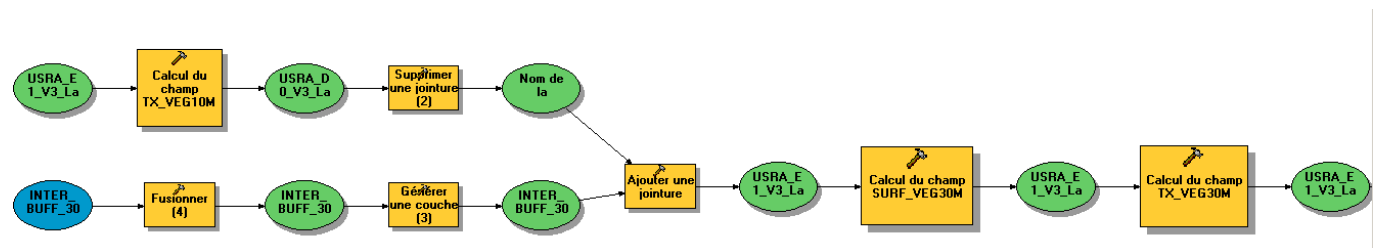
2. Les objets issus de l'intersection entre le buffer 10M et la végétation sont fusionnés (cela permettra d'obtenir la superficie totale)
3. Sélection à partir de la couche USRA des rangs 1,2 et 3
4. Jointure entre la sélection des tronçons USRA et le résultat de l'intersection
5. Calcul de la surface de végétation : $[INTER_BUF_10VEGE1FUS.Shape_Area]$
6. Calcul du taux de végétation : $([USRA_E1_V3.SURF_VEG10M] / ([USRA_E1_V3.SURF_BUFF10M] - [USRA_E1_V3.SURFCOURSEAU])) * 100$
7. Suppression de la jointure



Traitement de l'intersection entre le buffer 30M et la végétation

Les mêmes procédures sont appliquées

8. Les objets issus de l'intersection entre le buffer 10M et la végétation sont fusionnés (cela permettra d'obtenir la superficie totale)
9. La sélection à partir de la couche USRA des rangs 1,2 et 3 **est conservée**
10. Jointure entre la sélection des tronçons USRA et le résultat de l'intersection
11. Calcul de la surface de végétation : [INTER_BUF_30VEGE1FUS.Shape_Area]
12. Calcul du taux de végétation :
$$\left(\frac{[USRA_E1_V3.SURF_VEG30M]}{[USRA_E1_V3.SURF_BUFF30M] - [USRA_E1_V3.SURFCOURSEAU]} \right) * 100$$
13. Suppression de la jointure

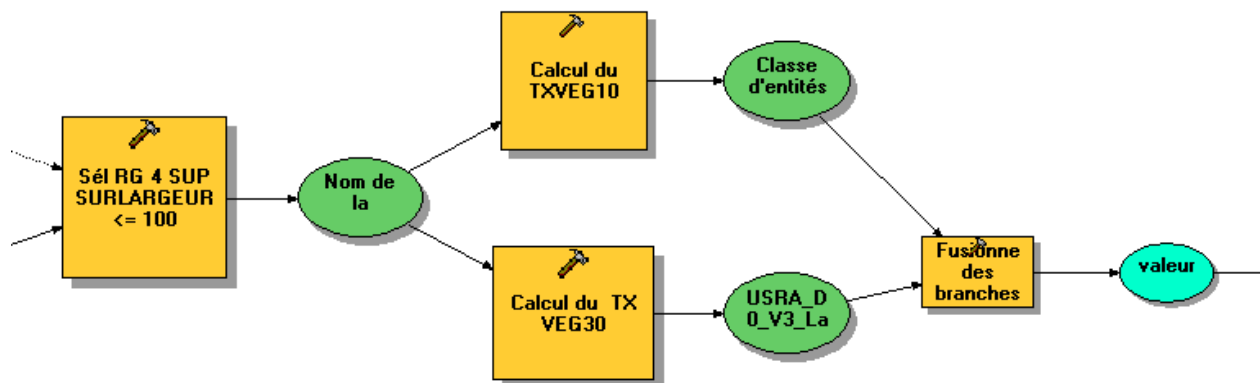


Traitement des cours d'eau de rangs supérieurs à 4 et qui ne sont pas en situation de surlargeur

14. Sélection des ces tronçons (nouvelle sélection)

("RANG" = '4' OR "RANG" = '5' OR "RANG" = '6' OR "RANG" = '7' OR "RANG" = '8') AND "TX_SURLARG" <= 100

15. Calcul des taux de végétation avec les mêmes formules



Traitement des cours d'eau de rangs supérieurs à 4 en situation de surlargeur

16. Nouvelle sélection pour isoler ces tronçons

("RANG" = '4' OR "RANG" = '5' OR "RANG" = '6' OR "RANG" = '7' OR "RANG" = '8') AND "TX_SURLARG" >100

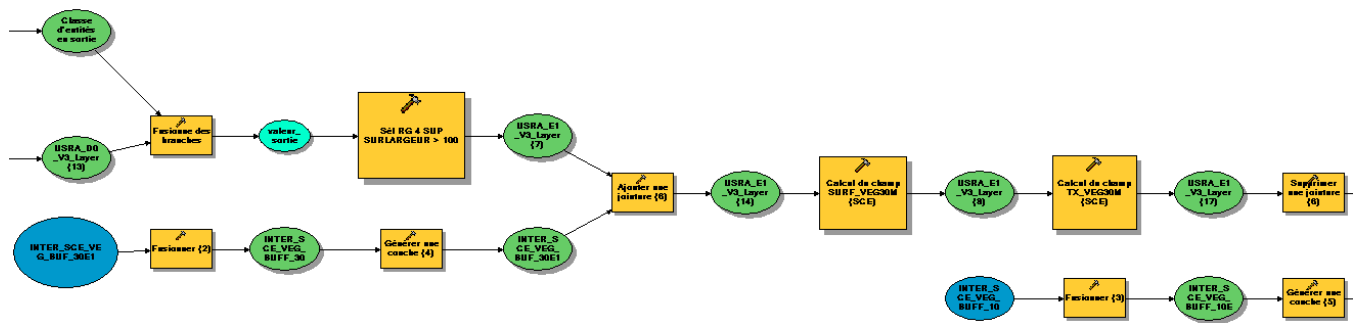
15. Fusion des objets végétation calculés à partir de l'intersection avec le buffer 30mètres autours des surfaces en eau

16. Jointure avec la couche USRA

17. Calcul de la surface de végétation 30 M :
[INTER_SCE_VEG_BUFF_30E1FUS.Shape_Area]

18. Calcul du taux de végétation 30 mètres : ([USRA_E1_V3.SURF_VEG30M] / ([USRA_E1_V3.SURF_BUFF30M] - [USRA_E1_V3.SURFCOURSEAU])) *100

19. Suppression de la jointure



Poursuite des calculs pour la zone de 10 mètres avec les mêmes étapes

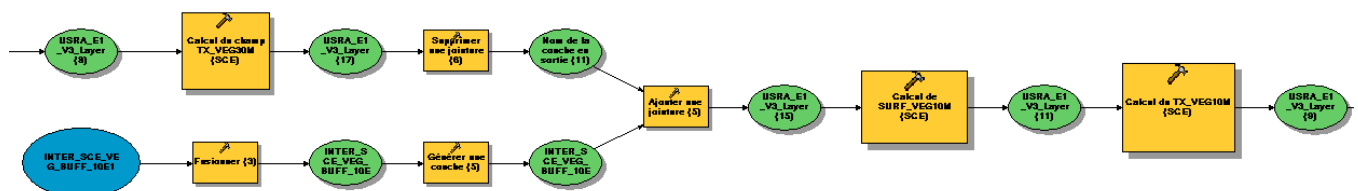
20. Fusion des objets végétation calculés à partir de l'intersection avec le buffer 30mètres autours des surfaces en eau

21. Jointure avec la couche USRA

22. Calcul de la surface de végétation 10 M :
[INTER_SCE_VEG_BUFF_10E1FUS.Shape_Area]

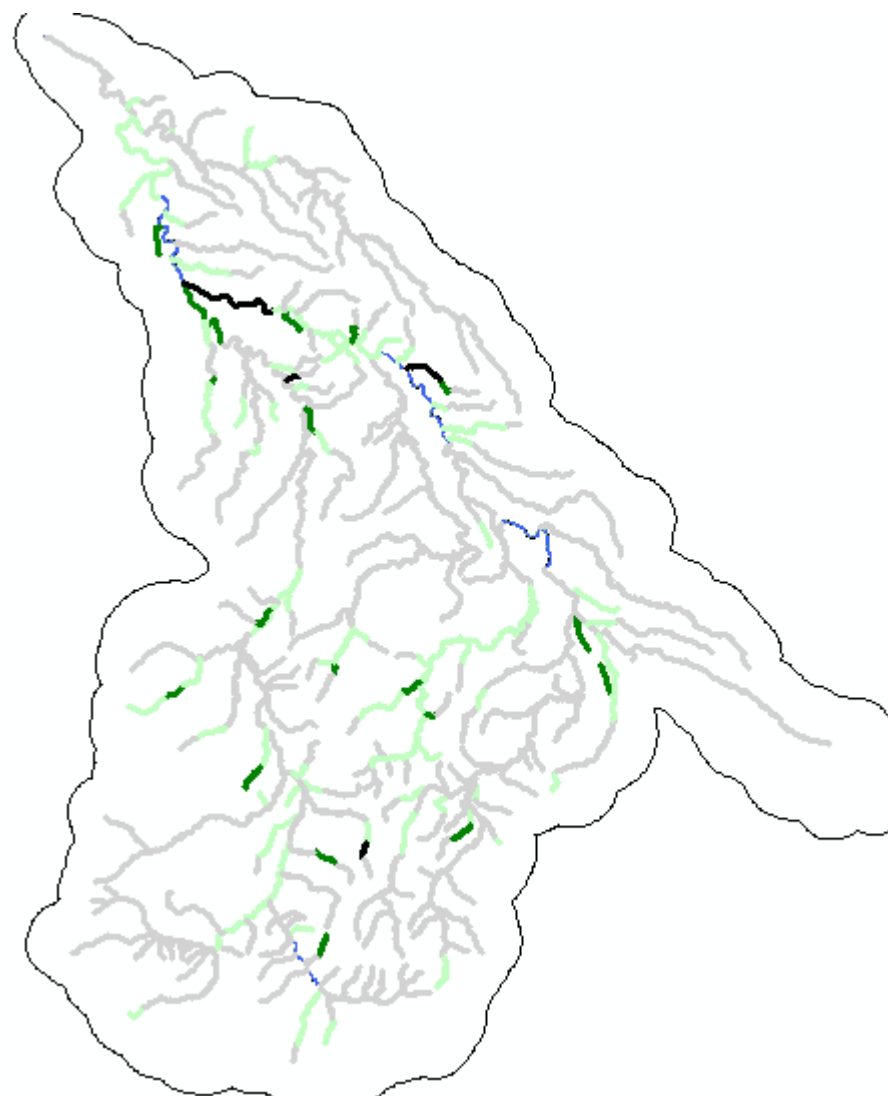
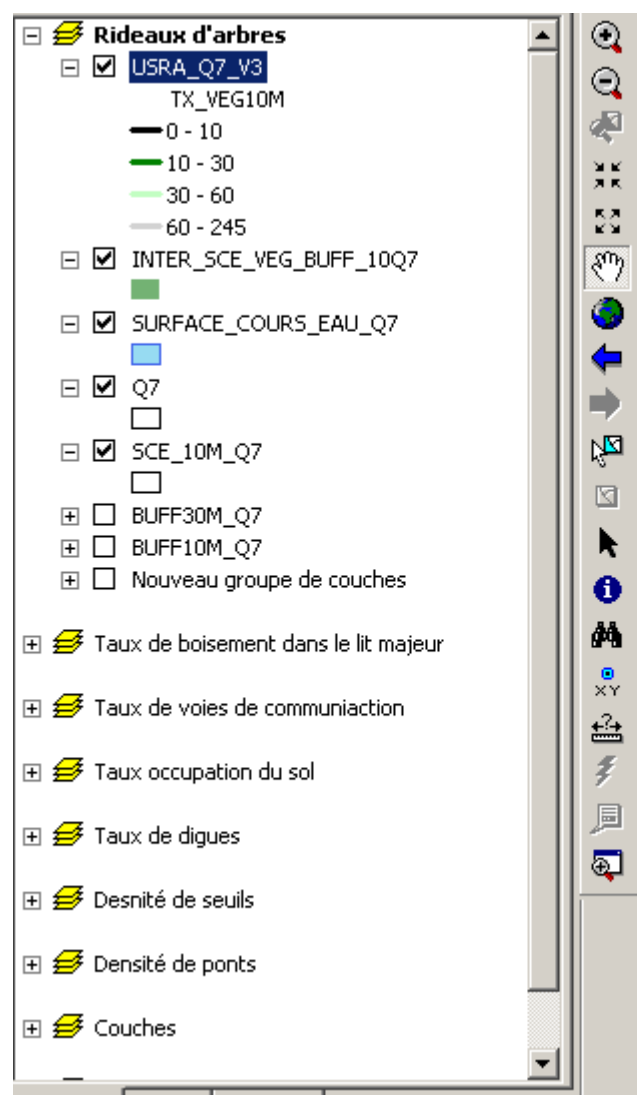
23. Calcul du taux de végétation 10 mètres : $([USRA_E1_V3.SURF_VEG10M] / ([USRA_E1_V3.SURF_BUFF10M] - [USRA_E1_V3.SURFCOURSEAU])) * 100$

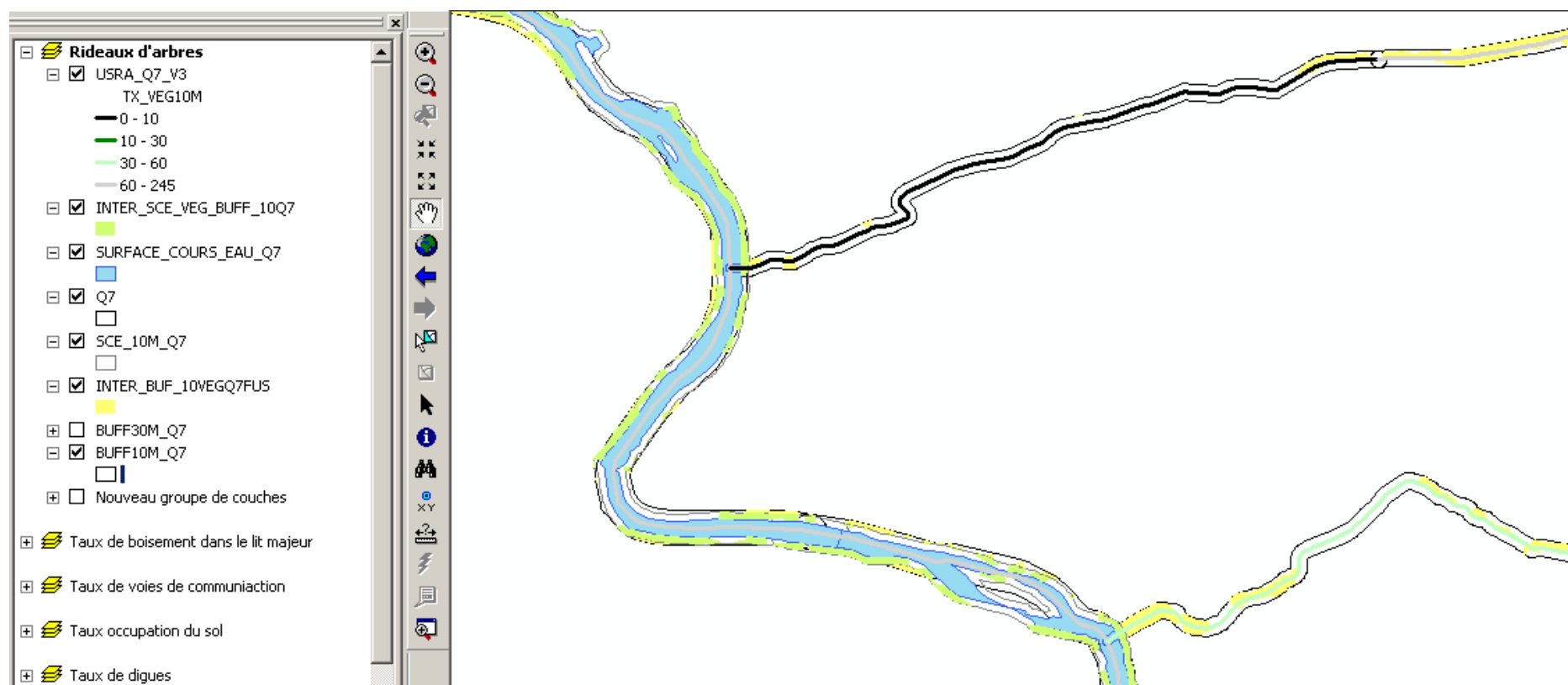
24. Suppression de la jointure



Commentaires

GINGER-STRATEGIS	Le taux de surlargeur doit être calculé avant de traiter ces paramètres.
------------------	--





10. UNITE SPATIALE D'INTEGRATION USI ET TAUX DE RECTITUDE

Description du paramètre	Unité Spatiale d'Intégration USI et Taux de rectitude
Données en entrées	
USRA_Secteur_V3	
Données résultats	
Couche USI_secteur_V3	

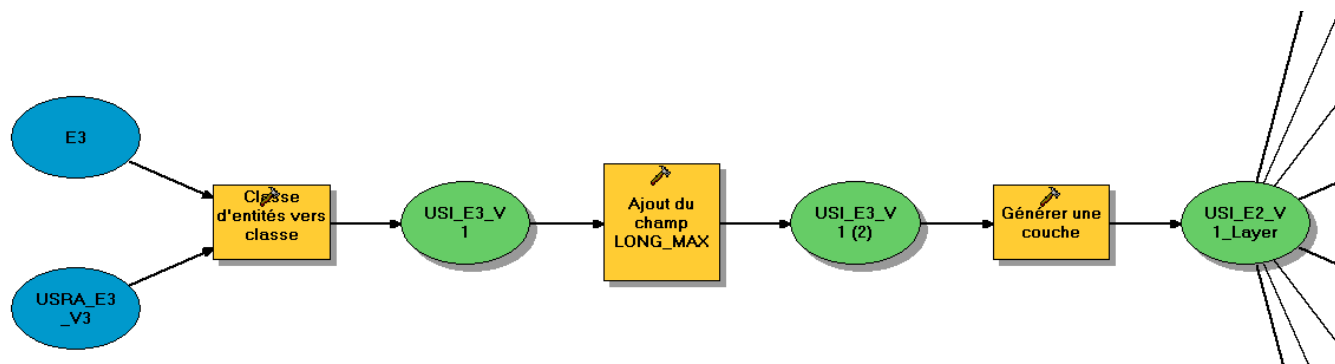
Les unités spatiales d'intégration sont une subdivision des USRA. Chaque USRA est divisée en part égale avec une taille maximale selon son rang de Strahler. Ces éléments vont permettre de calculer un indice de sinuosité qui sera ensuite reporté sur les USRA pour calculer le taux de rectitude.

Mode de calcul

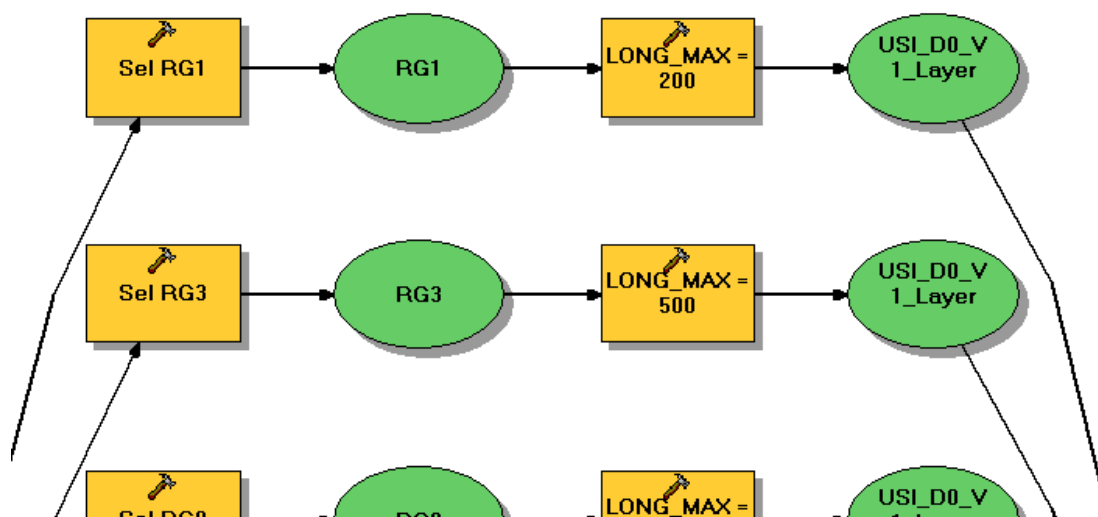
Le calcul des USI suit la méthode suivante :

- Transformation de la couche USRA en couche USI
- Affectation de la taille maximale en fonction du rang
- Génération d'une table externe avec les valeurs de PKdébut et de PKfin permettant d'effectuer le découpage en part égale via la segmentation dynamique.
- Calcul de l'indice de sinuosité
- Report de la moyenne des indices sur l'USRA
- Calcul du taux de rectitude.

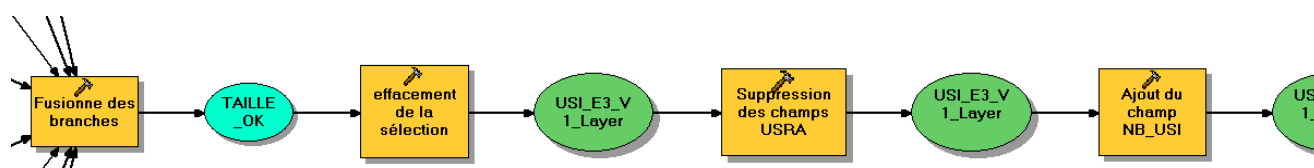
1. Transformation en classe d'entité de la couche USRA en USI_V1
2. Ajout du champ LONG MAX
3. Génération d'une couche pour permettre les sélections



4. Sélection du rang de Strahler = 1
5. Calcul de la longueur max
6. Sélection du rang de Strahler = n
7. Calcul de la longueur max



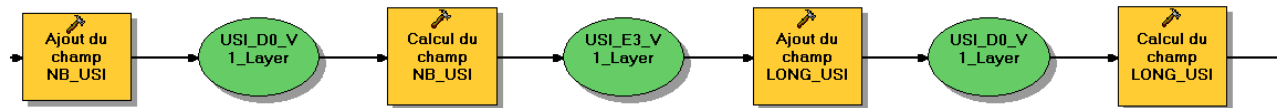
8. Elimination de la sélection
9. Suppression des champs inutiles (ceux liés à la gestion des USRA)
10. Ajout du champ NB_USI



11. Calcul du champ NB_USI : $\text{Abs} (\text{Int} ([\text{Shape_Length}] / (-1 * [\text{LONG_MAX}])))$

12. Ajout du champ LONG_USI

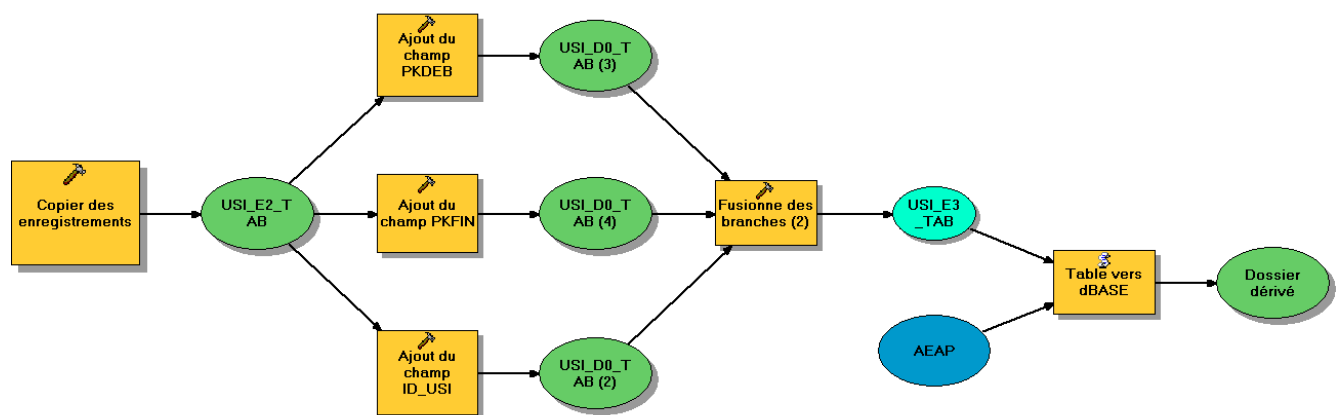
13. Calcul du champ LONG_USI : $[\text{Shape_Length}] / [\text{NB_USI}]$



14. Génération d'une table

15. Ajout des champs PKDEB, PKFIN et ID_USI

16. Conversion de la table précédemment créée au format DBF



Etape 2 : génération de la table permettant le découpage

A ce stade nous disposons d'une couche USI qui n'est que la doublure de la couche USRA et d'une table dbf qui contient les informations suivantes :

OID	RANG	ID_USRA	Longueur_U	LONG_MAX	NB_USI	LONG_USI	ID_USI	PKDEB	PKFIN
0	2	D0-5540-1	3293.56	300	11	299.415		0	0
1	2	D0-5539-2	2413.32	300	9	268.147		0	0
2	1	D0-5498-3	1865.76	200	10	186.576		0	0
3	1	D0-5498-4	1865.76	200	10	186.576		0	0
4	2	D0-5539-5	2413.32	300	9	268.147		0	0
5	1	D0-5498-6	1865.76	200	10	186.576		0	0
6	1	D0-5538-7	1403.33	200	8	175.416		0	0
7	1	D0-5538-8	1403.33	200	8	175.416		0	0

L'étape suivante consiste à incrémenter la table dbf en écrivant pour chaque USRA autant de lignes que de nombre d'USI et en remplissant les colonnes PKDEB et PKFIN.

ID_USRA	Longueur_U	LONG_MAX	NB_USI	LONG_USI	ID_USI	PKDEB	PKFIN
D0-5540-1	0	0	11	299.415		0	299.415
D0-5540-1	0	0	11	299.415		299.415	598.83
D0-5540-1	0	0	11	299.415		598.83	898.245
D0-5540-1	0	0	11	299.415		898.245	1197.66
D0-5540-1	0	0	11	299.415		1197.66	1497.08
D0-5540-1	0	0	11	299.415		1497.08	1796.49
D0-5540-1	0	0	11	299.415		1796.49	2095.91
D0-5540-1	0	0	11	299.415		2095.91	2395.32
D0-5540-1	0	0	11	299.415		2395.32	2694.74
D0-5540-1	0	0	11	299.415		2694.74	2994.15
D0-5540-1	0	0	11	299.415		2994.15	3293.57
D0-5539-2	0	0	9	268.147		0	268.147
D0-5539-2	0	0	9	268.147		268.147	536.294
D0-5539-2	0	0	9	268.147		536.294	804.441
D0-5539-2	0	0	9	268.147		804.441	1072.59
D0-5539-2	0	0	9	268.147		1072.59	1340.73

Cette opération se réalise avec un programme python : **BOUCLAGE.PY**

```
gp.Workspace = r"D:\\Laurent\\Etudes\\2009\\SYRAH\\SIG_SYRAH\\03_USRA\\AEAP"
```

```
cur = gp.SearchCursor("USI_E3_TAB.dbf")
```

```
row = cur.Next()
```

```
i = 0
```

```
while row <> None:
```

```
    j = row.GetValue("NB_USI")
```

```
    k = row.GetValue("LONG_USI")
```

```
    l = row.GetValue("ID_USRA")
```

```
    while i < j:
```

```
        cur2 = gp.InsertCursor("USI_E3_TAB.dbf")
```

```
        row2 = cur2.NewRow()
```

```
        row2.ID_USRA = l
```

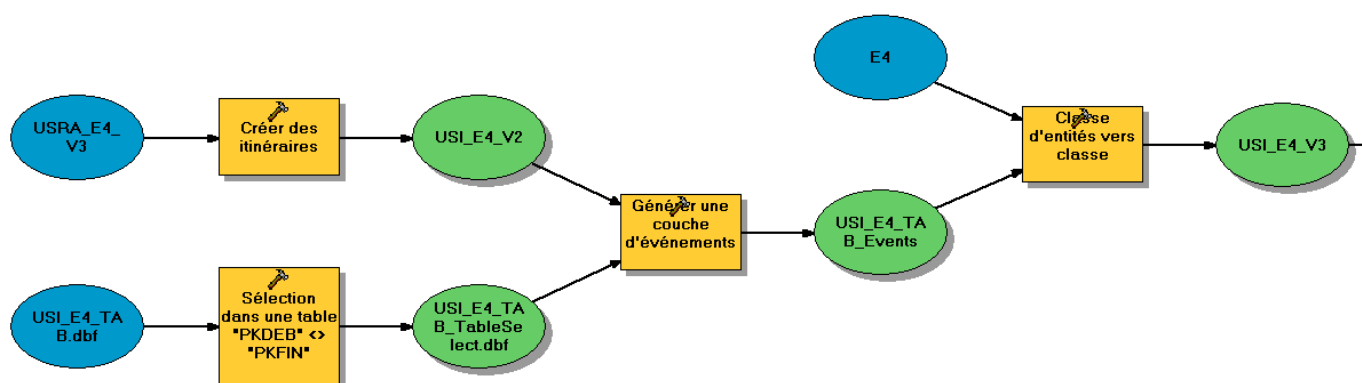
```
row2.NB_USI = j
row2.LONG_USI = k
row2.PKDEB = i*k
row2.PKFIN = (i+1)*k
cur2.InsertRow(row2)
i = i + 1
row = cur.Next()
i = 0
```

La création de cette table dbf est indispensable pour effectuer le découpage en segmentation dynamique des USI.

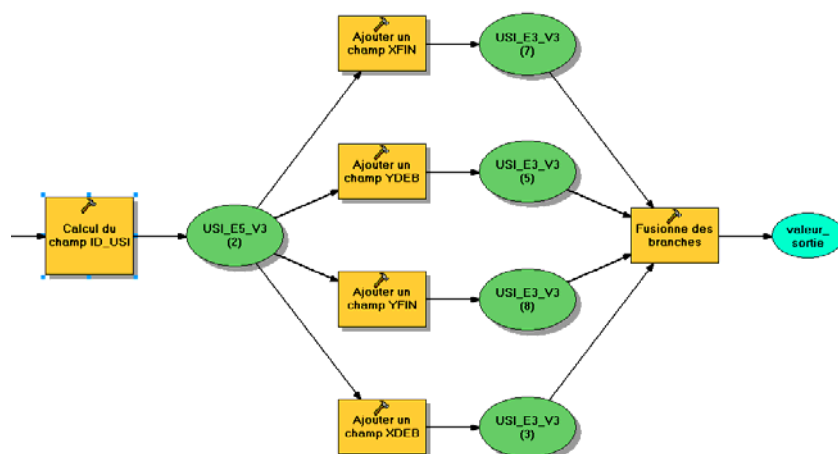
Etape 3 : SEGMENTATION DYNAMIQUE

Données en entrées	
USRA_Secteur_V3	
Table dbf avec les valeurs de PK	
Données résultats	
Couche USI_secteur_V3	

1. Création d'itinéraires à partir de la couche USRA_V3
2. Elimination dans la table dbf des valeurs de PKdébut et PKfin identiques (le début de la table avant l'incrémementation)
3. Création d'une couche d'évènements d'itinéraires de type ligne (le découpage en parts égales)
4. Transformation de la couche d'évènement en classe d'entité couche USI_V3



5. Réparation des géométries sur la couche USI_V3
6. Calcul du champ ID_USI : "USI" & [ID_USRA] & [OBJECTID]
7. Ajout des champs XDEB,XFIN,YDEB,YFIN (coordonnées de début et de fin de chaque polyligne)



Etape 4 : calcul des coordonnées XY

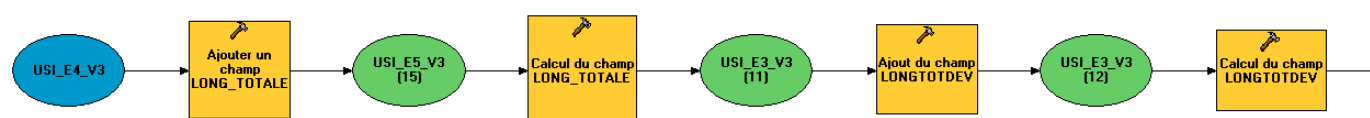
Les coordonnées des champs XDEB,XFIN,YDEB,YFIN ne peuvent pas s'effectuer grâce aux formules simples de calculatrice des valeurs de champs dans un programme python. Cela nécessite le développement d'un module complémentaire. Pour « gagner » du temps, ce calcul pourra être effectué par lot via ArcToolBox©.

Etape 5 : Calcul de l'indice de sinuosité

1. Ajout du champ LONG_TOTALE sur la couche USI_V4
2. Calcul du champ : LONG_TOTALE (longueur en ligne droite entre les points de début et de fin)

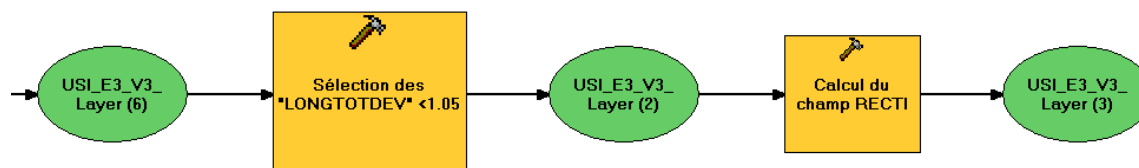
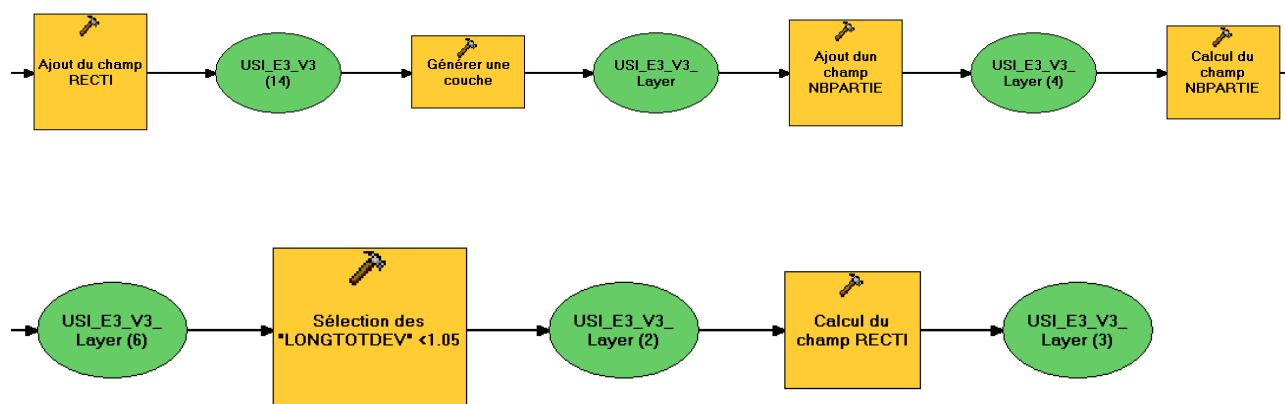
$$\text{Sqr}(((\text{[XFIN]} - \text{[XDEB]}) * (\text{[XFIN]} - \text{[XDEB]}) + ((\text{[YFIN]} - \text{[YDEB]}) * (\text{[YFIN]} - \text{[YDEB]})))$$

3. Ajout du champ LONGTOTDEV
4. Calcul du champ LONGTOTDEV (ratio entre la longueur réelle et la longueur totale)

$$\text{[Shape_Length]} / \text{[LONG_TOTALE]}$$


5. Ajout du champ recti (qui recevra la valeur 1 si le champ LONGTOTDEV < 1.05)
6. Génération d'une couche (pour permettre la sélection à venir)
7. Ajout du champ NBPARTIE

8. Calcul du champ NBPARTIE
9. Sélection des USI dont le champ LONGTOTDEV < 1.05
10. Calcul sur cette sélection du champ RECTI avec la valeur 1

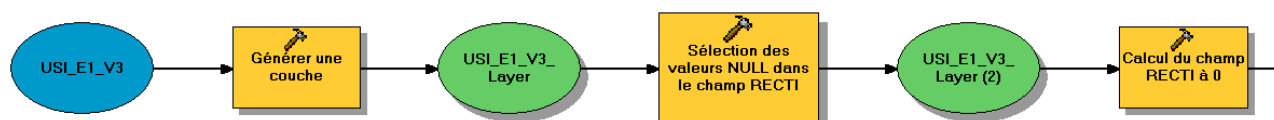


Etape 6 : Calcul du taux de rectitude

Données en entrées	
Couche USI_secteur_V3	
Données résultats	
USRA_Secteur_V3	

L'objectif de cette étape est de reporter le nombre moyen d'USI rectiligne au niveau des USRA

1. Génération d'une couche à partir de la couche USI
2. Sélection des valeurs NULL dans le champ RECTI
3. Remplacement par un 0



4. On vide la sélection
5. Ajout du champ CPTE
6. Calcul du champ CPTE : [ID_USRA] &"-" & [RECTI]



L'objectif est de connaître le nombre d'USI rectiligne par USRA, l'utilisation du champ CPTÉ (concaténation entre l'ID_UDSRA et la valeur RECTI) suivi du résumé statistique sur l'ID_USRA nous fournira cette information.

7. Résumé statistique

Résumés statistiques

Table en entrée
USI_E1_V3_Layer (6)

Table en sortie
D:\Laurent\Etudes\2009\SYRAH\SIG_SYRAH\03_USRA\AEAP\USRA_AEAP_REG_E.gdb\USI

Champ(s) statistique(s)

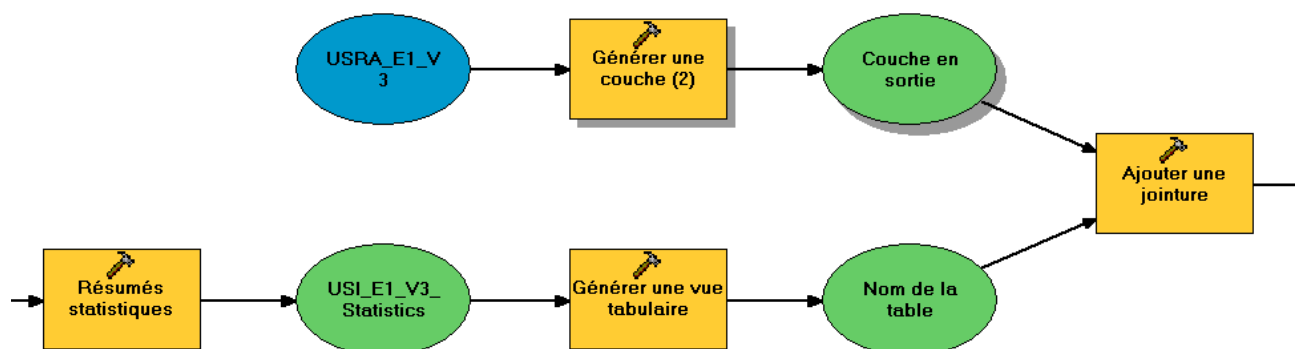
RECTI	SUM
NB_USI	FIRST

Champ de récapitulation (facultatif)

ID_USRA

OK Annuler Appliquer Afficher l'aide >>

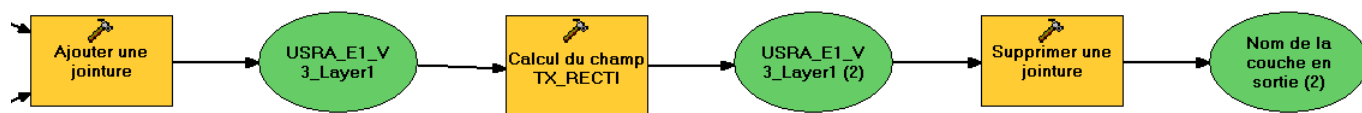
8. Génération d'une vue tabulaire sur le résultat statistique
9. Génération d'une couche sur la couche USRA
10. Jointure entre l'USRA et la vue tabulaire



11. Calcul du champ TX_RECTI :

$$\left(\frac{[USI_E1_V3_Statistics.SUM_RECTI]}{[USI_E1_V3_Statistics.FIRST_NB_USI]} \right) * 100$$

12. Suppression de la jointure



Commentaires

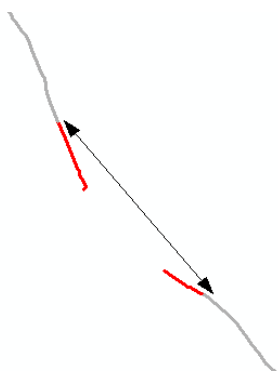
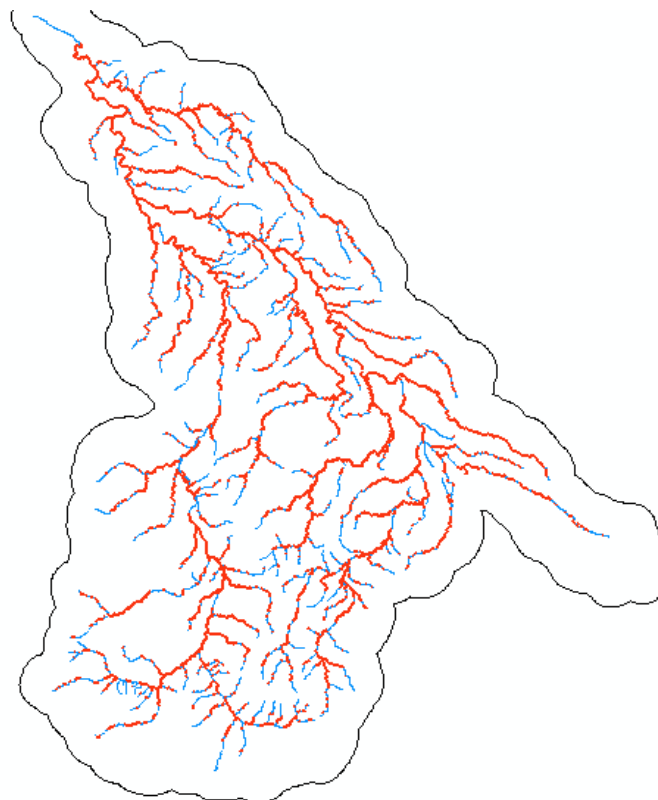
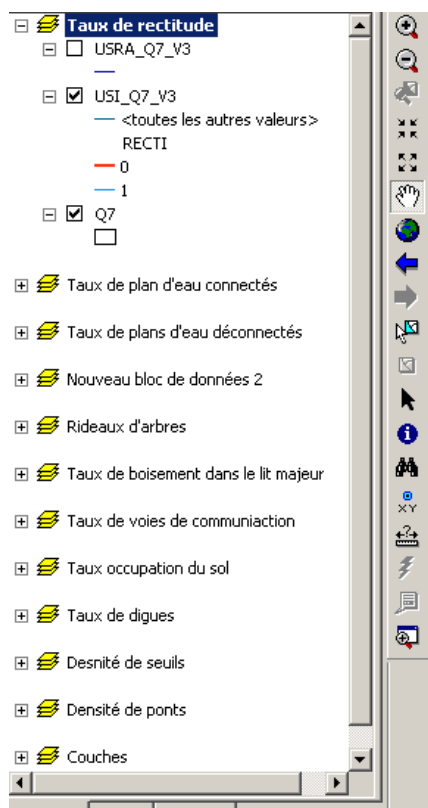
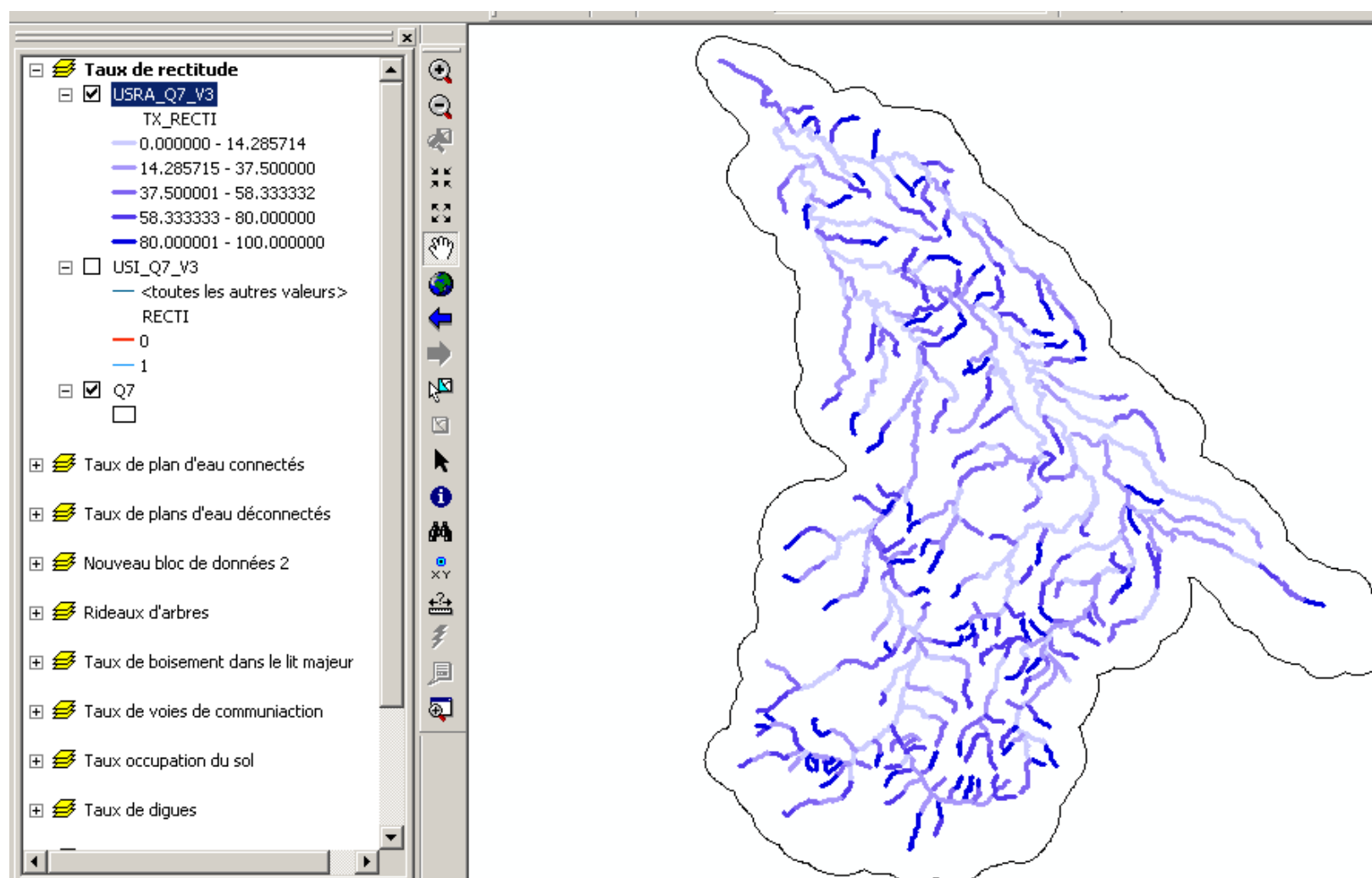
GINGER-STRATEGIS	<p>En effectuant le calcul du paramètre on se retrouve confronté au même problème par rapport à l'orientation de chaque objet qui fait qu'une fois le découpage effectué on peut se retrouver avec des incohérences sur la gestion réalisée par ArcGis®.</p> <p>L'image ci dessous illustre ce phénomène, les 2 tronçons rouges forment la même USI.</p> <p>Cependant même avec une bonne orientation et un découpage correct, le calcul de l'indicateur ne me parait pas pertinent quand nous sommes en présence d'objets multipartis, en effet la longueur développée prendra en compte « le vide » alors que la longueur totale ne considèrera que la longueur réelle de l'entité.</p> 
------------------	---

Illustration des USI rectilignes



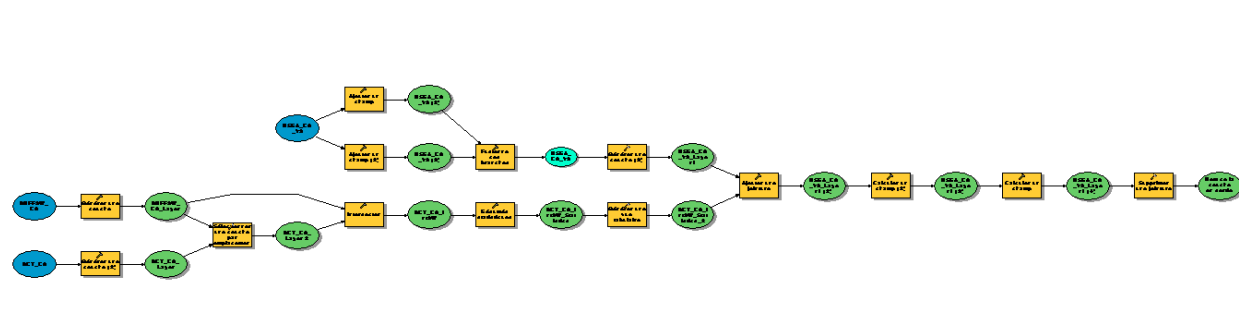
Traduction au niveau des USRA



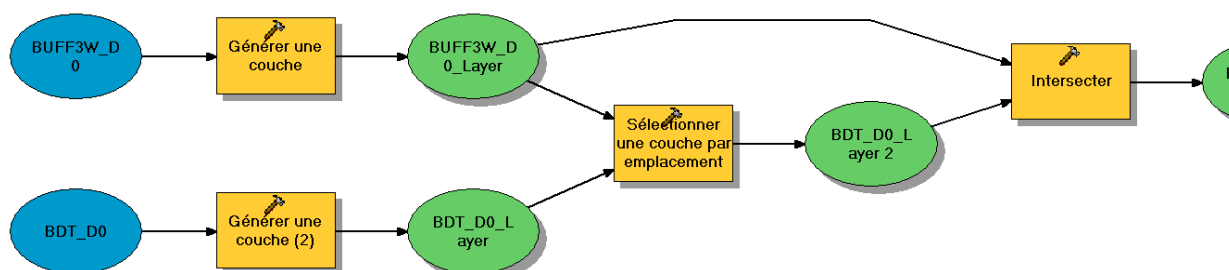
11. TAUX DE BIEFS

Description du paramètre	Taux de bief.
Formule de calcul	Longueur_bief/ (Longueur USRA)*100
Données en entrées	
Buffer	Buffer 3W
Réseau brut BDTopo®	
USRA_Secteur_V3	

Aperçu de l'outil

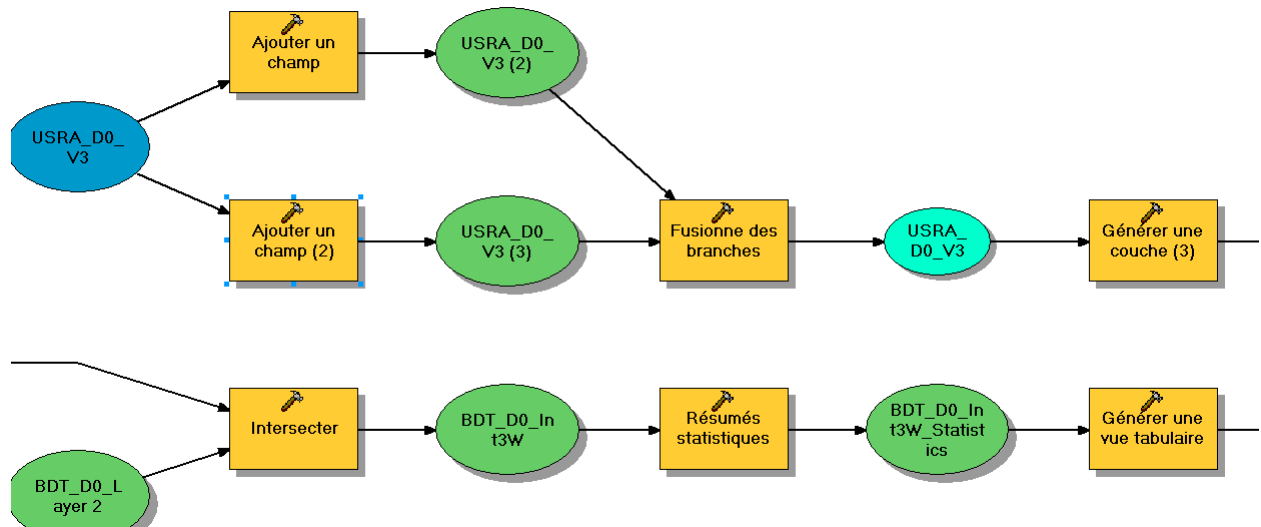


1. Sélection du linéaire BDTopo® qui intersecte le buffer3W
2. Intersection entre ce résultat et le buffer 3W

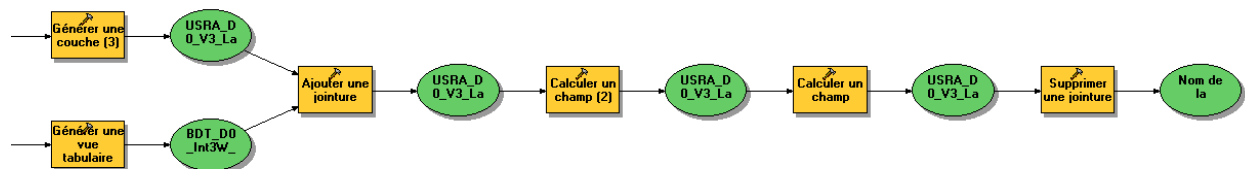


3. Ajout des champs LONG_BDTopo et TX_Bief dans la couche USRA

4. Résumé statistique sur le résultat de l'intersection par USRA (avec somme des longueurs).



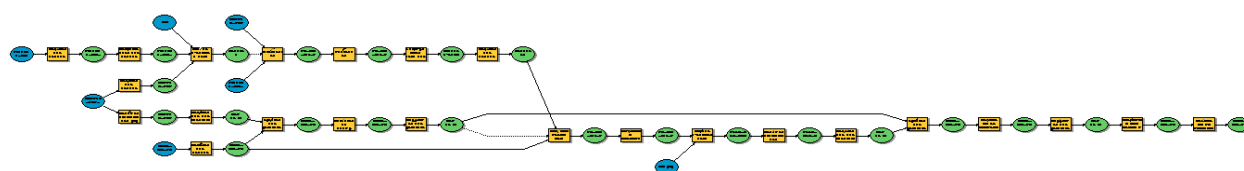
5. Jointure entre la couche USRA et la vue tabulaire issue du résumé statistique
6. Calcul des 2 champs dans la couche USRA



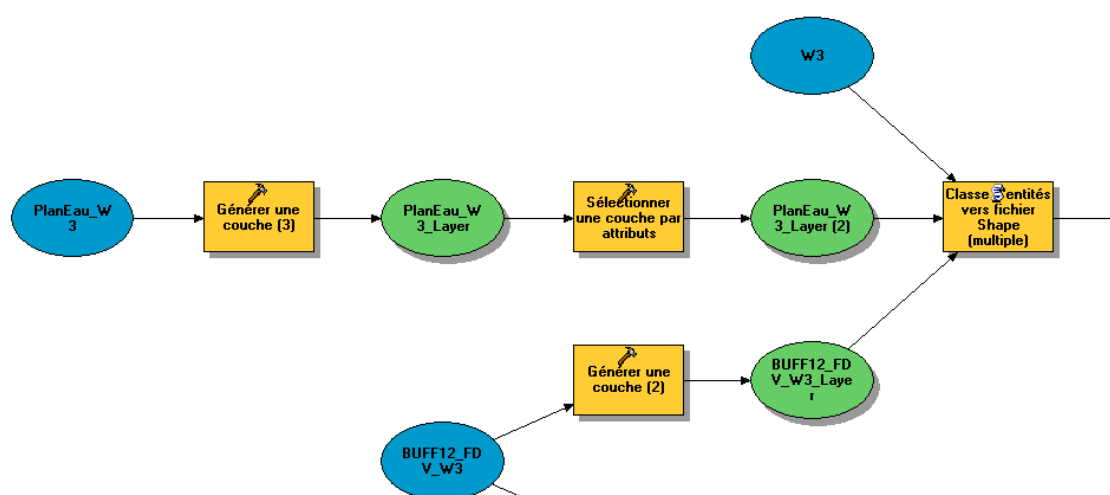
12. TAUX DE PLANS D'EAU DECONNECTES

Description du paramètre	Taux de plans d'eau déconnectés.
Formule de calcul	$\left(\frac{[SURF_PIGLITMAJ]}{([SURF_BUFF12WFDV] - [SURFCOURSEAU])} \right) * 100$
Données en entrées	
Surface en eau	USRA_Secteur_V3
Surface cours d'eau	Buffer12W_FDV

Aperçu de l'outil



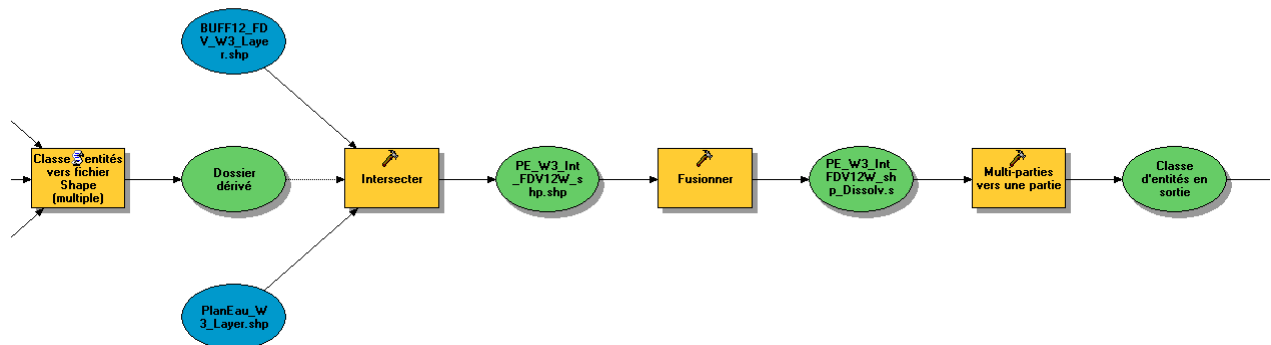
1. Sélection dans la couche des plans d'eau des surfaces en eau
2. Transformation au format shape des :
 - a. Surfaces en eau (plan_eau_layer)
 - b. Buffer12W_FDV (buff12_FDV_zone_layer)



3. Intersection entre le buffer et les plans d'eau

4. Fusion des objets résultats

5. Transformation de multipartis vers une partie

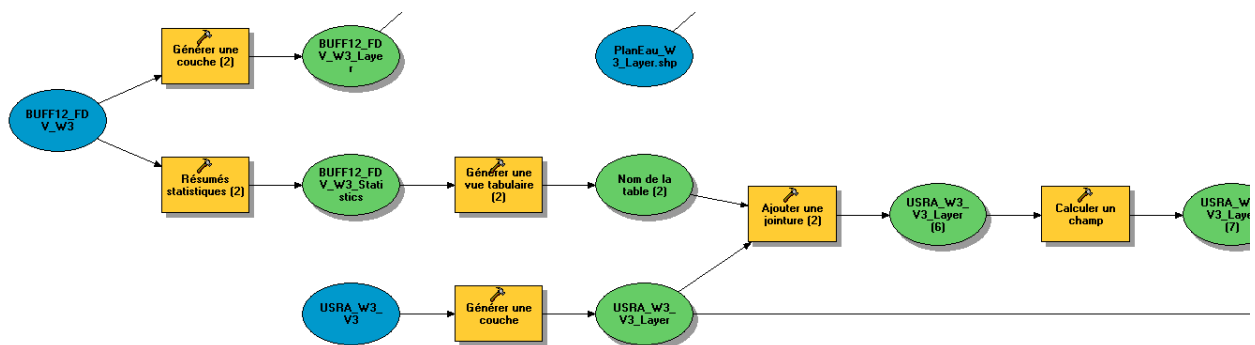


6. Résumé statistique sur le buffer12_FDV par USRA pour obtenir la superficie totale

7. Création d'une vue tabulaire de ce résultat

8. Jointure entre la vue et la couche USRA

9. Calcul de la superficie du buffer12W_FDV dans la couche USRA

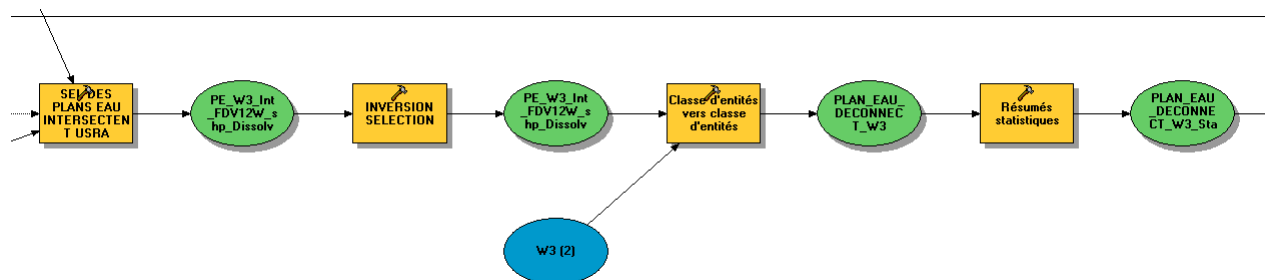


10. Sélection des plans d'eau qui intersectent l'USRA

11. Inversion de cette sélection

12. Transformation du résultat vers la classe d'entité PLAN_EAU_DECONNECT_secteur

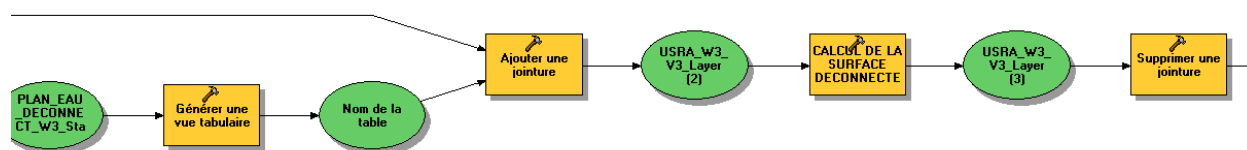
13. Résumé statistique par USRA sur cette couche avec cumul de la superficie



14. Création d'une vue tabulaire

15. Jointure avec la couche USRA

16. Calcul de la surface des plans d'eau déconnectés

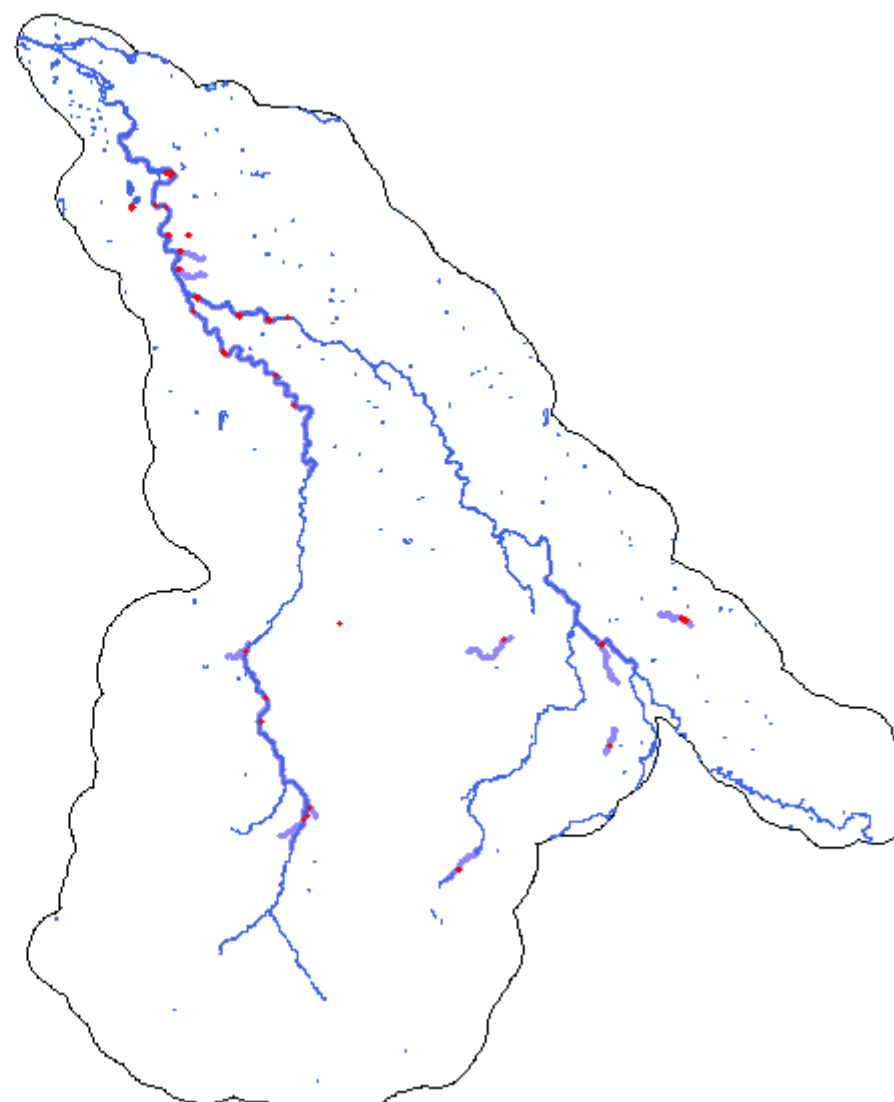
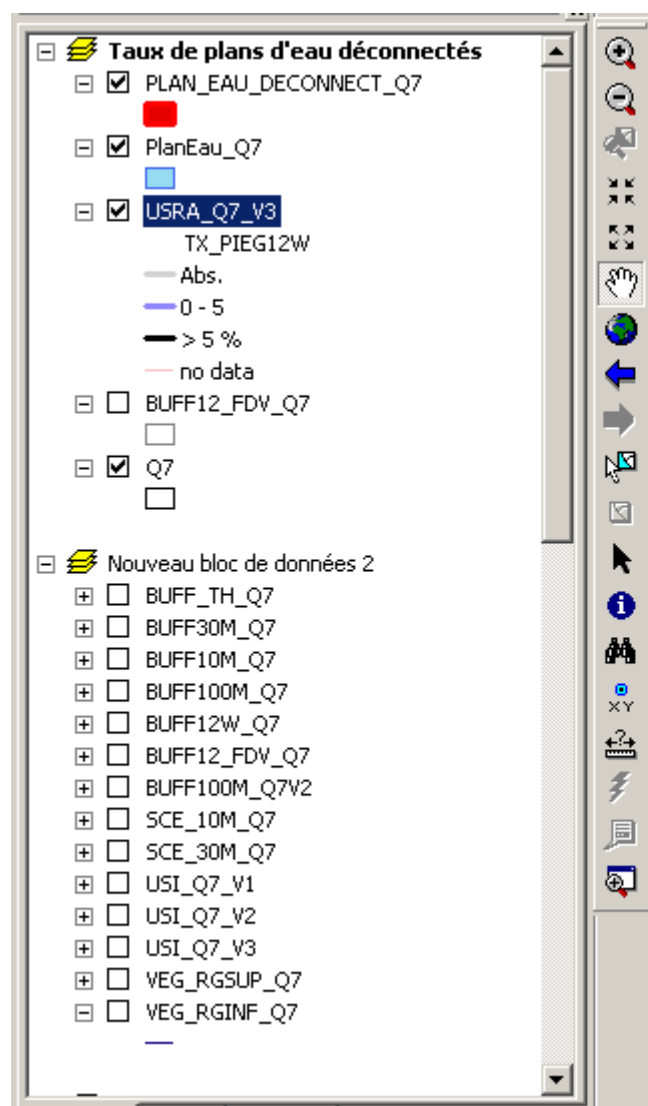


17. Suppression de la jointure

18. Sélection des cours d'eau dont le rang > 1

19. Calcul du taux



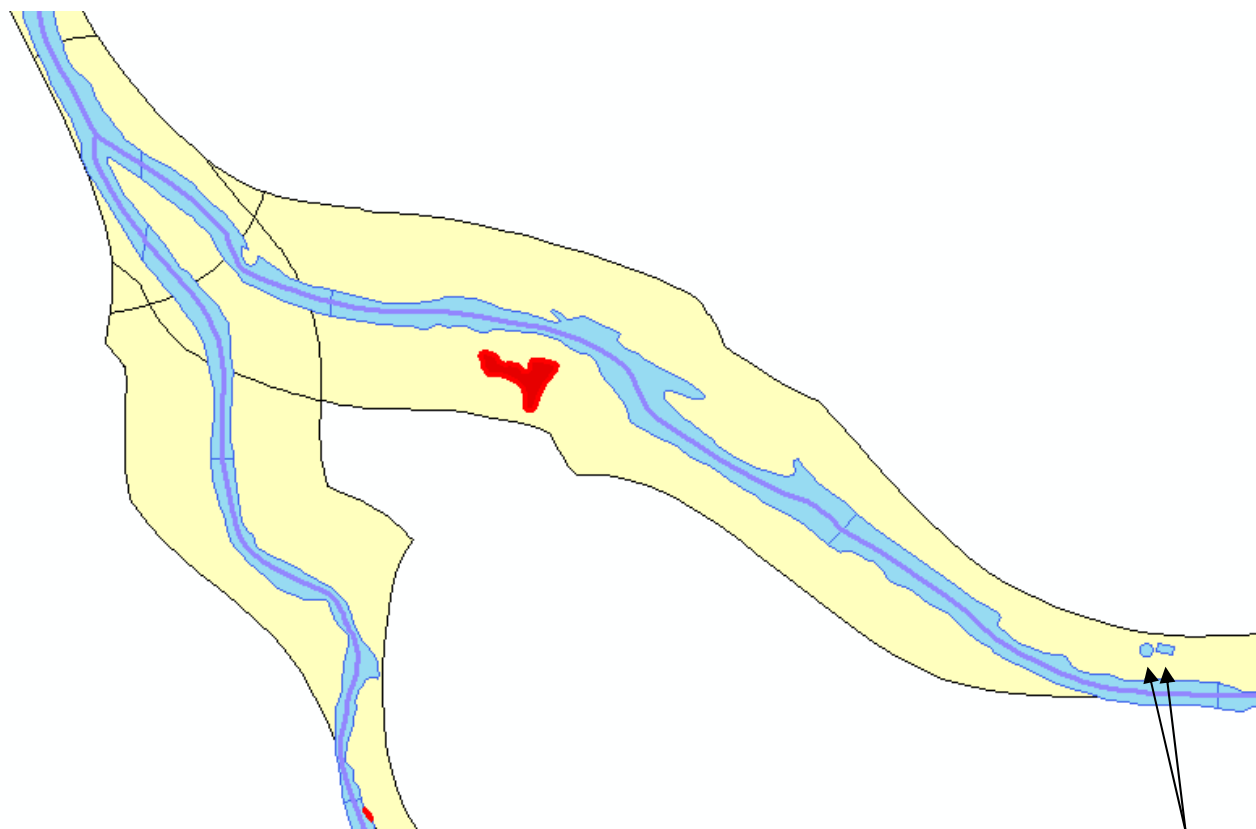


Taux de plans d'eau déconnectés

- ☒ PLAN_EAU_DECONNECT_Q7
- ☒ USRA_Q7_V3
 - TX_PIEG12W
 - Abs.
 - 0 - 5
 - > 5 %
 - no data
- ☒ PlanEau_Q7
- ☒ BUFF12_FDV_Q7
- ☒ Q7

Nouveau bloc de données 2

- ☐ BUFF_TH_Q7
- ☐ BUFF30M_Q7
- ☐ BUFF10M_Q7
- ☐ BUFF100M_Q7
- ☐ BUFF12W_Q7
- ☐ BUFF12_FDV_Q7
- ☐ BUFF100M_Q7V2
- ☐ SCE_10M_Q7
- ☐ SCE_30M_Q7
- ☐ USI_Q7_V1
- ☐ USI_Q7_V2
- ☐ USI_Q7_V3
- ☐ VEG_RGSUP_Q7
- ☐ VEG_RGINF_Q7

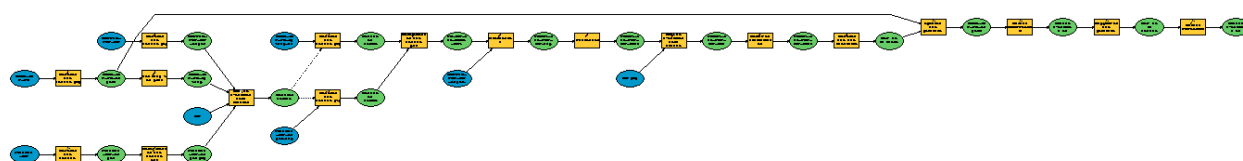


Bassins

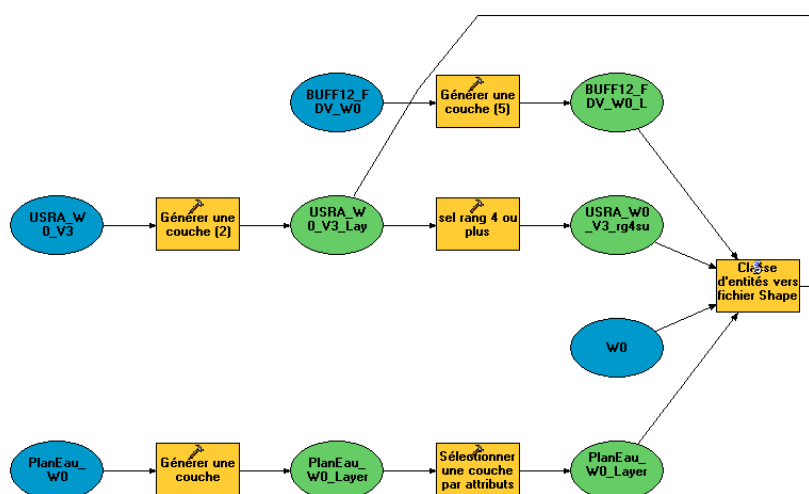
13. TAUX DE PLANS D'EAU CONNECTES

Description du paramètre	Taux de plans d'eau connectés.
Formule de calcul	$\frac{([SURF_PLANDO] - [SURF_THEO])}{([SURF_BUFF12WFDV] - [SURF_THEO])} * 100$
Données en entrées	
Surface en eau	USRA_Secteur_V3
Surface cours d'eau	Buffer12W_FDV

Aperçu de l'outil



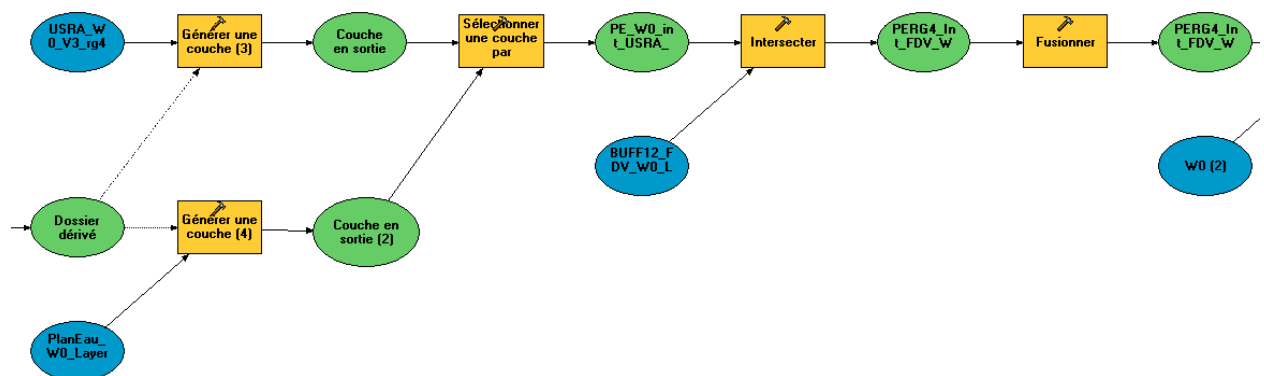
1. Sélection dans la couche des plans d'eau des surfaces en eau
2. Sélection des USRA de rang < 4
3. Transformation au format shape des :
 - a. Surfaces en eau (plan_eau_layer)
 - b. Buffer12W_FDV (buff12_FDV_zone_layer)
 - c. USRA sélectionnées (usra_secteur_v3rg4sup)



4. Sélection des plans d'eau qui intersectent la sélection d'USRA

5. Intersection de ce résultat avec le buffer12_FDV

6. Fusion des objets résultats par USRA (pour la gestion des méandres)



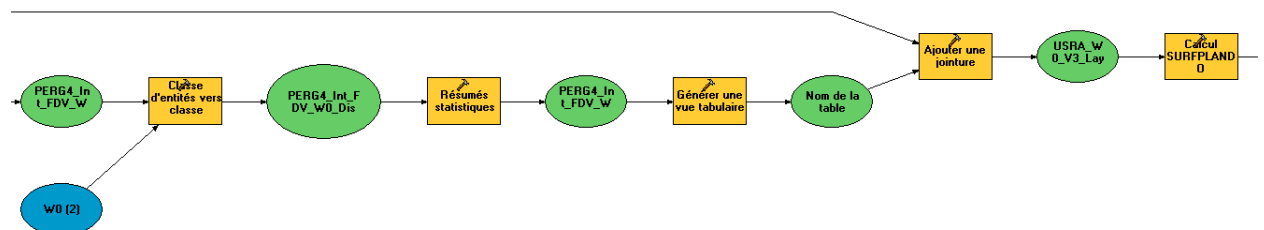
7. Transformation de cet élément en classe d'entité *PERG4_Int_FDV_secteur_Dis*

8. Résumé statistique par USRA (avec cumul des superficies)

9. Création d'une vue tabulaire

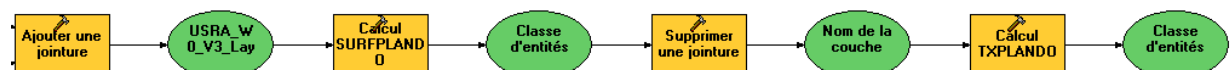
10. Jointure avec la couche USRA

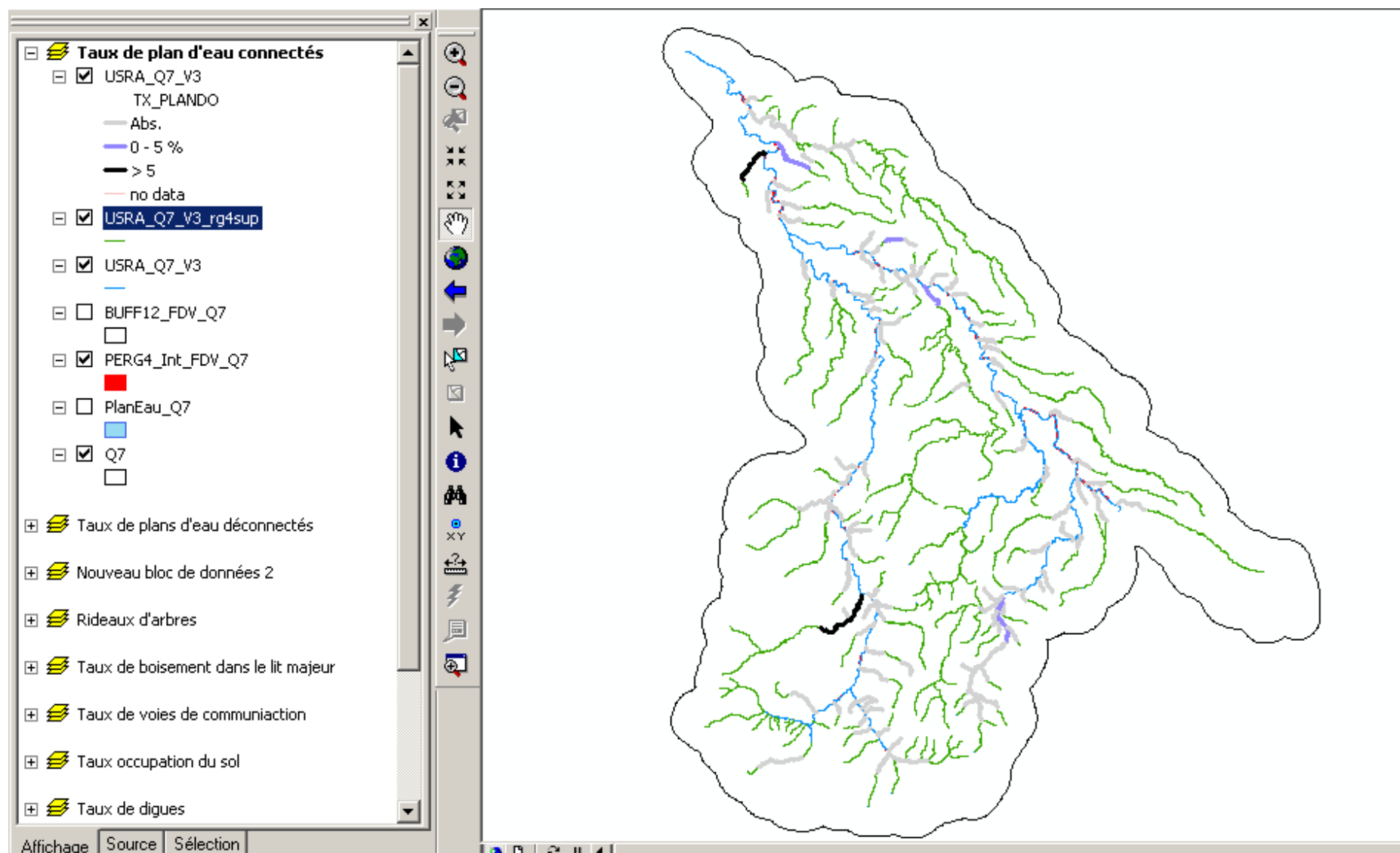
11. Calcul du la surface plan d'eau

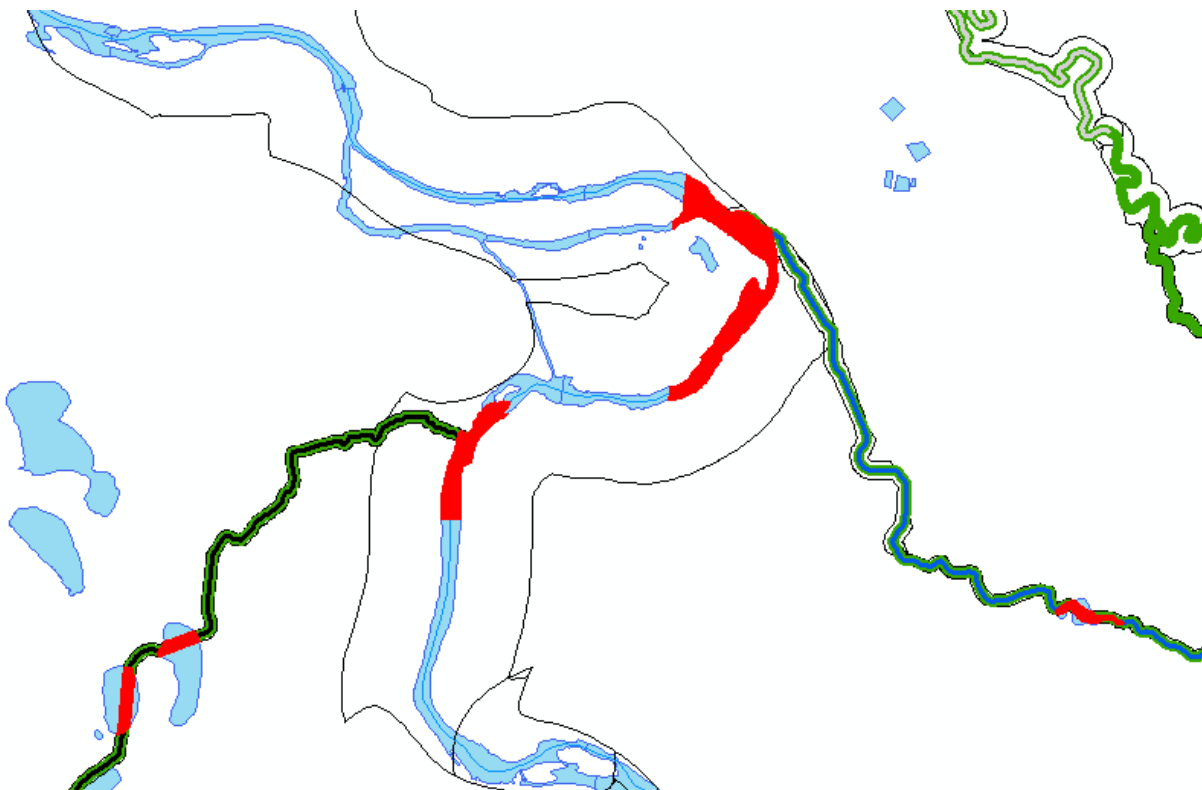
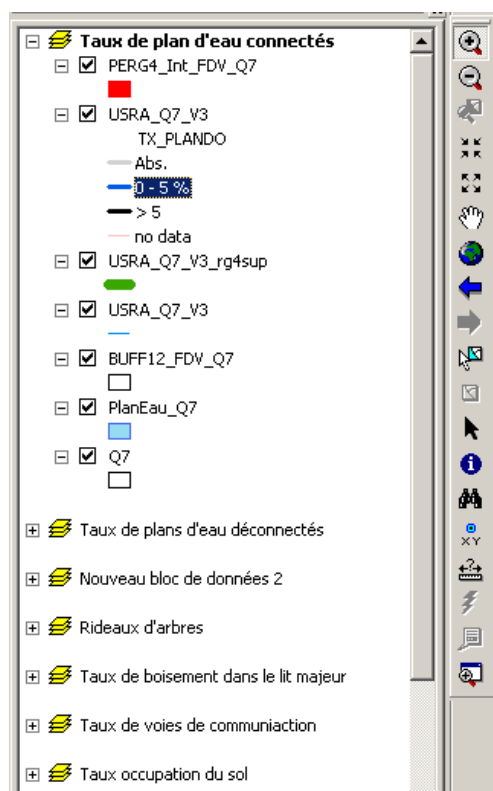


12. Suppression de la jointure

13. Calcul du taux







LES OUTILS

1. PRESENTATION

Tous les outils développés dans l'environnement ESRI sont livrés avec les données. Ils se présentent sous 3 formes :

- ⇒ 1 programme VBA
- ⇒ Une boîte à outils ArcToolBox©
- ⇒ Des scripts python

L'ordre d'exécution des outils est important car les résultats fournis par certains sont utilisés par d'autres.

Mis à part le programme de découpage élaboré en VBA, la plupart des outils ont été conçus en Model Builder avant d'être exporté en python pour faciliter le traitement en lot.

2. PRECAUTION D'UTILISATION

Pour refaire les calculs de paramètres, il convient de vérifier plusieurs éléments :

- ⇒ L'existence de couches ou tables lorsque l'outil a déjà été exécuté (ce qui est le cas au moment de la livraison) est une source de problèmes car dans le format géodatabase on n'écrase pas une couche lorsqu'une exécution fournit une classe d'entité existante.
- ⇒ **L'arborescence du dossier maître "SIG_SYRAH" doit être impérativement respectée.**

Ce dossier peut par contre être copié à n'importe quel endroit mais la modification de répertoire ou de nom de fichier bloquerait complètement l'exécution de tous les outils.

Ordre d'exécution

Il est nécessaire de ré-exécuter les outils permettant le calcul des surfaces en eau puis les 2 outils qui permettent de calculer la surface du buffer théorique et la surface du buffer_12W_FDV.

Pour le calcul des digues, il est préférable de lancer d'abord le calcul en lit majeur puis celui sur le lit mineur.

3. PRESENTATION DE L'EXECUTION EN PYTHON

Les outils sont stockés dans des répertoires correspondant au type de traitement où vous trouverez systématiquement 3 fichiers.

- ⇒ L'outil python au format .py
- ⇒ L'exécutable au format .bat
- ⇒ Un fichier Excel permettant d'alimenter les paramètres.

3.1. CONTENU DES SCRIPTS

Les scripts se présentent ainsi

```
# -----
# diglitmin.py
# Created on: mar. mai 11 2010 05:12:06
# (generated by ArcGIS/ModelBuilder)
# -----

# Import system modules
import sys, string, os, time, arcgisscripting

# Create the Geoprocessor object
gp = arcgisscripting.create()

# Load required toolboxes...
gp.AddToolbox("C:/Program Files/ArcGIS/ArcToolbox/Toolboxes/Data Management Tools.tbx")
gp.AddToolbox("C:/Program Files/ArcGIS/ArcToolbox/Toolboxes/Analysis Tools.tbx")

# Recuperation des parametres
agence = sys.argv[1]
region = sys.argv[2]
secteur = sys.argv[3]

file_log = open('diglitmin_' + agence + '_' + region + '_' + secteur + '.log','w')

file_log.write( "|||||| - Debut : " + secteur + " : " + time.strftime("%H:%M:%S", time.localtime()) + '\n')
file_log.write( "|||||| - Step0 : Initialisation des variables\n")

# Local variables...
chemin = "D:\\Laurent\\Etudes\\2009\\SYRAH\\SIG_SYRAH\\"

DIG_zone_Inters_B_3W = chemin + "05_TEMPORAIRE\\" + agence + ".gdb\\" + secteur + "\\DIG_" + secteur + "_Inters_B_3W"
DIG_zone_IN_B_3W_FUS__4_ = chemin + "05_TEMPORAIRE\\" + agence + ".gdb\\" + secteur + "\\DIG_" + secteur + "_IN_B_3W_FUS"
```

La première ligne contient les modules d'importation. Par rapport à l'export depuis Model Builder nous avons ajouté la commande time permettant dans les fichiers log d'obtenir les informations sur la durée des processus.

```
# Import system modules
import sys, string, os, time, arcgisscripting

# Create the Geoprocessor object
gp = arcgisscripting.create()
```

La seconde partie définit les toolbox utilisées et surtout la définition des paramètres d'entrée des scripts. Nous en avons généré 3 en liaison avec le système de rangement de données.

- ⇒ Le code agence
- ⇒ Le code région
- ⇒ Le code secteur

```
# Load required toolboxes...
gp.AddToolbox("C:/Program Files/ArcGIS/ArcToolbox/Toolboxes/Data Management Tools.tbx")
gp.AddToolbox("C:/Program Files/ArcGIS/ArcToolbox/Toolboxes/Analysis Tools.tbx")

# Recuperation des parametres
agence = sys.argv[1]
region = sys.argv[2]
secteur = sys.argv[3]
```

- ⇒ Ces arguments seront lus dans le fichier bat et ils sont préparés dans le fichier Excel.

La suite est consacrée à la définition des variables puis à la succession des commandes. Pour pouvoir reproduire les scripts, il suffira de modifier le chemin d'accès aux données pour qu'il corresponde à votre arborescence.

```
# Local variables...
chemin = "D:\\Laurent\\Etudes\\2009\\SYRAH\\SIG_SYRAH\\"

DIG_zone_Inters_B_3W = chemin + "05_TEMPORAIRE\\" + agence + ".gdb\\"
DIG zone IN B 3W FUS 4 = chemin + "05_TEMPORAIRE\\" + agence + ".gdb"
```

3.2. UTILISATION DU FICHIER EXCEL

Ce fichier permet de générer les lignes d'arguments qui seront exécutées dans le fichier bat.

H1 fx =CONCATENER(\$A\$1,"";\$B\$1,"";\$C\$1,"";\$D\$1;\$E\$1,"";\$E\$1;F1)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	C:\Python25\python.exe	diglitmin.py	AELB	REG_	L		0	C:\Python25\python.exe diglitmin.py AELB	REG_L L0		
2							1	C:\Python25\python.exe diglitmin.py AELB	REG_L L1		
3							2	C:\Python25\python.exe diglitmin.py AELB	REG_L L2		
4							3	C:\Python25\python.exe diglitmin.py AELB	REG_L L3		
5							4	C:\Python25\python.exe diglitmin.py AELB	REG_L L4		
6							5	C:\Python25\python.exe diglitmin.py AELB	REG_L L5		
7							6	C:\Python25\python.exe diglitmin.py AELB	REG_L L6		
8							7	C:\Python25\python.exe diglitmin.py AELB	REG_L L7		
9							8	C:\Python25\python.exe diglitmin.py AELB	REG_L L8		
10							9	C:\Python25\python.exe diglitmin.py AELB	REG_L L9		
11					M		0	C:\Python25\python.exe diglitmin.py AELB	REG_M M0		
12							1	C:\Python25\python.exe diglitmin.py AELB	REG_M M1		
13							2	C:\Python25\python.exe diglitmin.py AELB	REG_M M2		
14							3	C:\Python25\python.exe diglitmin.py AELB	REG_M M3		

Dans la 1^{ère} colonne figure la ligne de commande python

C:\Python25\python.exe

La 2^{nde} contient le nom du programme pyhton

Diglitmin.py dans l'exemple

La 3^{ième} contient le code de l'agence

La 4^{ième} et la 5^{ième} contiennent le code la région

La 6^{ième} contient le numéro du secteur

La 7^{ième} est la concaténation automatique de tous ces éléments

=CONCATENER(\$A\$1;" ";\$B\$1;" ";\$C\$1;" ";\$D\$1;\$E\$1;" ";\$E\$1;F1)						
B	C	D	E	F	G	H
.py	AELB	REG	L	0		C:\Python25\pytho

Concrètement, l'utilisateur doit renseigner le nom du fichier avant de copier les lignes de la colonne H sur les secteurs qu'il souhaite calculer.

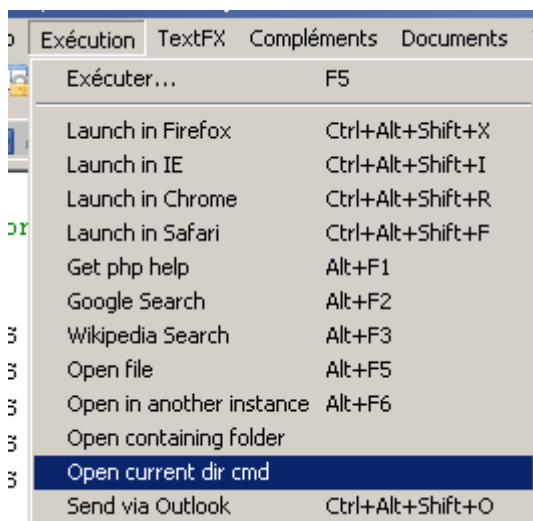
Un autre fichier Excel est présent avec le suffixe MS (multisecteur).

3.3. LE FICHIER BAT

Il reçoit le contenu des lignes copiées dans le fichier Excel.

```
*D:\Laurent\Etudes\2009\SYRAH\SIG_SYRAH\Outils\Scripts\batch\bufth\bufth.bat - Notepad++
Fichier Edition Recherche Affichage Encodage Langage Paramétrage Macro Exécution TextFX Compléments Document
SURFACE EN EAU COMPLET E1.py TxBoisement.bat Plan_eau.py connecte.py surface_eau_complet2.py
1 @echo off
2 REM JP Strategis Lancement de traitements Python par lot
3 echo "debut Traitement par lot"
4 echo "debut Traitement "
5 C:\Python25\python.exe bufth.py AELB REG_L LMS
6 C:\Python25\python.exe bufth.py AELB REG_M MMS
7 C:\Python25\python.exe bufth.py AELB REG_N NMS
8 C:\Python25\python.exe bufth.py AELB REG_J JMS
9 C:\Python25\python.exe bufth.py AELB REG_K KMS
10 C:\Python25\python.exe bufth.py AELB REG_Z Z4
11 C:\Python25\python.exe bufth.py AELB REG_Z Z5
12 C:\Python25\python.exe bufth.py AELB REG_Z Z6
13 C:\Python25\python.exe bufth.py AEAG REG_R RMS
14 C:\Python25\python.exe bufth.py AERMC REG_U UMS
15 C:\Python25\python.exe bufth.py AERMC REG_V VMS
16 C:\Python25\python.exe bufth.py AERMC REG_W WMS
17 C:\Python25\python.exe bufth.py AESN REG_H HMS
18 C:\Python25\python.exe bufth.py AERM REG_B BMS
19
20
21 echo "fin Traitement "
22 echo "fin Traitement par lot"
```

L'utilisation de NotePad ++ permet par le menu exécution d'ouvrir la fenêtre de commande.



Il suffit alors par une succession de tabulation de faire apparaître le fichier bat et de valider pour lancer les calculs automatiquement sur n zones.

```

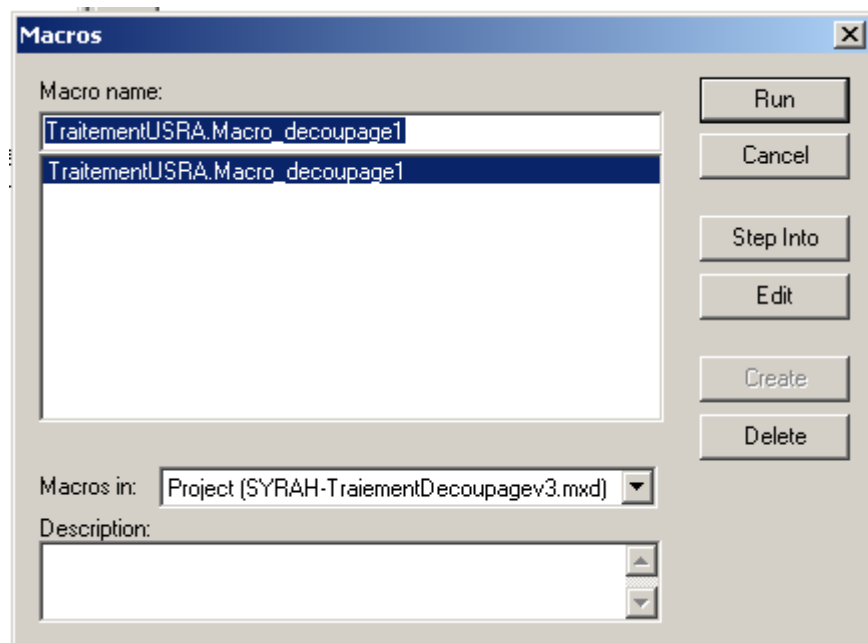
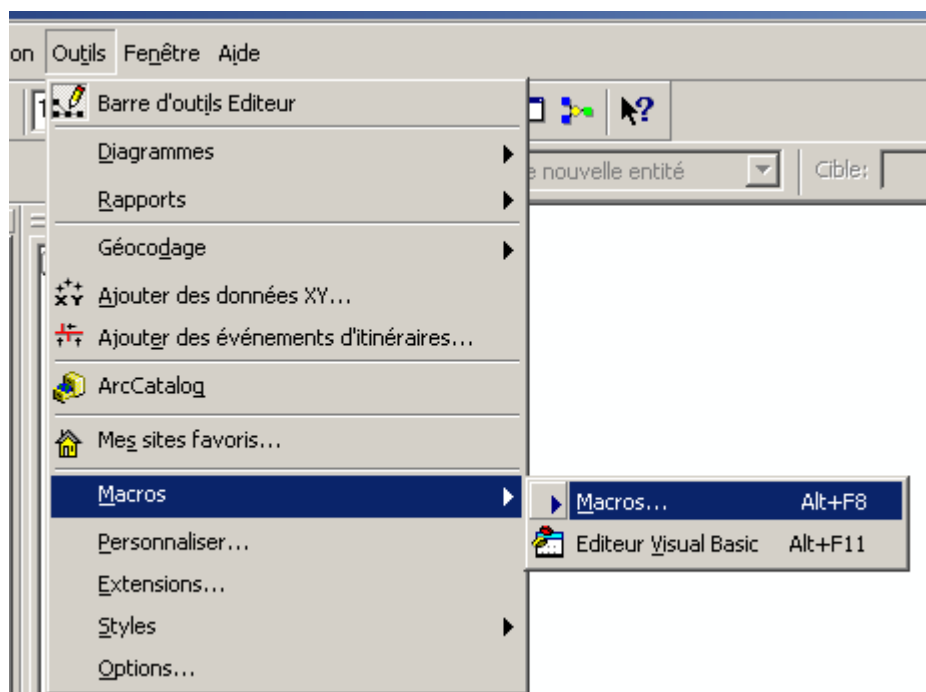
C:\Program Files\Notepad++>d:
D:\Laurent\Etudes\2009\SYRAH\SIG_SYRAH\Outils\Scripts\batch\DIGUES\LITMIN>diglit
min.bat_
  
```

3.4. REPERTOIRE DES SCRIPTS PYHTON

Nom	Date de modif...	Type	Taille
Taux_biefs.bat	30/06/2010 16:34	Fichier de comm...	1 Ko
Taux_biefs.py	30/06/2010 22:38	Python File	10 Ko
Taux_biefs.xls	30/06/2010 16:34	Feuille Microsoft ...	43 Ko
Taux_biefs_AEAG_REG_R_RMS.log	30/06/2010 22:44	Document texte	1 Ko
Taux_biefs_AELB_REG_I_JMS.log	30/06/2010 22:41	Document texte	1 Ko
Taux_biefs_AELB_REG_K_KMS.log	30/06/2010 22:41	Document texte	1 Ko
Taux_biefs_AELB_REG_I_LMS.log	30/06/2010 22:38	Document texte	1 Ko
Taux_biefs_AELB_REG_M_MMS.log	30/06/2010 22:39	Document texte	1 Ko
Taux_biefs_AELB_REG_N_NMS.log	30/06/2010 22:40	Document texte	1 Ko
Taux_biefs_AELB_REG_Z_Z4.log	30/06/2010 22:42	Document texte	1 Ko
Taux_biefs_AELB_REG_Z_Z5.log	30/06/2010 22:43	Document texte	1 Ko
Taux_biefs_AELB_REG_Z_Z6.log	30/06/2010 22:43	Document texte	1 Ko
Taux_biefs_AERM_REG_B_BMS.log	30/06/2010 22:48	Document texte	1 Ko
Taux_biefs_AERMC_REG_U_UMS.log	30/06/2010 22:45	Document texte	1 Ko
Taux_biefs_AERMC_REG_V_VMS.log	30/06/2010 22:46	Document texte	1 Ko
Taux_biefs_AERMC_REG_W_WMS.log	30/06/2010 22:46	Document texte	1 Ko
Taux_biefs_AESN_REG_H_HMS.log	30/06/2010 22:47	Document texte	1 Ko
Taux_biefs_ms.xls	30/06/2010 16:34	Feuille Microsoft ...	20 Ko

4. LE PROGRAMME VBA

Il est stocké au sein d'un document ArcMap© et il s'exécute en appelant les macros



Un clic sur Run lance l'application et demande à l'utilisateur de choisir la couche d'arcs et la couche de nœuds.

La couche des arcs doit comporter les champs suivants :

	Nom du champ	Type de données
	OBJECTID	Identifiant d'objet
	Shape	Géométrie
	CODE	Texte
	ID_STRAT	Texte
	NOM_STRAT	Texte
	ORIG_FID	Entier long
	TraitementPoints	Texte
	RANG	Réel double
	ID_TRONCON	Texte
	Shape_Length	Réel double

Algorithme du programme

Programme Principal : Macro_objectif1()

Identification des couches point de mesure, arc et nœud

→ f° identification_couche

Sauvegarde des couches arc et nœud initiales

→ f° svg_shapefile

Préparation de la table attributaire de la couche de nœud pour recevoir l'information

→ f° Ajout_nouveau_champ et ajout_valeur_defaut

BOUCLE While sur tous les points de mesures

Calcul de l'arc le plus proche

→ f° Plus_proche_arc

Vérifie si l'arc le plus proche doit être splitté ou non :

→ f° SplitAtPoint



non : Alimentation du nœud le plus proche

-> f° Store_info_pt_proche

oui

: Création de 2 sous arcs et 1 nouveau nœud à alimenter

-> f° Creation_sous_arcs

l'arc parent est détruit

-> f° Destruction_arc

FIN BOUCLE

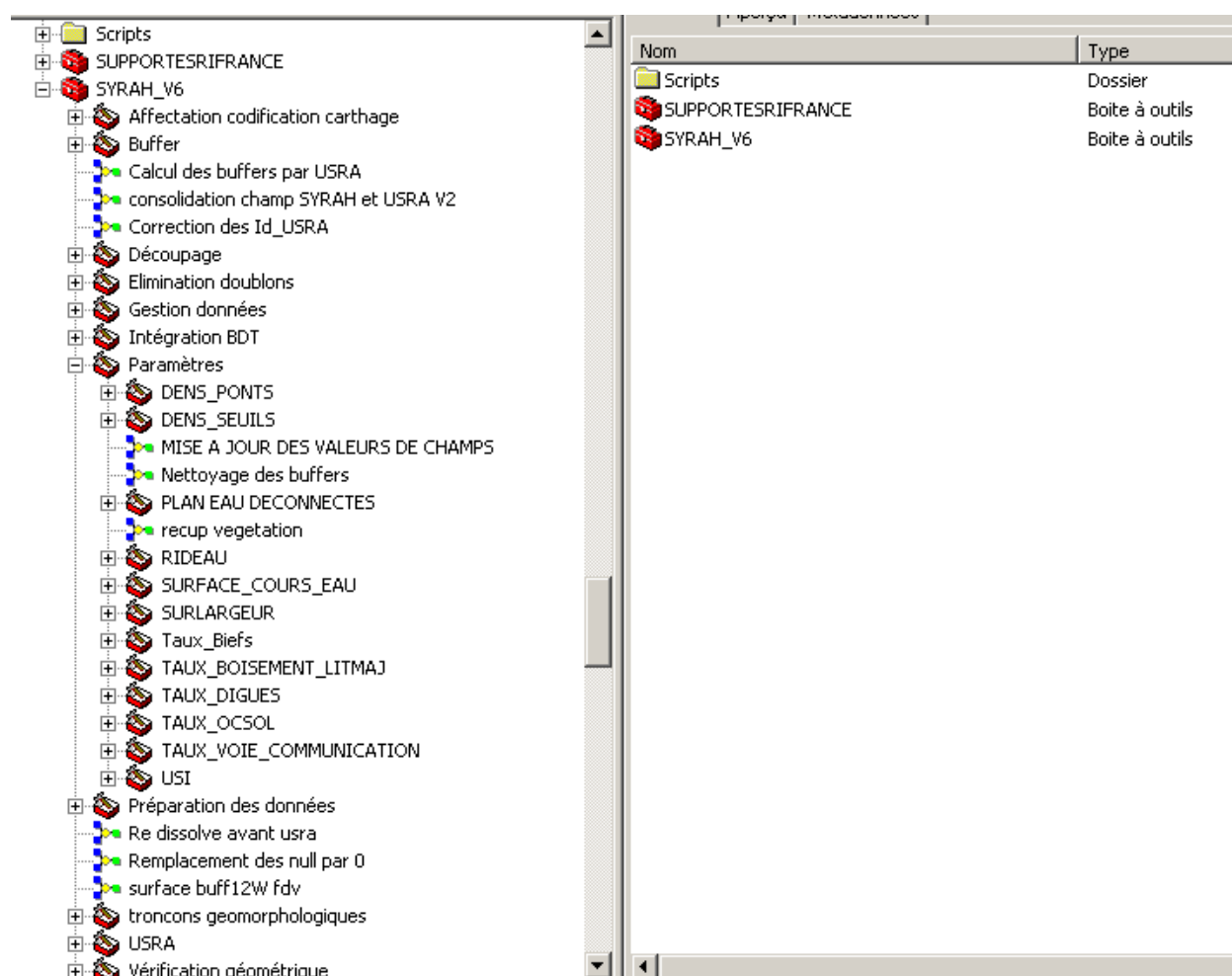
Sauvegarde des couches arc et nœud résultats

→ f° svg_resultat

5. LES BOITES A OUTILS

ARCTOOLBOX©

Deux fichiers au format tbx sont livrés :



Le premier fourni par le support technique ESRI France est utilisé pour le calcul des USI (coordonnées XY de début et fin des polygones). Il faut impérativement conserver le répertoire script au même niveau.

Le second SYRAH_V6.tbx contient tous les éléments Model Builder utilisé pour cette étude.

ANNEXES

1. RAPPEL DES ETAPES DE LA PHASE 1

Numéro phase	Phase	Nom du fichier	Outil
1	Intégration des données dans un jeu de classe d'entité (secteur)	BDT_SECTEUR SYRAH_SECTEUR	ArcCatalog©
2	Vérification et élimination des doublons	DOUBLON	ArcMap© (Topologie)
3	Correction des toponymes	BDT_SECTEUR SYRAH_SECTEUR	ArcMap©
4	Affectation du CGENELIN	BDT_SYRAH_V3	Model Builder
5	Nettoyage du réseau	BDT_SYRAH_SECTEUR_V4	ArcMap©
6	Vérification du nettoyage	BDT_SYRAH_SECTEUR_V4	Model Builder
7	Création des points pour le report des limites de tronçons géomorphologiques	PT_DECOUP_SECTEUR	Model Builder
8	Préparation de la couche BDTopo® pour le découpage	BDT_SYRAH_SECTEUR_V5	Model Builder
9	Contrôle qualité <ul style="list-style-type: none"> • DOUBLONS • PSEUDOS NŒUDS • NB PARTIE 	BDT_SYRAH_SECTEUR_V6	ArcMap© (Topologie)
10	Vérification Orientation	BDT_SYRAH_SECTEUR_V 7	HRH
11	Découpage des tronçons avec les points	BDT_SYRAH_SECTEUR_V 8	VBA
12	Contrôle qualité Comparaison nombre d'enregistrements avec la couche initiale SYRAH_SECTEUR		ArcMap©
13	Affectation du rang sur les tronçons	BDT_SYRAH_SECTEUR_V 9	Model Builder
14	Découpage en USRA	USRA_SECTEUR_V0	Model Builder

2. NOMENCLATURE DES PRINCIPALES CLASSES D'ENTITES ET TABLES

Nom	Type	Emplacement	Descriptif	Utilisation
BDT_secteur	classe d'entité	Réseau / Jeu de classe	Fichier brute du linéaire BDTopo®	
SYRAH_secteur	classe d'entité	Réseau / Jeu de classe	Réseau de base du CEMAGREF	
BDT_SYRAH_secteur_V1	classe d'entité	Réseau / Jeu de classe	Affectation de la codification BDCarthage® avec attributs	
BDT_SYRAH_secteur_V2	classe d'entité	Réseau / Jeu de classe	Affectation de la codification BDCarthage® sans attributs	
BDT_SYRAH_secteur_V3	classe d'entité	Réseau / Jeu de classe	Affectation de la codification BDCarthage® compilation des V1 et V2	
BDT_SYRAH_secteur_V4	classe d'entité	Réseau / Jeu de classe	Affectation de la codification BDCarthage® Réseau V3 nettoyé	
BDT_SYRAH_secteur_V5	classe d'entité	Réseau / Jeu de classe	Préparation de la couche pour le report des points	
BDT_SYRAH_secteur_V6	classe d'entité	Réseau / Jeu de classe	Corrections topologiques	
BDT_SYRAH_secteur_V7	classe d'entité	Réseau / Jeu de classe	Contrôle de la codification	
BDT_SYRAH_secteur_V8	classe d'entité	Réseau / Jeu de classe	Découpage des tronçons avec les points	
Nom	Type	Emplacement	Descriptif	Utilisation

BDT_SYRAH_secteur_V9	classe d'entité	Réseau / Jeu de classe	Affectation du rang	
BDT_SYRAH_secteur_V10	classe d'entité	Réseau / Jeu de classe	Transformation en itinéraires	
BDT_SYRAH_secteur_V11	classe d'entité	Réseau / Jeu de classe	Découpage en USRA	
PT_Decoup_secteur	classe d'entité	Réseau / Jeu de classe	Limite des tronçons géomorphologiques sur le linéaire BDTopo®	
RECAP_NOM_secteur	table	Réseau	Listing exhaustif des toponymes de la couche BDTopo®	
RECAP_TOPO_secteur	table	Réseau	Listing exhaustif des toponymes de la couche SYRAH	
Canaux_secteur	classe	Données brutes / Jeu de classe	Canaux de la BDCarthage®	
CLC_secteur	classe	Données brutes / Jeu de classe	Corine Land cover niveau 1 de la nomenclature	
Digues_secteur	classe	Données brutes / Jeu de classe	Fusion de la couche orographie de la BDTopo®	
FDV_secteur	classe	Données brutes / Jeu de classe	Couche des fonds de Vallée du CEMAGREF	
INTER_BUF_10VEG_secteur	classe	Données brutes / Jeu de classe	Résultat de l'Intersection entre la couche végétation et le buffer 10 mètres	
INTER_BUF_10VEG_secteurFUS	classe	Données brutes / Jeu de classe	Fusion des objets de la couche précédente	
INTER_BUFF_30VEG_secteur	classe	Données brutes / Jeu de classe	Résultat de l'Intersection entre la couche végétation et le buffer 30 mètres	
INTER_BUFF_30VEG_secteurFUS	classe	Données brutes / Jeu de classe	Fusion des objets de la couche précédente	
Nom	Type	Emplacement	Descriptif	Utilisation

INTER_SCE_VEG_BUF_30_secteur	classe	Données brutes / Jeu de classe	Résultat de l'Intersection entre la couche végétation et le buffer 30 mètres autour des surfaces en eau	
INTER_SCE_VEG_BUF_30_secteurFUS	classe	Données brutes / Jeu de classe	Fusion des objets de la couche précédente	
INTER_SCE_VEG_BUFF_10_secteur	classe	Données brutes / Jeu de classe	Résultat de l'Intersection entre la couche végétation et le buffer 10 mètres autour des surfaces en eau	
INTER_SCE_VEG_BUFF_10_secteurFUS	classe	Données brutes / Jeu de classe	Fusion des objets de la couche précédente	
secteur	classe	Données brutes / Jeu de classe	Emprise du secteur hydrographique de la BDCarthage® avec un buffer de 2Km	
ORO_secteur	classe	Données brutes / Jeu de classe	Couche d'orographie de la BDTopo®	
PERG4_INT_FDV_secteur	classe	Données brutes / Jeu de classe	Plan d'eau intersectant le buffer 12W pour les cours d'eau de rang inférieur à 4	
PlanEau_secteur	classe	Données brutes / Jeu de classe	Couche des plans d'eau de la BDTopo®	
Ponts_secteur	classe	Données brutes / Jeu de classe	Couche des ponts issus de l'extraction via l'attribut franchissement des couches routes et trains de la BDTopo®	
ROE_secteur	classe	Données brutes / Jeu de classe	Couche du Référentiel d'Obstacles à l'Ecoulement de l'ONEMA	
ROE_VALID_secteur	classe	Données brutes / Jeu de classe	Couche du Référentiel d'Obstacles à l'Ecoulement de l'ONEMA avec seuils validés	
ROUTES_secteur	classe	Données brutes / Jeu de classe	Couche des routes de la BDTopo®	
SURFACE_COURS_EAU_secteur	classe	Données brutes / Jeu de classe	Couche calculée de la surface en eau des cours d'eau	
TRAIN_secteur	classe	Données brutes / Jeu de classe	Réseau ferré de la BDTopo®	
Nom	Type	Emplacement	Descriptif	Utilisation
VEG_secteur_10	classe	Données brutes / Jeu de classe	Végétation dans le buffer 10 mètres	

VEG_secteur_30	classe	Données brutes / Jeu de classe	Végétation dans le buffer 30 mètres	
VEGE_secteur	classe	Données brutes / Jeu de classe	Couche brute de la végétation de la BDTopo®	
VEG_SCE_10	classe	Données brutes / Jeu de classe	Végétation dans un rayon de 10 mètres autour des surfaces en eau	
VEG_SCE_30	classe	Données brutes / Jeu de classe	Végétation dans un rayon de 30 mètres autour des surfaces en eau	
VEG_secteur_12WFDV	classe	Données brutes / Jeu de classe	Végétation dans l'intersection du buffer 12W et des Fonds de Vallée	
CLC100m_secteur	table	Données brutes	Superficie de l'urbanisation dans le buffer 100 mètres	
Plan_eau_deconnect_secteur_statistic	table	Données brutes	Superficie des plans d'eau déconnectés	
NB_Ponts_secteur	table	Données brutes	Nombre de ponts	
SurfCoursEau_secteur	table	Données brutes	Superficie des cours d'eau	
SurfEau_secteur	table	Données brutes	Superficie en eau dans le buffer 3W	
VCOM_12W_secteur	table	Données brutes	Longueur des voies de communication dans le buffer FDV 12W	
VCOM_12W_secteur_statistic	table	Données brutes	Longueur des voies de communication par USRA dans le buffer FDV 12W	
VCOM_3W_secteur	table	Données brutes	Longueur des voies de communication dans le buffer 3W	
Nom	Type	Emplacement	Descriptif	Utilisation
VCOM_3W_secteur_statistic	table	Données brutes	Longueur des voies de	

			communication par USRA dans le buffer 3W	
VEGE_secteur_12WFDV_STATISTIC	table	Données brutes	Superficie de la végétation par USRA dans le buffer 12WFDV	
PERG4_INT_FDV_secteur_statistic	table	Données brutes	superficie des plans d'eau par USRA pour les cours d'eau de rang inférieur à 4 dans le buffer 12W	
BUFF100M_secteur	classe	USRA / Jeu de classe	Buffer 100 mètres	taux d'urbanisation
BUFF10M_secteur	classe	USRA / Jeu de classe	Buffer 10 mètres	Rideau d'arbres
BUFF_12_FDV_secteur	classe	USRA / Jeu de classe	Intersection entre la couche des fonds de vallées et le buffer 12W	
BUFF12W_secteur	classe	USRA / Jeu de classe	Buffer 12W	
BUFF30M_secteur	classe	USRA / Jeu de classe	Buffer 30 mètres	Ripisylve
BUFF3W_secteur	classe	USRA / Jeu de classe	Buffer 3W	Surface en eau / seuils
SCE_10M_secteur	classe	USRA / Jeu de classe	Buffer de 10 mètres autour des surfaces en eau	Rideau d'arbres
SCE_30M_secteur	classe	USRA / Jeu de classe	Buffer de 30 mètres autour des surfaces en eau	Ripisylve
USI_secteur_V1	classe	USRA / Jeu de classe	Couche intermédiaire des Unité Spatiale d'Intégration	Taux de rectitude
USI_secteur_V2	classe	USRA / Jeu de classe	Couche intermédiaire des Unité Spatiale d'Intégration	Taux de rectitude
USI_secteur_V3	classe	USRA / Jeu de classe	Couche finale des Unité Spatiale d'Intégration	Taux de rectitude
Nom	Type	Emplacement	Descriptif	Utilisation
USRA_secteur_V3	classe	USRA / Jeu de classe	Couche finale des USRA	
VEG_RGINF_secteur	classe	USRA / Jeu de classe	couche intermédiaire	Rideau d'arbres et

			d'USRA ou sont stockés les Tx_VEG10 et tx_VEG30 pour les rangs inférieurs à 4	ripisylves
VEG_RGSUP_secteur	classe	USRA / Jeu de classe	couche intermédiaire d'USRA ou sont stockés les Tx_VEG10 et tx_VEG30 pour les rangs supérieurs à 4	Rideau d'arbres et ripisylves
USRA_secteur_V6	classe	USRA / Jeu de classe	couche intermédiaire d'USRA qui fusionne les 2 résultats précédents	Rideau d'arbres et ripisylves
BUFF12_FDV_secteur_statistic	table	USRA	Superficie cumulée des buffer12WFDV par USRA	
BUFF3W_ROE_secteur_SJ_statistic	table	USRA	nombre de seuil dans le buffer 3W	Densité de seuils
B_100_I_CLC_secteur	classe	Temporaire / jeu de classe	Intersection entre la couche corine et le buffer 100 mètres	Taux d'urbanisation
B12W_FDV_secteur_Inter_CANAUX	classe	Temporaire / jeu de classe	Intersection entre la couche des canaux et le buffer 12WFDV	Taux de voies de communication dans le lit majeur
B12W_FDV_secteur_Inter_RTES2	classe	Temporaire / jeu de classe	Intersection entre la couche des routes et le buffer 12WFDV	Taux de voies de communication dans le lit majeur
B12W_FDV_secteur_Inter_TRAIN	classe	Temporaire / jeu de classe	Intersection entre la couche des trains et le buffer 12WFDV	Taux de voies de communication dans le lit majeur
B_3W_secteur_Inter_CANAUX	classe	Temporaire / jeu de classe	Intersection entre la couche des canaux et le buffer 3W	Taux de voies de communication dans le lit mineur
Nom	Type	Emplacement	Descriptif	Utilisation
B_3W_secteur_Inter_RTES	classe	Temporaire / jeu de classe	Intersection entre la couche des routes et le	Taux de voies de communication dans le lit

			buffer 3W	mineur
B_3W_secteur_Inter_TRAIN	classe	Temporaire / jeu de classe	Intersection entre la couche des trains et le buffer 3W	Taux de voies de communication dans le lit mineur
BUFF3W_secteur_SpatialJ_PONTS	classe	Temporaire / jeu de classe	Jointure spatiale entre la couche des PONTS et le buffer 3W	Densité de ponts
PONTS_secteur_DISS	classe	Temporaire / jeu de classe	Fusion des ponts	Densité de ponts
PONTS_secteur_DISS_MultipartToSin	classe	Temporaire / jeu de classe	Transformation en multi partis pour connaître le nombre	Densité de ponts
SurfEau_secteur_Int_3W_DissMP	classe	Temporaire / jeu de classe	Surface en eau dans le secteur	Intervient dans le calcul de nombreux indicateurs
B12W_FDV_secteur_Inter_CANAUX_stat	table	Temporaire	Cumul par USRA des canaux dans le buffer FDV12W	Taux de voies de communication dans le lit majeur
B12W_FDV_secteur_Inter_RTES2_stat	table	Temporaire	Cumul par USRA des routes dans le buffer FDV12W	Taux de voies de communication dans le lit majeur
B12W_FDV_secteur_Inter_TRAIN_stat	table	Temporaire	Cumul par USRA des trains dans le buffer FDV12W	Taux de voies de communication dans le lit majeur
B_3W_secteur_Inter_CANAUX_stat	table	Temporaire	Cumul par USRA des canaux dans le buffer 3W	Taux de voies de communication dans le lit mineur
B_3W_secteur_Inter_RTES_stat	table	Temporaire	Cumul par USRA des routes dans le buffer 3W	Taux de voies de communication dans le lit mineur
B_3W_secteur_Inter_TRAIN_stat	table	Temporaire	Cumul par USRA des trains dans le buffer 3W	Taux de voies de communication dans le lit mineur
BUFF3W_secteur_SJ_PONTS_RESSTAT	table	Temporaire	Nombre de ponts par USRA	Densité de ponts

BUFF3W_ROEVAL_secteur_SJ_Stat	table	Temporaire	Nombre de seuils validés par USRA	Densité de seuils
PONTS_secteur_Dissolve	classe	Temporaire	Couche des ponts dans le secteur	

3. EXEMPLE DE FICHES DESCRIPTIVES

L'intégralité des fiches est fournie dans le DVD final

Agence	AEAP	Secteur	DO
Phase 1	Construction du réseau hydrographique de travail		
Traitements réalisés par	Delphine Ubrun		
Vérifiés par	Laurent Frilleux		

Analyse des données de départ

Base	SYRAH®	BDTOPO®
Nombre d'objet	168	7 810
Longueur du linéaire en Km	552,4	1 810,6
Nombre de toponymes différents	42	176
Pourcentage de remplissage des toponymes	97 %	27,4 %

Modifications apportées sur les toponymes

SYRAH®	BDTOPO®
Rivière remplacé par ''	'NR' remplacé par ''
CLIGNEUX remplacé par 'cligneux'	Rivière remplacé par ''
FLAMENNE remplacé par 'flamenne'	
HELPE MAJEURE remplacé par 'l'helpe majeure'	
HELPE MINEURE remplacé par 'l'helpe mineure'	

SAMBRE remplacé par 'sambre'	
SOLRE remplacé par 'solre'	
TARSY remplacé par 'tarsy'	

Traitements par phase

Phase	Couches	Nombre d'objet	Longueur du linéaire en Km
Affectation de la codification	BDT_SYRAH_D0_V3	2 933	1 546
Corrections de la version précédente	BDT_SYRAH_D0_V4 (Corrections manuelles)	223	569,2

Corrections topologiques	Doublons	Nœuds pendants	Nombre de partie	Auto sécantes	Point sur ligne
BDT_SYRAH_D0_V6					
PT_Decoup_D0					
Contrôles HRH	Orientation		Codification		
BDT_SYRAH_D0_V7					

	Vérification effectuée sans correction à apporter
	Vérification effectuée avec correction
	Correction non effectuée
	Correction à effectuer

Phase	Couches	Nombre d'objet	Longueur du linéaire en Km
Découpage en	BDT_SYRAH_D0_V8	178	568,9

point			
Affectation du rang de Strahler	BDT_SYRAH_D0_V9	180	584,6
Découpage en USRA	USRA_D0_V0	284	584,6
	USRA_D0_V2	280	584,6

Commentaires

- **BDT_SYRAH : tronçons D0_C1 et D0_C2 existent sans correspondance avec tronçons Syrah**
- **ID SYRAH 562 : arcs BDT oubliés**
- **ID SYRAH 5525 : arcs BDT oubliés**

4. CONTACTS

Pour des questions administratives, vous pouvez contacter :

Vincent LECAMUS

04 67 40 75 40

v.lecamus@gingergroupe.com

Pour des questions techniques, vous pouvez contacter :

Laurent FRILLEUX

04 67 40 75 40

l.frilleux@gingergroupe.com

GINGER-STRATEGIS

<http://www.ginger-strategis.fr/>

Nouvelle adresse

Immeuble Le Génésis - Parc Euréka

97, rue de Freyr - CS 36038

34000 MONTPELLIER