

Direction générale de l'eau

Export automatique du CRAE vers SWMM

Mode d'emploi

Version 1.0 - Avril 2016

Table des matières

1	Introduction	3
2	DESCRIPTION DE L'OUTIL.....	3
2.1	Objectifs	3
2.2	Données de base	3
2.2.1	<i>Données du CRAE</i>	<i>3</i>
2.2.2	<i>Fichier de pluies.....</i>	<i>4</i>
2.2.3	<i>Fichier INP</i>	<i>4</i>
2.2.4	<i>Paramétrisation par défaut</i>	<i>4</i>
3	UTILISATION DE L'OUTIL	6
3.1	Définition du périmètre d'export	6
3.2	Export.....	7
3.3	Utilisation de SWMM	8
3.4	Erreurs fréquentes	8
3.4.1	<i>Erreurs liées à la qualité du CRAE</i>	<i>8</i>
3.4.2	<i>Erreurs de topologie</i>	<i>8</i>
3.4.3	<i>Imprécisions dans la digitalisation du polygone d'export.....</i>	<i>9</i>
3.4.4	<i>Absence de point de rejet</i>	<i>9</i>

1 INTRODUCTION

La direction générale de l'eau (DGEau) dispose d'une quantité importante de données dans son cadastre du réseau d'assainissement des eaux (CRAE) et possède un réseau de mesures pluviométriques dense mis en place depuis de nombreuses années. Ces données sont accessibles gratuitement par le biais du système d'information du territoire genevois (SITG) et auprès de la DGEau. Les bureaux d'ingénieurs ont dès lors toutes les données nécessaires pour modéliser les ruissellements lors d'études hydrauliques ou de développement de projets d'hydrologie urbaine.

SWMM est un logiciel de modélisation hydrologique et hydraulique développé par l'agence américaine de protection de l'environnement (EPA). Il permet la modélisation qualitative et quantitative des ruissellements en zone urbaine, au moyen de simulations événementielles ou continues sur de longues durées. Il est gratuit et présente l'avantage de disposer d'un fichier source facilement éditable.

Afin de faciliter et de promouvoir l'utilisation de techniques modernes de calculs, la DGEau a fait développer par le bureau Topomat Technologies SA un outil permettant l'export des données du CRAE vers un format compatible avec le logiciel SWMM. Outre un gain de temps substantiel lors de l'élaboration d'un modèle mathématique, cet outil permet une meilleure prise en main du logiciel, en proposant une paramétrisation standard.

2 DESCRIPTION DE L'OUTIL

2.1 Objectifs

Les objectifs de l'outil d'export automatique sont :

- De valoriser les données existantes du CRAE pour la modélisation hydrologique et hydraulique ;
- D'automatiser l'export des données du CRAE vers un fichier compatible avec le logiciel SWMM ;
- De faciliter l'utilisation de SWMM et d'encourager le recours à la modélisation événementielle ou continue ;
- De fournir une paramétrisation standard.

2.2 Données de base

2.2.1 Données du CRAE

Les couches du CRAE utilisées lors de l'export sont présentées dans le tableau 1. Elles sont disponibles sur le SITG (http://ge.ch/sitg/sitg_catalog/sitg_donnees) en Open Data, toutes contenues dans le groupe «Réseau d'assainissement des eaux (Groupe)».

L'utilisateur est libre de travailler à partir de ses propres tables, notamment dans le cas où le projet à modéliser contient des bassins versants ou des réseaux projetés. Toutefois, le modèle de données du CRAE devra être respecté.

A noter que les autres ouvrages du réseau d'assainissement (stations de pompage, répartiteurs de débits, etc.) ne sont pas exportés automatiquement.

L'annexe I présente de manière détaillée les champs des couches interrogées lors de l'export ainsi que les éventuelles conversions effectuées.

Objet	Couche du CRAE
Bassin versant	RAE_SOUS_BASSIN_VERSANT
Regard	RAE_REGARD_CHAMBRE
Point de rejet	RAE_PT_REJET
Déversoir d'orage	RAE_DEVERSOIR
Bassin de rétention	RAE_STOCKAGE_EAUX
Collecteur	RAE_COLLECTEUR

Tableau 1 : Couches du CRAE utilisées lors de l'export

2.2.2 Fichier de pluies

L'export automatique paramétrise le modèle SWMM avec un fichier de pluies prédéfini et fourni avec l'outil. Il s'agit d'un événement mesuré à la station de Chevrier le 23 avril 1988 et ajusté à la courbe IDF 2009 du Canton de Genève pour un temps de retour de 10 ans. Cette pluie a pour vocation de permettre une utilisation rapide du modèle mais ne doit pas être utilisée systématiquement. Il est en effet très fortement recommandé d'utiliser une série continue de pluies. En cas d'utilisation d'un événement ponctuel, la question de son choix est fondamentale et de la responsabilité de l'ingénieur.

2.2.3 Fichier INP

Le fichier avec l'extension INP est un fichier texte, facilement éditable, qui contient les données de modélisation nécessaires à SWMM. Les valeurs des différents paramètres de modélisation, les données géométriques ainsi que les options de calcul y sont inscrites.

Le tableau 2 décrit les différentes sections constituantes du fichier. Des sections supplémentaires peuvent s'ajouter selon les objets intégrés par la suite au projet SWMM (pompes, déversoirs d'orages, bassins de rétention, etc.).

2.2.4 Paramétrisation par défaut

Lors de l'export et de la création du fichier INP, un certain nombre de paramètres sont renseignés par défaut (tableau 3). Ils permettent de garantir une modélisation conforme aux attentes de la DGEau. Ces paramètres sont bien évidemment modifiables selon le contexte de la modélisation effectuée. Cette remarque est particulièrement valable pour la largeur d'écoulement.

Si certains champs de la base de données sont vides (par exemple l'altitude du radier d'une chambre ou la surface d'un bassin versant), des valeurs par défaut sont attribuées afin de disposer d'un fichier SWMM directement utilisable (voir l'annexe I).

Section	Description
OPTIONS	Paramètres de modélisation (unités, pas de temps, dates, etc.)
RAINGAGES	Source et paramétrisation des données pluviométriques
SUBCATCHMENT	Données géométriques des bassins versants (nom, exutoire, surface, largeur d'écoulement, pente, etc.)
SUBAREAS	Paramétrisation de la rugosité des bassins versants
INFILTRATION	Paramétrisation de l'infiltration (dépend de la méthode choisie)
JUNCTIONS	Données géométriques des regards (altitude du radier, profondeur)
OUTFALLS	Données géométriques des exutoires (altitude du radier, type)
CONDUITS	Données géométriques des canalisations (regard amont, regard aval, rugosité, décalage altimétrique)
XSECTIONS	Géométrie de la section d'écoulement (forme, nombre de canalisations)
LOSSES	Paramétrisation des pertes de charge dans les canalisations
REPORT	Paramétrisation de l'affichage et de la sauvegarde des résultats
TAGS	Remarques
MAPS	Paramétrisation de l'affichage de la carte
COORDINATES	Coordonnées géographiques des regards
VERTICES	Coordonnées géographiques des canalisations
Polygons	Coordonnées géographiques des bassins versants

Tableau 2 : Structure du fichier INP

Section	Paramètre	Description	Valeur par défaut
OPTIONS	FLOW UNITS	Unité des débits	LPS (l/s)
	INFILTRATION	Méthode pour le calcul de l'infiltration	Horton
	REPORT_STEP	Pas de temps pour l'affichage des résultats	1 minute
	ROUTING_STEP	Pas de temps pour le calcul dans les canalisations	10 s
SUBCATCHMENT	Width	Largeur d'écoulement	$\sqrt{\text{Surface } BV}$
SUBAREAS	N-Imperv	Coefficient de Manning pour les surfaces imperméables	0.012
	N_Perv	Coefficient de Manning pour les surfaces perméables	0.1
	S_Imperv	Pertes initiales des surfaces imperméables	1 mm
	S_Perv	Pertes initiales des surfaces perméables	5 mm
INFILTRATION	MaxRate	Vitesse maximale d'infiltration (selon Horton)	75 mm/h
	MinRate	Vitesse minimale d'infiltration (selon Horton)	5 mm/h
	Decay	Constante de régression de la courbe de Horton	5 h ⁻¹
	DryTime	Temps de séchage complet d'un sol saturé	4 jours
CONDUITS	Roughness	Rugosité de la canalisation	Selon tableau 4

Tableau 3 : valeurs par défaut des paramètres de calcul

Matériau	Rugosité (coefficient de Manning)
Acier	0.0125
Acier inoxydable	0.0125
Amiante-ciment	0.0167
Béton	0.0167
Béton armé	0.0167
Chlorure de polyvinyle (PVC)	0.0125
Fibre de verre	0.0125
Fonte ductile	0.02
Fonte grise	0.02
Grès	0.02
Polyester non saturé	0.0125
Polyéthylène dur (PE)	0.0125
Polypropylène	0.0125
Résine époxy	0.013
Terre cuite	0.02

Tableau 4 : rugosité par défaut des canalisations

3 UTILISATION DE L'OUTIL

3.1 Définition du périmètre d'export

Créer dans une couche utilisateur un polygone entourant le périmètre à exporter (figure 1).

À noter que :

- Les collecteurs et les regards dont le statut est privé sont exclus de l'export ;
- Seules les entités entièrement comprises dans le périmètre sont exportées.

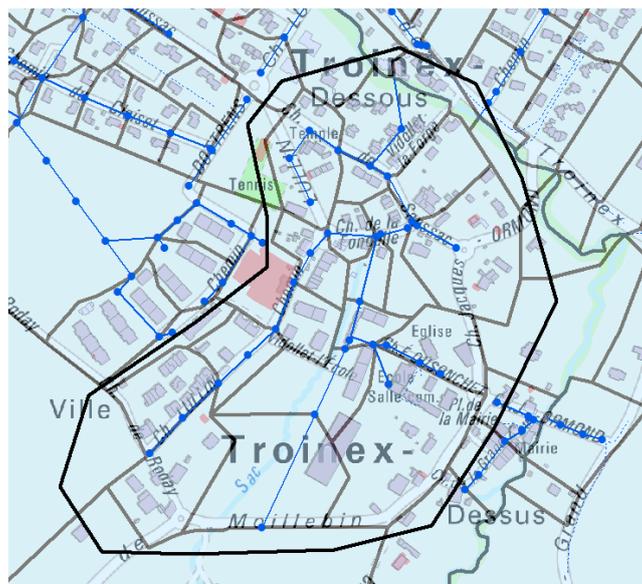


Figure 1 : exemple de polygone délimitant une zone à exporter

3.2 Export

Aucune installation de l'outil d'export n'est nécessaire. Le fichier dont l'extension est PYT doit simplement être enregistré dans un emplacement accessible par le logiciel Arcmap. Pour exécuter l'outil, il faut y accéder depuis ArcCatalog et double-cliquer dessus. Une fenêtre telle que présentée sur la figure 2 s'ouvre.

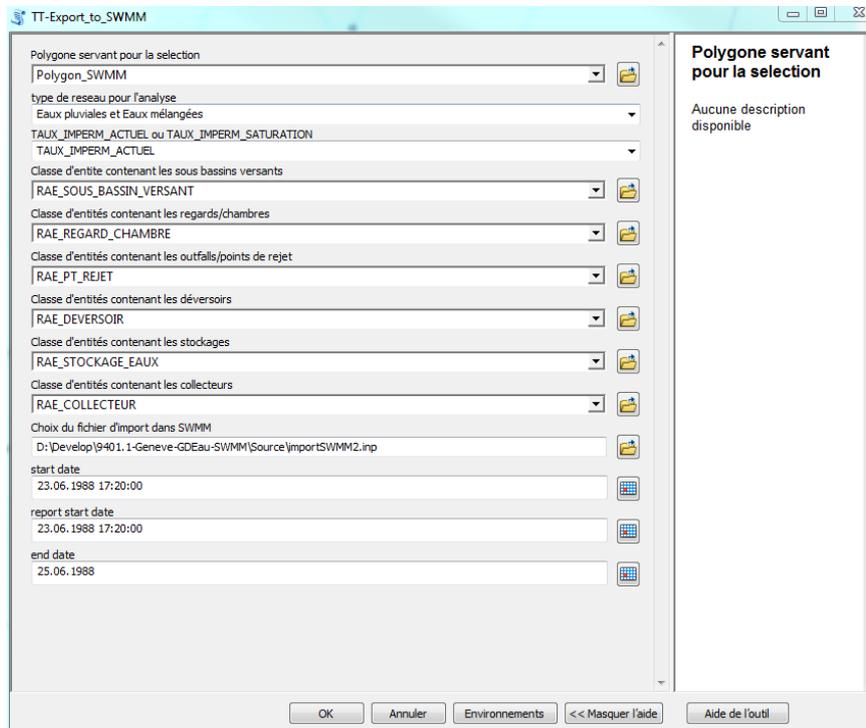


Figure 2 : fenêtre de l'outil d'export

La description de cette fenêtre figure dans le tableau 5.

Intitulé	Description
Polygone servant pour la sélection	Couche dans laquelle le polygone d'export se trouve
Type de réseau pour l'analyse	A l'heure actuelle, seules les exports «eaux pluviales» et «eaux mélangées» sont disponibles
Classe d'entité contenant les sous bassins versants	Couche des bassins versants
Classe d'entité contenant les regards/chambres	Couche des regards
Classe d'entité contenant les outfalls/points de rejet	Couche des points de rejet
Classe d'entité contenant les déversoirs	Couche des déversoirs d'orage
Classe d'entité contenant les stockages	Couche des bassins de rétention
Classe d'entité contenant les collecteurs	Couche des collecteurs
Choix du fichier d'import dans SWMM	Emplacement et nom du fichier INP à créer
Start date	Date de début de la pluie par défaut
Report start date	Date de début de l'affichage des résultats dans SWMM pour la pluie par défaut
End date	Date de fin de la pluie par défaut

Tableau 5 : description de la fenêtre de l'outil d'export

3.3 Utilisation de SWMM

Une fois l'export terminé, le fichier INP peut être ouvert dans SWMM (figure 3). Si l'extraction s'est parfaitement déroulée, une modélisation peut directement être exécutée.

Le logiciel SWMM est téléchargeable gratuitement sur le site de l'agence américaine de protection de l'environnement (EPA) qui développe l'outil. La version sur laquelle a été développé le script est SWMM 5.1.010.

Une fois ouvert dans SWMM, le chemin d'accès du fichier de pluies devra être modifié (le chemin par défaut est situé sur les serveurs de l'Etat). Pour ce faire, il faut cliquer dans SWMM sur le pluviomètre représenté par le pictogramme  et modifier le chemin d'accès («File Name») dans la rubrique DATA FILE. Il est aussi possible de modifier directement le fichier INP ou le script Python de l'outil d'export.



Figure 3 : exemple de réseau exporté d'ArcGIS dans SWMM

3.4 Erreurs fréquentes

Il est malheureusement rare que l'export soit parfait dès le premier essai. Il appartient à l'utilisateur de procéder aux vérifications nécessaires et aux corrections appropriées.

3.4.1 Erreurs liées à la qualité du CRAE

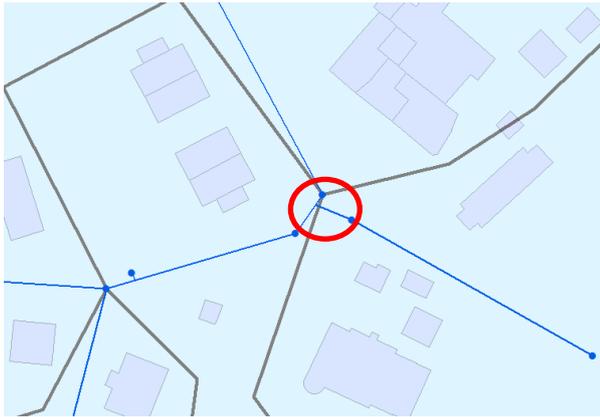
Les erreurs les plus fréquentes concernent la qualité de la base de données CRAE, pas toujours complète ni correctement renseignée. L'exécution de SWMM n'est de ce fait pas directement possible. Les attributs et objets faux ou manquants peuvent être corrigés directement dans SWMM ou dans ArcGIS. Dans ce dernier cas, un nouvel export sera nécessaire.

3.4.2 Erreurs de topologie

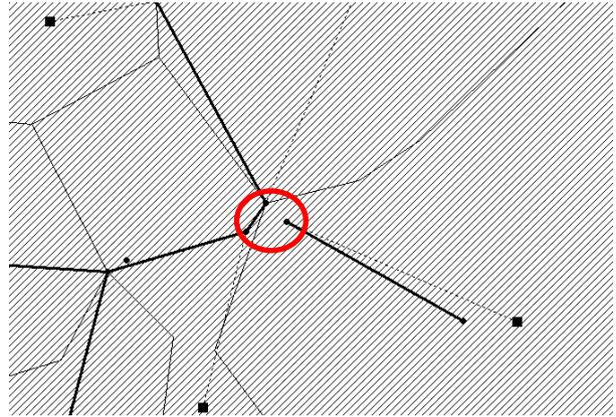
Dans SWMM, une canalisation doit obligatoirement être connectée à un regard amont et aval, ce qui n'est pas toujours le cas dans la base CRAE.

Trois cas de figure sont possibles :

- Une canalisation est raccordée directement sur une autre canalisation, sans regard de visite (figure 4) ;
- Une canalisation est scindée en deux tronçons distincts par un «point de changement de caractéristiques» ;
- L'identifiant du regard amont ou aval n'est pas ou est mal renseigné.



CRAE



SWMM

Figure 4 : exemple d'erreur de topologie lors de l'export. La canalisation n'étant pas connectée à un regard aval, SWMM ne peut pas la représenter.

L'utilisateur peut ajouter un regard directement dans SWMM ou dans ArcGIS, dans ce dernier cas un nouvel export sera nécessaire.

3.4.3 Imprécisions dans la digitalisation du polygone d'export

Une imprécision dans la digitalisation du polygone de la zone à exporter peut conduire à l'export d'objets non nécessaires à la modélisation (figure 5). Ces derniers doivent être supprimés directement dans SWMM.

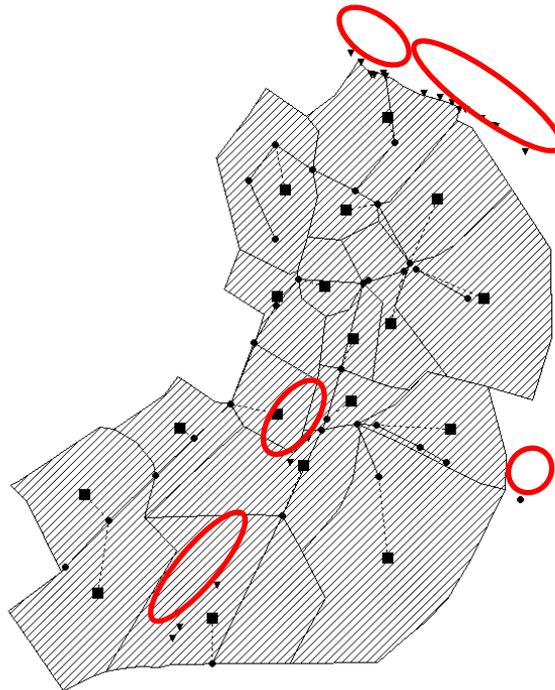


Figure 5 : exemples d'objets exportés alors qu'ils ne sont pas nécessaires

3.4.4 Absence de point de rejet

En fonction de la configuration du réseau à modéliser, il n'y a pas nécessairement de point(s) de rejet à exporter. Un réseau dans SWMM devant obligatoirement disposer d'un exutoire, il conviendra de convertir le regard le plus en aval en point de rejet («outfall»).

ANNEXE I - Valeurs par défaut et champs interrogés lors de l'extraction de la base CRAE vers SWMM

Annexe I - Valeurs par défaut et champs interrogés lors de l'extraction de la base CRAE vers SWMM

[TITLE]	Valeur par défaut
	SWMM_export

[OPTIONS]	Valeur par défaut
FLOW_UNITS	LPS
INFILTRATION	HORTON
FLOW_ROUTING	DYNWAVE
LINK_OFFSETS	DEPTH
MIN_SLOPE	0
ALLOW_PONDING	NO
SKIP_STEADY_STATE	NO
START_DATE	04/23/1988
START_TIME	17:20:00
REPORT_START_DATE	04/23/1988
REPORT_START_TIME	17:20:00
END_DATE	04/25/1988
END_TIME	00:00:00
SWEEP_START	01/01
SWEEP_END	01/31
DRY_DAYS	0
REPORT_STEP	00:01:00
WET_STEP	00:01:00
DRY_STEP	00:01:00
ROUTING_STEP	0:00:10
INERTIAL_DAMPING	PARTIAL
NORMAL_FLOW_LIMITED	BOTH
FORCE_MAIN_EQUATION	H-W
VARIABLE_STEP	0.75
LENGTHENING_STEP	0
MIN_SURFAREA	0
MAX_TRIALS	8
HEAD_TOLERANCE	0.0015
SYS_FLOW_TOL	5
LAT_FLOW_TOL	5

[RAINGAGES]	Description	Unité	Table	Champ à interroger	Formule	Valeur par défaut	Commentaire
Gage	Identifiant du pluviomètre					Pluvio	
Format	Type de mesure					INTENSITY	
Interval	Pas de temps de la pluie	heure: min				0:05	
SCF	Facteur de correction appliqué à la neige					1.0	
Source	Emplacement du fichier pluie						

[SUBCATCHMENT]	Description	Unité	Table	Champ à interroger	Formule	Valeur par défaut	Commentaire
Subcatchment	Identifiant du BV		RAE_SOUS_BASSIN_VERSANT	ID_OBJET_UNIQUE			
Rain Gage	Identifiant du pluviomètre					Pluvio	
Outlet	Chambre exutoire du BV		RAE_SOUS_BASSIN_VERSANT	NO_COLLECTEUR			Dans le CRAE, l'exutoire du BV est une canalisation. Dans SWMM, cela doit être une chambre. Le script recherche dans la table le numéro de la canalisation à laquelle est connecté le bassin versant puis va rechercher dans la table des canalisations l'attribut de la chambre AMONT.
Area	Surface du BV	ha	RAE_SOUS_BASSIN_VERSANT	SHAPE.AREA	SHAPE.AREA/10000	1	
%Imperv	Pourcentage d'imperméabilisation	%	RAE_SOUS_BASSIN_VERSANT	TAUX_IMPERM_ACTUEL ou TAUX_IMPERM_SATURATION		50	en fonction de la nature du projet (état actuel ou état futur) l'utilisateur peut choisir le taux d'imperméabilisation actuel ou à saturation.
Width	Largeur du BV	m				Racine carrée de la surface	
%Slope	Pente du BV	%	RAE_SOUS_BASSIN_VERSANT	PENTE_MOYENNE		0.5	
CurbLen						0	Paramètre non utilisé
Snow Pack							Paramètre non utilisé

[SUBAREAS]	Description	Unité	Table	Champ à interroger	Formule	Valeur par défaut	Commentaire
Subcatchment	Identifiant du BV						
N-Imperv	Coef. de Manning des surfaces imperméables	s/m ^{1/3}				0.012	
N-Perv	Coef. de Manning des surfaces perméables	s/m ^{1/3}				0.1	
S-imperv	Pertes initiales des surfaces imperméables	mm				1	
S-Perv	Pertes initiales des surfaces perméables	mm				5	
PctZero	Pourcentage de surfaces imperméables sans pertes initiales	%				0	
RouteTo	Destination des écoulements					OUTLET	
PctRouted							Paramètre non utilisé

[INFILTRATION]	Description	Unité	Table	Champ à interroger	Formule	Valeur par défaut	Commentaire
Subcatchment	Identifiant du BV						
MaxRate	Taux d'infiltration maximal	mm/h				75	
MinRate	Taux d'infiltration minimal	mm/h				3	
Decay	Constante de régression	1/h				5	
DryTime	Temps de séchage du sol	jour				4	
MaxInfil							Paramètre non utilisé

[JUNCTIONS]	Description	Unité	Table	Champ à interroger	Formule	Valeur par défaut	Commentaire
Junction	Identifiant du regard		RAE_REGARD_CHAMBRE	ID_OBJET_UNIQUE			
Invert	Altitude du fond du regard	m	RAE_REGARD_CHAMBRE	ALTITUDE_FIL_EAU_M		0	
Dmax	Profondeur du regard	m	RAE_REGARD_CHAMBRE	PROFONDEUR		10	
Dinit	Hauteur d'eau initiale	m				0	
Dsurch	Hauteur d'eau supplémentaire par rapport à la hauteur avant débordement	m				0	
Aponded	Surface de la «gouille» quand a lieu le débordement	m ²				0	

[OUTFALLS]	Description	Unité	Table	Champ à interroger	Formule	Valeur par défaut	Commentaire
Outfall	Identifiant de l'exutoire du système		RAE_PT_REJET	ID_OBJET_UNIQUE			
Invert	Altitude de l'exutoire	m	RAE_PT_REJET	ALTITUDE_RADIER_M		0	
Type	Conditions de bord de l'exutoire					FREE	
Stage Data							Paramètre non utilisé
Gated	Présence de clapet anti-retour					NO	

[DIVIDERS]	Description	Unité	Table	Champ à interroger	Formule	Valeur par défaut	Commentaire
Divider	Identifiant de l'objet		RAE_DEVERSOIR	ID_OBJET_UNIQUE			
Invert	Décalage altimétrique	m		ALTITUDE_ENTREE_EM_M		0	
Diverted Link	Canalisation de décharge					*	
Type	Type de DO					CUTOFF	
Parameters	Paramètres selon type de DO					0 0 0 0	

[STORAGE]	Description	Unité	Table	Champ à interroger	Formule	Valeur par défaut	Commentaire
Storage Node	Identifiant de l'objet		RAE_STOCKAGE_EAUX	ID_OBJET_UNIQUE			
Invert	Décalage altimétrique	m				0	
Dmax	Hauteur d'eau maximale	m				0	
Dinit	Hauteur d'eau initiale	m				0	
Curve	Méthode de calcul du volume de l'ouvrage					FUNCTIONNAL	
Name/Params	Paramètres selon méthode					1000 0 0	
Aponded						0	Paramètre non utilisé
Fevap	Taux d'évaporation					0	
SeepRate	Pertes par infiltration					0	

[CONDUITS]	Description	Unité	Table	Champ à interroger	Formule	Valeur par défaut	Commentaire
Conduit	Identifiant de l'objet		RAE_COLLECTEUR	ID_OBJET_UNIQUE			
From Node	Identifiant du regard amont		RAE_COLLECTEUR	NO_OBJET_AMONT			Correspond au champ ID_OBJET_UNIQUE du regard amont
To Node	Identifiant du regard aval		RAE_COLLECTEUR	NO_OBJET_AVAL			Correspond au champ ID_OBJET_UNIQUE du regard aval
Length	Longueur de la conduite	m	RAE_COLLECTEUR	SHAPE.LEN			
Roughness	Rugosité	s/m ^{1/3}	RAE_COLLECTEUR	MATERIAU	cf. tableau 1	0.0125	
InOffset	Décalage amont	m	RAE_COLLECTEUR	ALTITUDE_AMONT_M		0	Test si ALTITUDE_AMONT_M est différent de "ALTITUDE_FIL_EAU_M" du regard amont. Si oui, cela veut dire que la conduite ne part pas du fond du regard. La différence d'altitude (qui ne peut être que positive) est calculée et renseignée. Si la différence est inférieure à 5 cm, elle est considérée comme nulle.
OutOffset	Décalage aval	m	RAE_COLLECTEUR	ALTITUDE_AVAL_M		0	Même opération que précédemment avec ALTITUDE_AVAL_M et ALTITUDE_FIL_EAU_M de l'objet aval.
InitFlow	Débit initial	m ³ /s				0	
MaxFlow	Débit maximal	m ³ /s				0	

[XSECTIONS]	Description	Unité	Table	Champ à interroger	Formule	Valeur par défaut	Commentaire
Link	Identifiant de l'objet		RAE_COLLECTEUR	ID_OBJET_UNIQUE			
Shape	Forme de la canalisation		RAE_COLLECTEUR	PROFIL_COLLECTEUR		CIRCULAR	
Geom1	Paramètre de forme	m	RAE_COLLECTEUR	DIAMETRE_HAUTEUR		0.5	
Geom2	Paramètre de forme	m	RAE_COLLECTEUR			0	
Geom3	Paramètre de forme	m				0	A priori pas utile
Geom4	Paramètre de forme	m				0	A priori pas utile
Barrels	Nombre de canalisations					1	

[LOSSES]	Valeur par défaut
Link	
Kin	
Kout	Aucune valeur par défaut
Kavg	
Flap Gate	
SeepRate	

[REPORT]	Valeur par défaut
INPUT	NO
CONTROLS	NO
SUBCATCHMENTS	ALL
NODES	ALL
LINKS	ALL

[TAGS]	Valeur par défaut	Unité	Commentaire
Laisser vide, paramètres peu utilisés			

[MAPS]	Valeur par défaut	Unité	Commentaire
DIMENSIONS	Coordonnées XY du point en «bas à gauche» et du point «en haut à droite» de la zone d'extraction	m	
Units	Unités	m	

[COORDINATES]	Description	Unité	Table	Commentaire
Node	Identifiant de l'objet		RAE_REGARD_CHAMBRE	
X-Coord	Coordonnées X	m		
Y-Coord	Coordonnées Y	m		

[VERTICES]	Description	Unité	Table	Commentaire
Link	Identifiant de l'objet		RAE_COLLECTEUR	
X-Coord	Coordonnées X	m		
Y-Coord	Coordonnées Y	m		

[Polygons]	Description	Unité	Table	Commentaire
Subcatchment	Identifiant du BV		RAE_SOUS_BASSIN_VERSANT	
X-Coord	Coordonnées X	m		
Y-Coord	Coordonnées Y	m		

[SYMBOLS]	Description	Unité	Valeur par défaut
Gage	Identifiant du pluviomètre		Pluvio
X-Coord	Coordonnées X	m	Par défaut placer le pluviomètre proche du «coin haut gauche» de la carte
Y-Coord	Coordonnées Y	m	

