

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/309732116>

# Occurrence temporelle et seuils hydro-climatiques de déclenchement et de réactivation de glissements de terrain (Pays d'Auge, Normandie)

Presentation · October 2016

DOI: 10.13140/RG.2.2.25067.13606

CITATIONS

0

READS

144

6 authors, including:



**Candide Lissak**

Université de Caen Normandie

53 PUBLICATIONS 123 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Mathieu Fressard**

French National Centre for Scientific Research

47 PUBLICATIONS 163 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Maquaire Olivier**

Université de Caen Normandie

247 PUBLICATIONS 2,383 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Olivier Cantat**

Université de Caen Normandie

172 PUBLICATIONS 161 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Observation and Measurement of Past and Present Environments - Research Platform OMEAA [View project](#)



EVALUATION MULTIRISQUES ET MULTI-ÉCHELLES DES ZONES DE MONTAGNES NORD AFRICAINES DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT GLOBAL [View project](#)

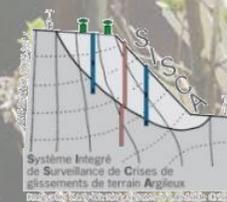
# Occurrence temporelle et seuils hydroclimatiques de déclenchement et de réactivation de glissements de terrain (Pays d'Auge, Normandie)

Candide Lissak\*, Mathieu Fressard\*\*, Olivier Maquaire\*, Olivier Cantat\*, Yannick Thiery\*\*\*, Robert Davidson\*

\*Laboratoire GEOPHEN, Géographie Physique et Environnement, CNRS UMR 6554, Université de Caen-Basse-Normandie, Esplanade de la Paix, F-14032 Caen Cedex – France (candide.lissak-borges@unicaen.fr)

\*\* Environnement, Ville et Société EVS – UMR 5600, Université Lyon 3 – Jean Moulin

\*\*\* BRGM – Division Risques et Prévention, Orléans

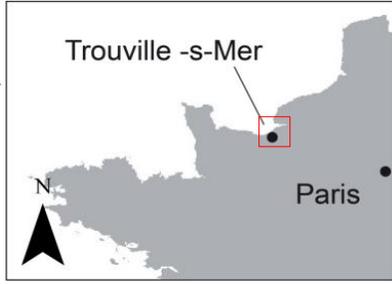


# 1. Contexte et zone d'étude

## ➤ De nombreuses formes d'aléas

- Dans un contexte de changements globaux (changements climatiques, utilisations des sols...)
- Sur des territoires où la vulnérabilité est croissante
- Des outils de gestion de risques nécessaires

➔ Projet ANR : SISCA... mais encore des questionnements



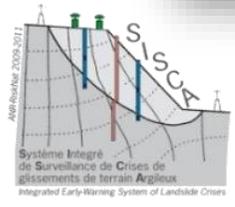
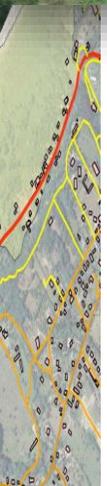
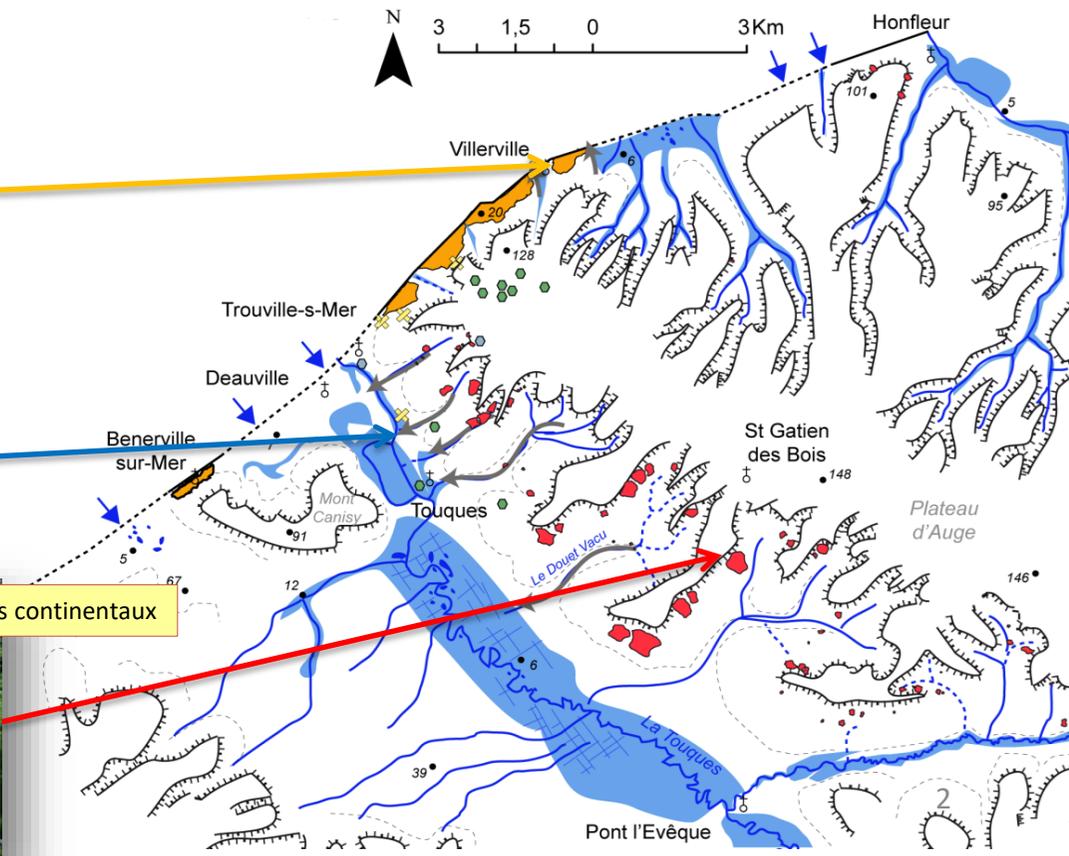
Glissements côtiers



Inondations



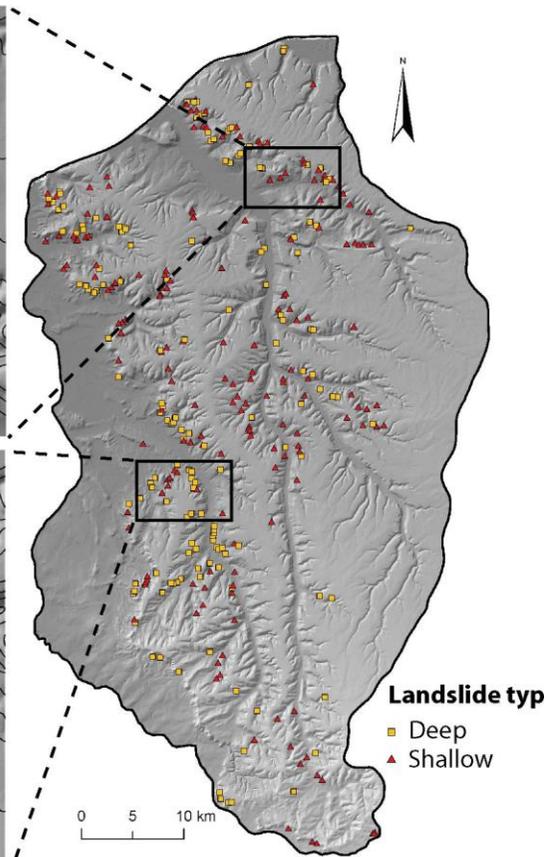
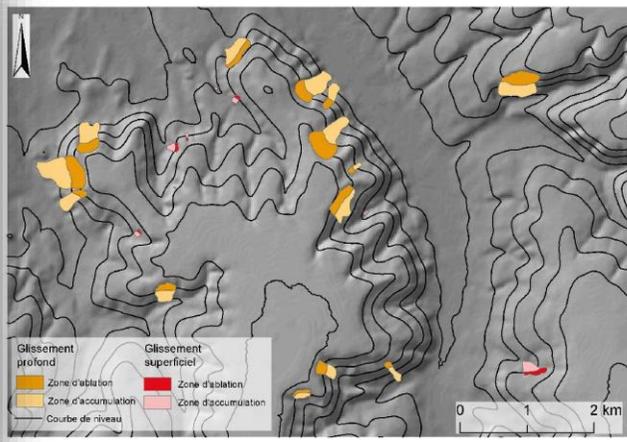
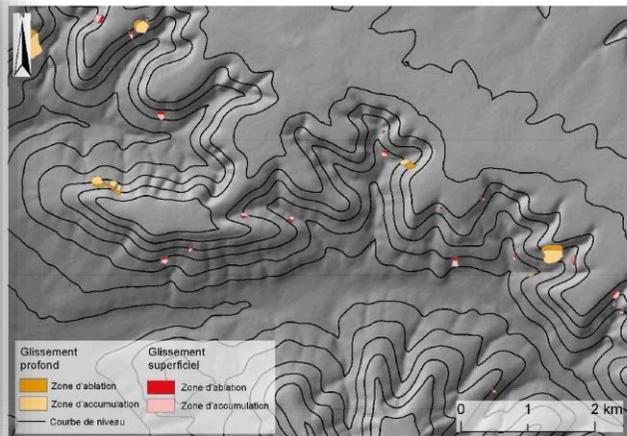
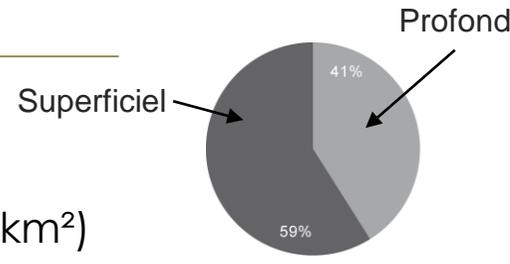
Glissements continentaux



# 1. Contexte et zone d'étude

## ➤ Des glissements de terrain omniprésents

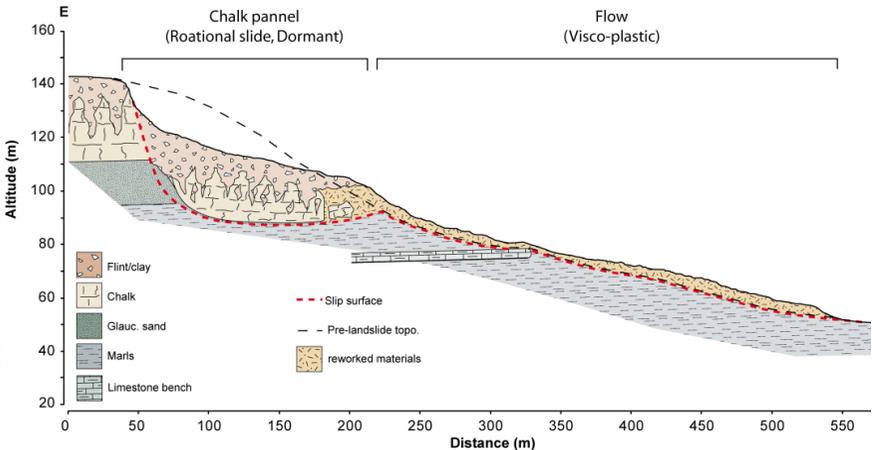
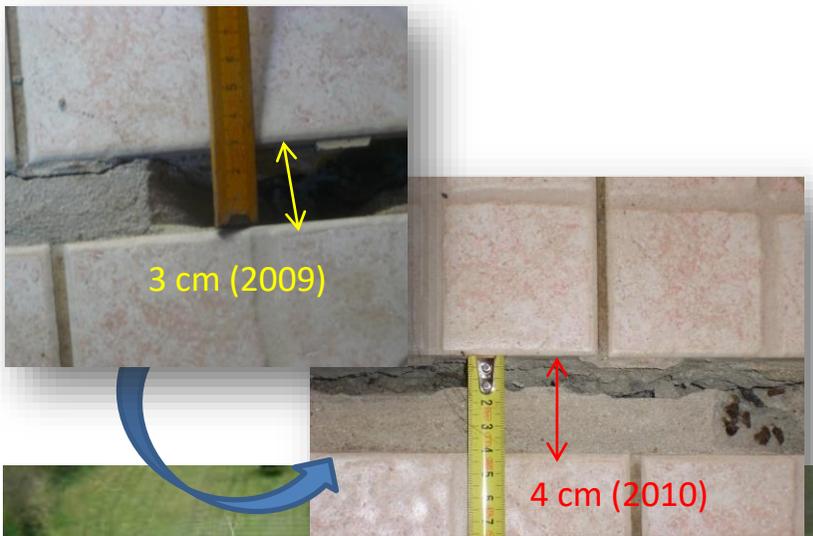
- **395 glissements cartographiés dans le Pays d'Auge (2,500 km<sup>2</sup>)**
  - Glissements superficiels & profonds
  - Déplacements lents de faible amplitude (< 1cm ou 1-10cm.an-1);
  - Déplacements brutaux de fortes amplitudes



## 2. Objectifs

➤ *Des glissements de terrain omniprésents*

**➔ Identifier des seuils hydro-climatiques critiques à la stabilité des versants**

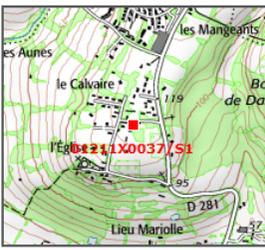


### 3. Comment y parvenir ?

#### ➤ Des glissements de terrain omniprésents

- **Données multi-sources : données historiques + investigations de terrain**
  - Bases de données régionales
  - Prospections ponctuelles
  - Mise en place d'une instrumentation de terrain

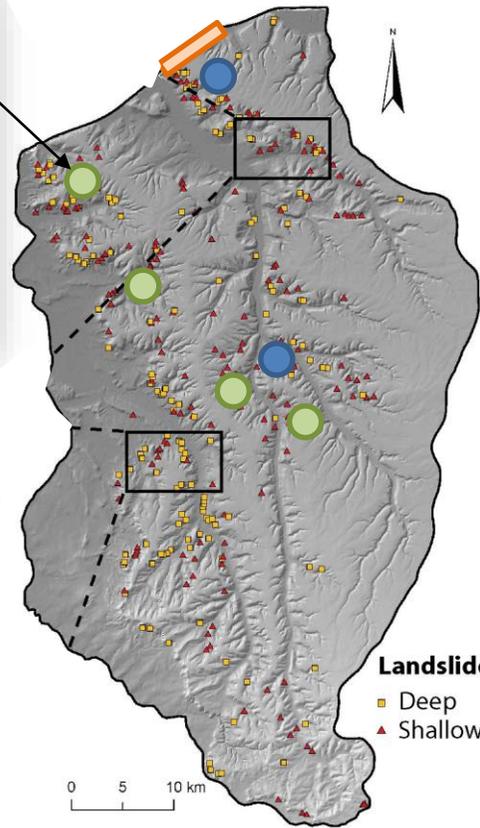
#### LOCALISATION



Département : Calvados (14)  
 Commune du dossier en BSS : Danestal (14218)  
 Commune actuelle : Danestal (14218)  
 Lieu-dit : Lieu Dit Le Calvaire  
 Coordonnées X,Y : 430977, 2475662 (Lambert II Etendu) / 482798, 6910387 (Lambert 93)  
 Altitude : 118 m  
 Profondeur d'investigation : 17 m  
 Carte géologique au 1/50 000 : Lisieux (n° 0121)



Piezomètre de Danestal depuis 1974 (Craie)



Forçages hydro-climatiques + cinématique de glissement

Station météo (MétéoFrance)

Piezomètres (Ades)

Zone de surveillance (monitoring permanent)

# 1. Approche régionale

## ➤ Déterminer la fréquence d'occurrence

- Analyse des bases de données disponibles et coupures de presse
- 180 événements dont la date est définie

### PUTOT-EN-AUGE

Que faire ?

## Un terrain s'est affaissé au pied d'une stabulation



### Saint-Jouin

## Glissement de terrain route de l'église

Depuis quelques jours, la partie haute de la route de l'Église est interdite à la circulation, par arrêté municipal. Une interdiction qui fait suite à un important glissement de terrain suite aux intempéries de ces derniers mois.



Une nouvelle visite sur les lieux a permis de constater l'ampleur du phénomène ainsi que son évolution.

Une chaussée totalement impraticable, barrée par une faille profonde d'une cinquantaine de centimètres. En amont, une propriété privée avec une maison d'habitation à quelques mètres à peine des premières fissures. Et en aval, un herbage au paysage lunaire désormais formé d'interminables bourrelets et d'un impressionnant glissement de terrain de plus de deux mètres à certains endroits. Le tout sur environ cinq cents mètres.

L'axe Dives-Lisieux interdit à toute circulation

## La route glisse : des crevasses de 1,50 m



### LISIEUX

### FAITS DIVERS

Ablon : nouveau glissement de terrain dans le canton

## Coulée de boue chemin d'Ableville



Une voiture ensevelie, à Saint-Désir-de-Lisieux.

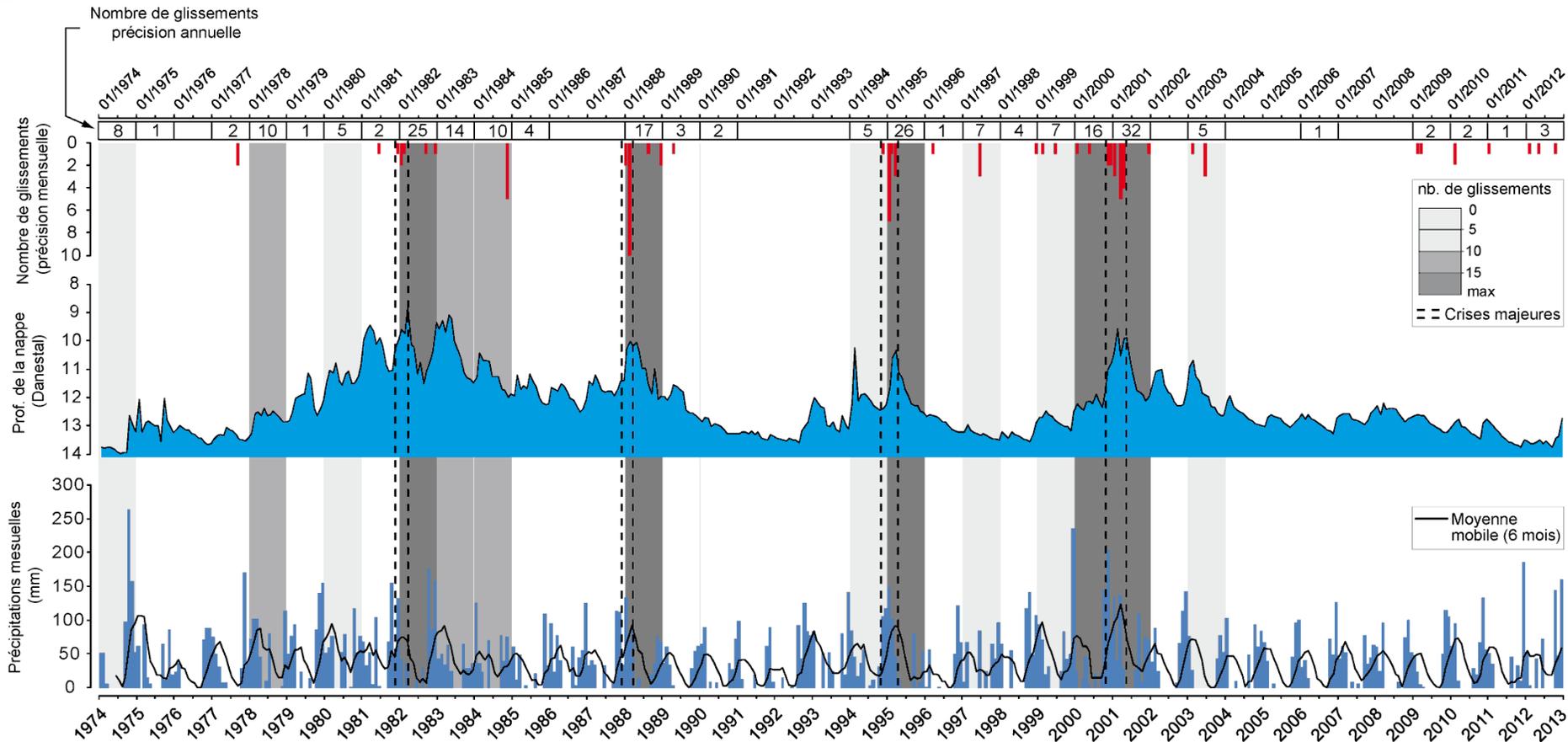


Les risques sont importants pour la route communale.

# 1. Approche régionale

## ➤ Déterminer des seuils de déclenchement

- Analyse des bases de données disponibles et coupures de presse
- **180 événements dont la date est définie**



## 2. Approche locale

### ➤ *Suivi spatio-temporel de la cinématique de certains glissements*

- Les deux glissements les plus **actifs** de la région (4 crises)
- Cinématique **complexe** : activités saisonnières + accélérations majeures
- De nombreux **dégâts** / De nombreuses **études** réalisées depuis les 70s
- De nombreux **enjeux exposés** (infrastructures détruites et/ou régulièrement endommagées)



- 1) 10/11 Janvier 1982
- 2) 12/13 février 1988
- 3) Février 1995
- 4) 23/24 mars 2001.

#### Délimitation de l'aléa

 Zones instables (2010)

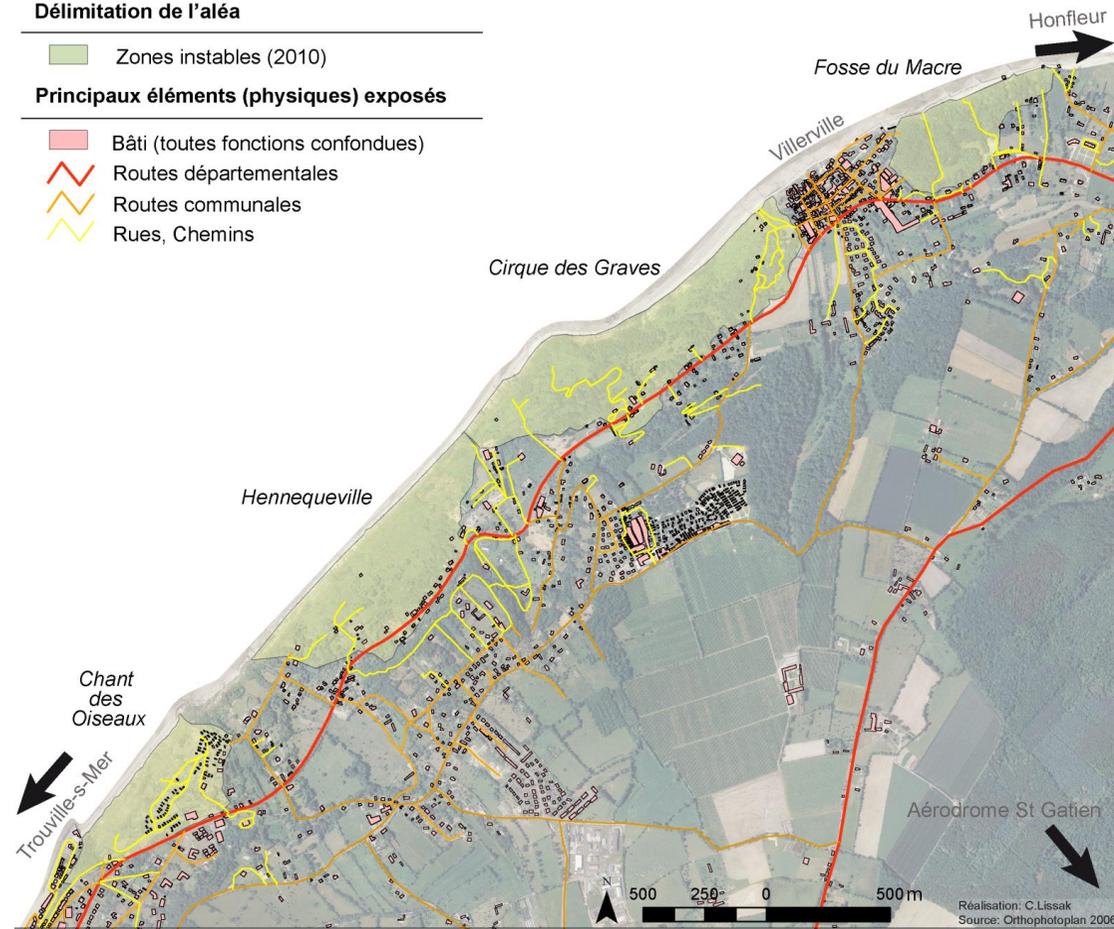
#### Principaux éléments (physiques) exposés

 Bâti (toutes fonctions confondues)

 Routes départementales

 Routes communales

 Rues, Chemins



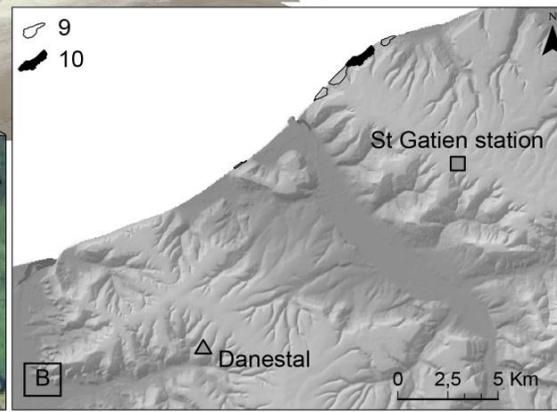
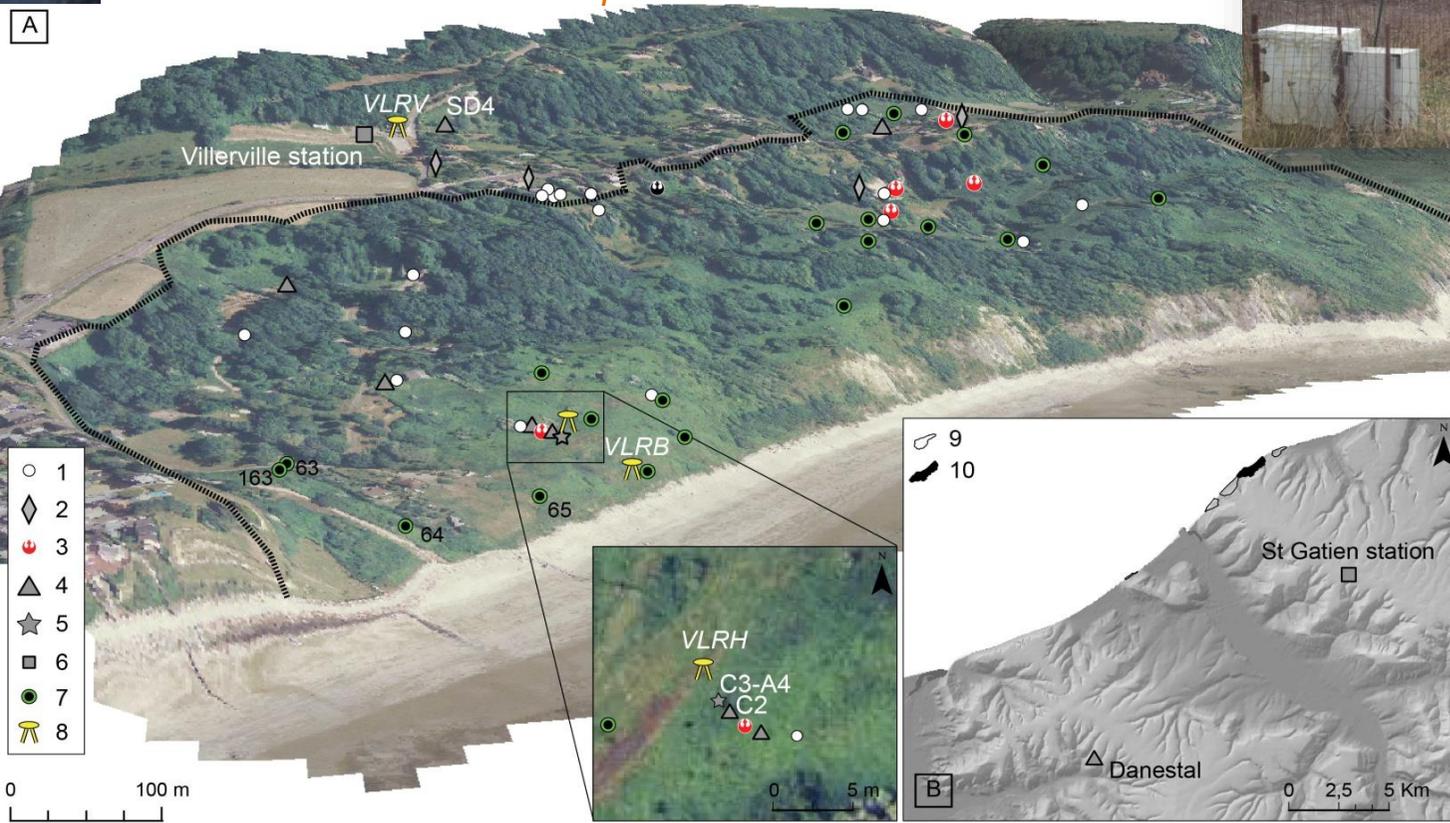
## 2. Approche locale

### ➤ Distribution spatiale & temporelle des déplacements de surface

- Réseau de surveillance + levés ponctuels :
  - **Réseau géodésique** dès 1984 (> 70 repères)
  - **Nouveau réseau géodésique** depuis 2008 (24 repères) : X/Y = 0.7 cm, Z = 1.3 cm
  - **GNSS permanent** double fréquence depuis 2009 stations (OMIV) : 3D position 0.5 cm

### Glissement du Cirque des Graves à Villerville

A



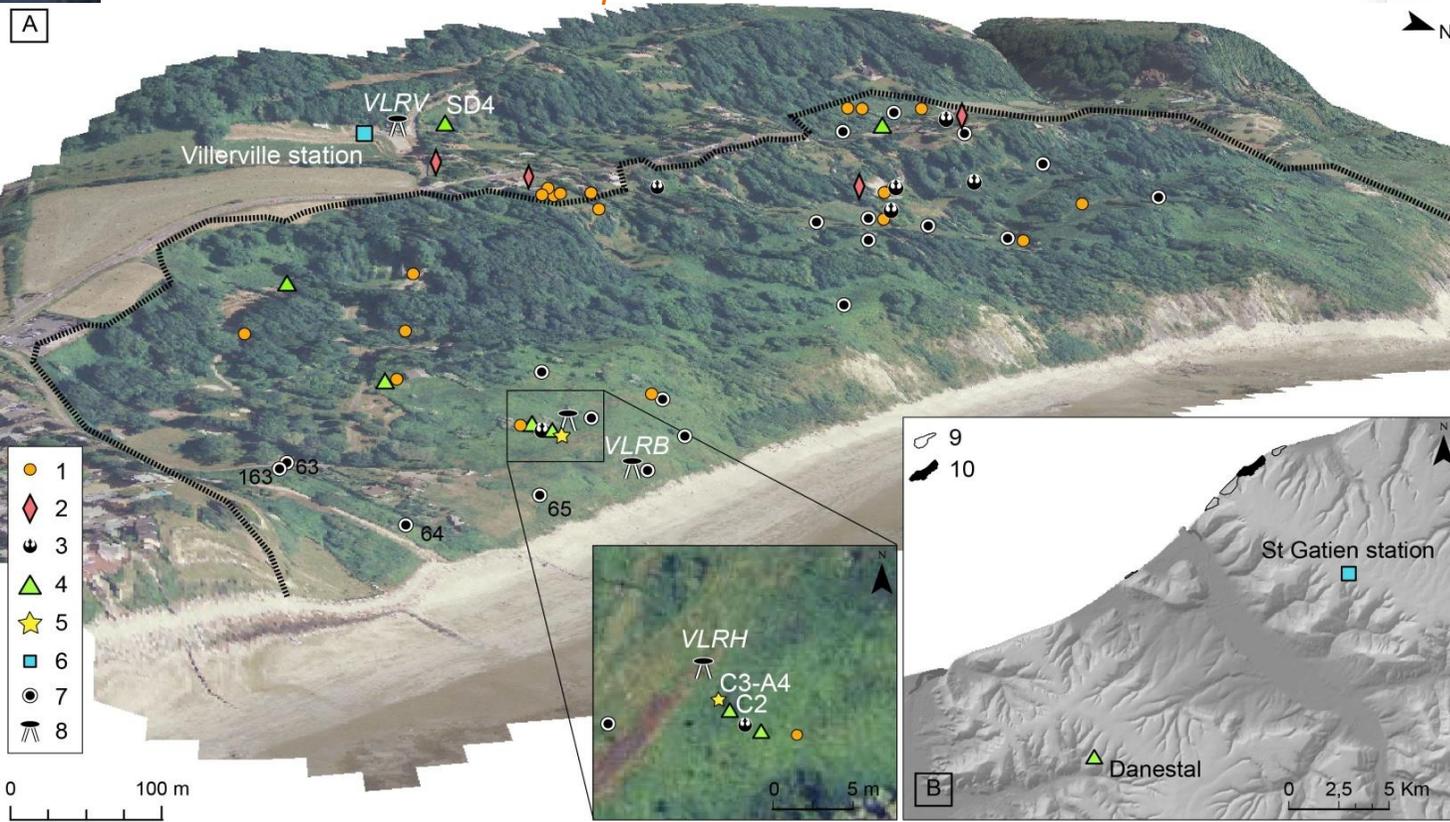
1. Piézomètre
2. Puits
3. **Inclinomètre**
4. Piézomètre avec capteur permanent
5. **Sonde Geobead**
6. Station Météo.
7. **Repère topographique**
8. **Récepteur GNSS**

## 2. Approche locale

### ➤ Conditions hydro-climatiques

- Analyse des **données historiques** et **investigation** terrain
- **Nappe** : 29 points d'observation : 4 puits, 7 tubes inclinomètre, 18 piézomètres (6 sondes automatiques) + piézomètre sur le plateau depuis 1974
- **Précipitations** : 2 stations météorologiques: Villerville depuis 2013 + 1 station sur le plateau (depuis 1949)

### Glissement du Cirque des Graves à Villerville

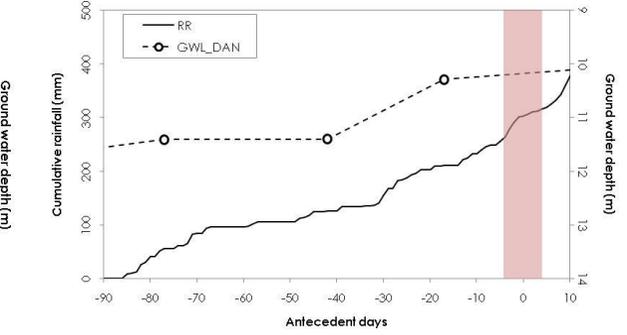
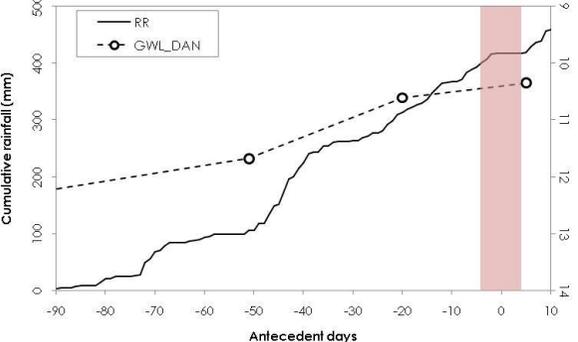
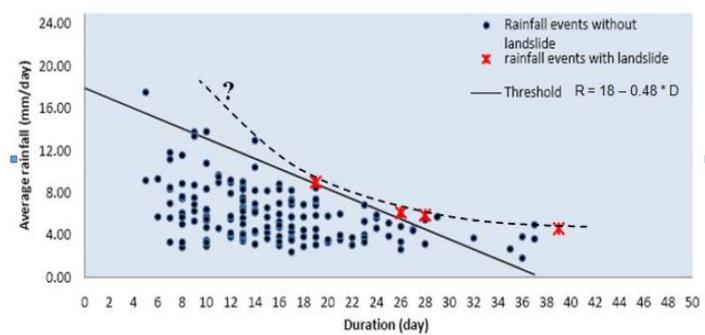
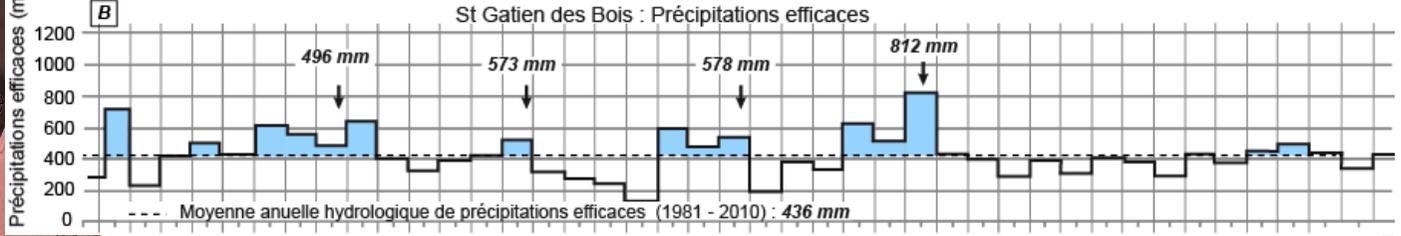
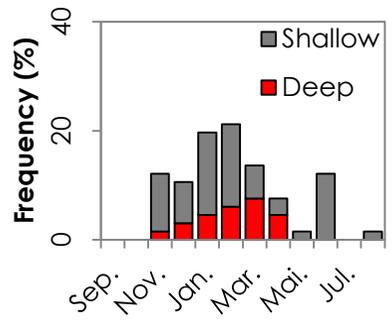
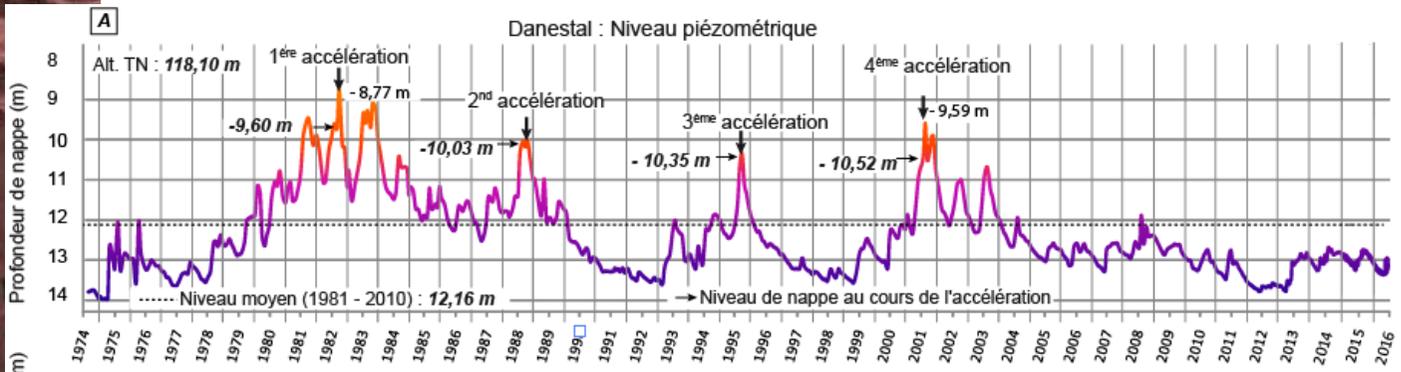


1. Piézomètre
2. Puits
3. Inclinomètre
4. Piézomètre avec capteur permanent
5. Sonde Geobead
6. Station Météo.
7. Repère topographique
8. Récepteur GNSS

# 1. Des seuils de déclenchement pour les glissements profonds

## ➤ Cinématique de crise

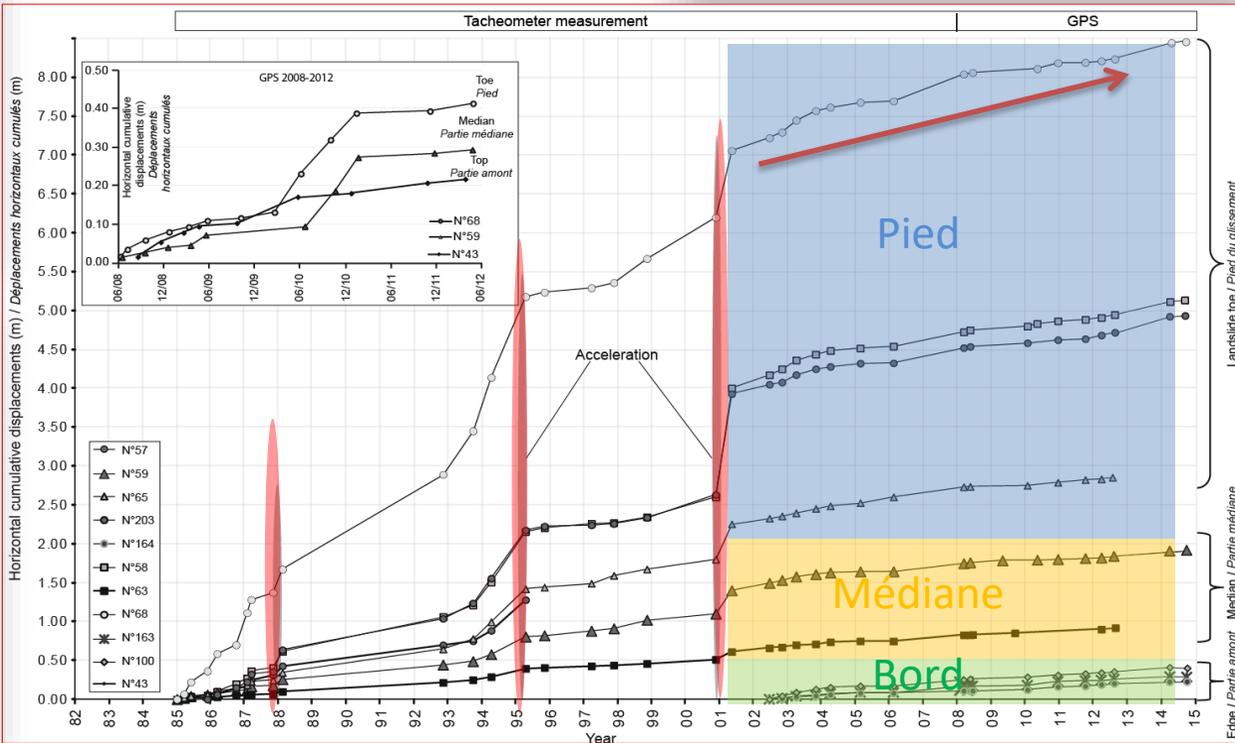
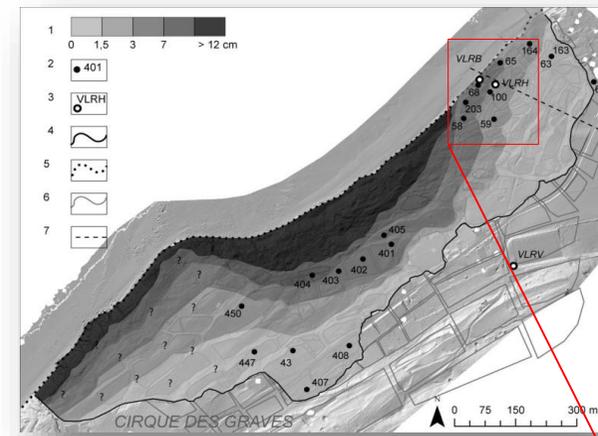
- Niveau de nappe **préalablement haut** : excès hydrologique plusieurs années avant
- **Déclenchement** = **précipitations hivernales** abondantes plusieurs mois = élévation niveau de nappe > 1.50 m
- Seuil critique environ **10 m**



# 1. Des seuils de déclenchement pour les glissements profonds

## ➤ Cinématique saisonnière

- Pas de **stabilité** entre les crises, fluage continu
- Cinématique hétérogène dans le temps et l'espace
- De nombreux dégâts annuels !

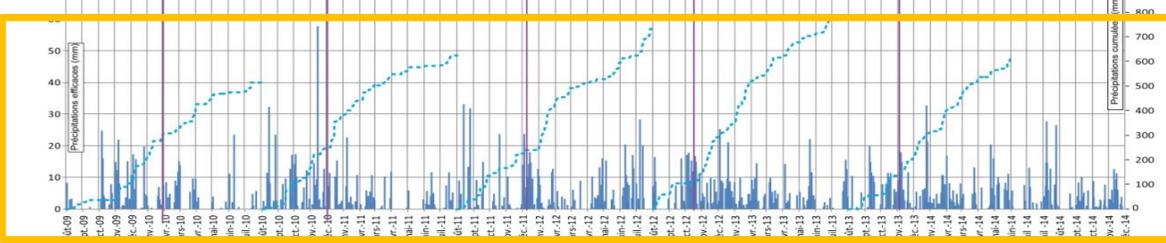
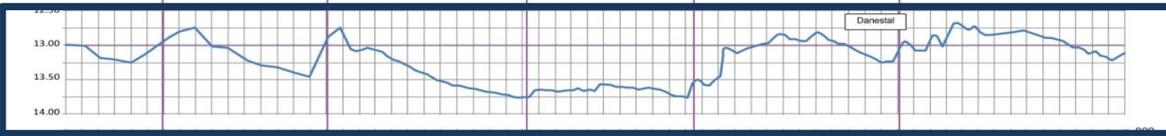
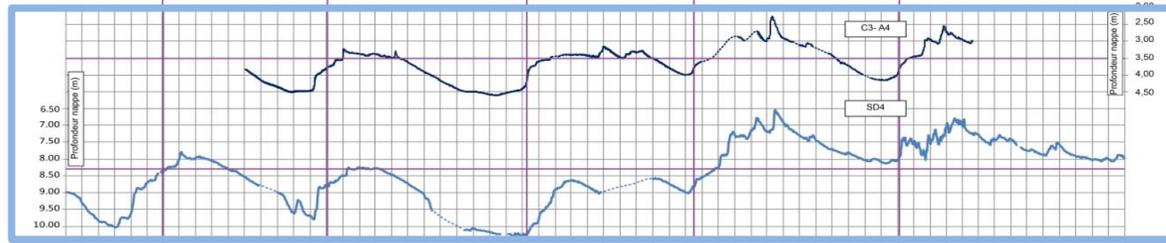


# 1. Des seuils de déclenchement pour les glissements profonds

## ➤ Cinématique saisonnière

- Déplacements saisonniers confirmés par les données haute résolution
- Depuis 2009 : + 35 cm station aval & + 12 cm station amont
- Déplacements saisonniers : phases d'accélération de ≠ amplitudes
- Délais entre les stations GNSS [1;4] jours

Mesure des déplacements Niveau de nappe local Niveau de nappe régional Précipitations région

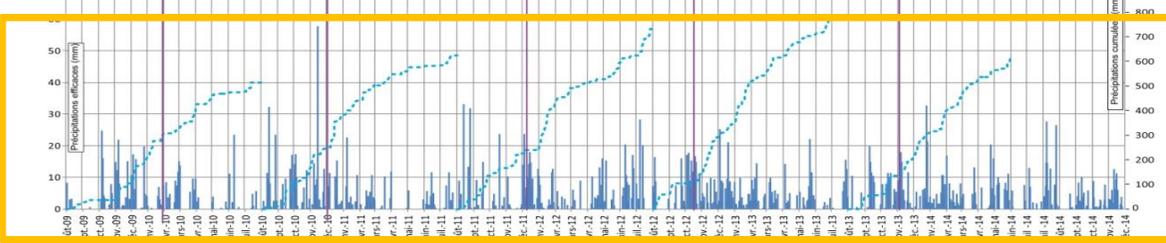
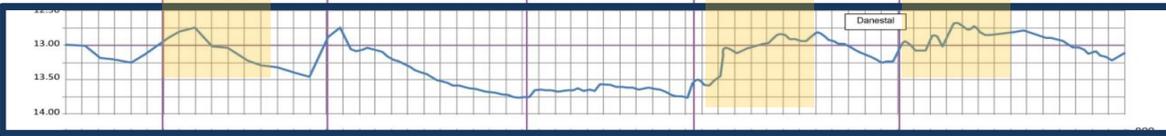
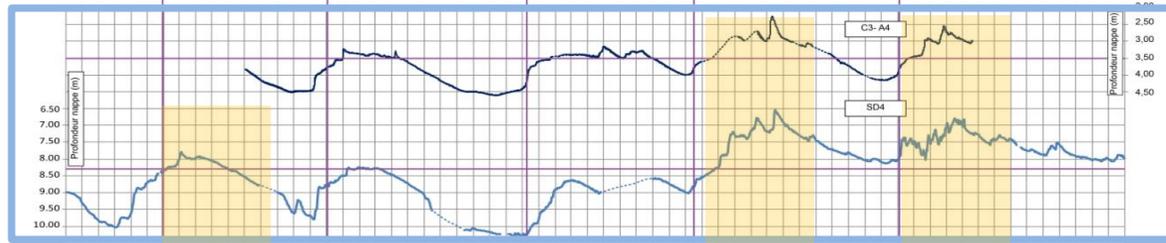


# 1. Des seuils de déclenchement pour les glissements profonds

## ➤ Cinématique saisonnière

- Déplacements saisonniers confirmés par les données haute résolution
- Depuis 2009 : + 35 cm station aval & + 12 cm station amont
- Déplacements saisonniers : phases d'accélération de ≠ amplitudes
- Délais entre les stations GNSS [1;4] jours
- Activité saisonnière en lien avec les périodes de recharge des nappes (février à avril)

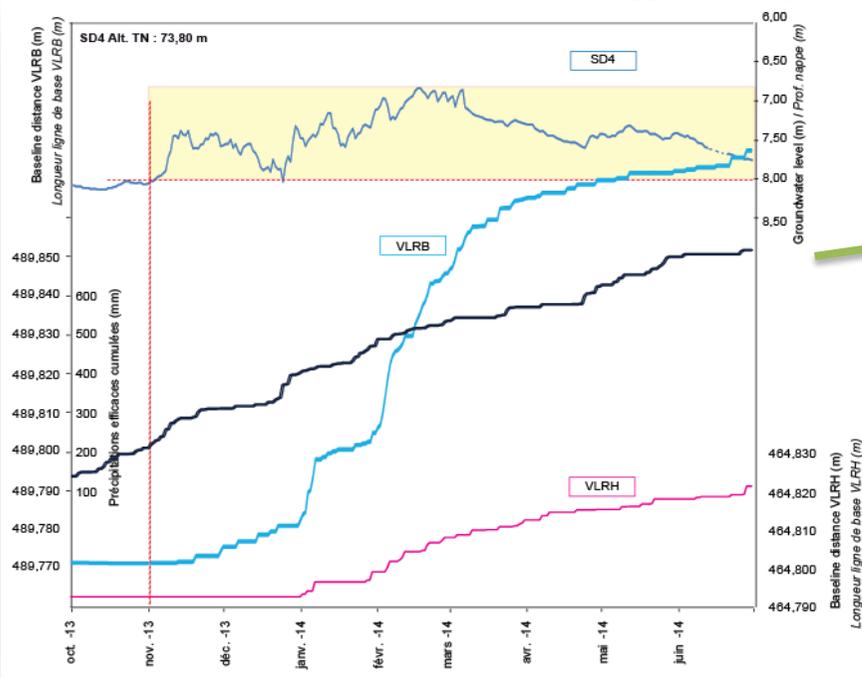
Mesure des déplacements Niveau de nappe local Niveau de nappe régional Précipitations région



# 1. Des seuils de déclenchement pour les glissements profonds

## ➤ Cinématique saisonnière

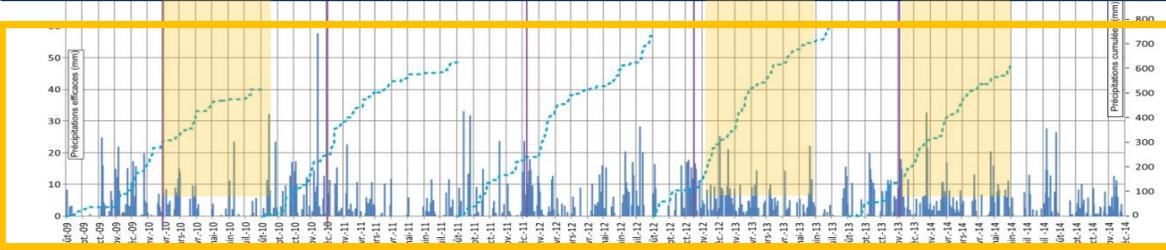
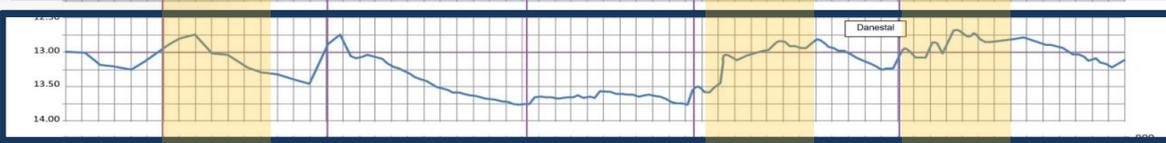
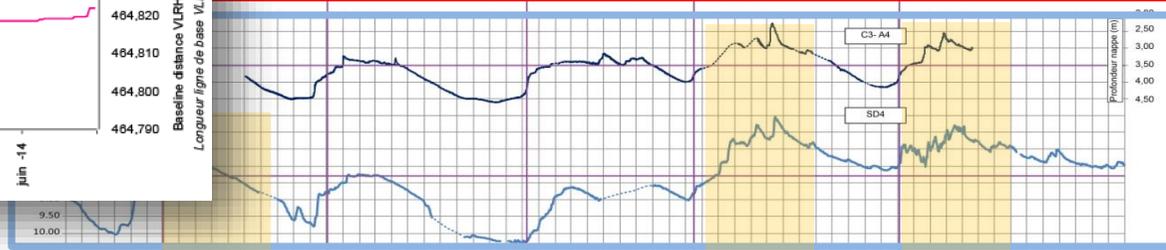
- Déplacements saisonniers confirmés par les données haute résolution



ements Niveau de nappe local Niveau de nappe régional Précipitations région



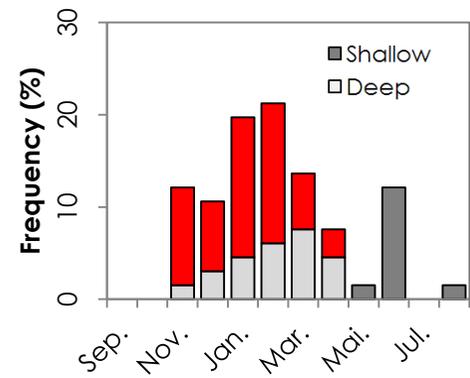
- Analyse des différentes micro-accélérations
- Déplacements significatifs
- Seuil nappe :  $\pm 8.30$  m
- Stabilisation < 8 m
- Précipitations continues 3 jours = Réponse de la nappe [2/5] jours



# 2. Des seuils de déclenchement pour les glissements superficiels

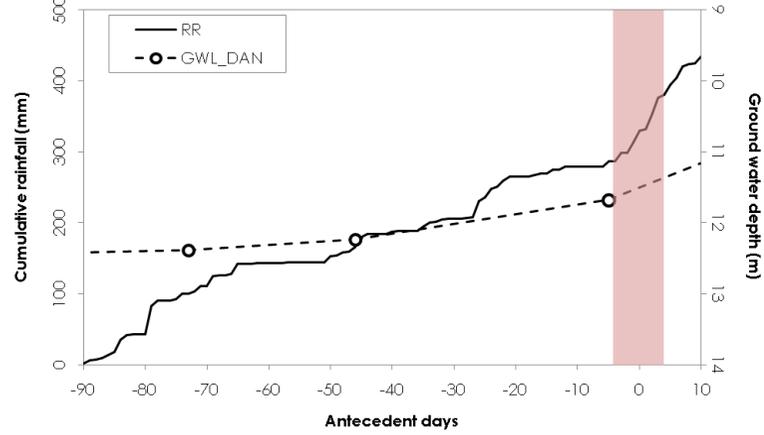
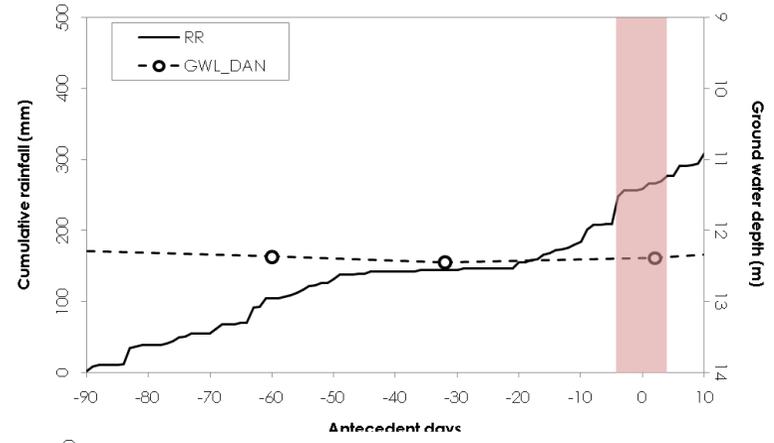
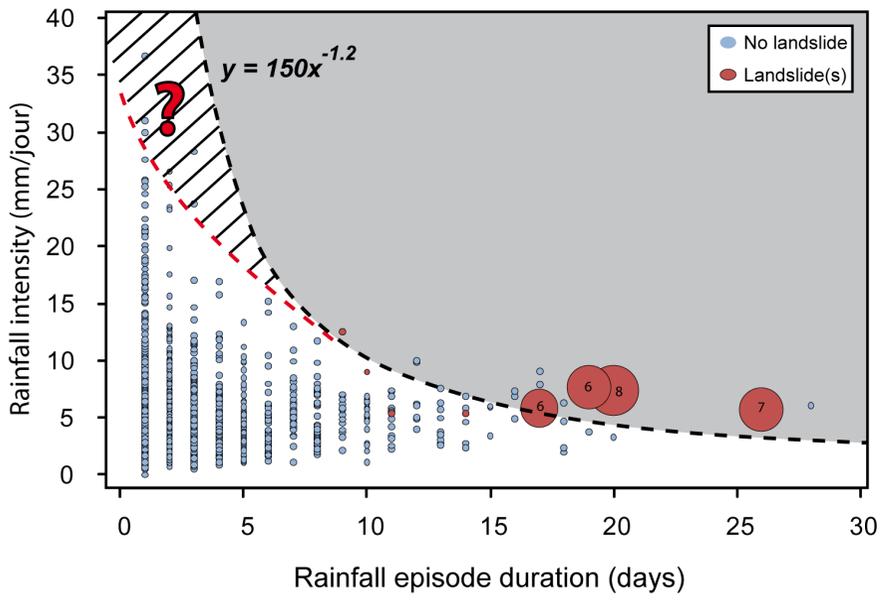
## ➤ Cinématique de crise hivernale

- Pas de niveau de nappe préalablement haut
- Phase de recharge des nappes
- Associé à de longs épisodes de pluie prolongés
- Saturation progressive des formations superficielles



### Intensity duration threshold

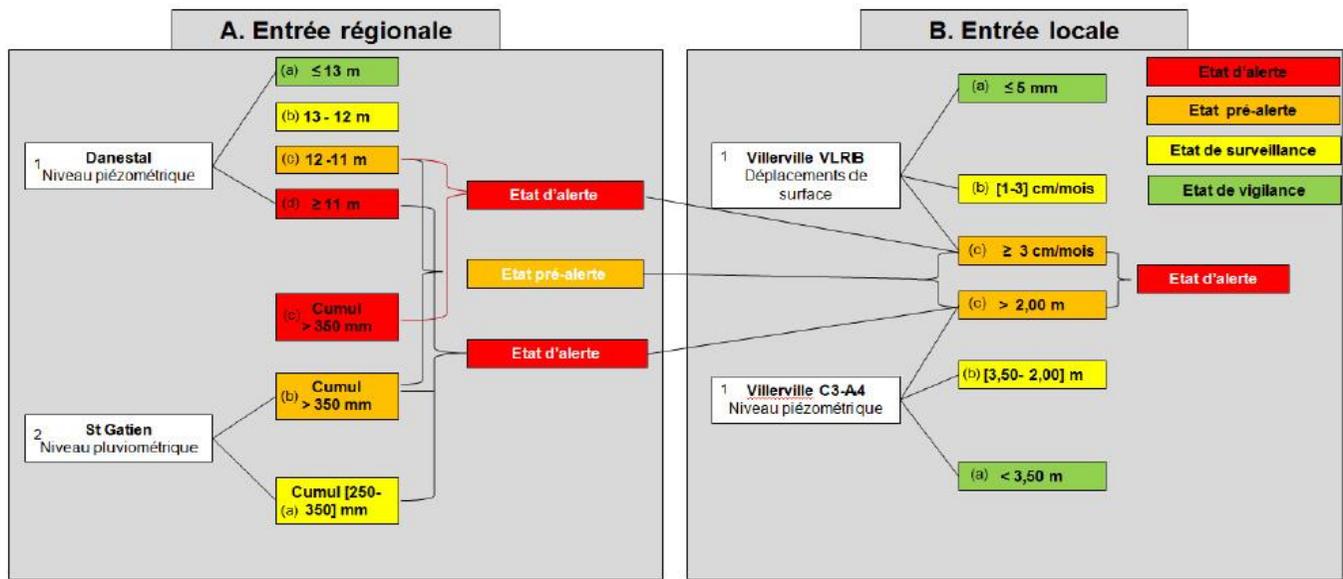
= 1114 rf. sequences      = 10 rf. sequences



### 3. Proposer des seuils d'alerte pour les glissements profonds

➤ **Cinématique de crise**

- Combinaison des données régionales & locales pour déterminer les seuils d'alerte
- Accélération saisonnière : seuil à 13m
- Accélération majeure : seuil à 10m

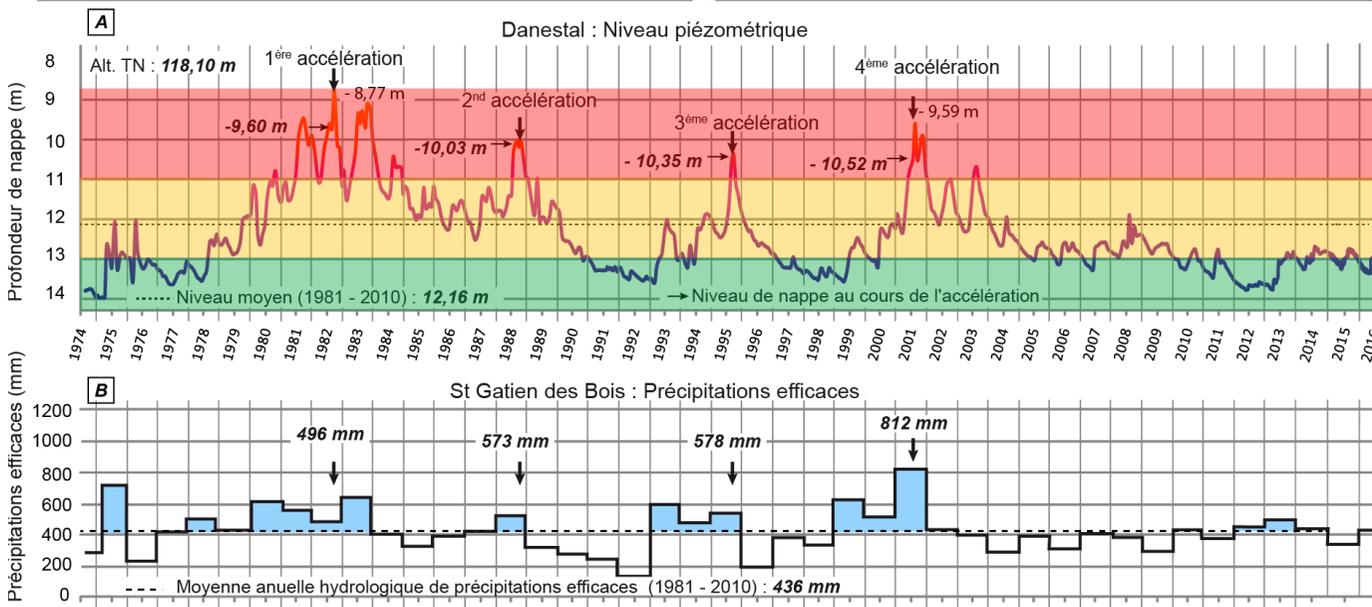


**Alerte**

**Pré-alerte**

**Surveillance**

**Vigilance**

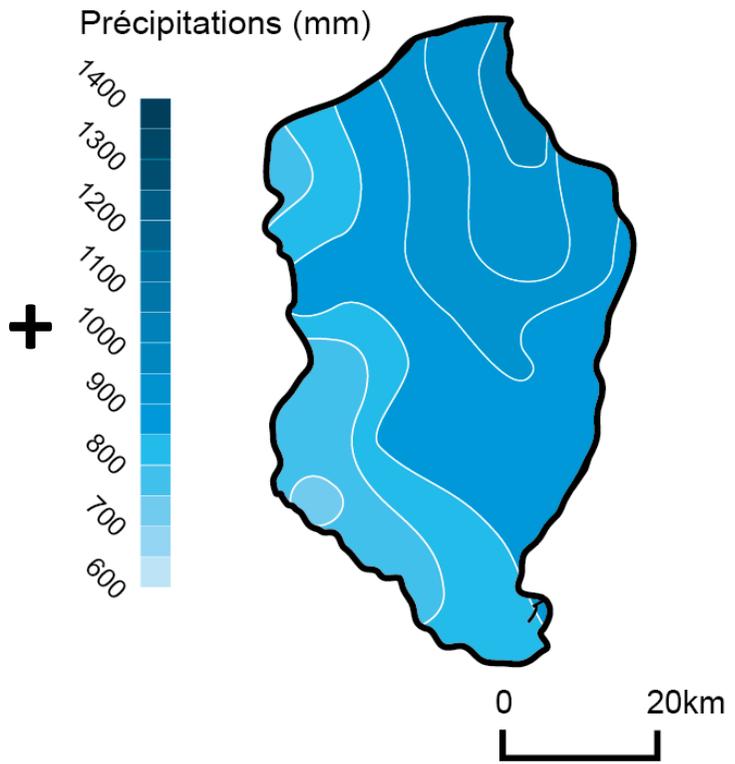
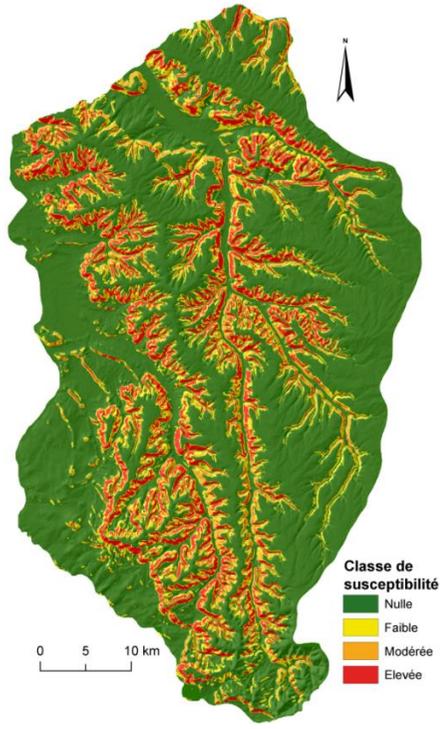


# 4. Perspectives :

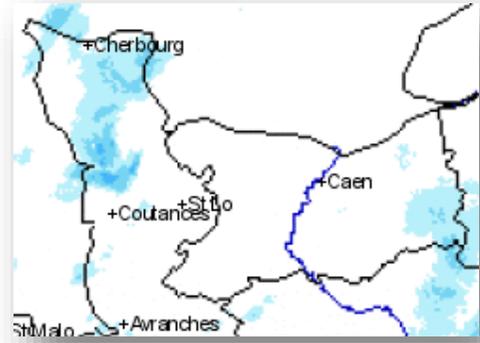
➤ *Spatialiser l'information*

Susceptibilité

Fréquence de dépassement du seuil de déclenchement (spatialisé)



Intensité des phénomènes



Fressard et al, 2014

➔ Cartographie régionale détaillée de l'aléa

Merci de votre attention

