

Forum des utilisateurs de radar météorologiques

Analyse de sensibilité d'un système de prévision hydrologique distribué à la nature des lames d'eau

J.-P. Naulin
E. Gaume
O. Payrastre

Toulouse 24/11/2011



IFSTTAR

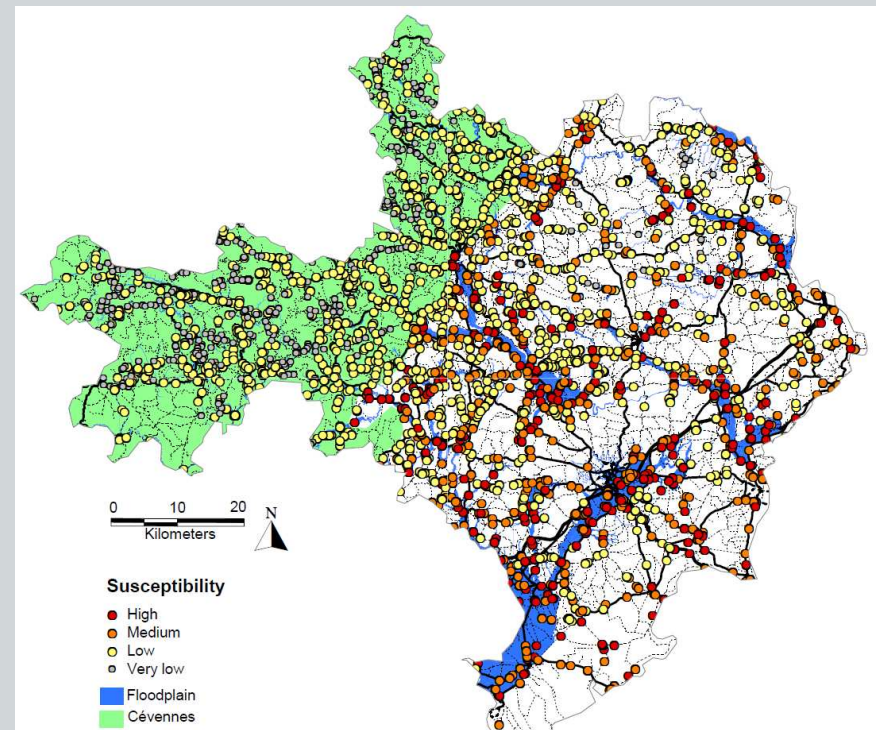
Introduction

- Les crues éclair
 - Désastre naturel le plus important en région méditerranéenne
 - Forte variabilité spatio-temporelle des précipitations
 - Évolution très rapide
 - Intensités localement très importantes
 - Dégâts sur les têtes de bassins
- Prévion locale
 - Intérêt de la qualité des lames d'eau utilisées et notamment du radar : résolution spatiale et temporelle
 - Modèles distribués, adaptés aux conditions non jaugées



Introduction

- Système de prévision de la submersion des routes
 - Thèse Versini (2007)
 - Département du Gard
 - Modèle hydrologique distribué (2000 points cibles)
 - temps réel, actualisé toutes les 15 minutes
- Quelles lames d'eau pour alimenter ce système?



Sommaire

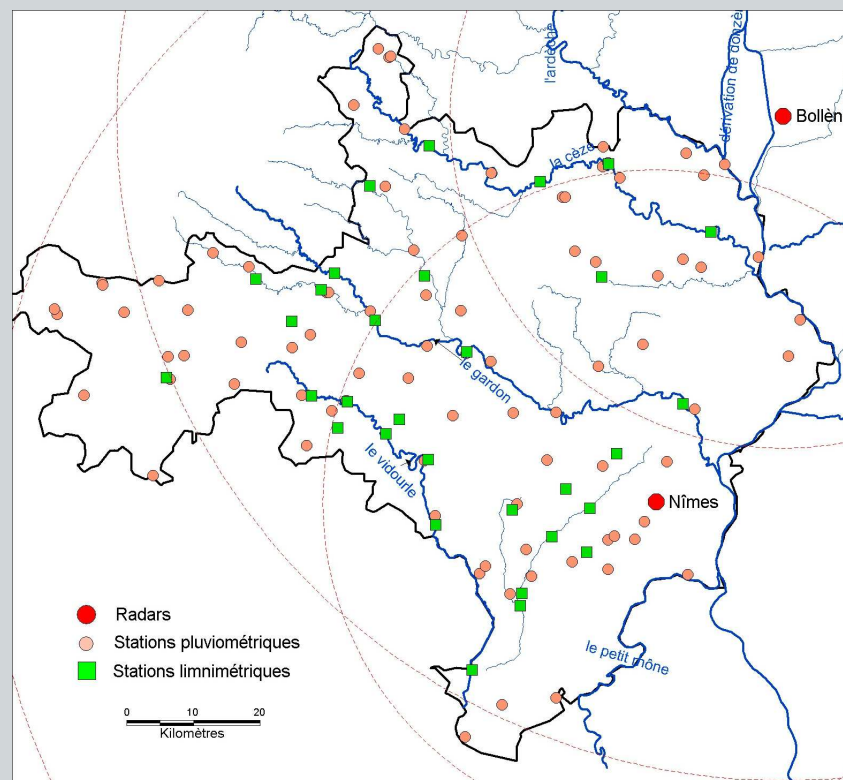
1. Données et méthodologie
 1. Les données valorisées
 2. Les lames d'eau étudiées
 3. Le système de prévision des coupures de routes
 4. Evaluation des performances du système
2. Comparaison radar et pluviométriques interpolés
 1. Simulation des hydrogrammes aux stations
 2. Débits de pointe des bassins non jaugés
 3. Détection des coupures de routes
3. Conclusion



1. Données et méthodologie

1.1 Les données valorisées

- Le Gard est couvert par un réseau de stations de mesures dense:
 - 2 radars bande-S
 - 37 stations pluviométriques
 - 38 stations limnimétriques
- Débits de pointes estimés sur des petits bv non jaugés pour les crues de 2002 et octobre 2008
- Inventaires de coupures de routes
- 5 épisodes
 - 08/09/2002
 - 29/09/2007
 - 19/11/2007
 - 19/10/2008
 - 31/10/2008



1. Données et méthodologie

1.2 Les lames d'eau étudiées

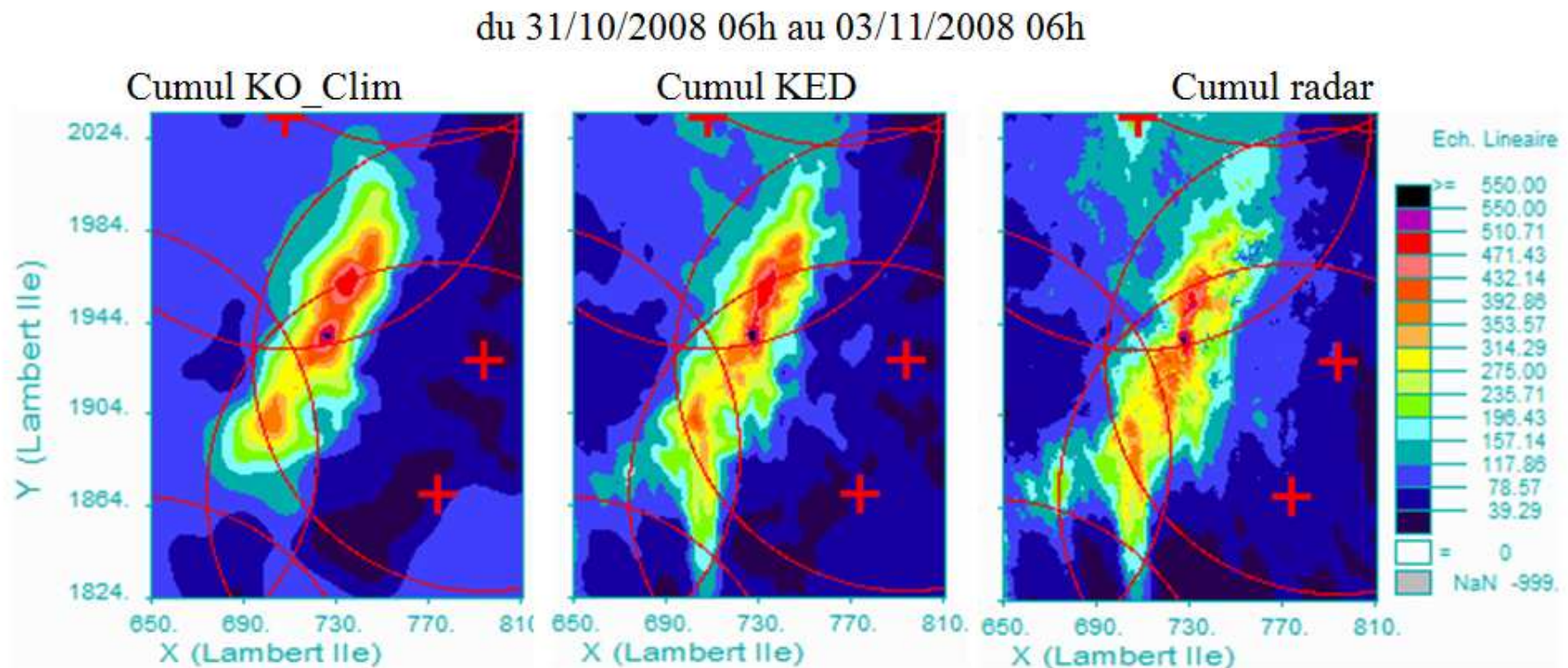
- Lames produites par interpolation des mesures pluviométriques
 - Krigeage simple : **CLIM**
 - avec variogramme « climatologique » isotrope (Lebel et al. 1987) (**CLIM**)
 - Krigeage universel : **KED**
 - avec variogramme anisotrope estimé à chaque pas de temps à l'aide des données radar,
 - avec une dérive externe constituée par le cumul radar du pas de temps considéré
- Données Radar
 - **TradHy** (réanalyses LTHE en temps différé) : l'objectif est de respecter les cumuls événementiels, horaire et 15 minutes
 - Identification/élimination des échos parasites
 - Correction des sources d'erreur dépendant de la distance au radar et estimation de la réflectivité « au sol », identification du PVR et prise en compte du relief
 - Optimisation d'une relation Z-R à l'aide des données pluvio



1. Données et méthodologie

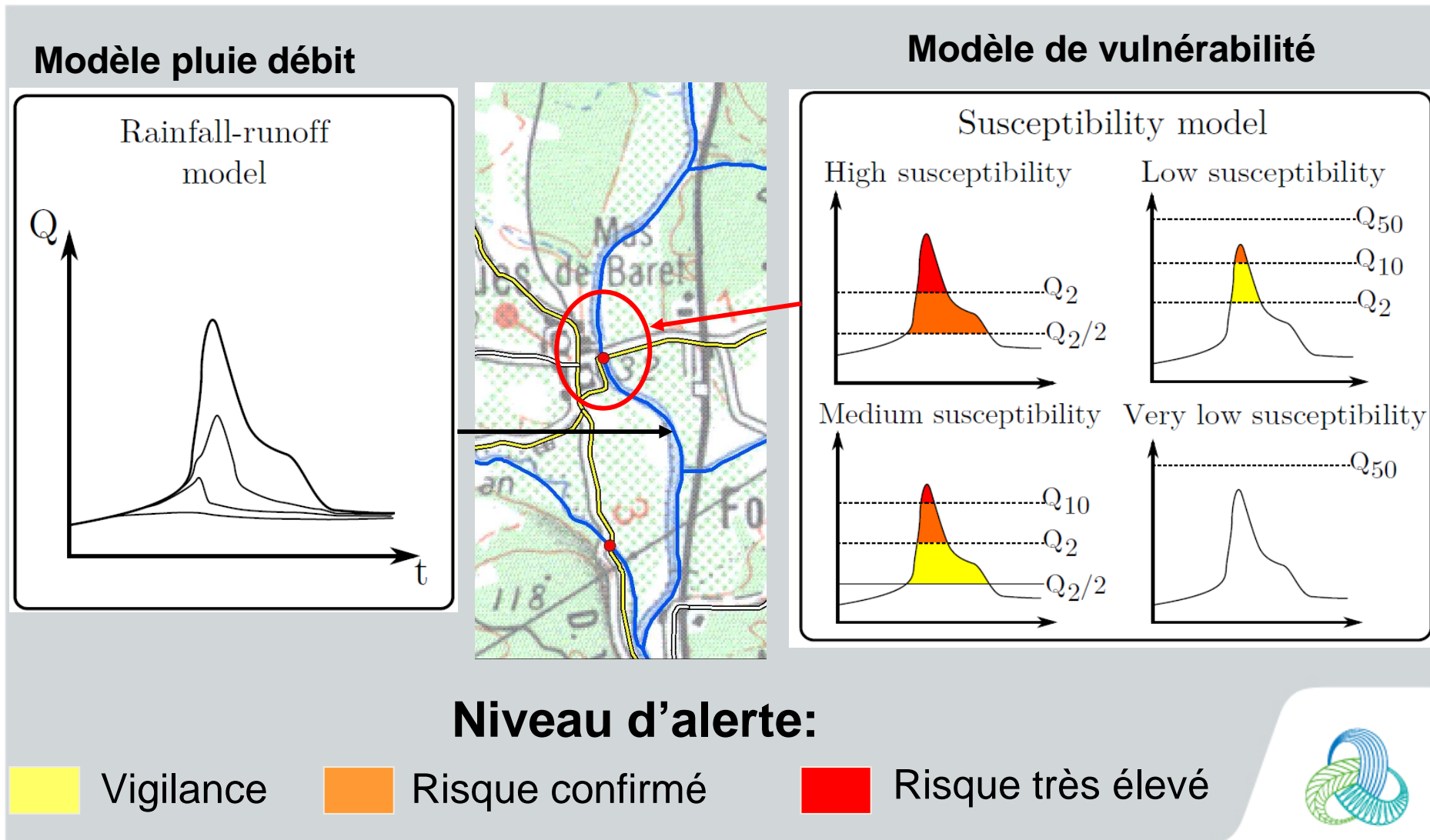
1.2 Les lames d'eau étudiées

- Données produites par le LTHE
- Résultat d'une validation croisée à partir des réseaux au sol: (LTHE 2011)
 - KED présente systématiquement les meilleurs performances
 - La hiérarchie entre les données TRADHY et CLIM dépend de la typologie de l'événement



1. Données et méthodologie

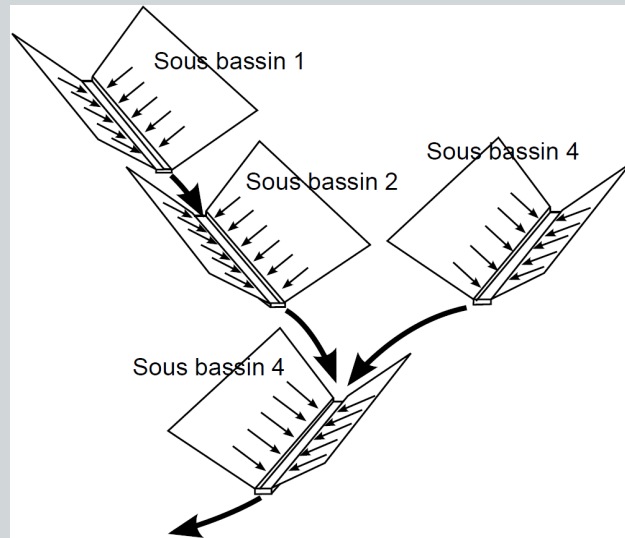
1.3 Le système de prévision des coupures de routes



1. Données et méthodologie

1.3 Le système de prévision des coupures de routes

Modèle CINECAR



Estimation du débit sur 3288 sous bassins.

K: Rugosité
 A: Section mouillée en m^2
 P: périmètre mouillé en m
 I: pente du cours d'eau

Rainfall

-1km² resolution
 -15min or hourly

Production

-Sub-watersheds
 -SCS Curve Number

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Effective rainfall

Transfer

Kinematic Wave

$$q = \frac{\partial A}{\partial Q} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x}$$

-Manning Strikler $Q = KA^{5/3}P^{-2/3}I^{1/2}$

-Method of characteristics

if slope < 1%

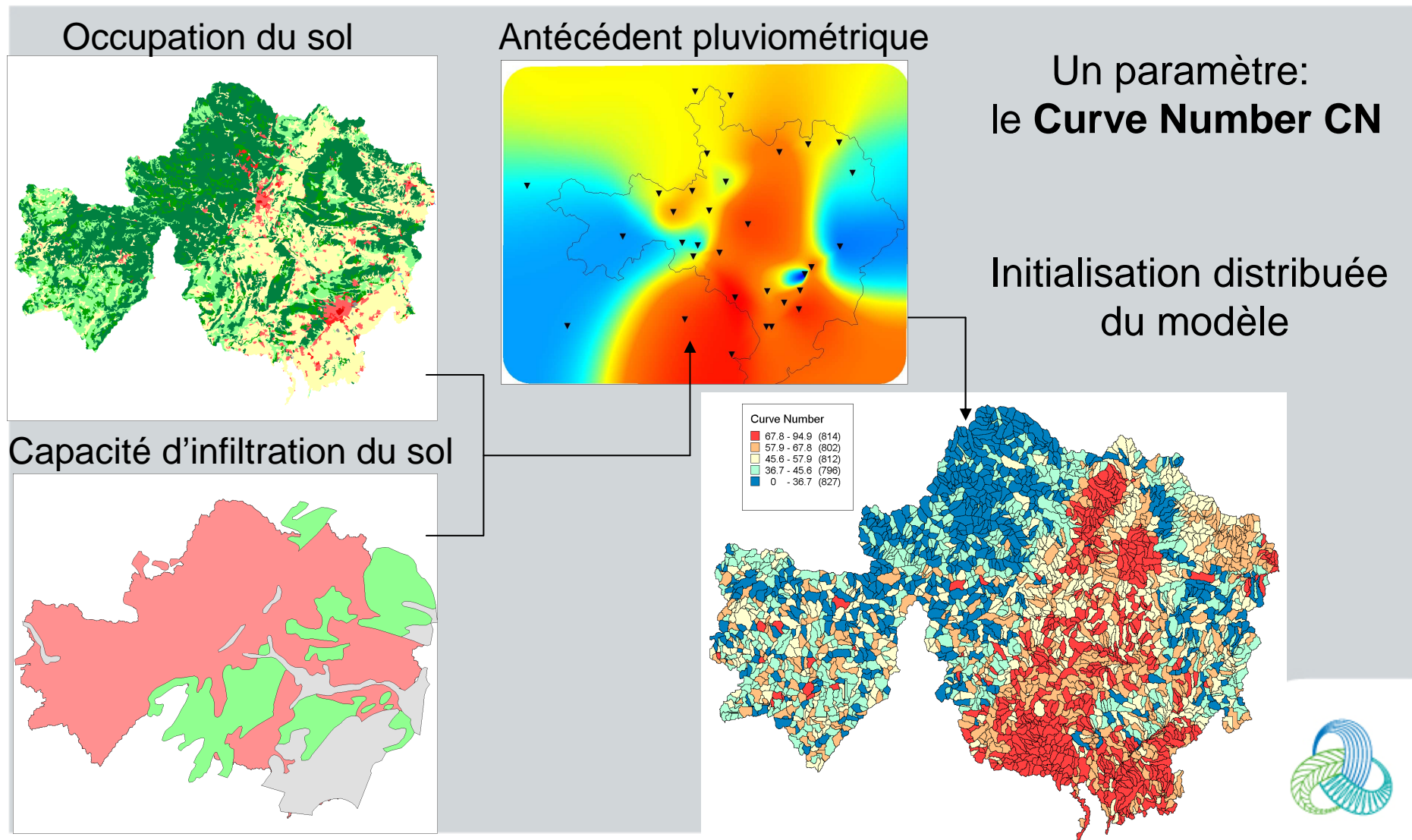
Diffusive wave

-Hayami kernel

Discharge

1. Données et méthodologie

1.3 Le système de prévision des coupures de routes



1. Données et méthodologie

1.4 Evaluation des performances du système

- Hydrogrammes mesurés aux stations, critère de Nash-Sutcliffe :
- Utilisation des débits de pointes estimés lors de retours d'expériences : Calcul d'un écart relatif A_d

$$A_d = \frac{|Q_e - Q_s|}{Q_e}$$

Q_e : Débits de pointes spécifiques estimés lors du REX

Q_s : Débits de pointes spécifiques simulés par le modèle

- Efficacité du système de prévision des coupures de routes :

$$POD = \frac{\text{Coupures prévues et observées}}{\text{Ensemble des coupures observées}}$$

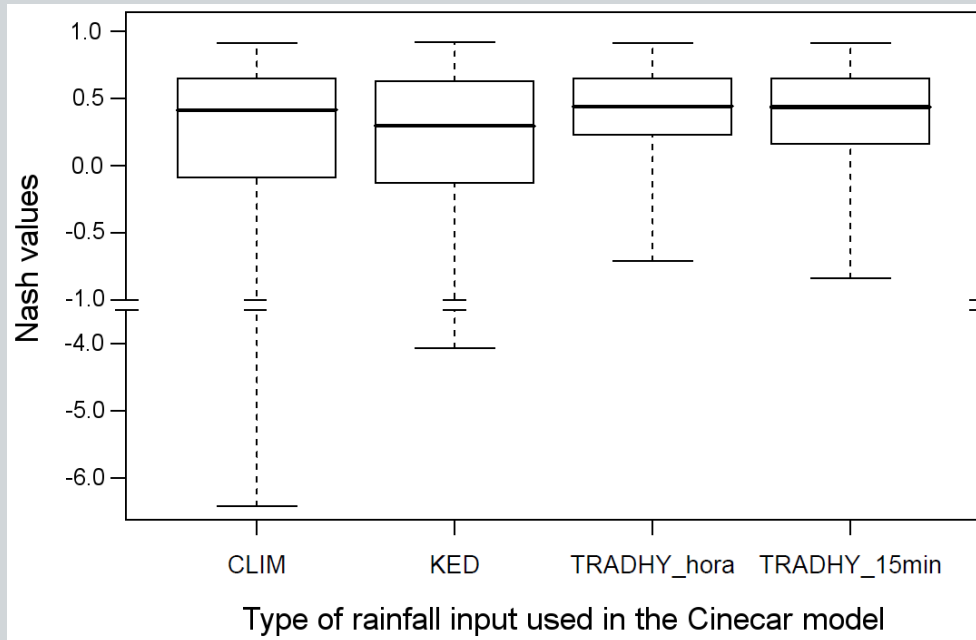
$$POFD = \frac{\text{Fausses alertes}}{\text{Ensemble des routes non coupées}}$$

– Idéal : $POD=1$ $POFD =0$



2. Comparaison radar et pluviométriques interpolés

2.1 Simulation des hydrogrammes de crue



Nash-Sutcliffe obtenus à partir des hydrogrammes simulés en utilisant différents types de lames d'eau

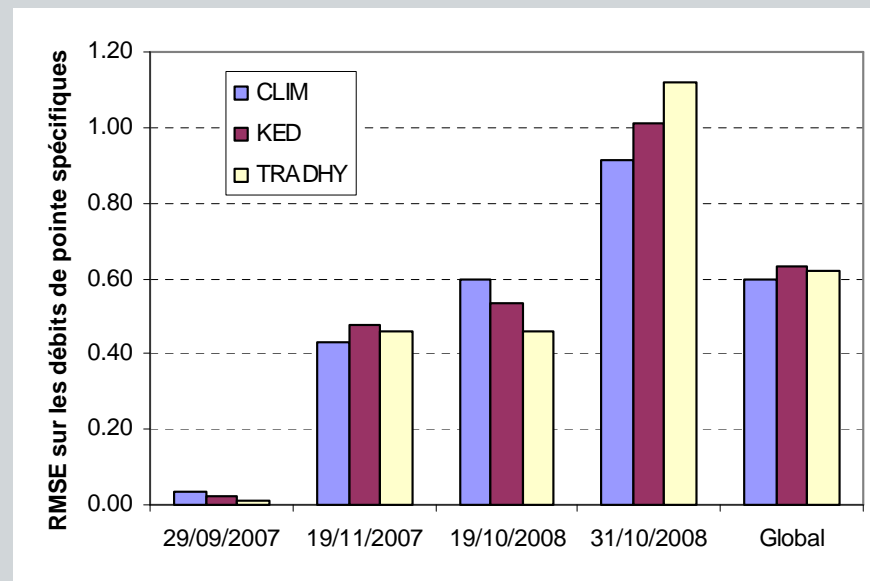
- 5 événements:
 - 09/09/2002
 - 29/09/2007
 - 19/11/2007
 - 19/10/2008
 - 31/10/2008
- 32 hydrogrammes par lames d'eau
- Pas de différences significatives mais boxplots plus resserrés pour TRADHy



2. Comparaison radar et pluviométriques interpolés

2.1 Simulation des hydrogrammes de crue

Comparaison des RMSE calculés sur les débits de pointe spécifiques obtenus pour les différentes stations (52 pointes)



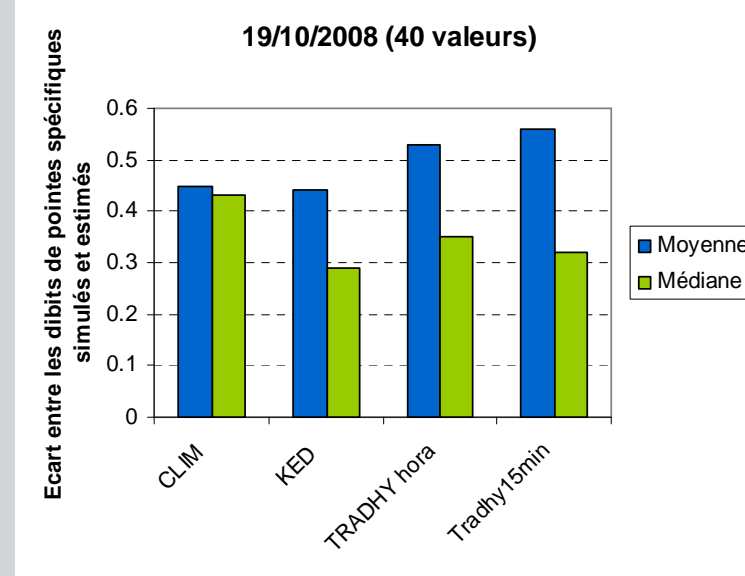
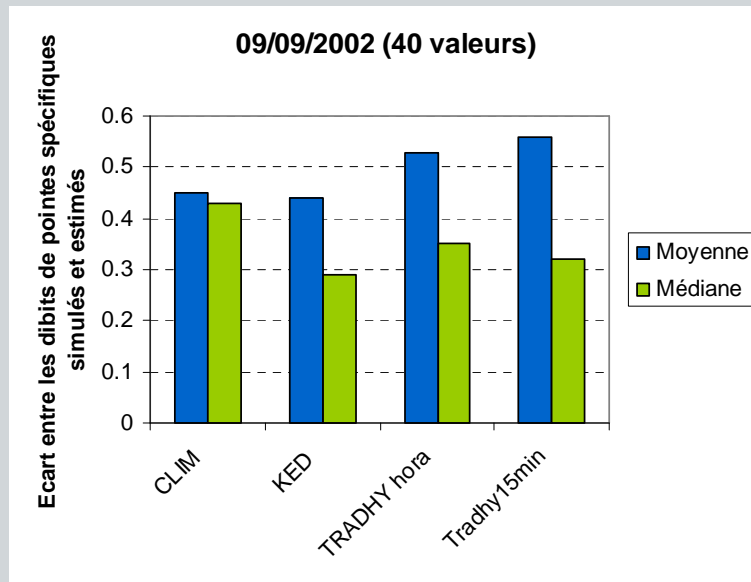
- Performances globales similaires
- Variabilité d'un événement à l'autre
- Comportement intermédiaire des lames d'eau KED



2. Comparaison radar et pluviométriques interpolés

2.2 Débits de pointe des bassins non jaugés

Synthèse des écarts relatifs obtenus pour CLIM, KED et TRADHY



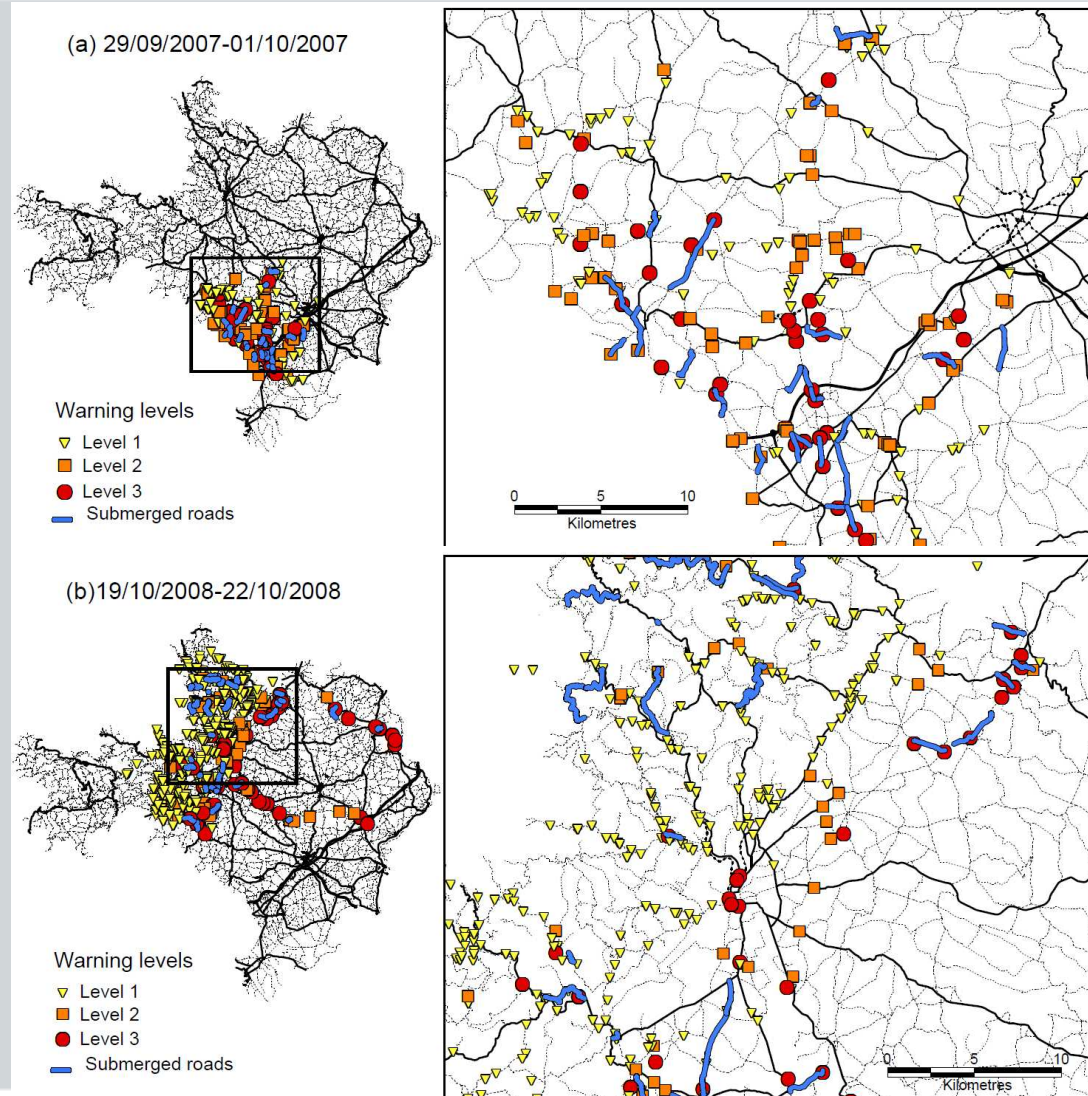
- Avec les données radar, les erreurs sont plus faibles en valeur médiane mais plus fortes en moyenne: (erreurs ponctuelles parfois très importantes)
- La même tendance est observable entre Tradhy 15 minutes et Tradhy horaire
- Les données KED offrent les résultats les plus satisfaisants



2. Comparaison radar et pluviométriques interpolés

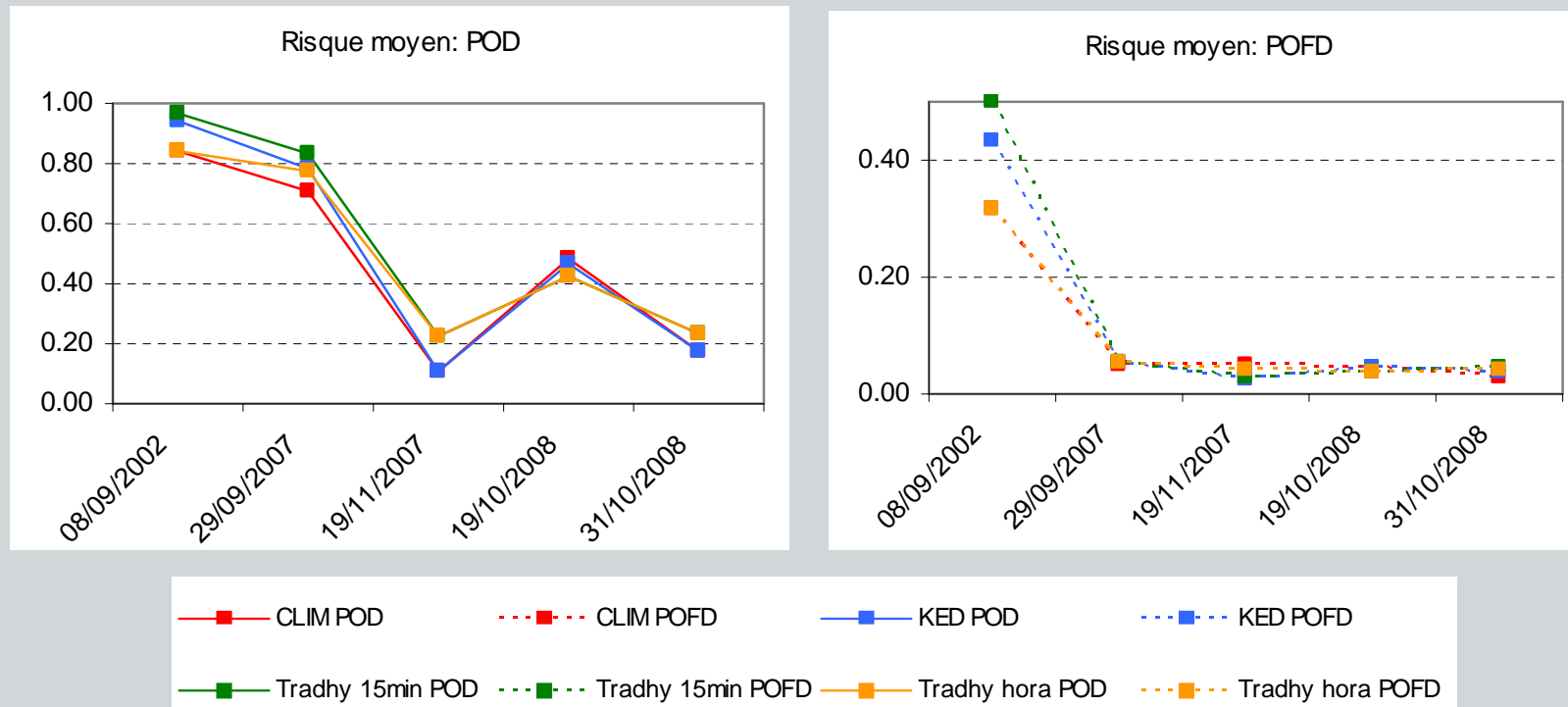
2.3 Détections des coupures de routes

- Résultats du système satisfaisants : en moyenne 80% de POD et 30 % de POFD
 - Bonne détection des secteurs affectés par les crues
 - Proportion de fausses alertes élevée
- Performances variables d'un événement à l'autre
 - Meilleures performances pour les événements de plus forte intensité.
- Limite des inventaires de submersion des routes



2. Comparaison radar et pluviométriques interpolés

2.3 Détections des coupures de routes



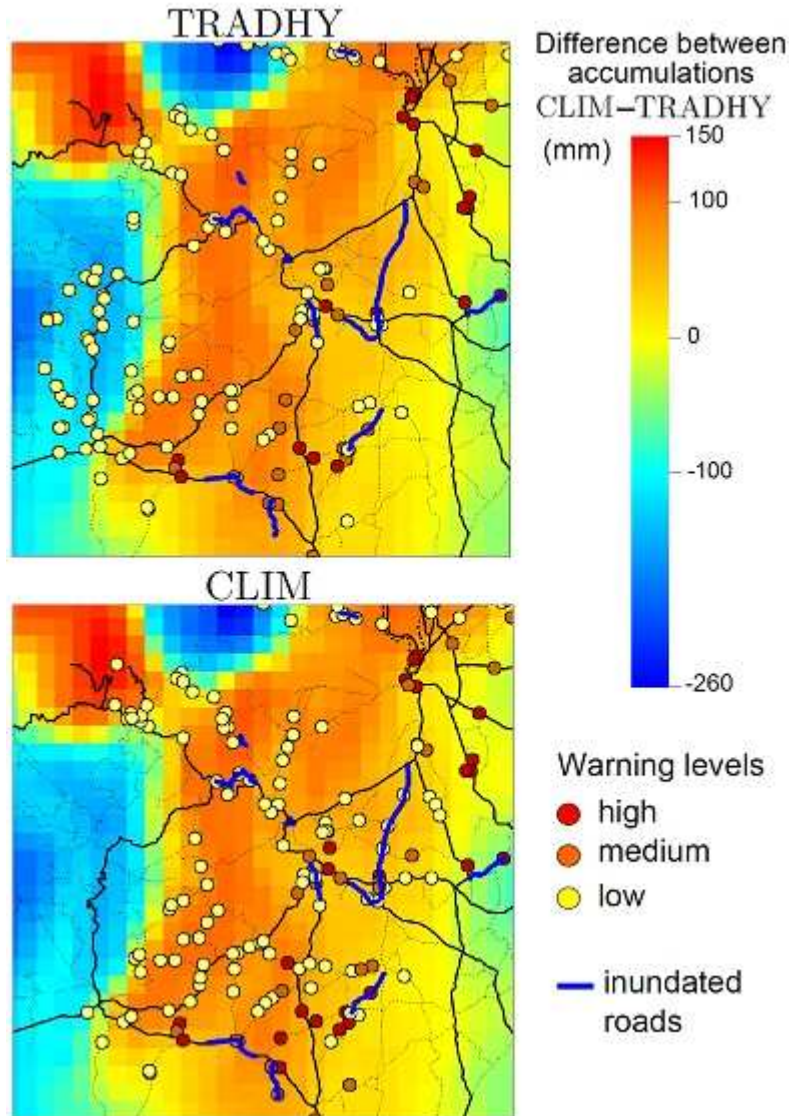
Scores obtenus par le système pour chaque niveau de risque en utilisant différentes lames d'eau.

- Difficile de considérer à la fois les POD et les POFD
- Pas de tendances significatives et reproductibles



2. Comparaison radar et pluviométriques interpolés

2.3 Détections des coupures de routes



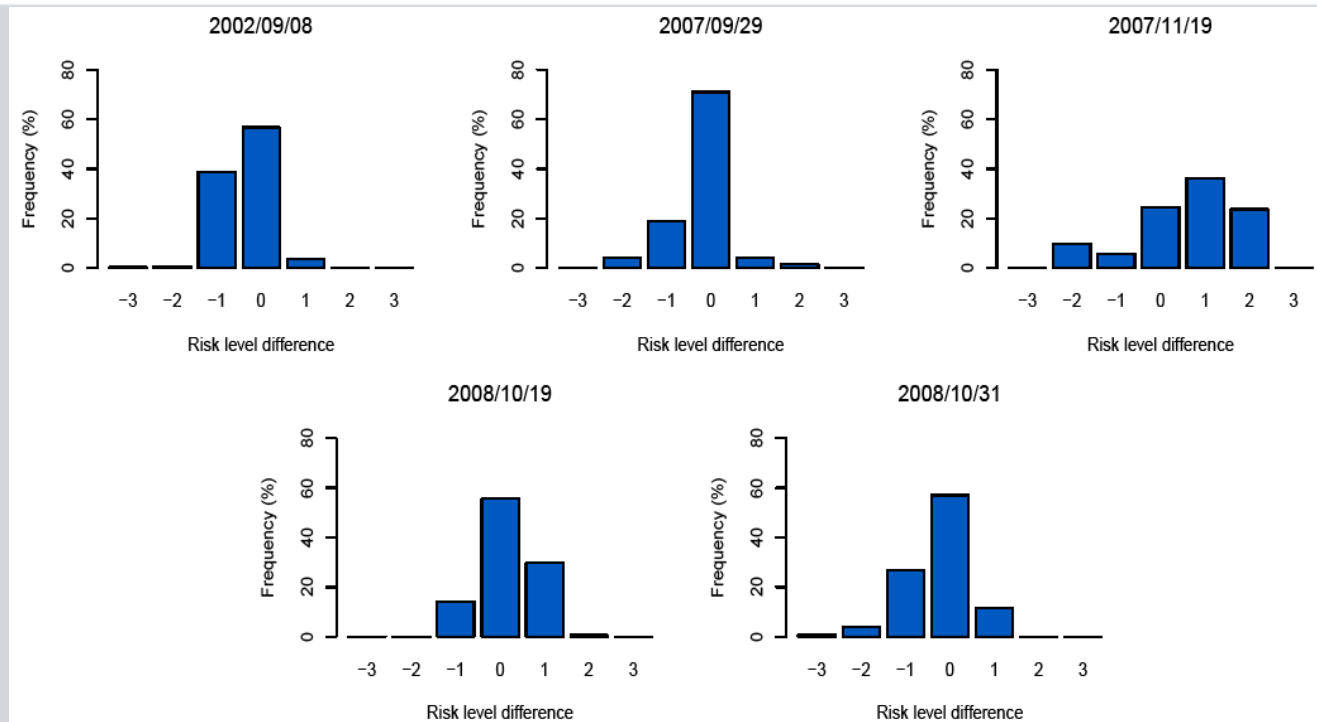
Comparaison entre les niveaux de risque élaborés à partir des lames d'eau Tradhy 15min et Clim

- Les lames d'eau cumulées peuvent être très différentes
- Différences significatives entre les niveaux de risques
- Différences significatives entre les débits simulés sur les entités CINECAR
- Variable d'un événement à l'autre



2. Comparaison radar et pluviométriques interpolés

2.3 Détections des coupures de routes



Comparaison entre les niveaux de risque établis à partir des données CLIM et TRADHY15min. L'alerte « risque fort » est considérée de niveau trois et l'alerte « risque faible » de niveau 1. Niveau CLIM - Niveau TRADHY

- La qualification du risque diffère sur 30 à 60% suivant les lame d'eau
- L'effet du type de lame d'eau: masqué par la vulnérabilité, modélisation, qualités inégales suivant les secteurs



Conclusion

- Comparaison des lames d'eau:
 - Des différences significatives des débits de pointe simulés (petits BV notamment)
 - Difficile de mettre en évidence la plus value associée aux données radar
 - Brands BV: qualité équivalente des hydrogrammes reconstitués aux stations
 - Petits BV: les gains médians sont contrebalancés par des erreurs locales importantes
 - Détection des coupures de routes: performances globales similaires
- Limites et perspectives:
 - Les imperfections du système masquent le gain associé aux données
 - Envisager le cas d'événements très localisés échappant au réseau de pluviomètres



Démonstrateur:

<http://prediflood.lthe.fr/carto.php>

