



Barrages



Energie



Eau
Environnement



Infrastructures
et aménagements
hydrauliques



Calcul
scientifique

Journée Risques et Territoires : le risque ruissellement 09/10/2018

Confrontation des méthodes de cartographie de l'aléa ruissellement

Gwendal SENECHAL
senechal@isl.fr

ISL

Ingénierie



- **Un phénomène violent et fréquent...**

- De grandes catastrophes : Nîmes 1988, Gard en 2002, Cannes 2015, Draguignan 2010...
- Des inondations tous les ans, plus ou moins dommageables
- Part importante des dommages inondation en dehors des EPRI



Port-Camargue (30) le 06/09/2018 (France 3)

- **... mais difficile à appréhender**

- Évènement local et rapide difficile à anticiper
- Techniquement difficile à reproduire
- Lié aux débordements de cours d'eau et aux réseaux urbains



Nîmes (30) en 1988 (MeteoLanguedoc)



- **Les difficultés de cartographier l'aléa ruissellement**

- Beaucoup de paramètres en jeu :
 - ✓ La pluie (notamment les intensités locales)
 - ✓ L'occupation du sol et du sous-sol, leur état de saturation initial,
 - ✓ Les phénomènes pluies – sol (battance, etc.)
 - ✓ La topographie et micro-topographie
 - ✓ ...
- Risque mal connu, phénomènes peu documentés

- **Mais prise de conscience générale**

- De plus en plus intégré dans les cahiers des charges
- Nécessité de disposer d'une stratégie de gestion de ces risques
- Des sollicitations ponctuelles dans le cadre de projets d'aménagements (études d'impacts)
- Changement climatique : Augmentation du risque de pluie intense



Les méthodes analysées (1/1)

- **Synthèse bibliographique sur les méthodes existantes**

- **Chez ISL :**

- Méthode similaire à IRIP (Production, Transfert, Accumulation) basée sur topographie et occupation du sol,
- Rex des phénomènes passés (cartographie basée sur les enquête et l'exploitation topo) associé à des analyses hydrologiques (transformations pluies-débits) et des calculs simplifiés dans les secteurs urbanisés (Manning dans les rues, etc.)
- Quelques essais sur modèles 2D avec quelques doutes

- **Plus généralement :**

- Les méthodes dites sèches : IRIP, EXZECO
- Les méthodes hydrauliques : TELEMAC2D V7P2, Mike Flood, Cartino, Larsim, FullSWOF2D, ...
- Les méthodes intégrant l'érosion : Erosion3D, Stream (INRA), PSEM2D

Choix fait par ISL : limiter l'analyse au panel T2D / IRIP / EXZECO





- **Méthode sèche à score**

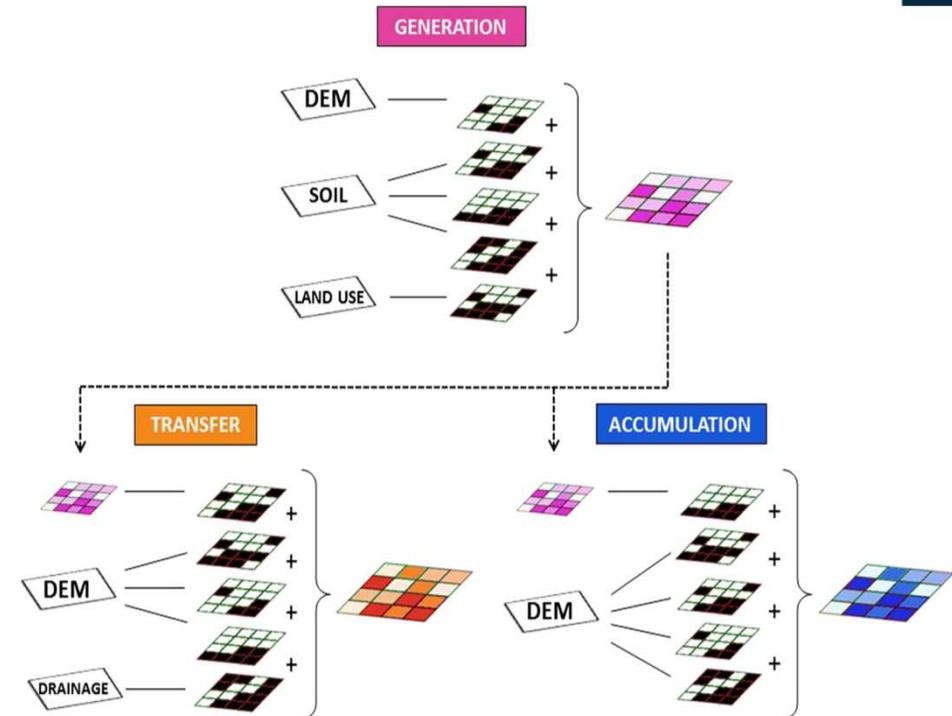
Topo / Pédologie / Occupation du sol

→ Sensibilité au ruissellement

→ Pas d'emprise de ZI

Traitement des 3 étapes du ruissellement :

- Production / Transfert / Accumulation



Difficultés : Grilles d'analyse dont les classes sont à adapter → Travail en relatif



La méthode IRIP (2/2)

Production		Valeurs	
Indicateur	0 (défavorable)	1 (favorable)	
Pente et indice topographique (Beven-Kirkby)	Pente <u>et</u> indice topographique faible	Pente <u>ou</u> indice topographique fort	
Profondeur du sol	Sol profond	Sol peu profond	
Perméabilité du sol	Sol perméable	Sol peu perméable	
Erodibilité du sol	Sol peu érodable	Sol érodable	
Occupation du sol	Surfaces perméables (végétation, forêt)	Surfaces peu perméables (urbanisation, cultures)	

Transfert		Valeurs	
Indicateur	0 (défavorable)	1 (favorable)	
Production amont	Production faible	Production forte	
Indice topographique (Beven-Kirkby)	Indice topographique faible	Indice topographique fort	
Pente	Pente forte	Pente faible	
Rupture de pente	Rupture convexe	Rupture concave	
Aires drainées amont	Accumulation faible	Accumulation forte	

Accumulation		Valeurs	
Indicateur	0 (défavorable)	1 (favorable)	
Production amont	Production faible	Production forte	
Pente	Pente faible	Pente forte	
Rupture de pente	Rupture concave	Rupture convexe	
Indice de compacité du bassin versant (Horton)	Facteur de forme faible	Facteur de forme fort	
Axes de communication (p.ex. thalwegs secs)	Pas d'axes	Axes linéaires	



La méthode EXZECO (1/2)

• Méthode du CEREMA basée sur la topographie

Identification de zones de concentration des écoulements

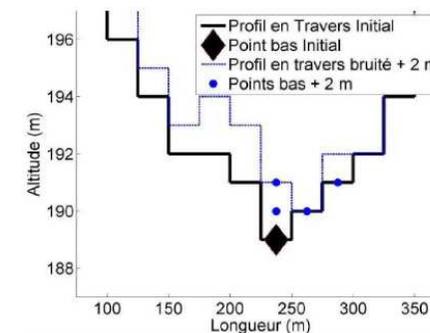
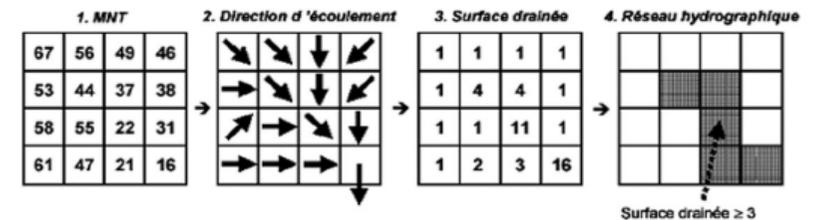
Notion de bruitage de MNT et de méthode itérative

Extraction de Zones d'Écoulement

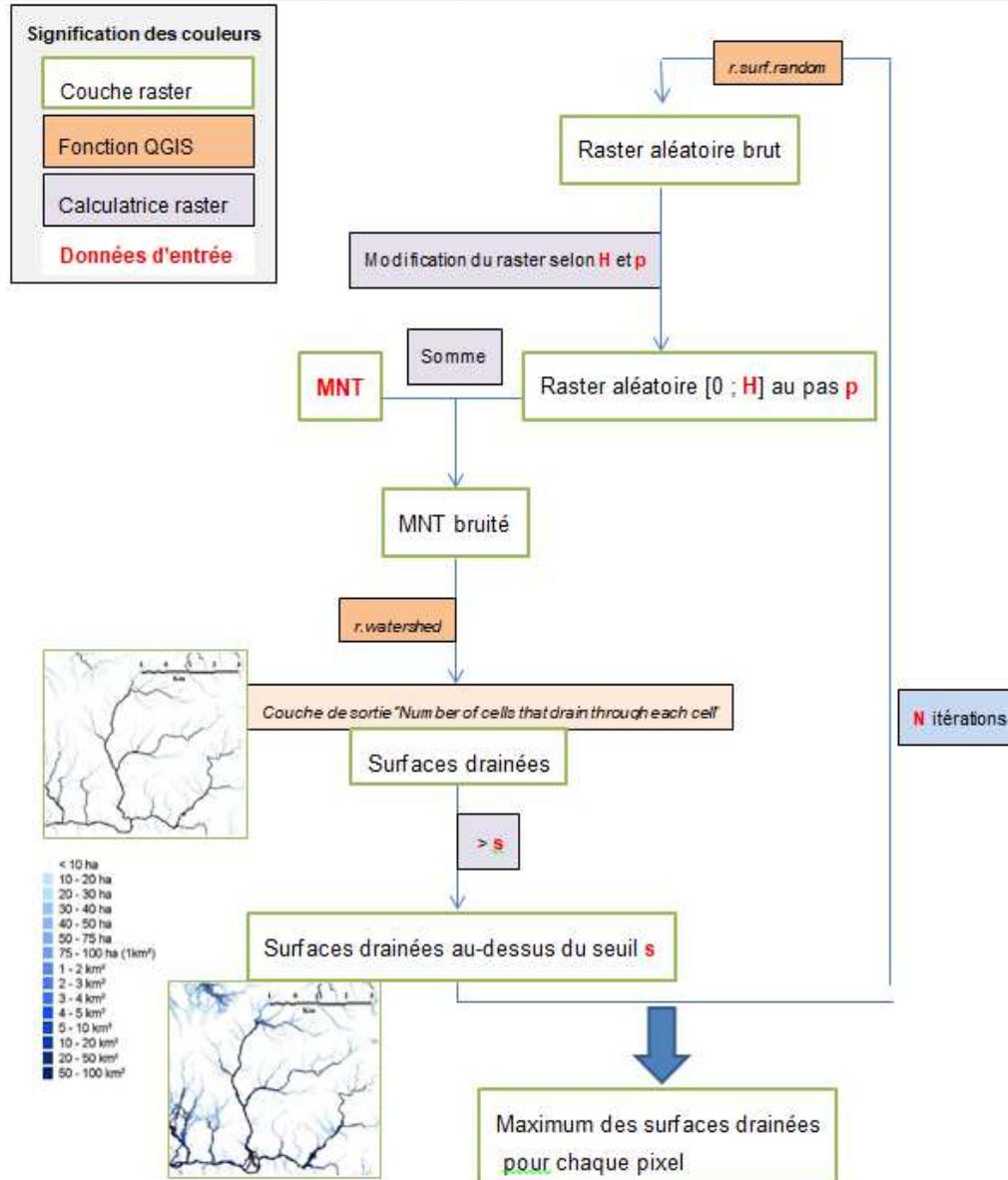
(Pas de notion de période de retour, ni de quantification de l'aléa)

Travail de l'action R&D : développer la méthodologie EXZECO
sous SIG (QGIS)

Les limites chez ISL : les temps de calcul (plusieurs heures)
et le nombre d'itération (#50)



La méthode EXZECO (2/2)





• Utilisation de la version V7P2 de TELEMAC2D

- Possibilité d'injecter une pluie sur l'ensemble du domaine modélisé
- Fonction de production de type SCS (avec paramètre CN pouvant être zoné)

Travail de l'action R&D :

- tester plusieurs paramètres de modélisation
- vérifier la convergence des résultats

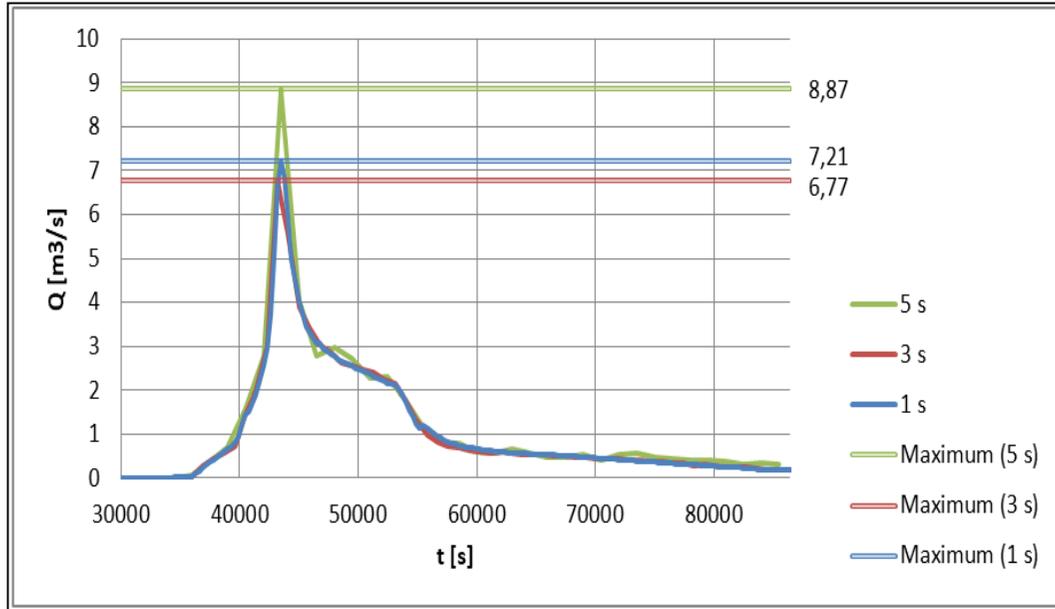
Principaux résultats :

- Convergence des résultats en fonction du maillage et du modèle de calcul (parallèle/scalaire) => erreur en volume # 0
- nécessité de travailler sur des courts pas de temps (1 s), au delà -> divergence
- nécessité de discrétiser suffisamment la pluie
- nécessité d'un maillage suffisamment fin (limite géographique à l'échelle communale)
- Difficulté de caler les strickler sur faibles lames d'eau (peu de retour d'expérience)

Paramètre testé	Paramètres analysés
Maillage	Convergence / Pertes de volumes dans le modèle
Pas de temps de calcul	Hydrogrammes (Qp et V)
Discrétisation de la pluie	Zone inondable
CN / K	Paramètres numériques (temps de calcul, taille de fichiers)
Parallèle/Scalaire	

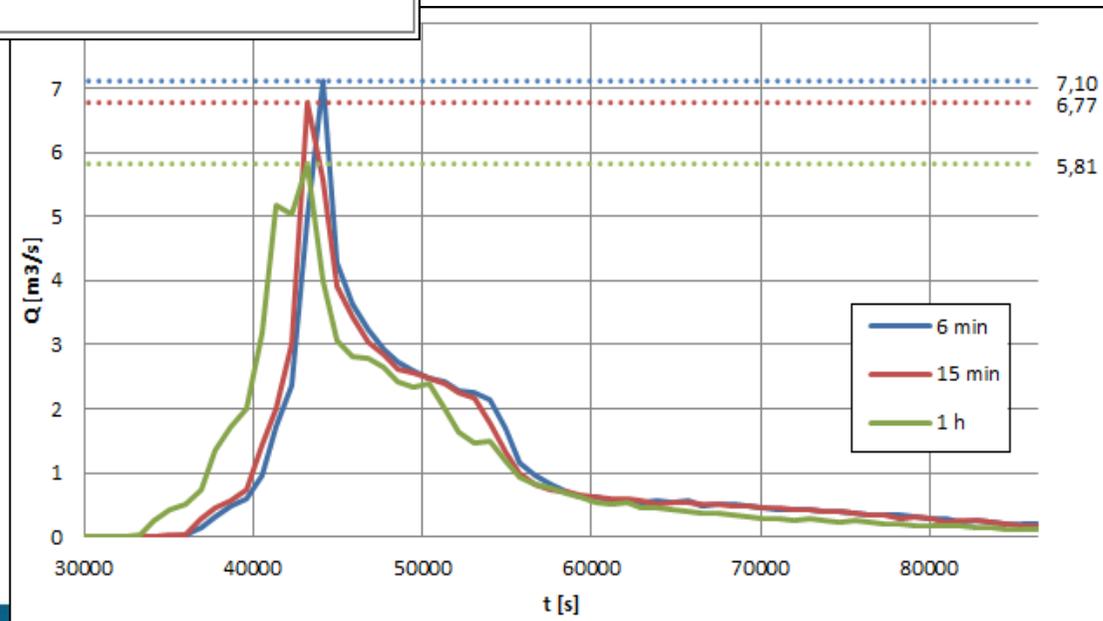


La modélisation 2D (2/2)



- Influence pas de temps

- Influence discrétisation de la pluie

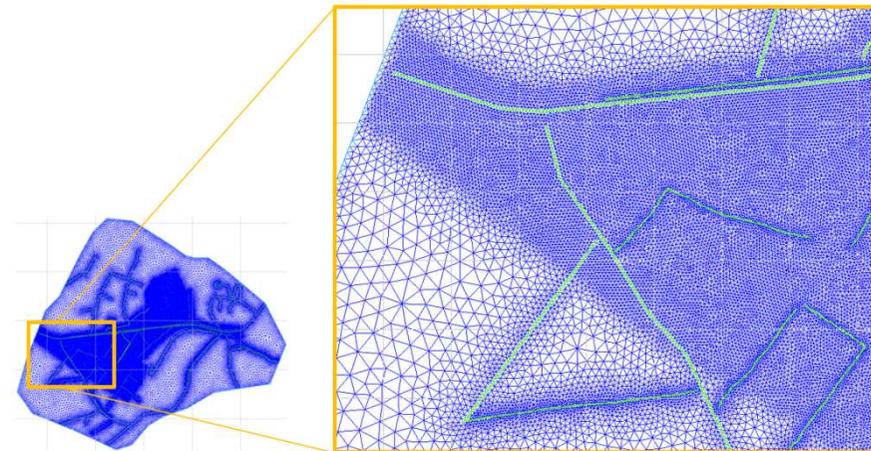
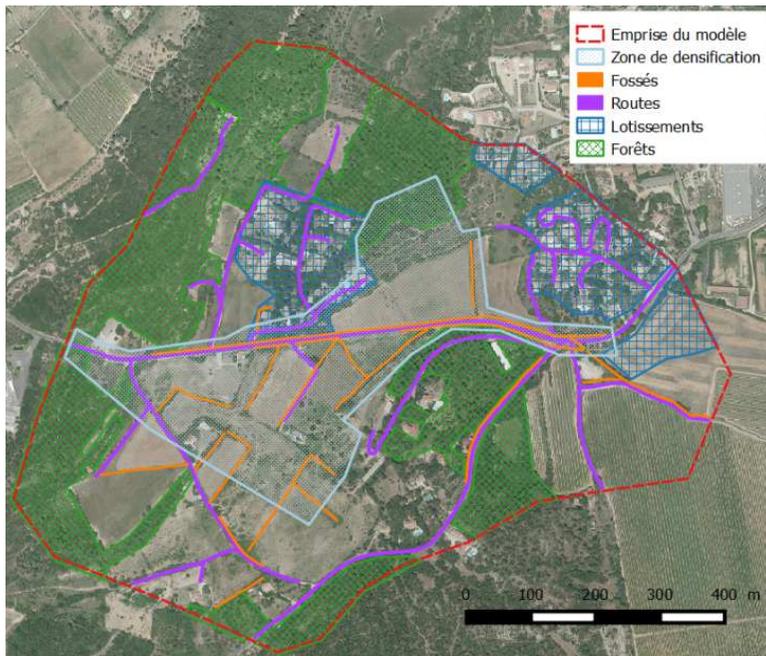




Exemples d'application (2/4)

- **Test sur petite emprise : Sommières (30)**

Surface : 65 ha



Domaine d'étude	Taille de maille (m)
Fossés	1
Routes	2
Zone de projet	2
Emprise du modèle	5
Par défaut	10

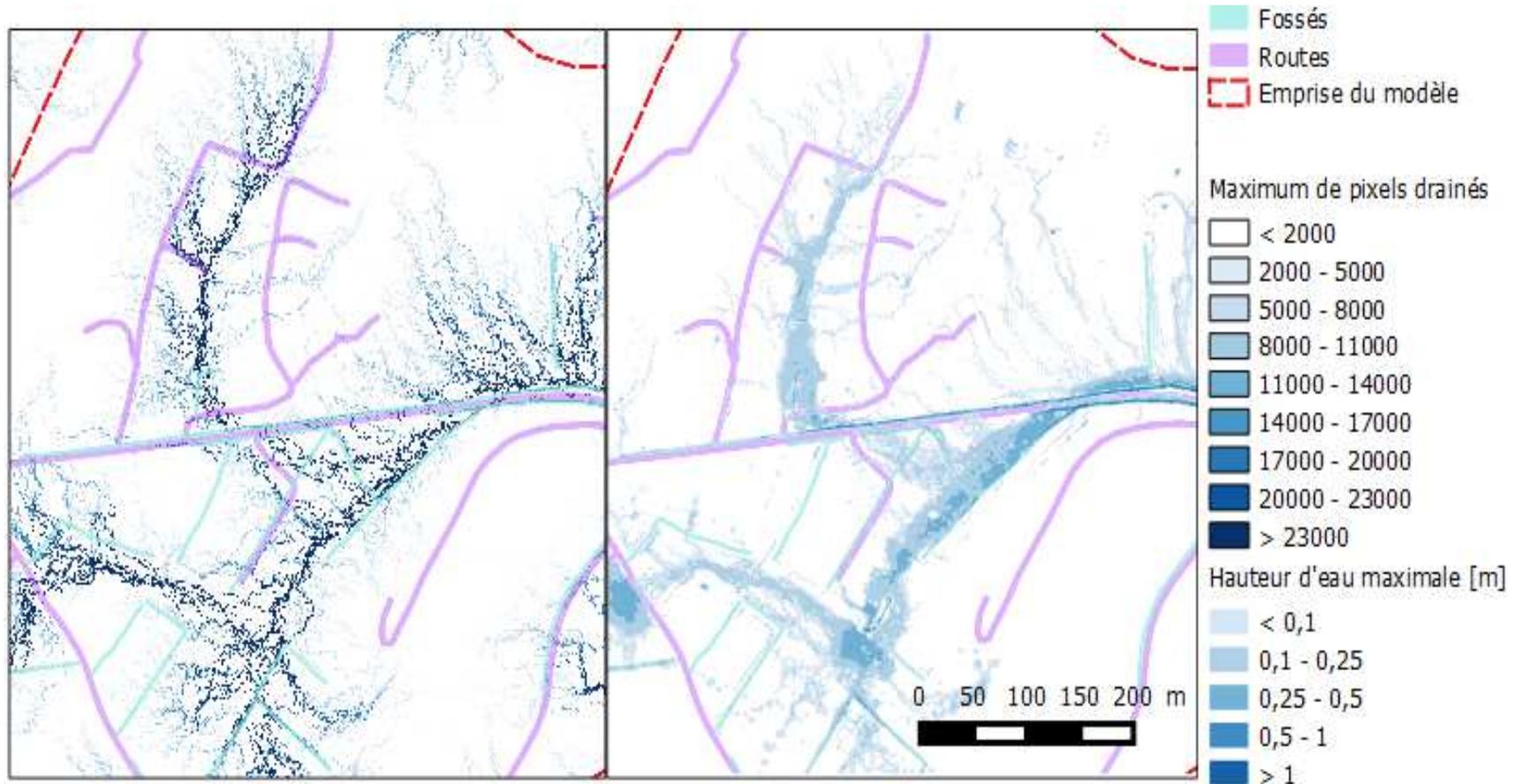
e



Exemples d'application (1/4)

• Confrontation Exzeco / Telemac2d à Sommières

MNT utilisé : pixel 0,5 m

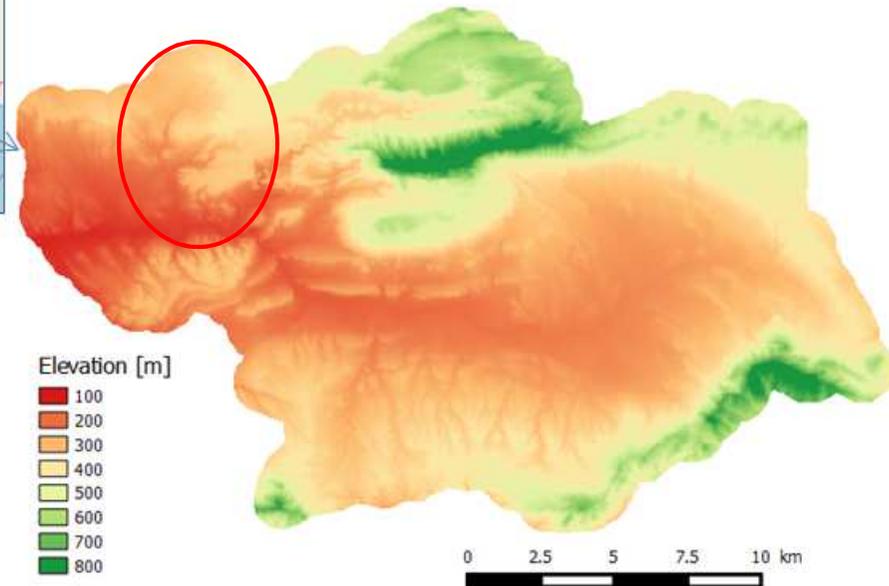




Exemples d'application (3/4)

- Test à plus grande échelle : le bassin de la Torse

Surface : 30 km²

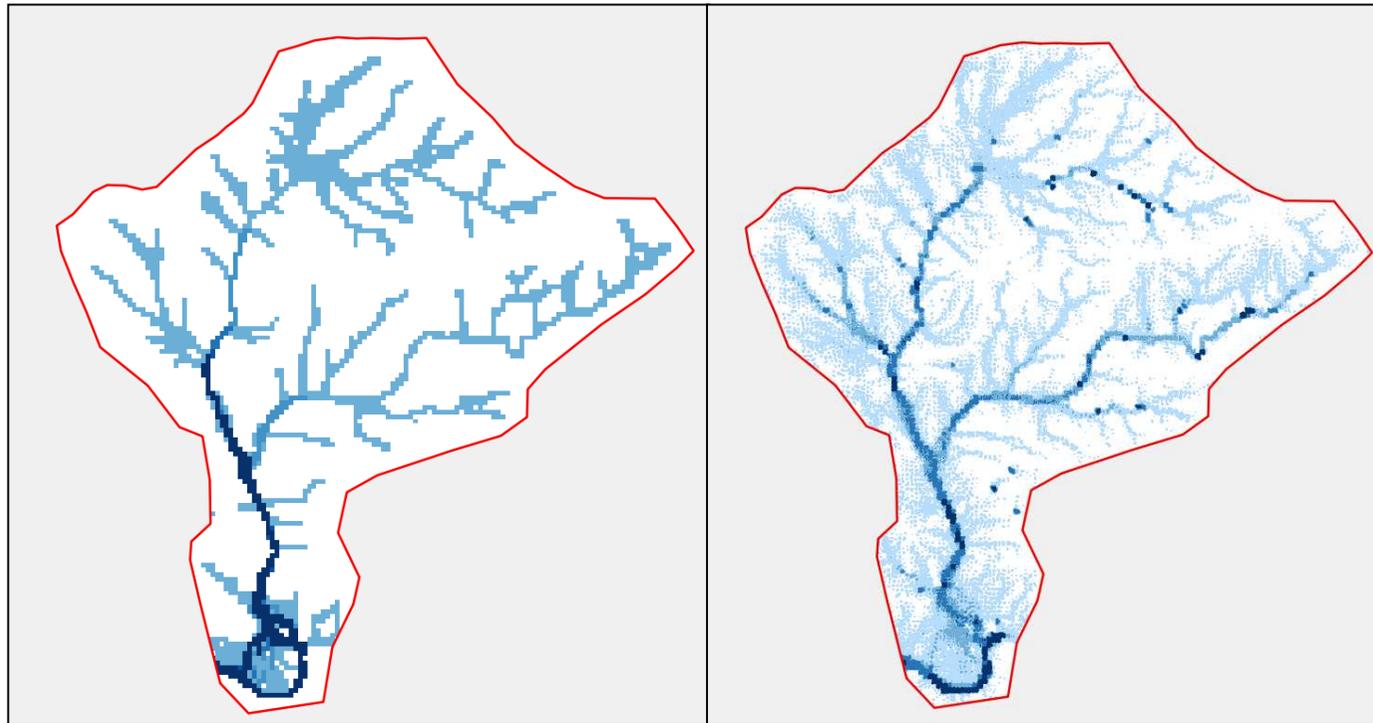


Territoire utilisé pour valider l'outil Exzeco développé en interne



- **Confrontation Exzeco / Telemac2d sur la Torse**

MNT utilisé : BD Alti IGN





Comparaison des méthodes (1/1)

- **Tableau de confrontation des méthodes**

	IRIP	EXZECO	TELEMAC2D
Type	Cartographique (méthode sèche)	Cartographique (méthode sèche)	Modélisation hydraulique
Précision	Pixel	Pixel	Nœuds de maillage
Données d'entrée	Topographie Occupation du sol Pédologie	Topographie	Topographie Pluviométrie Caractéristiques des sols (CN, K)
Résultats	Aptitude (notes de 0 à 5) de production, de transfert et d'accumulation du ruissellement Sensibilité au ruissellement	Aptitude de concentration de ruissellement	Hauteurs et vitesses de ruissellement
Avantages	Coût limité Méthode à grand rendement Permet de dissocier les 3 étapes d'inondation par ruissellement (genèse, transfert, accumulation) Seule méthode analysant la production	Coût limité Méthode à grand rendement Permet d'aboutir à des enveloppes de ZI potentielles (en retravaillant les résultats bruts)	Précision du rendu à l'échelle parcellaire Aléas quantifiés Possibilité de tester des aménagements
Inconvénients	Difficulté à représenter cartographiquement les résultats Comment exploiter les rendus pour le réglementaire ? Etude de projets impossible	Temps de calcul pour des grands domaines Comment exploiter les rendus pour le réglementaire ? Etude de projets impossible	Coût et temps à consacrer Etendue limitée à l'échelle communale (ordre de grandeur) La difficulté de calage en comparaison de la précision des rendus



- **Les préconisations en interne :**

- D'un point de vue opérationnel, le modèle 2D viable qu'à l'échelle d'une commune
- Les méthodes IRIP et EXZECO sont complémentaires et aisées à mettre en oeuvre → A appliquer en début d'étude pour disposer d'un premier diagnostic "macro" – suite à moduler en fonction des enjeux
- **Dans tous les cas : bien s'appuyer sur les visites de terrain**

- **Une méthode de transposition à venir :**

- Pour les grands territoires, couplage des méthodes « sèches » avec des modèles 2D locaux centrés sur les secteurs à enjeux
- Analyse/Confrontation des différents résultats
- Transposition sur les secteurs sans modèle 2D

→ En attente d'opportunités (territoire d'étude) pour lancer cette phase de l'action



Barrages



Energie



Eau
Environnement



Infrastructures
et aménagements
hydrauliques



Calcul
scientifique

Journée Risques et Territoires : le risque ruissellement 09/10/2018

Confrontation des méthodes de cartographie de l'aléa ruissellement

Gwendal SENECHAL
senechal@isl.fr

ISL

Ingénierie

Merci de votre attention !