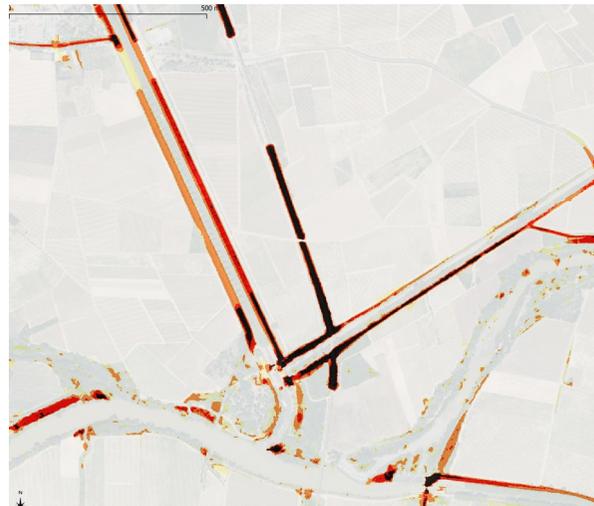
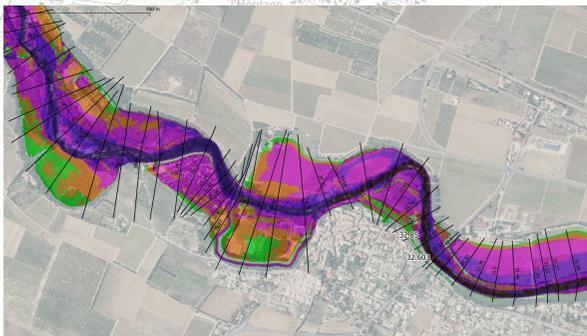
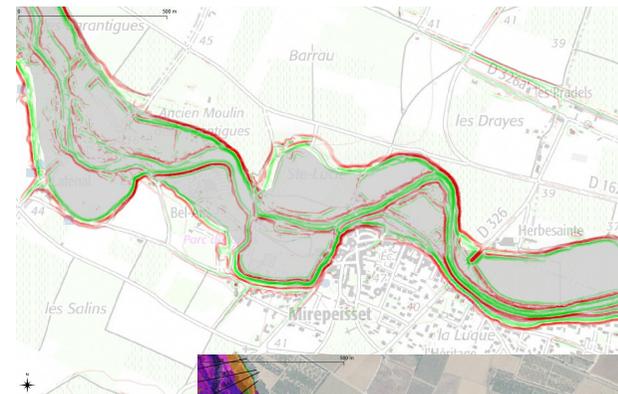


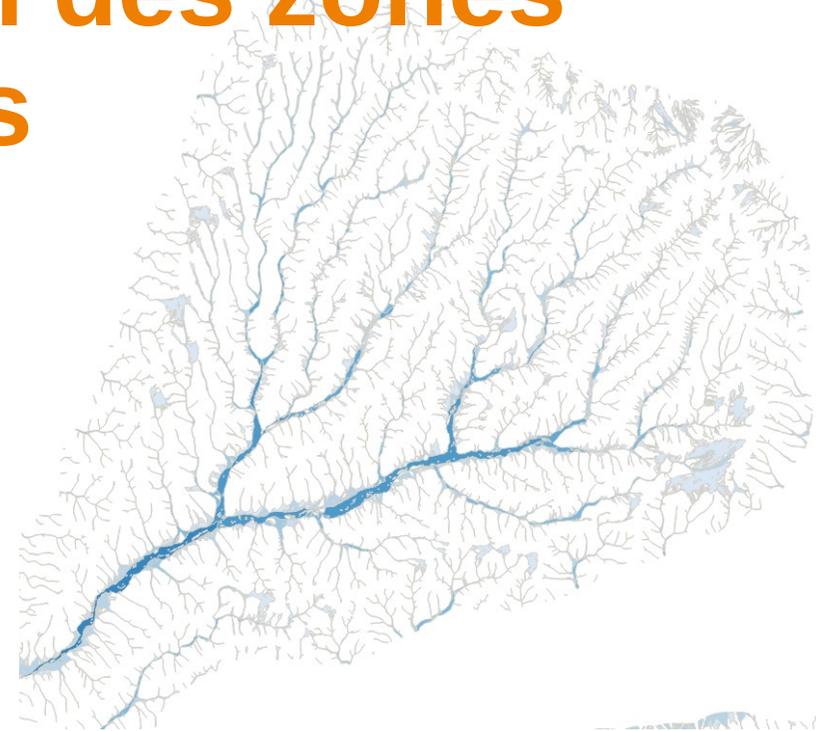


# Cerema

## Exploitation d'outils cartographiques pour la détermination des zones inondables



Frédéric PONS



Cerema

# Détection des ouvrages de protection

## Cartographie des inondations



- Développements nationaux pour
  - Directive Inondation
  - Stratégie Nationale de Gestion Intégrée du Trait de Cote
- Exemple d'applications locales récentes ou à venir
  - API GEMAPI : Troyes, Mauldre, Valenciennois
  - API Métropole Toulon Provence Méditerranée
  - Recensement Ouvrages littoraux DDTM Var et DEAL Mayotte

# Sommaire

- Courbures
- Remblais
- Cuvettes
  - Classiques
  - Littoral
  - Endoréisme
- Exzeco
- Cartino



*Le Cerema a développé des traitements sur la topographie Lidar IGN*

*Les diagnostics résultant de ces méthodes à grand rendement peuvent nécessiter une expertise et des contrôles terrain.*

# Courbures

- Détection des lignes de rupture de pentes
  - Intérêt pour la morphologie naturelle ou anthropique des zones inondables
- Applications
  - Approche hydro-géomorphologique
  - Détection d'ouvrages
  - Aide aux modélisations numériques

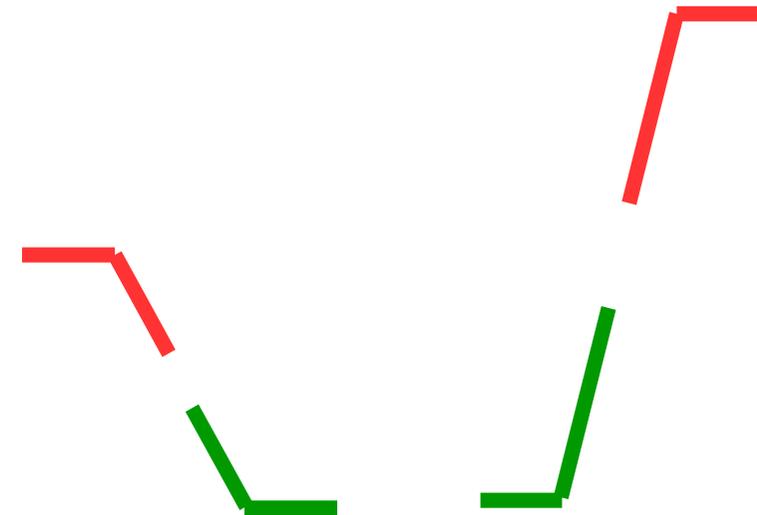
## PRINCIPE

*Fonction r.param.scale*

*logiciel GRASS*

*~ dérivée seconde en 2D*

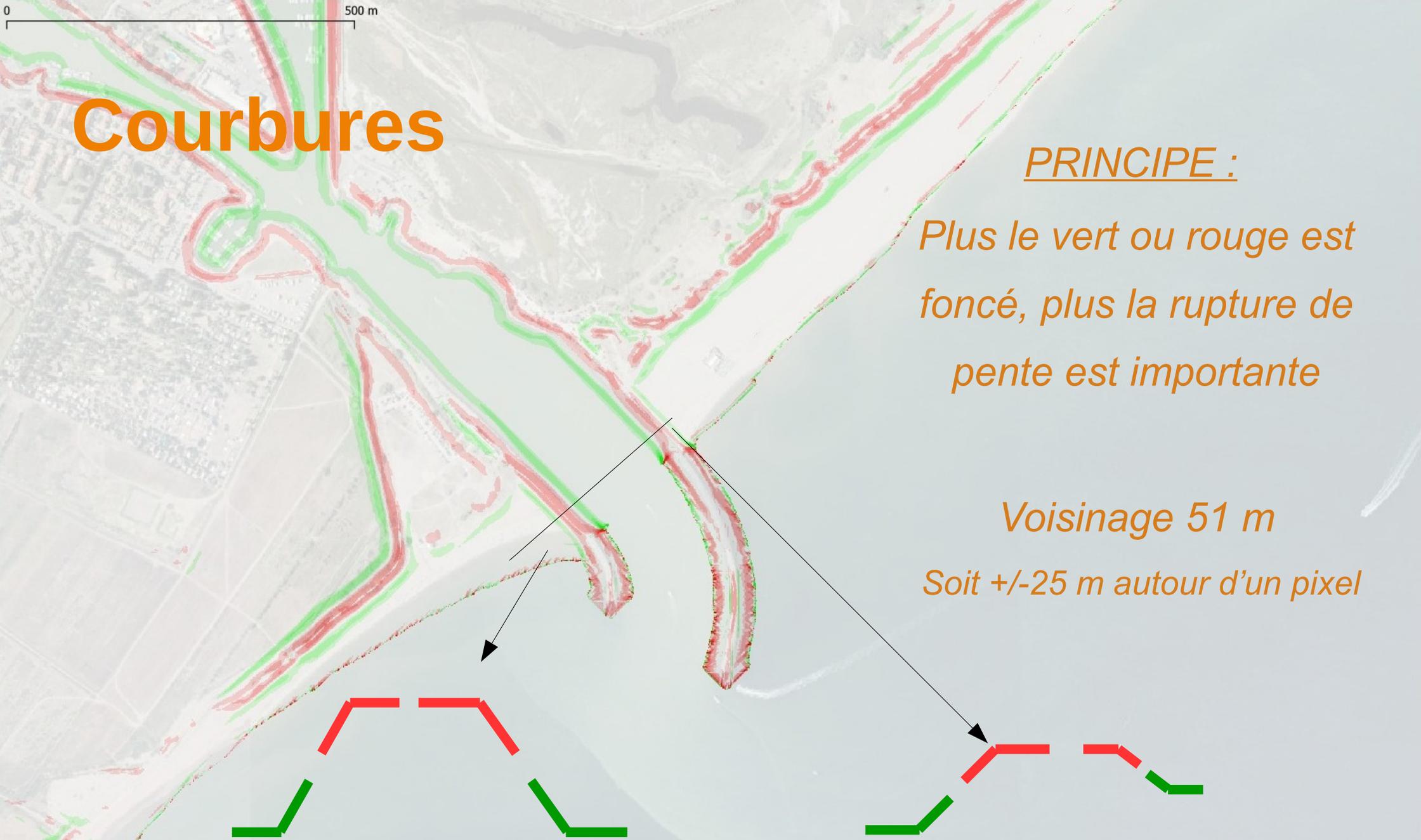
*1 paramètre : Distance de filtre sur le voisinage*





© IGN – BDOrtho®

# Courbures



© IGN – SCAN Express ©2015

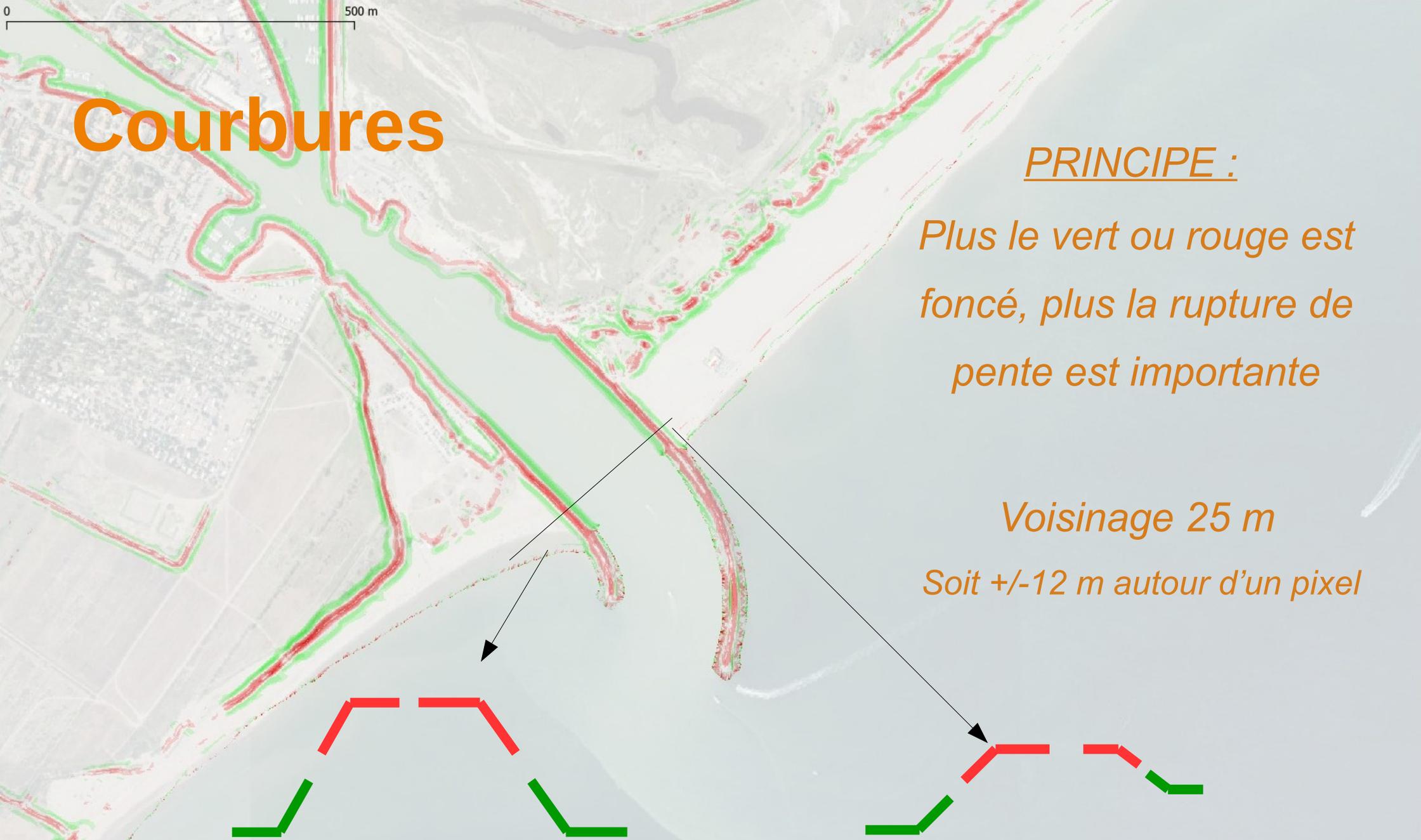
# Courbures

## PRINCIPE :

*Plus le vert ou rouge est foncé, plus la rupture de pente est importante*

*Voisinage 25 m*

*Soit +/-12 m autour d'un pixel*



© IGN – SCAN Express ©2015

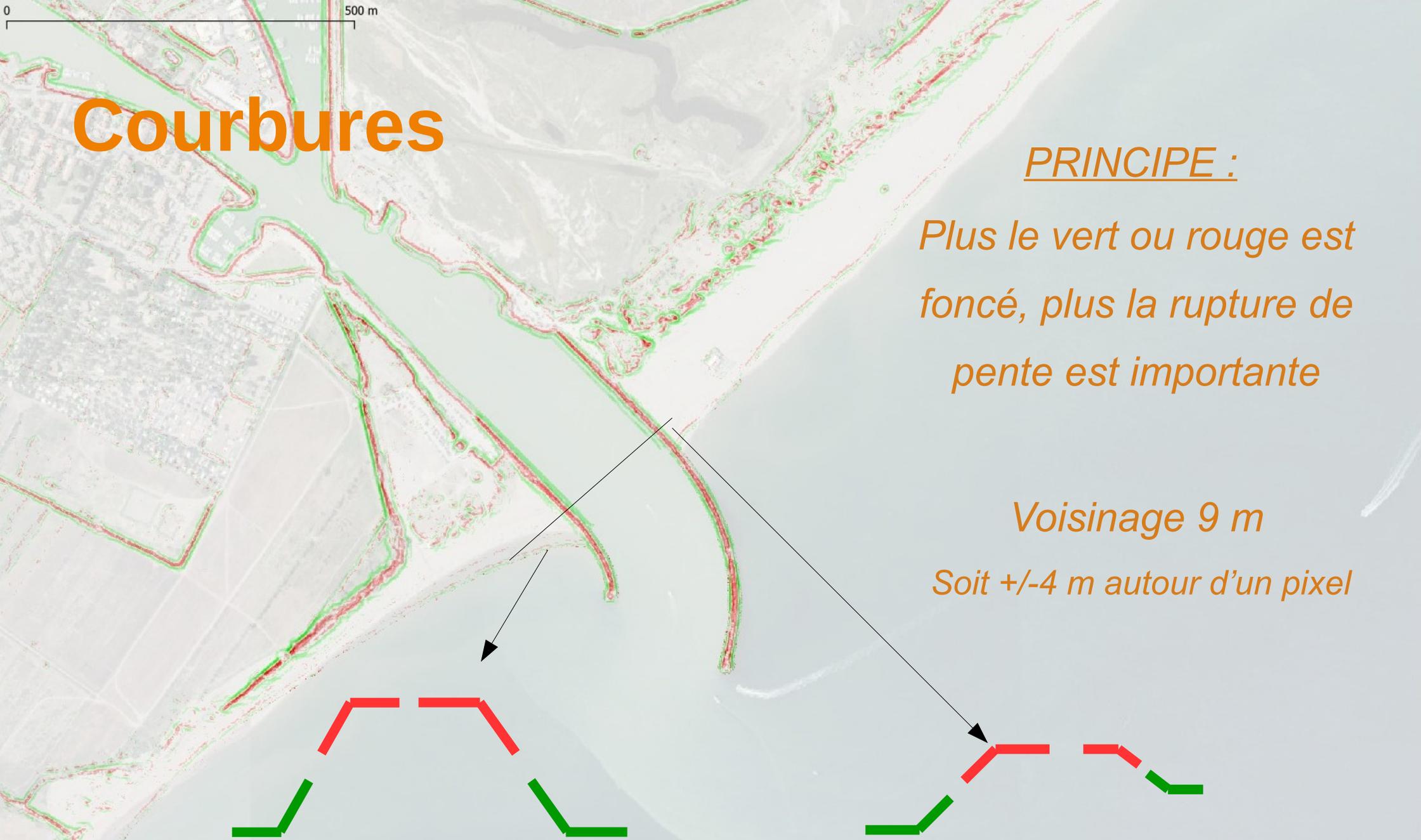
# Courbures

## PRINCIPE :

Plus le vert ou rouge est foncé, plus la rupture de pente est importante

Voisinage 9 m

Soit +/-4 m autour d'un pixel



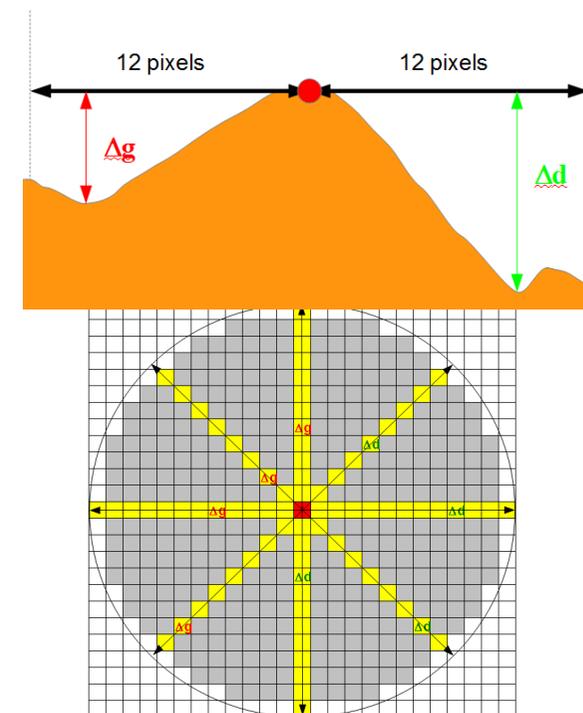
© IGN – SCAN Express ©2015

# Remblais

- Détection des « points hauts » par rapport à la droite ou à la gauche (naturels et anthropiques)
- Applications
  - Connaissance des systèmes d'endiguement (Dunes, digues fleuves et cours d'eau)
- Précautions
  - Hauteur la plus faible (pas que lit majeur)
  - Que les ouvrages + larges résolution MNT
  - Détection des crêtes de montagnes...

## PRINCIPE

### Algorithme Cerema



4 direction:  $\text{Min}(\Delta g, \Delta d)$  et  $> 0$

1 paramètre : Distance d'analyse du voisinage

# Remblais

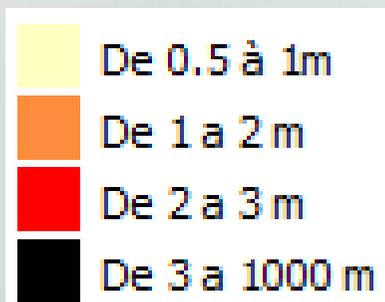
## PRINCIPE :

*Plus le voisinage est grand, plus les formes détectées sont larges*

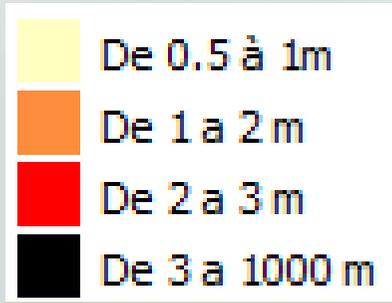
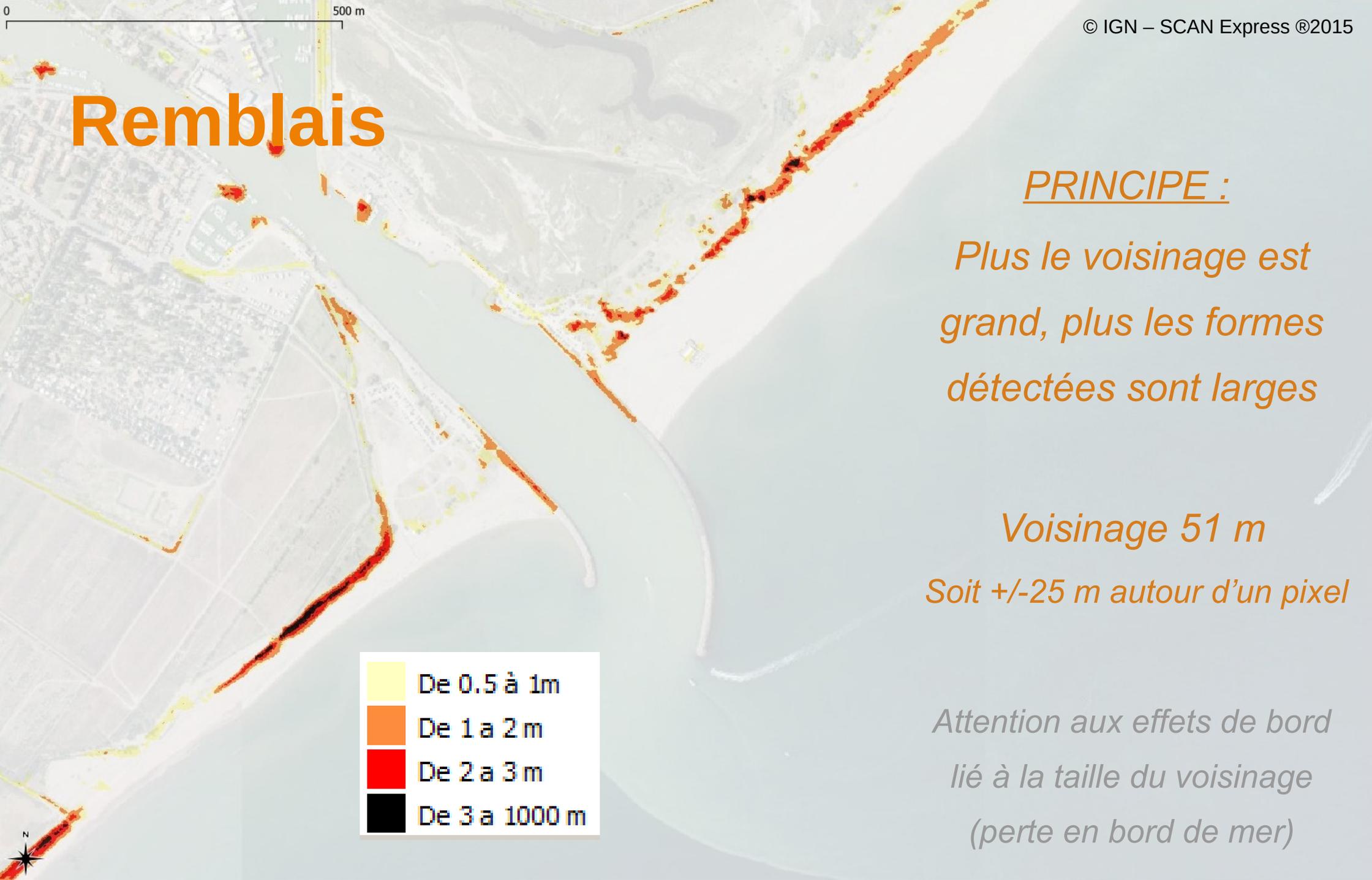
*Voisinage 101 m*

*Soit +/-50 m autour d'un pixel*

*Attention aux effets de bord lié à la taille du voisinage (perte en bord de mer)*



# Remblais



## PRINCIPE :

*Plus le voisinage est grand, plus les formes détectées sont larges*

*Voisinage 51 m*

*Soit +/-25 m autour d'un pixel*

*Attention aux effets de bord lié à la taille du voisinage (perte en bord de mer)*

# Remblais

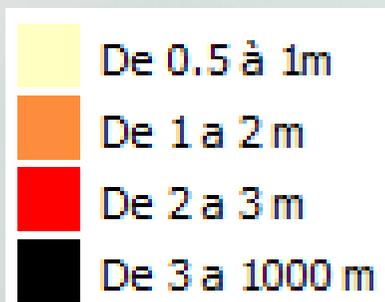
## PRINCIPE :

*Plus le voisinage est grand, plus les formes détectées sont larges*

*Voisinage 25 m*

*Soit +/-12 m autour d'un pixel*

*Attention aux effets de bord  
lié à la taille du voisinage  
(perte en bord de mer)*

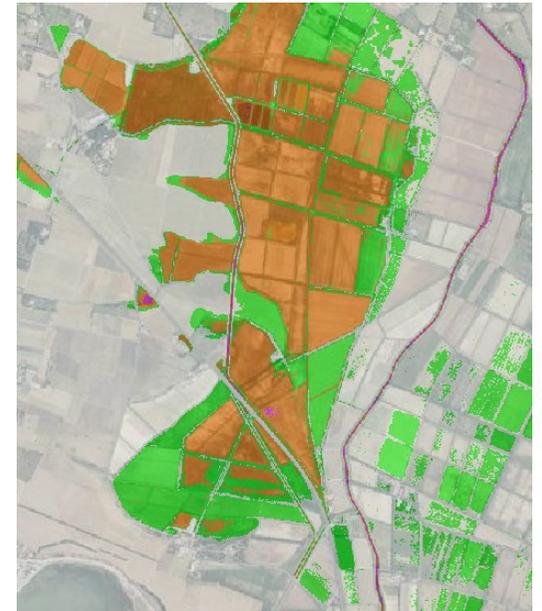


# Cuvettes

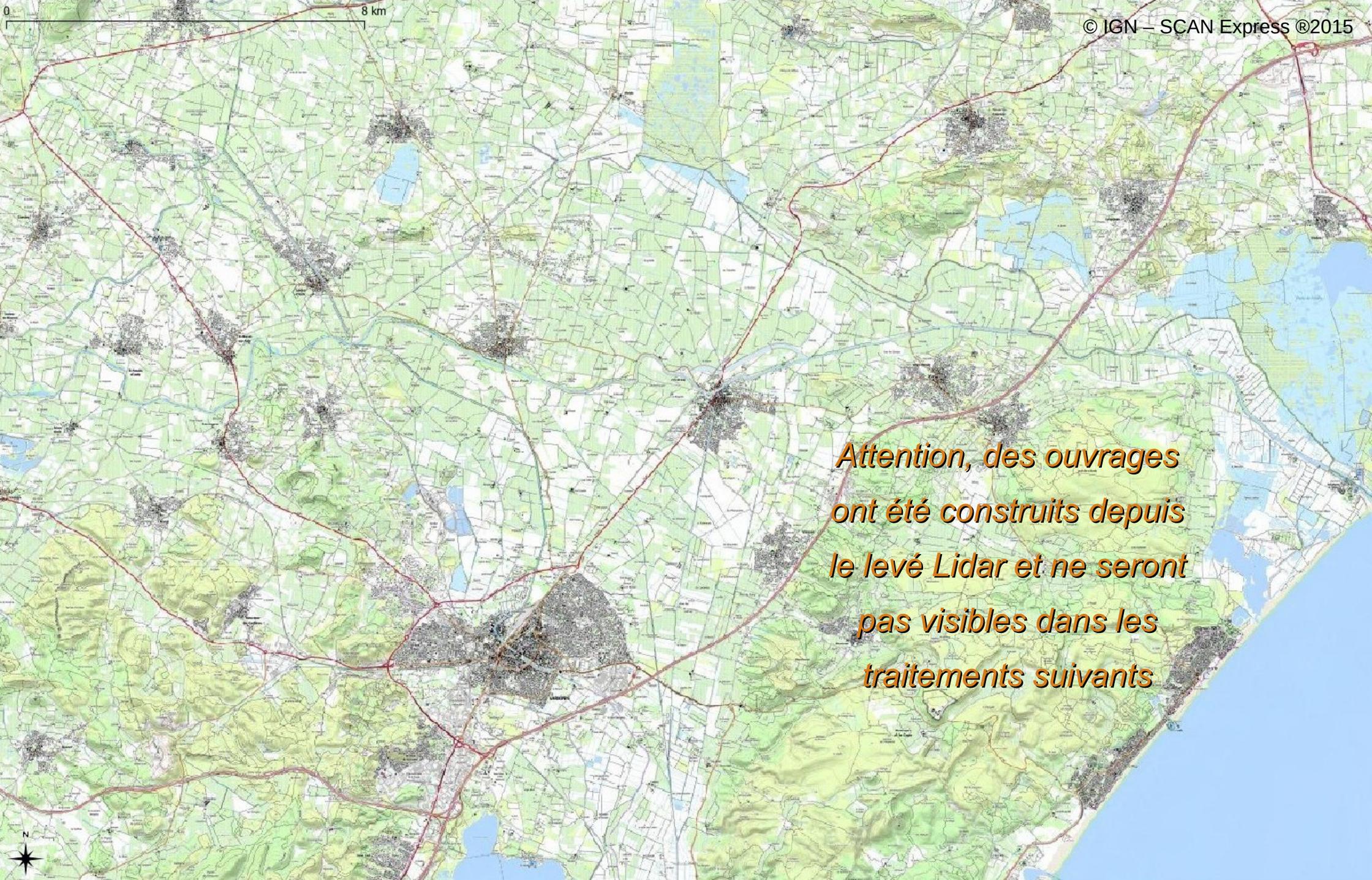
- Détection des «dépressions»
  - Intérêt dépressions naturelles et anthropiques
- Applications
  - Zones karstiques, d'accumulation de l'eau
  - Endoréismes et zones littorales « protégées »
- Précautions
  - Qualité MNT et cohérence hydrologique
  - Attention, cuvettes pas toutes inondables !

## PRINCIPE

*Algorithmes existants  
optimisés par le Cerema*



*Choix de la méthode de  
remplissage*



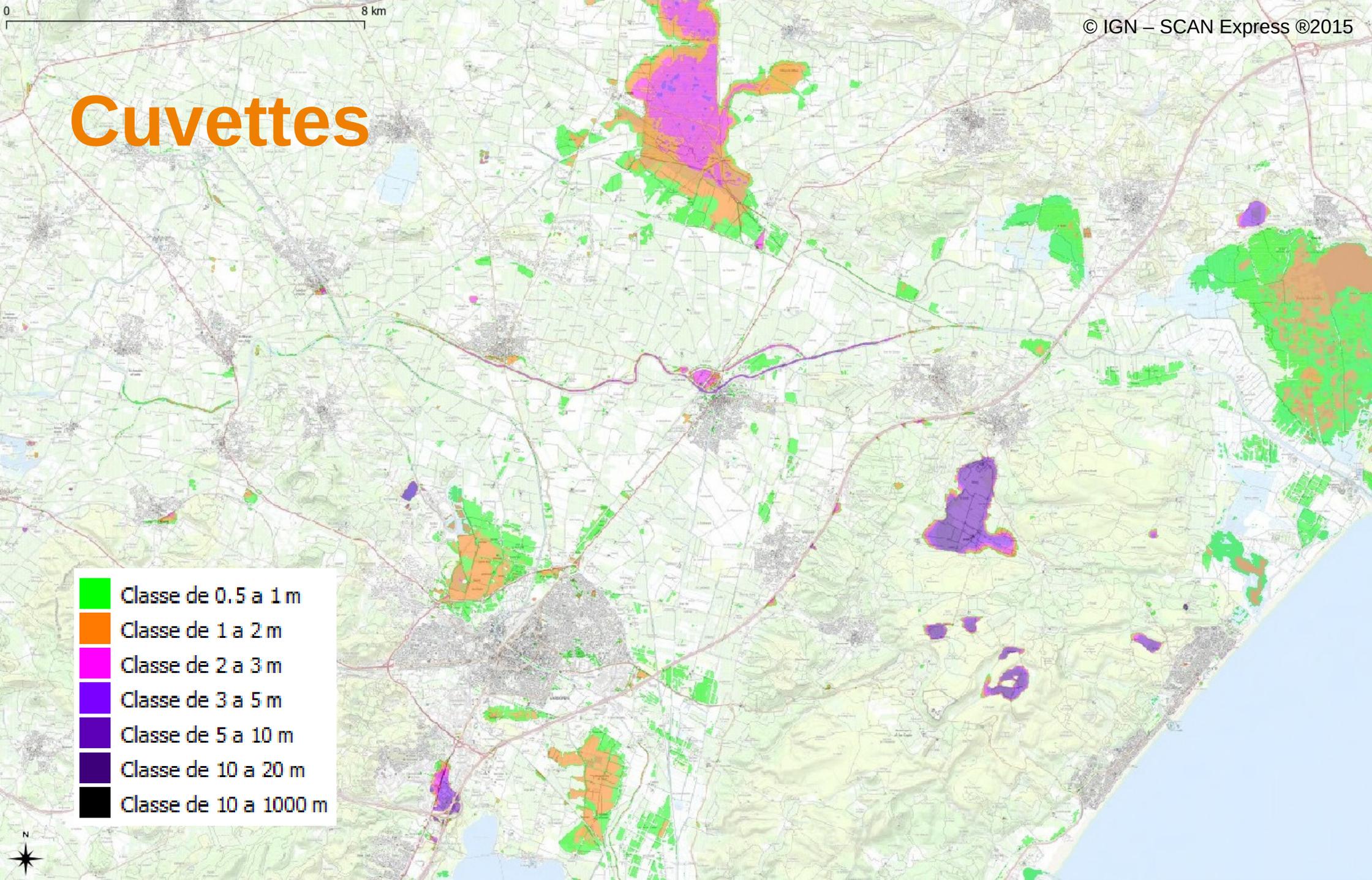
*Attention, des ouvrages  
ont été construits depuis  
le levé Lidar et ne seront  
pas visibles dans les  
traitements suivants*



EAIP

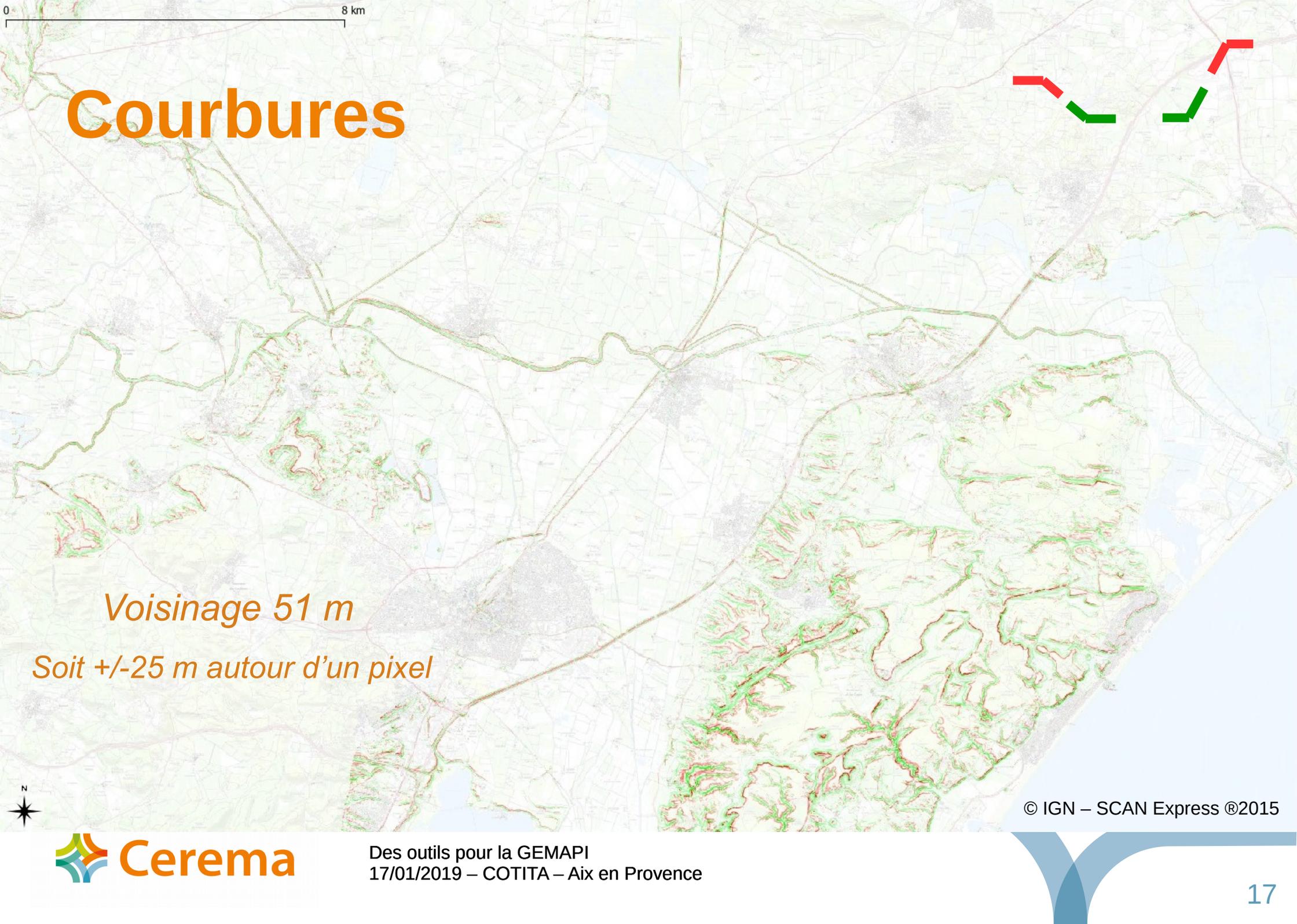
AZI HGM

# Cuvettes



- Classe de 0.5 a 1 m
- Classe de 1 a 2 m
- Classe de 2 a 3 m
- Classe de 3 a 5 m
- Classe de 5 a 10 m
- Classe de 10 a 20 m
- Classe de 10 a 1000 m

# Courbures

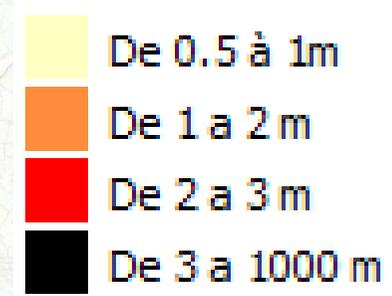


*Voisinage 51 m*

*Soit +/-25 m autour d'un pixel*

© IGN – SCAN Express ©2015

# Remblais

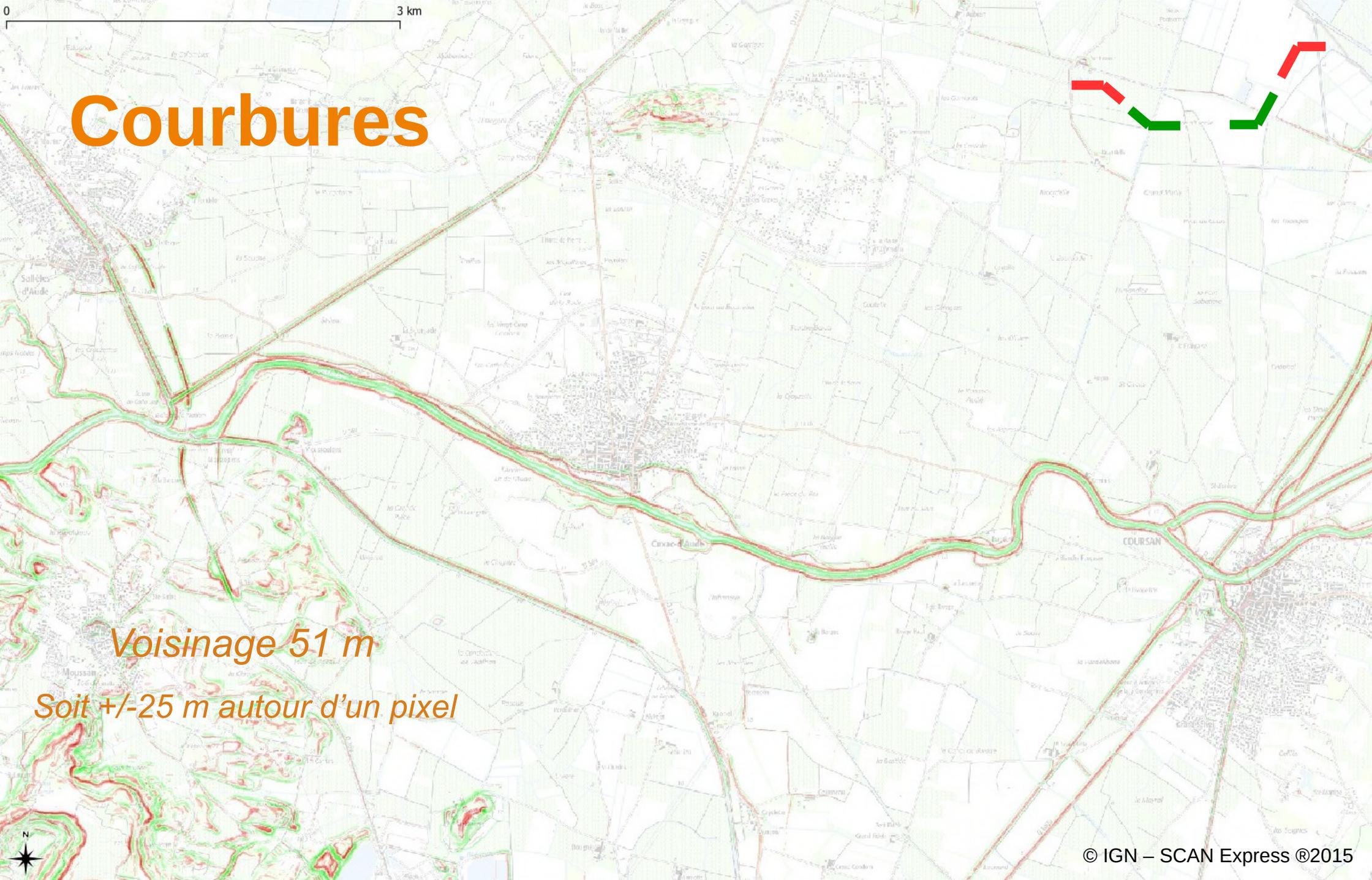


*Voisinage 201 m*

*Soit +/-100 m autour d'un pixel*

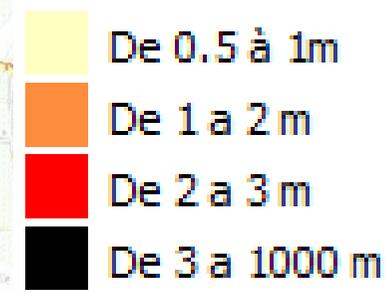
© IGN – SCAN Express ©2015

# Courbures



© IGN – SCAN Express ©2015

# Remblais

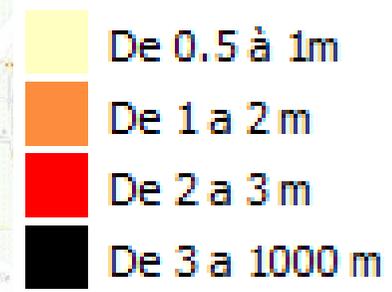


*Voisinage 201 m*

*Soit +/-100 m autour d'un pixel*

© IGN – SCAN Express ©2015

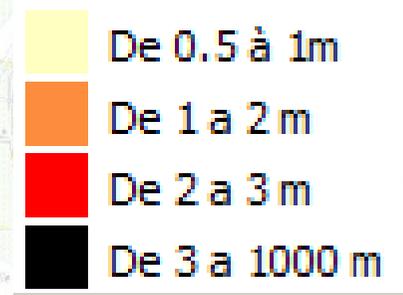
# Remblais



*Voisinage 101 m  
Soit +/-50 m autour d'un pixel*

© IGN – SCAN Express ©2015

# Remblais



*Voisinage 51 m*

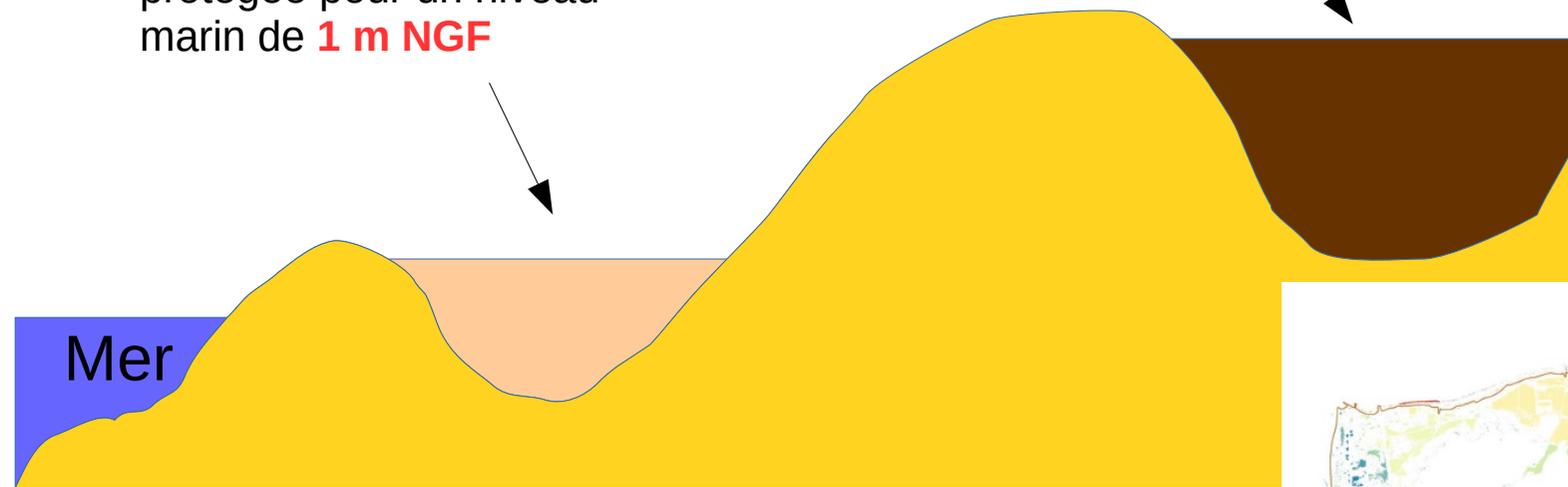
*Soit +/-25 m autour d'un pixel*

© IGN – SCAN Express ©2015

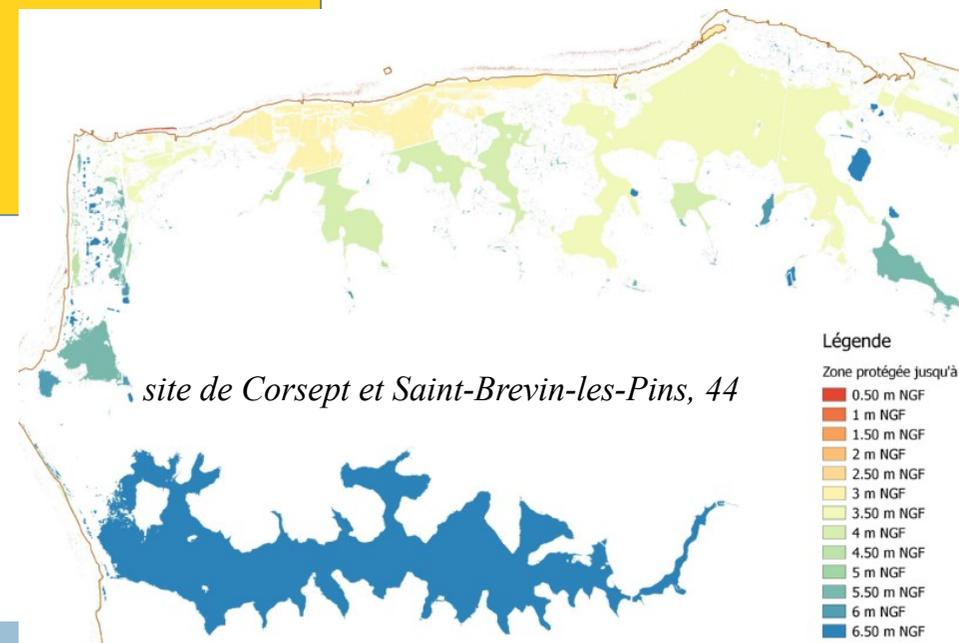
# Zones potentiellement protégées

Zone potentiellement protégée pour un niveau marin de **1 m NGF**

Zone potentiellement protégée pour un niveau marin de **2.5 m NGF**

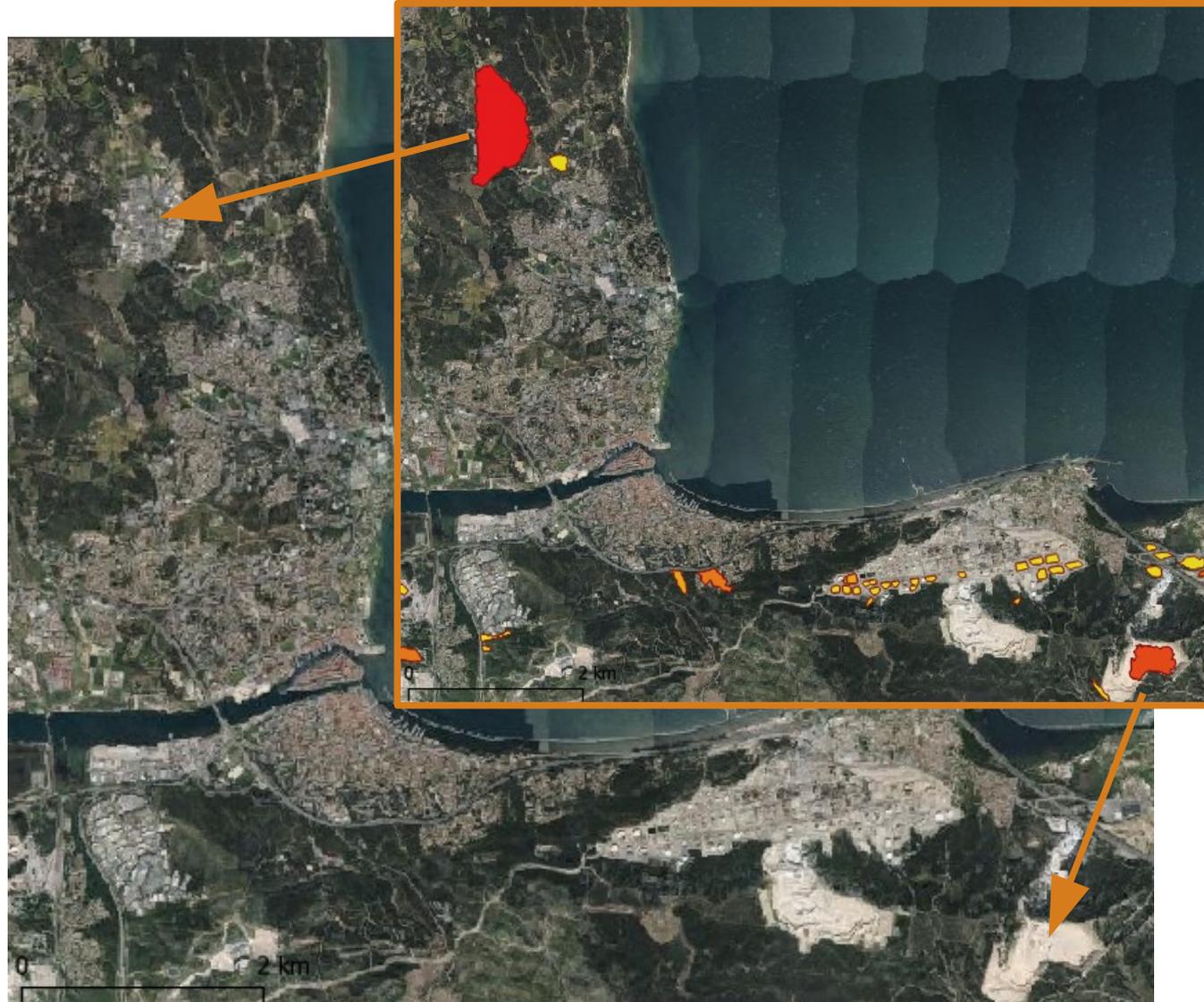


- Approximation du niveau de protection apparent
- Identification des points bas



# Endoréisme

- *Fait qu'un bassin versant ne se déverse pas dans une mer, mais est au contraire clos, retenant ses eaux dans une cuvette fermée*
- Naturel (Nord-Ouest)
- Carrière (Sud-est)
- Possible artefact bordure infrastructures



PRINCIPE : Plus le polygone est rouge, plus cette zone est susceptible d'être un endoréisme

© IGN – BDOrtho®

# Exzeco

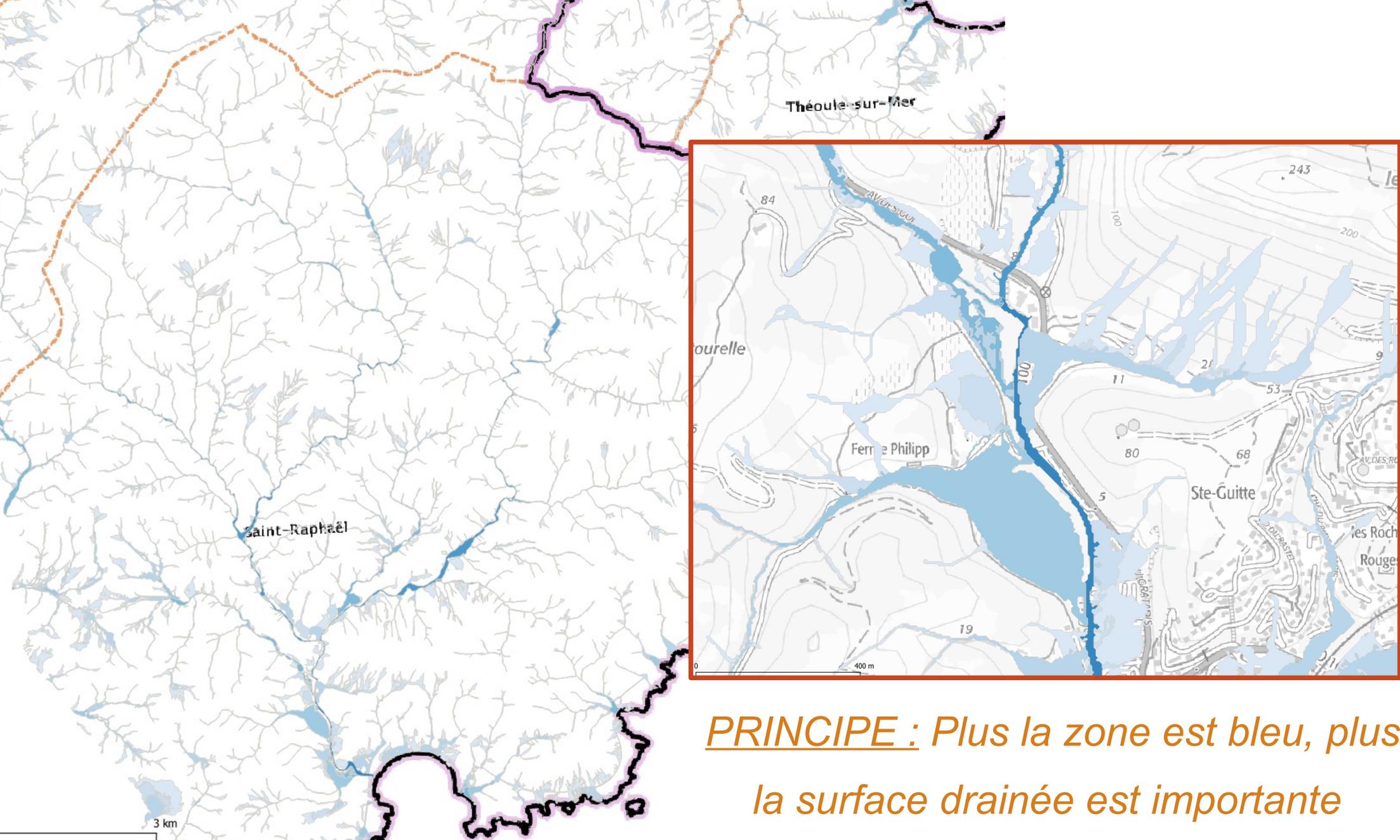
- Extraction des zones d'écoulement
  - Intérêt pour thalwegs secs et ruissellement
- Applications
  - Diagnostics territoriaux crues éclairs
  - Disponible France entière 25m
  - A venir 5m sur l'Arc Méditerranéen
- Précautions
  - Pas de réseau d'assainissement , de débits...

## PRINCIPE

*Algorithmes existants  
optimisés par Cerema*



*Plusieurs hauteurs de  
remplissage*



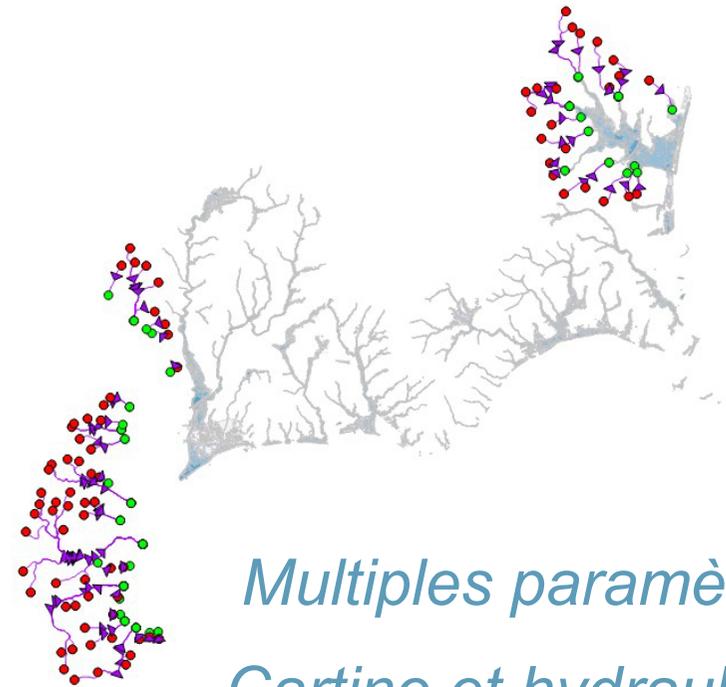
*PRINCIPE : Plus la zone est bleu, plus la surface drainée est importante*

# Cartino

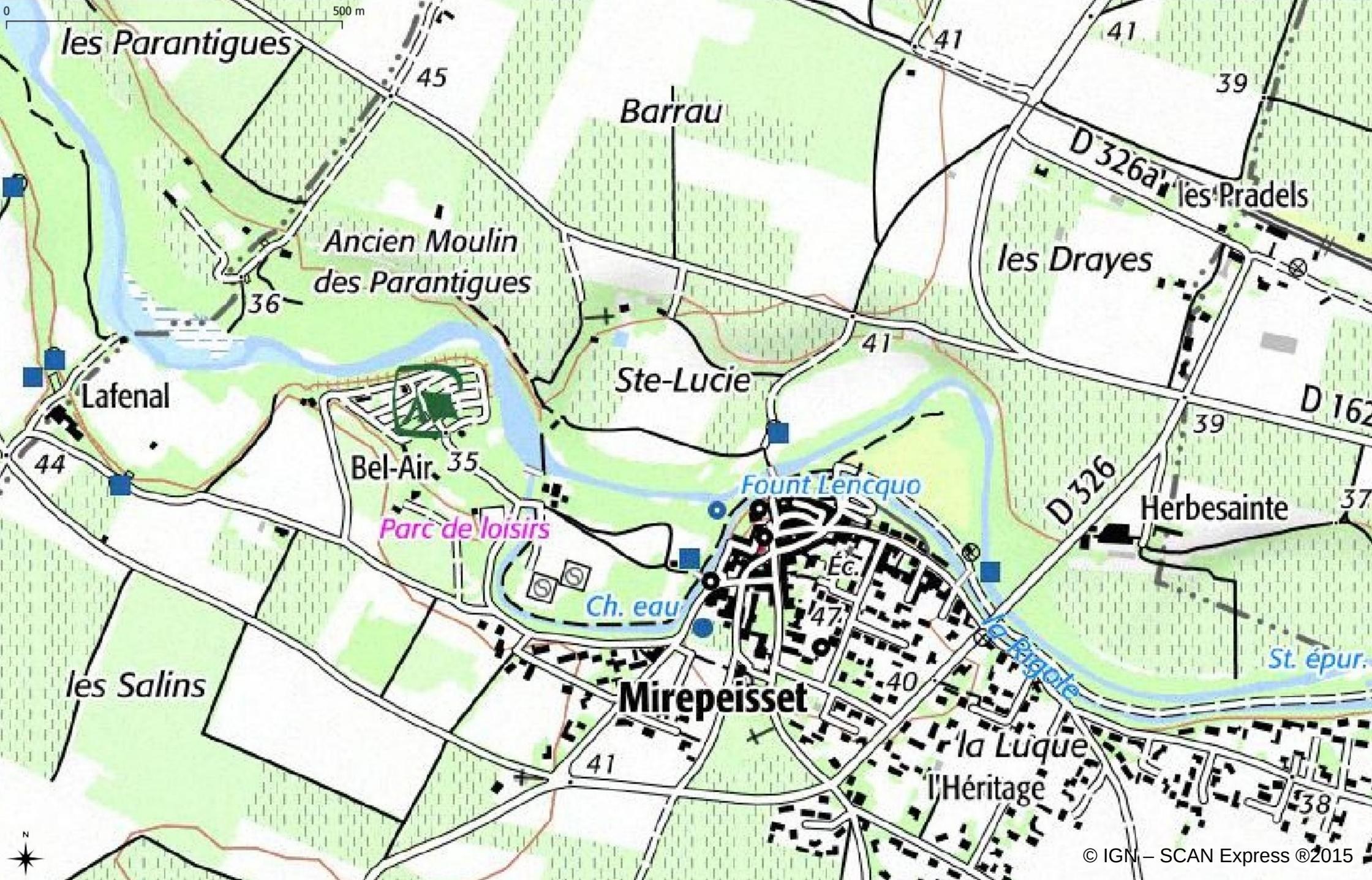
- Construire « *automatiquement* » un modèle hydraulique 1D
  - Optimisation temps humain
- Applications
  - Diagnostics territoriaux
  - Rex inondations, PAC, PPRi, R&D
- Précautions
  - Peu d'ouvrages pris en compte

## PRINCIPE

*Optimiser la réalisation d'un modèle 1D en s'appuyant « uniquement sur la topographie »*

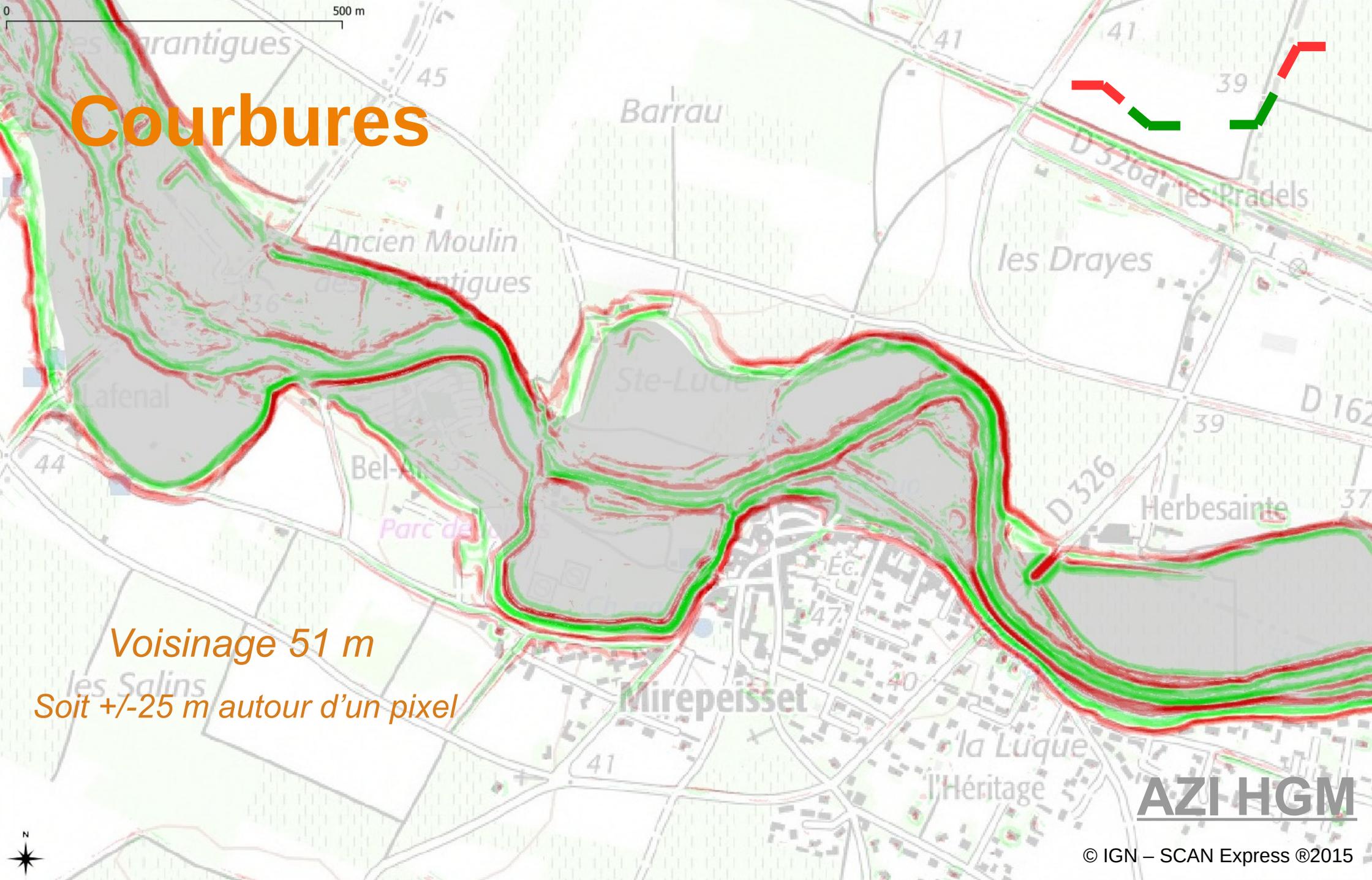


*Multiples paramètres  
Cartino et hydraulique*



© IGN – SCAN Express ©2015

# Courbures

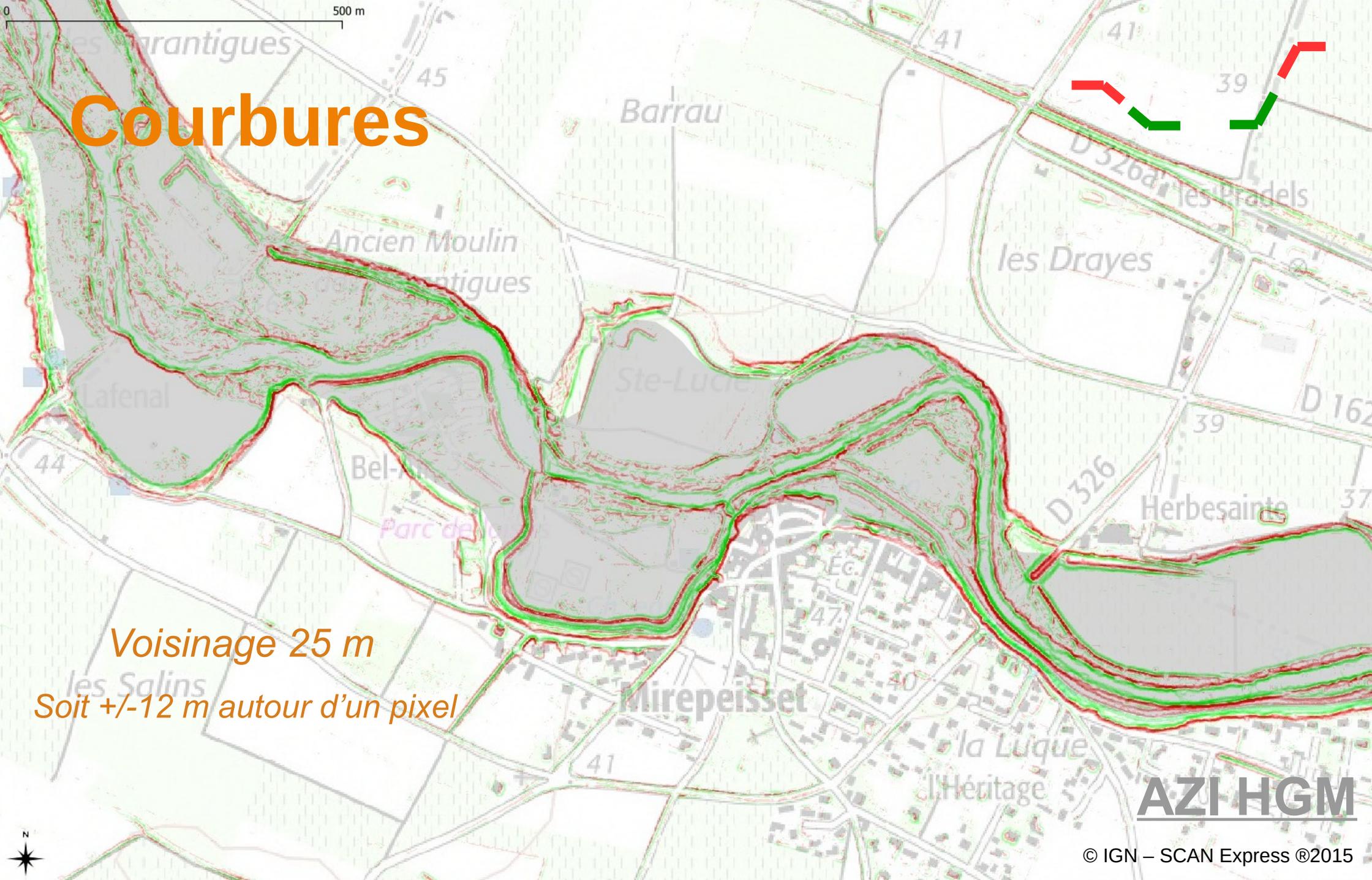


Voisinage 51 m  
Soit +/-25 m autour d'un pixel

**AZI HGM**

© IGN – SCAN Express ©2015

# Courbures



Voisinage 25 m  
Soit +/-12 m autour d'un pixel

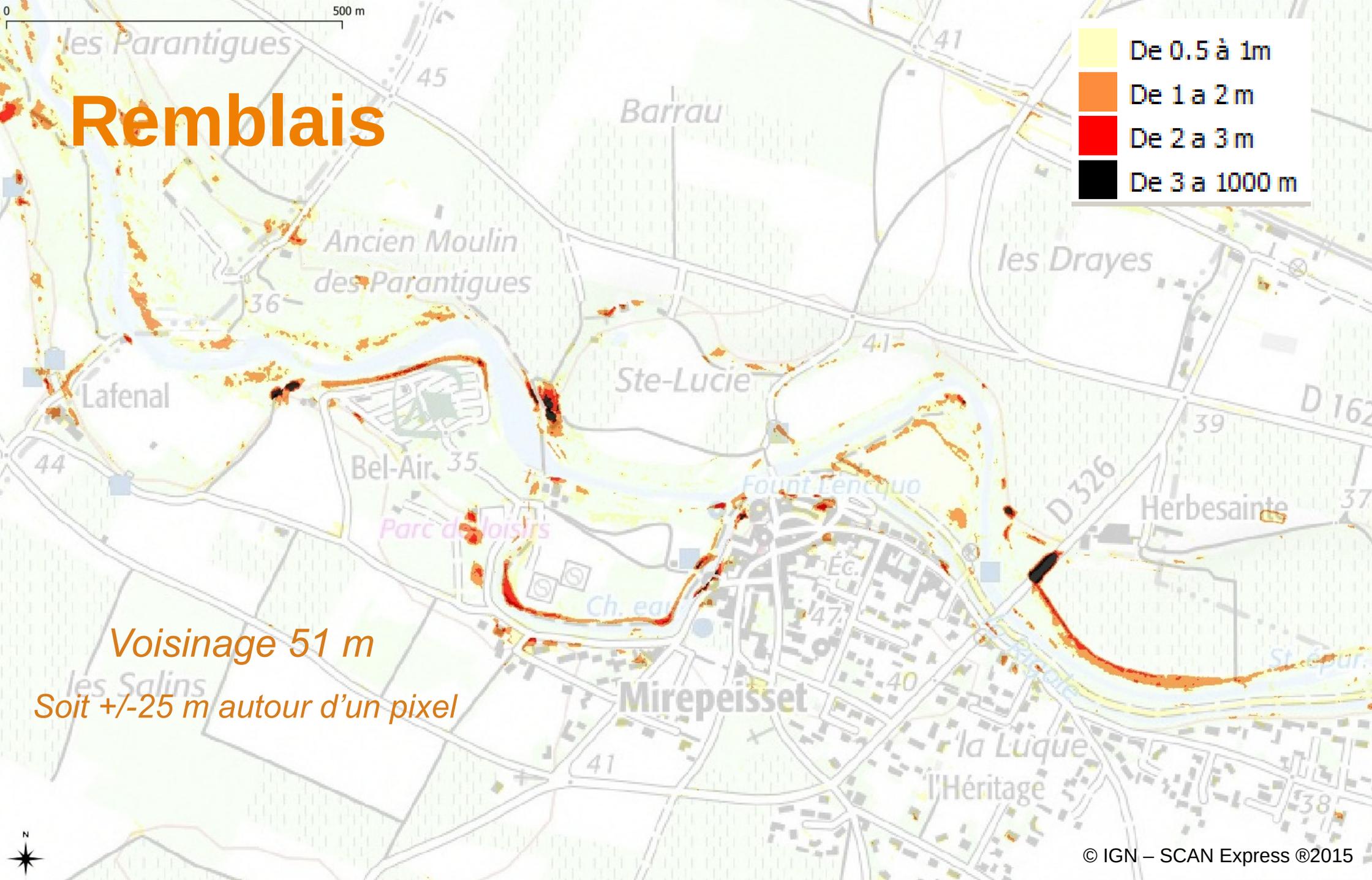
**AZI HGM**

© IGN – SCAN Express ©2015

# Remblais



Voisinage 51 m  
Soit +/-25 m autour d'un pixel

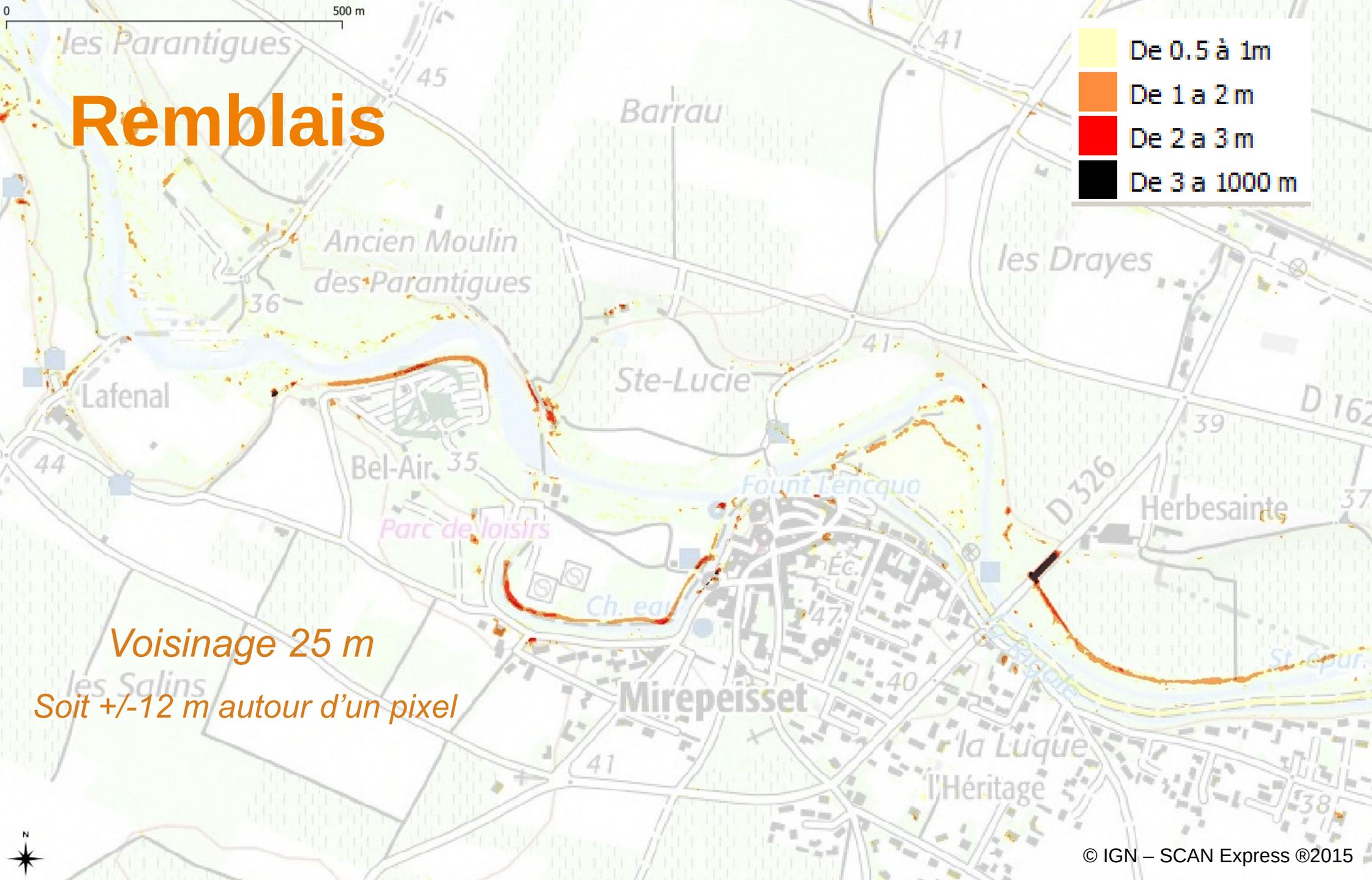


© IGN – SCAN Express ©2015

# Remblais



Voisinage 25 m  
Soit +/-12 m autour d'un pixel

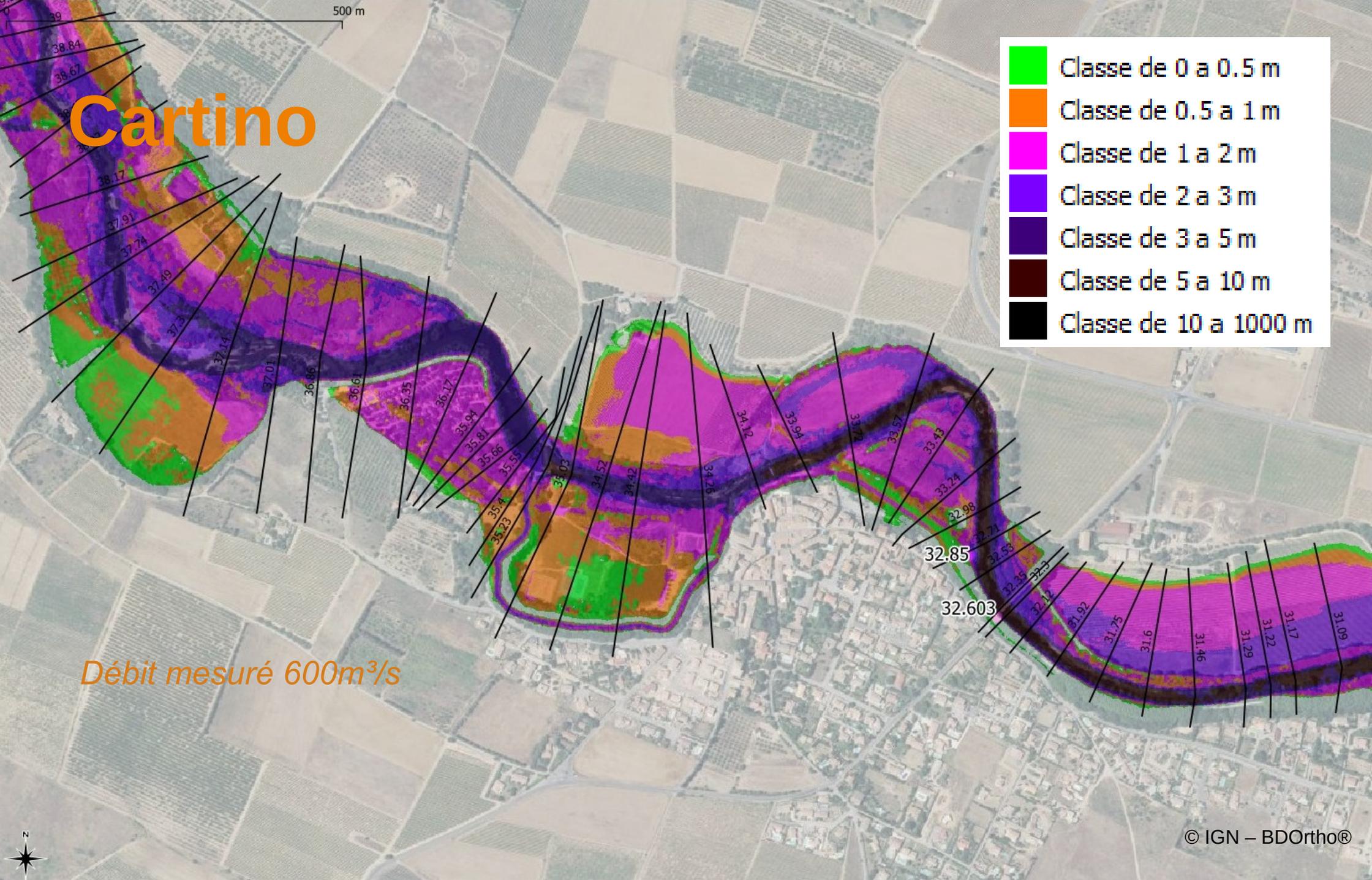


© IGN – SCAN Express ©2015



© IGN – BDOrtho®

# Cartino



Débit mesuré 600m<sup>3</sup>/s

© IGN – BDOrtho®

# Merci pour votre attention

- Secteur

Exzeco 5m

MIAM

- <http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/etude-sur-la-gestion-du-ruis-sellement-sur-l-arc-r2244.html>

- Liens utiles:

- <https://www.cerema.fr/fr/actualites/outils-phase-cartographie-directive-inondation-cartino-pc>
- [http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Utilisation\\_des\\_donnees\\_LIDAR\\_pour\\_la\\_directive\\_inondation](http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Utilisation_des_donnees_LIDAR_pour_la_directive_inondation)
- [https://www.researchgate.net/publication/302394426\\_GEMAPI\\_et\\_cartographie\\_des\\_inondations](https://www.researchgate.net/publication/302394426_GEMAPI_et_cartographie_des_inondations)

