

# Des données de haute précision au service des gestionnaires de milieux humides, présentation des outils et exemple d'application

**Conservatoire d'espaces naturels de Franche-Comté /**

**Corvus Monitoring**

*Julien LANGLADE / Julien LIEB*

*Chargé de missions / Gérant*

## 1 – Matériel – 2 types d'appareils:

### voilure fixe

- Meilleure d'autonomie  
(Plus de surface mappée en 1 vol)
- Capacité d'emport limitée
- Plus difficile à mettre en œuvre

(Nécessite une espace important pour le décollage et l'atterrissage)



### Voilure tournante

- Plus modulable
- Accès à tous types de terrain
- Pilotage aisé



## 2 – La Photogrammetrie:

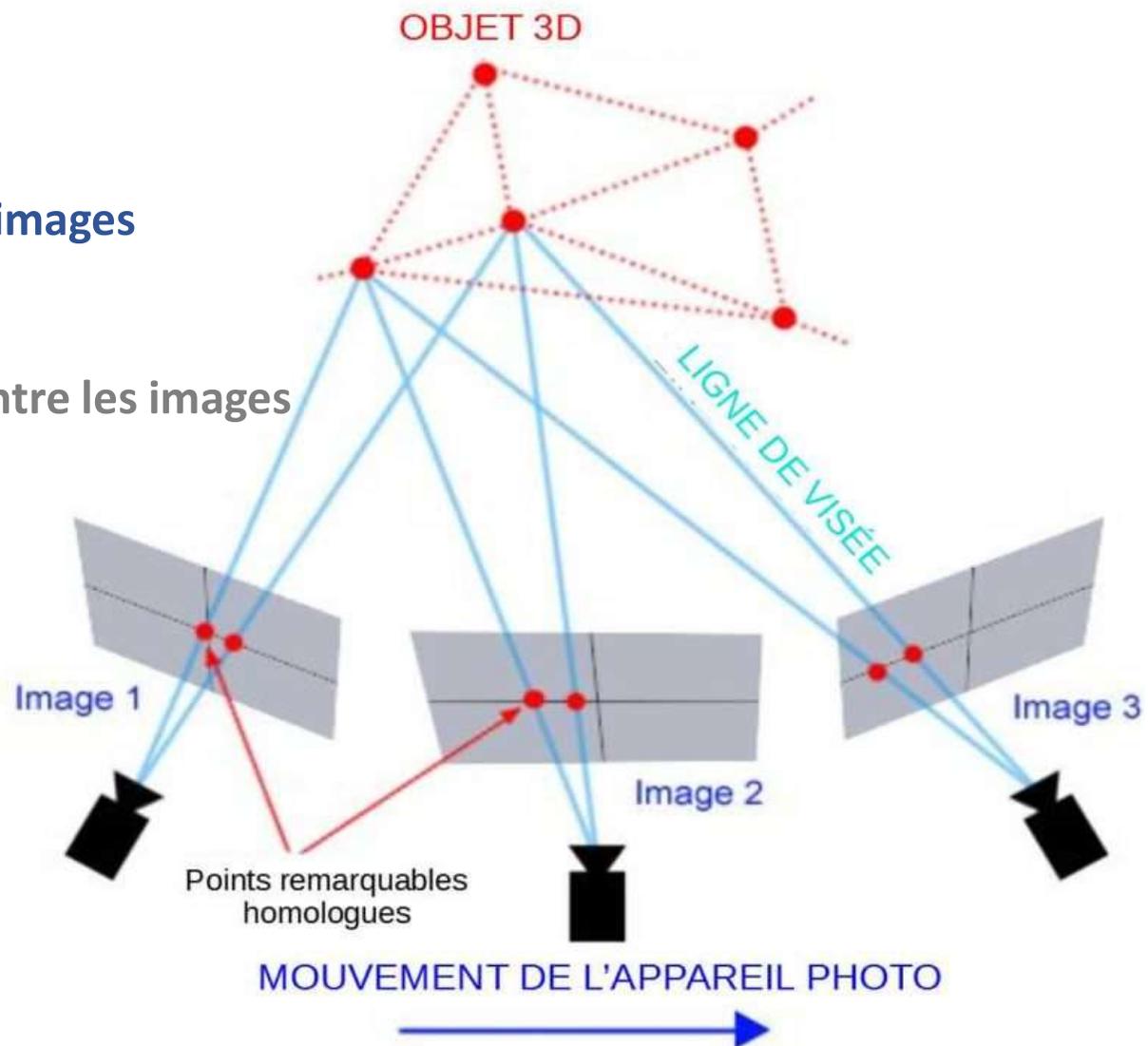
### Création d'un modèle 3D par triangulation d'images

-Nécessite un chevauchement important entre les images

-Permet une modélisation plus précise  
**mais de surface uniquement**

-Génère également une orthophoto

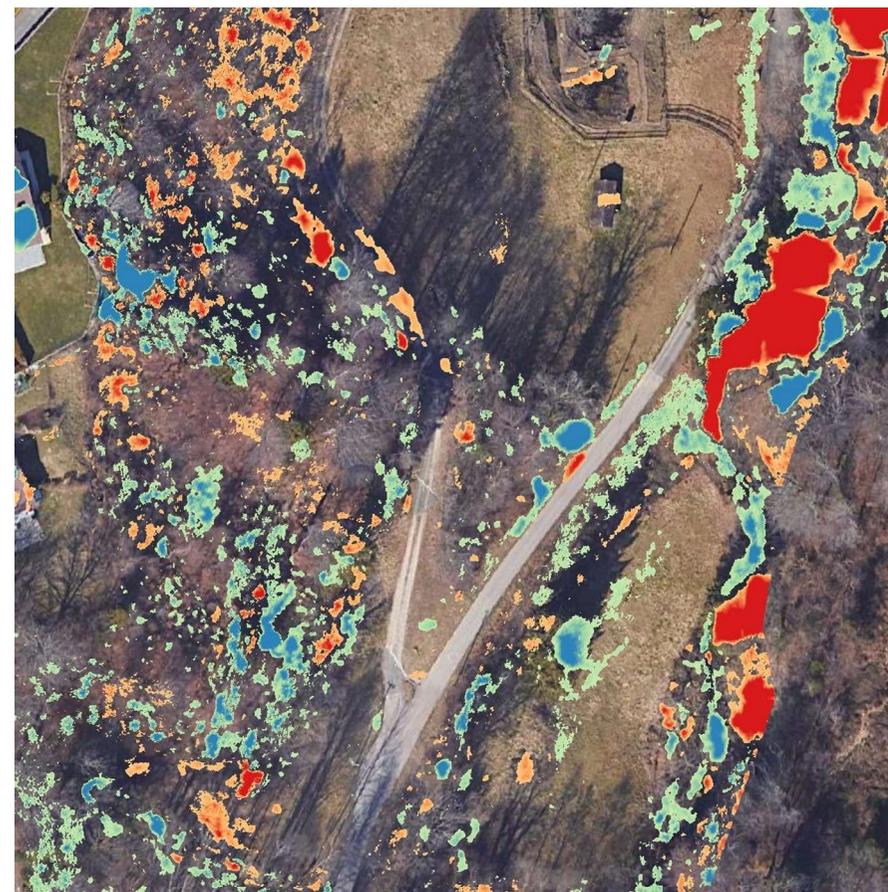
**-Temps de process relativement élevé**



## Principaux atouts:

-L'Orthophoto (Image aérienne géoréférencée) est exploitable en machine learning pour détection automatisée d'éléments caractéristiques.

Exemples: Plantes invasives, chandelles, pathologies, zones dégradées, véhicules, déchets etc.



Carte d'évolution d'altitude de terrain, Corvus Monitoring

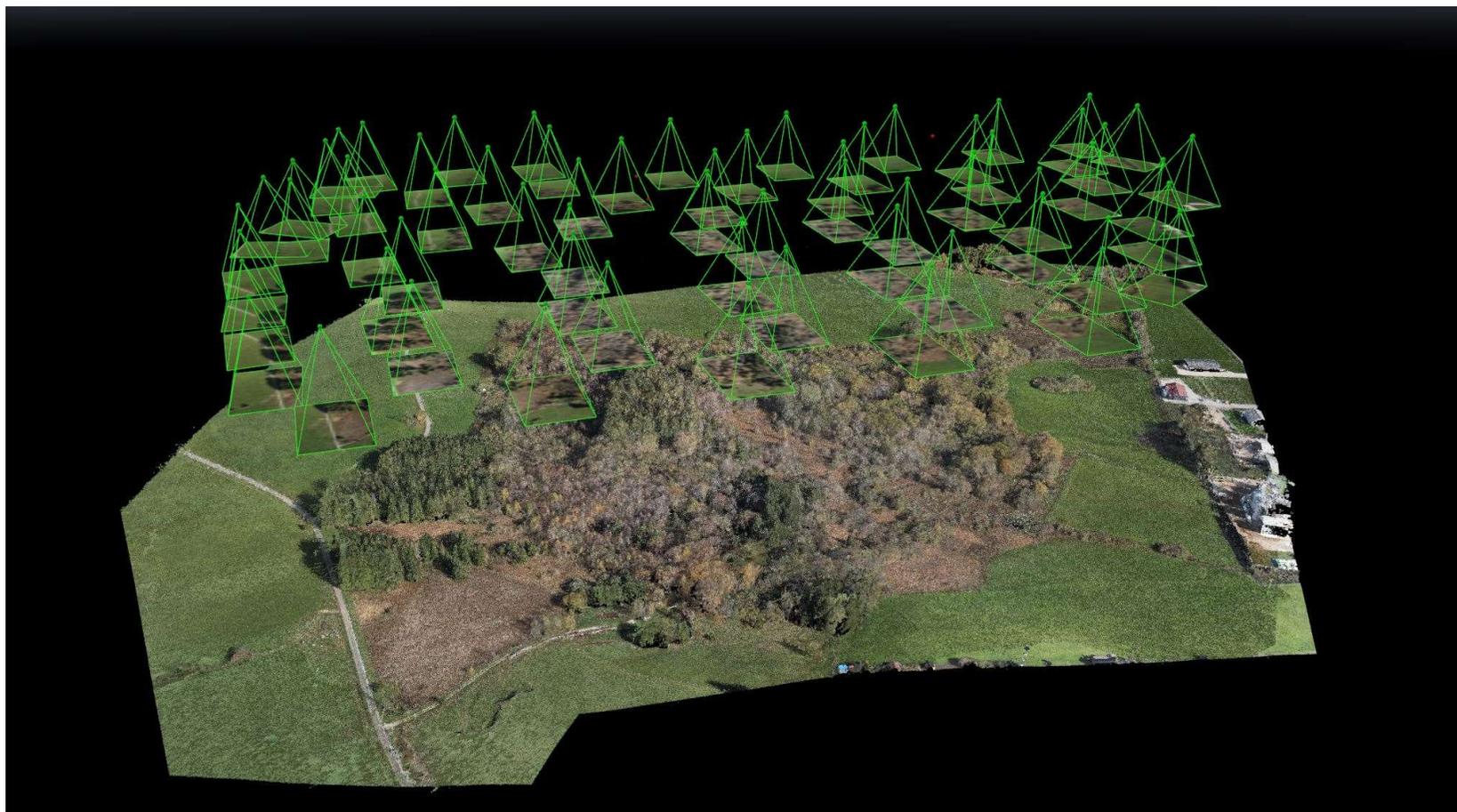


12<sup>e</sup> journée des gestionnaires d'espaces naturels de Bourgogne-Franche-Comté  
« Des nouvelles technologies au service de la gestion des espaces naturels »

SESSION 2 - Télédétection et modélisation cartographique

Exemple de suivi de travaux en tourbières – Corvus Monitoring:

[https://www.youtube.com/watch?v= u-3HWhKIQA](https://www.youtube.com/watch?v=u-3HWhKIQA)



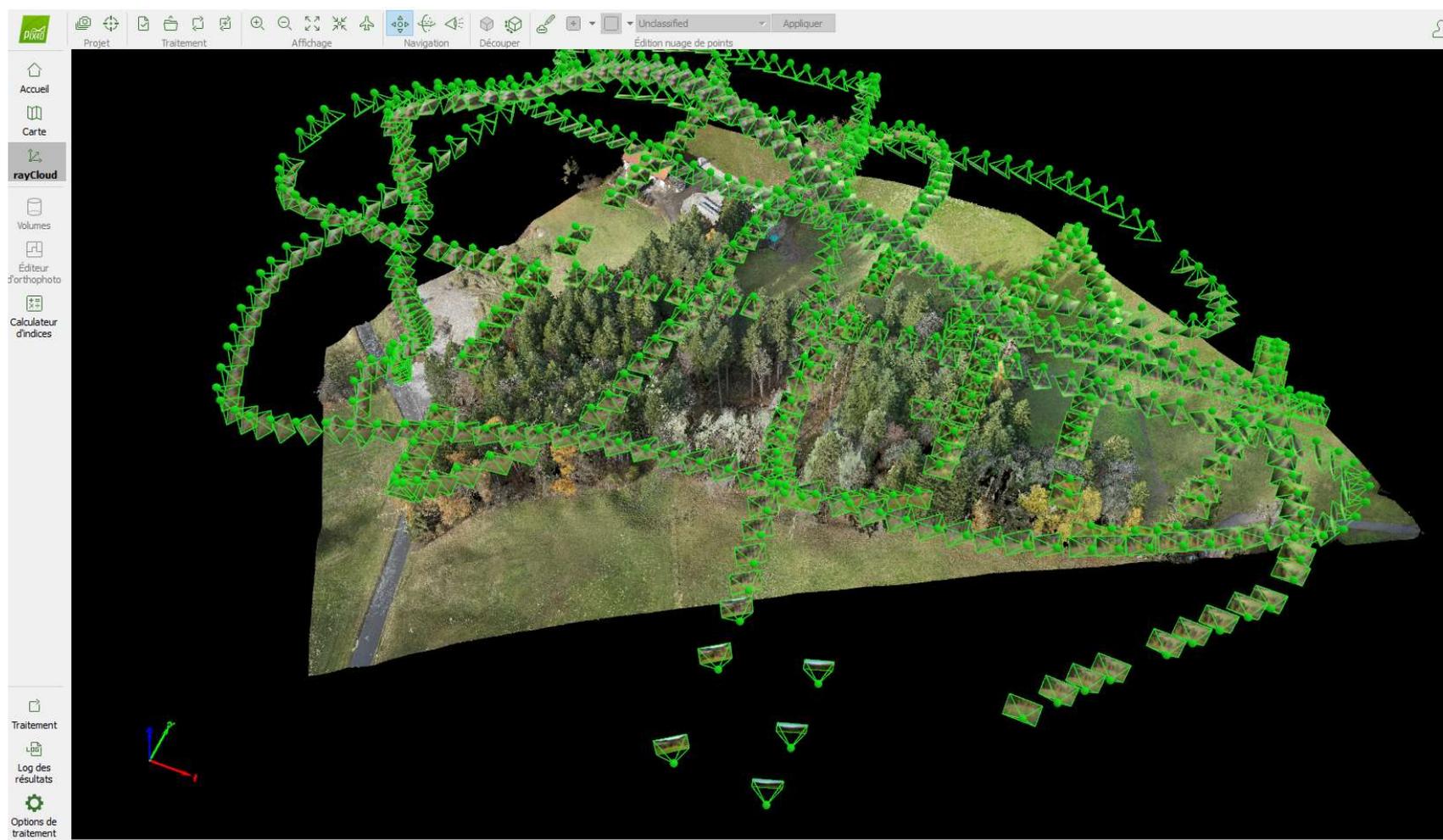


12<sup>e</sup> journée des gestionnaires d'espaces naturels de Bourgogne-Franche-Comté  
« Des nouvelles technologies au service de la gestion des espaces naturels »

SESSION 2 - Télédétection et modélisation cartographique

Exemple de relevé en milieu boisé – Corvus monitoring

<https://www.youtube.com/watch?v=oll8KBur80o>



## 3 – Le Lidar:

Création d'un modèle 3D par scanner Laser ( Light Detection And Ranging)



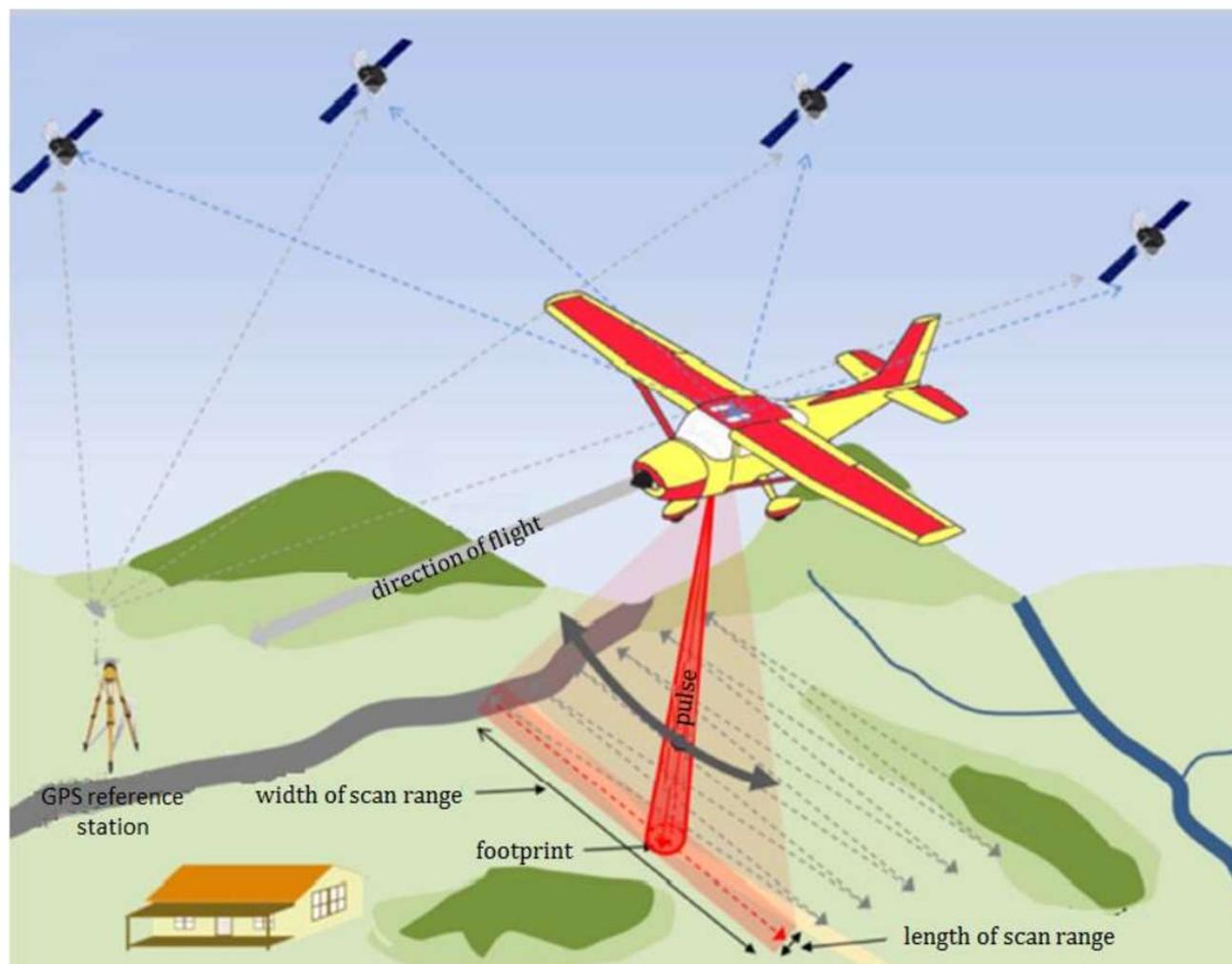
-Matériel plus coûteux et plus délicat à la mise en œuvre, la rigueur de l'acquisition est primordiale

-Post process plus rapide

-Pas ou peu besoin de chevauchement des lignes de vol, selon le type de résultats attendus

-Pénétration de la végétation

**-Précision moindre qui doit être affinée en post traitement**





Plusieurs échos enregistrables pour une même impulsion

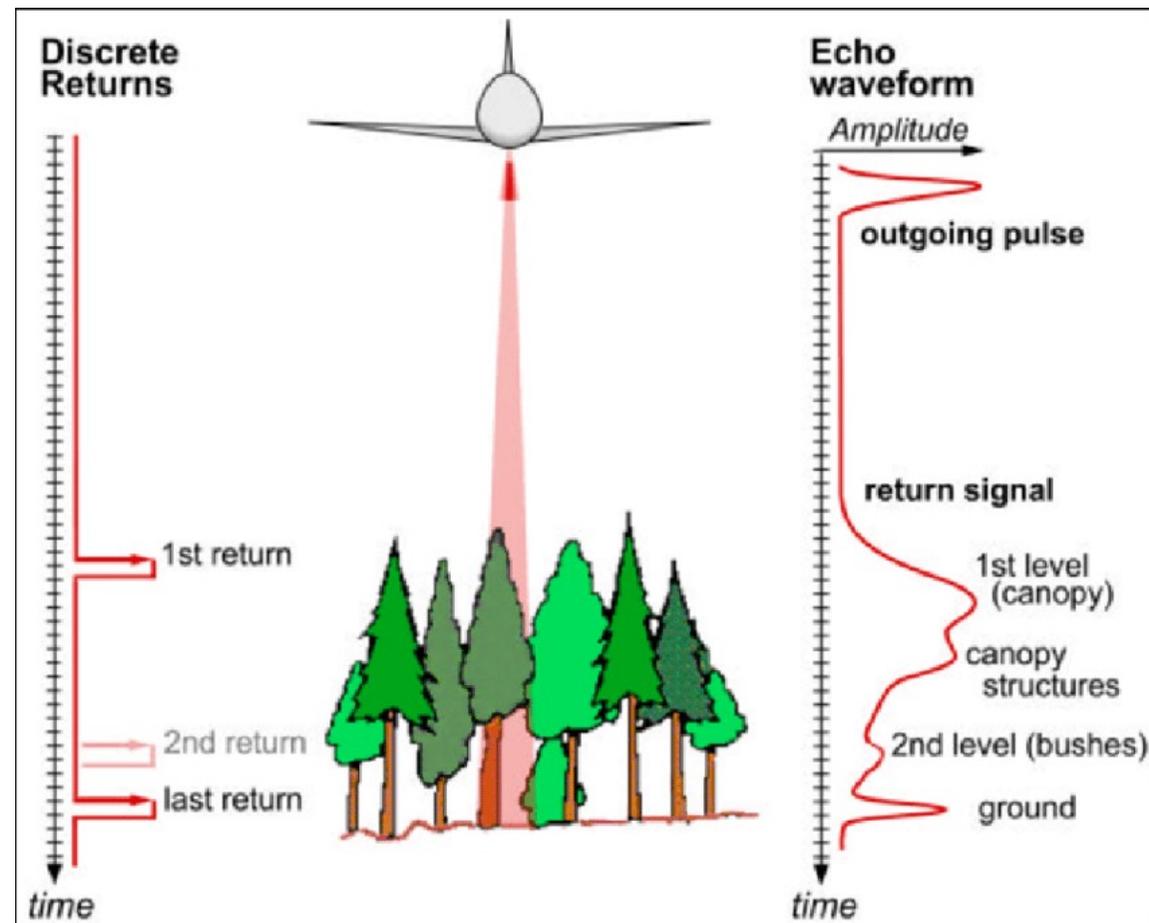
=

pénétration de la végétation

Classification partielle automatique, disponible immédiatement (avec l'utilisation des logiciels dédiés), chaque point contient plusieurs informations (rang d'écho, angle de la surface relevée, intensité du retour etc.)

exemple vidéo Corvus:

<https://www.youtube.com/watch?v=mY4XVYUMRP4>





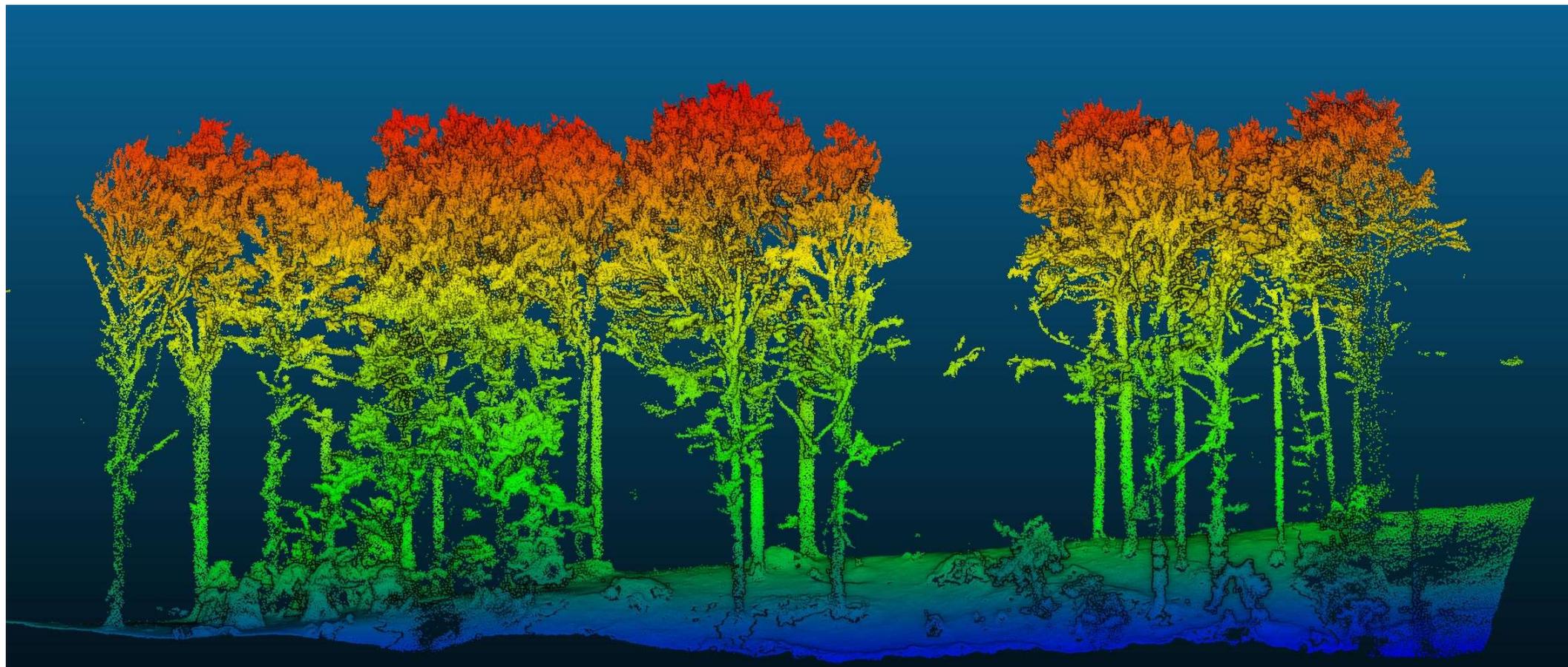
## Principaux Atouts:

- Modèle 3D et MNT complets, classifiés en sortie de post traitement , process rapide.
- Comptage, Caractérisation des arbres, de la végétation moyenne/basse, des toitures, etc. facilité grâce aux multiples informations acquises pour chaque point, et à la modélisation complète de l'environnement, plus particulièrement en zone végétalisée ou faiblement éclairée



12<sup>e</sup> journée des gestionnaires d'espaces naturels de Bourgogne-Franche-Comté  
« Des nouvelles technologies au service de la gestion des espaces naturels »

SESSION 2 - Télédétection et modélisation cartographique

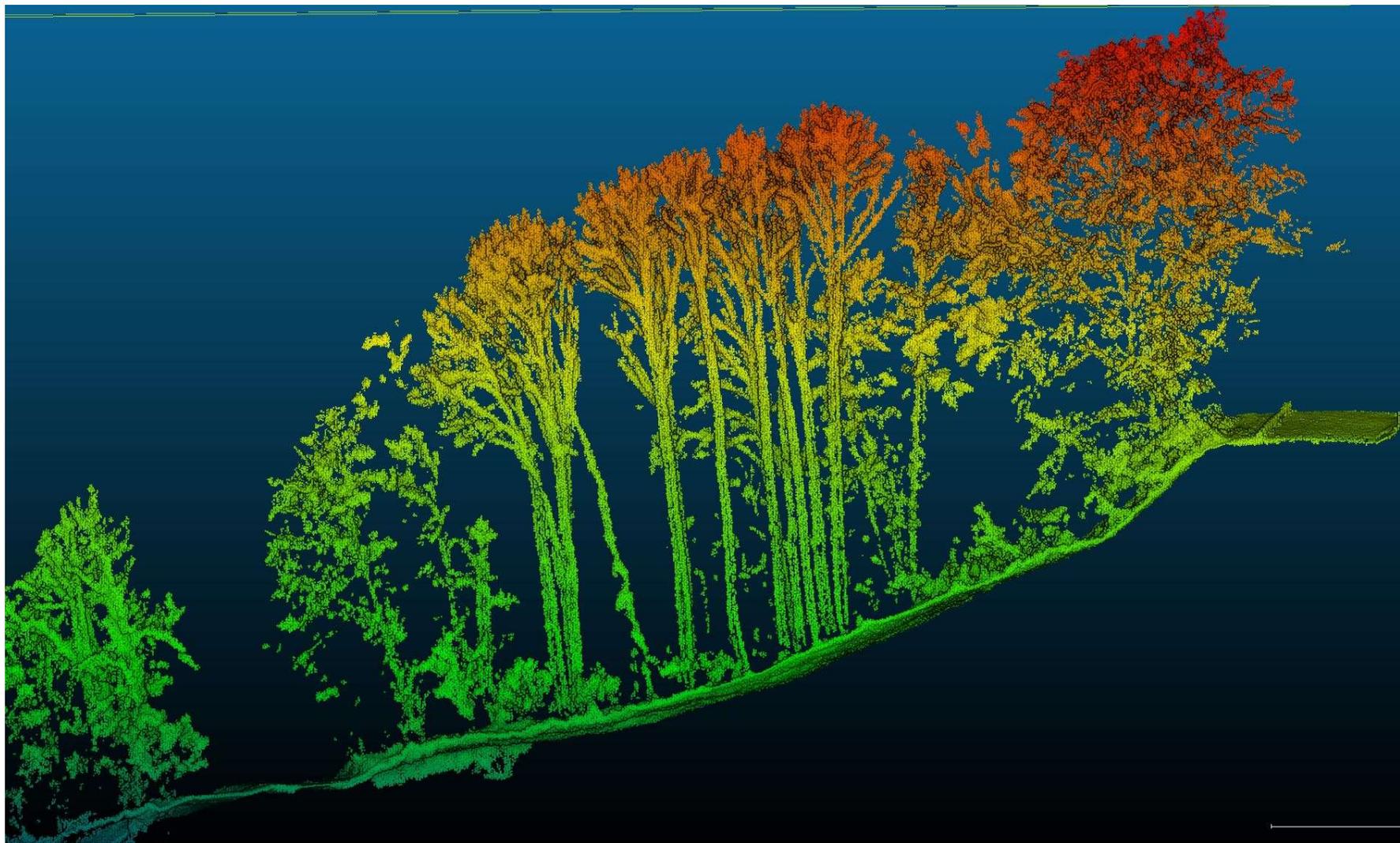


Relevé LIDAR – Corvus Monitoring



12<sup>e</sup> journée des gestionnaires d'espaces naturels de Bourgogne-Franche-Comté  
« Des nouvelles technologies au service de la gestion des espaces naturels »

SESSION 2 - Télédétection et modélisation cartographique



Relevé LIDAR – Corvus Monitoring



## Notions de densités de points sur acquisitions LIDAR:

La classification élude environ 50% des points acquis (classifiés en « bruit »)

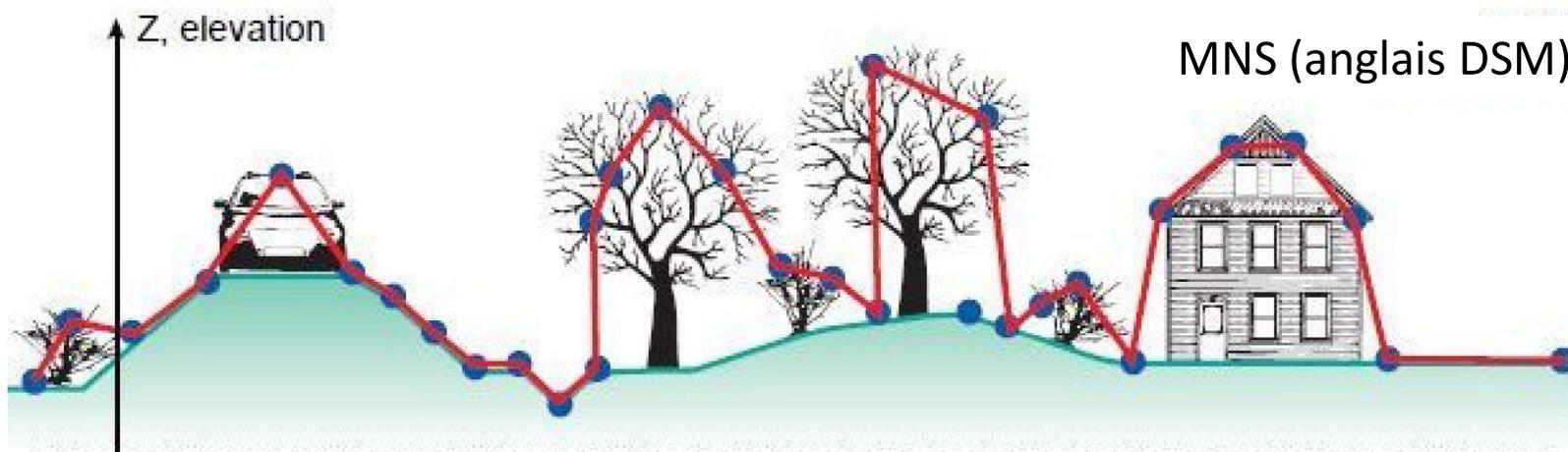
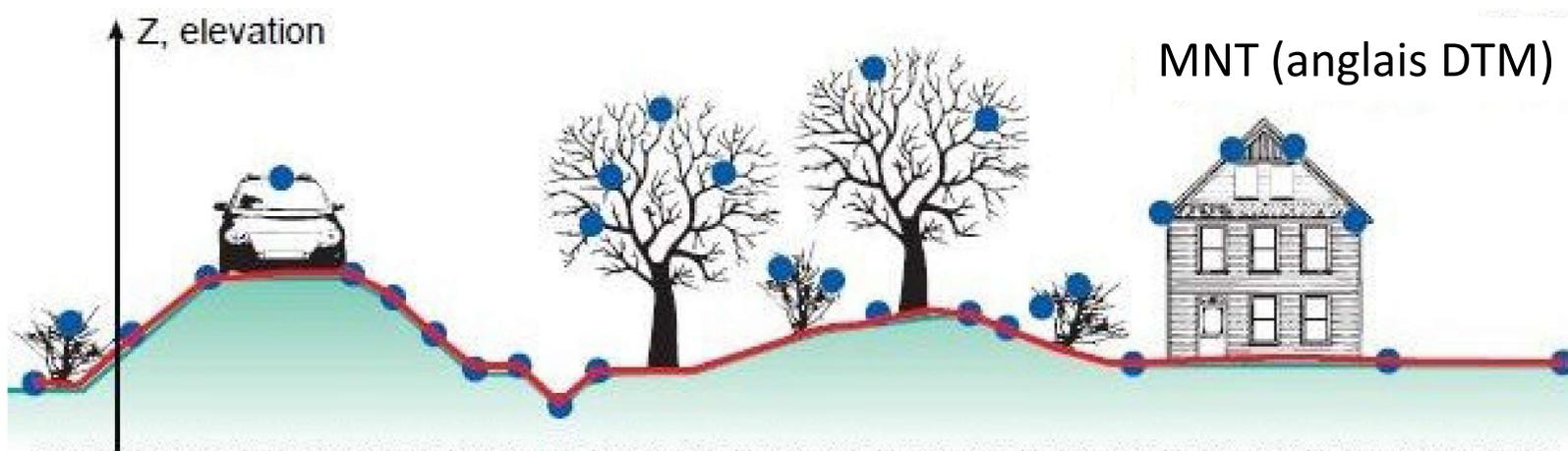
Les points au sol représentent environ 0,5% à 5% du nuage de point de base, selon le type de végétation à retirer.

La densité acceptable pour un travail efficace et une lecture des fichiers accessible sur un ordinateur « standard » est de 25pts/m<sup>2</sup> environ (évidemment variable selon la taille du relevé).

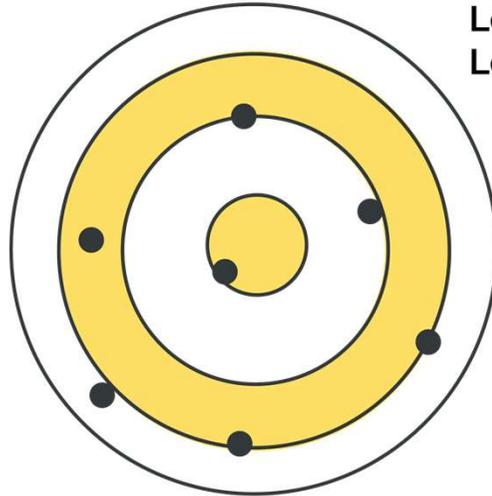
Si l'on souhaite travailler sur un MNT fiable à 25pts/m<sup>2</sup>, l'acquisition devra donc viser 500pts/m<sup>2</sup> pour un milieu faiblement végétalisé (prairies, tourbières), et jusqu'à 5000pts/m<sup>2</sup> en forêt de densité moyenne.

Exemple acquisition LIDAR pour surveillance glissement de terrain en milieu forestier –  
Corvus monitoring: <https://www.youtube.com/watch?v=mY4XVYUMRP4>

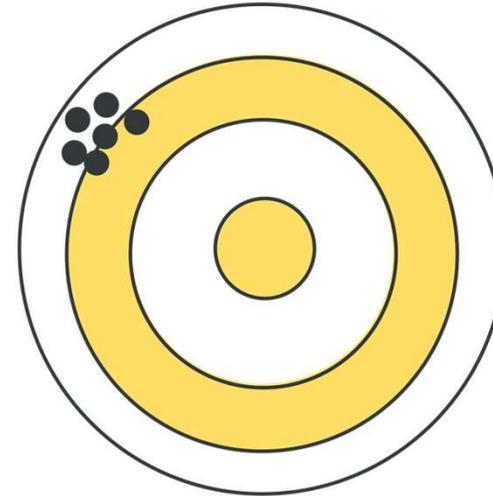
## Modele Numerique de Surface – Modèle Numerique de Terrain



ACCURACY  
=  
EXACTITUDE

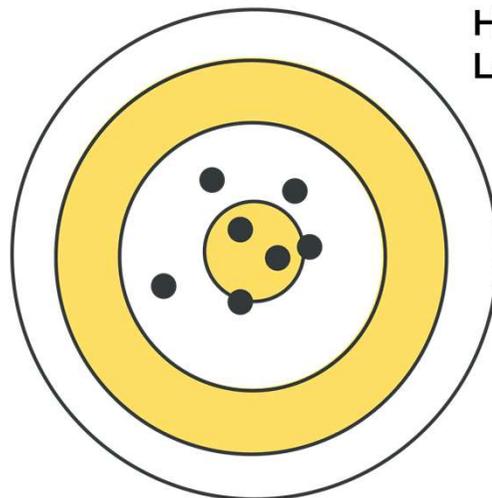


Low accuracy  
Low precision

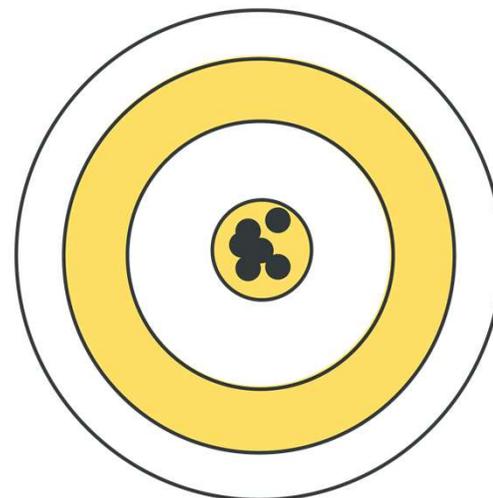


Low accuracy  
High precision

PRECISION  
=  
PRÉCISION



High accuracy  
Low precision



High accuracy  
High precision

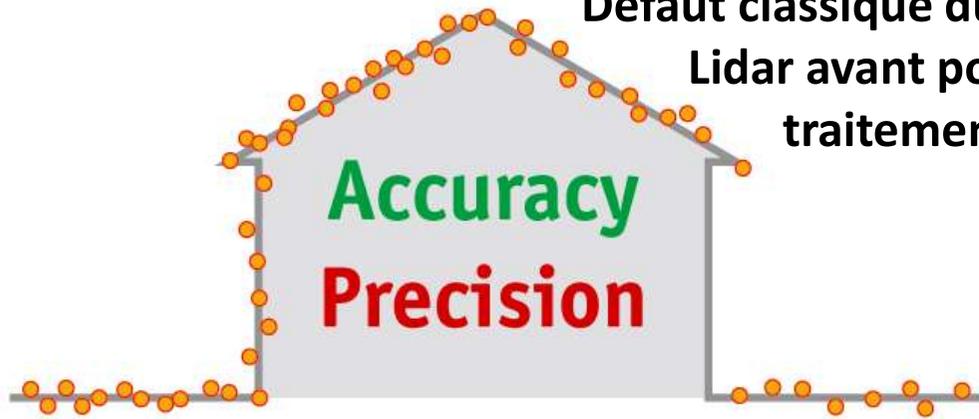


**CORVUS**  
MONITORING

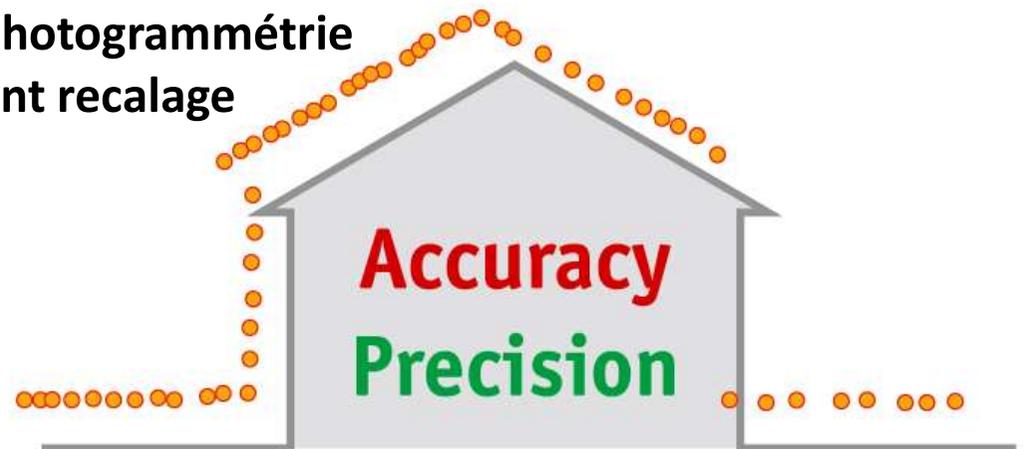
12<sup>e</sup> journée des gestionnaires d'espaces naturels de Bourgogne-Franche-Comté  
« Des nouvelles technologies au service de la gestion des espaces naturels »

SESSION 2 - Télédétection et modélisation cartographique

Défaut classique du  
Lidar avant post  
traitement



Défaut classique de la  
photogrammétrie  
avant recalage





## 4 – Coûts:

Beaucoup de paramètres entrent en compte: Précision attendue, post traitement/type de rendu...

Les tarifs du Lidar ont beaucoup baissé depuis 2 ans, avec l'arrivée de nouveaux appareils moins coûteux

1 journée de terrain = au moins 1 journée de traitement, plus généralement 3 à 5



12<sup>e</sup> journée des gestionnaires d'espaces naturels de Bourgogne-Franche-Comté  
« Des nouvelles technologies au service de la gestion des espaces naturels »

SESSION 2 - Télédétection et modélisation cartographique

## 4 – Coûts - exemples:

Tourbière de 200Ha en photogrammétrie: MNS / MNT partiel; Orthophoto; Images géoréférencées  
1750€ HT Hors déplacement et post traitement spécifique (calcul d'écoulements, de volumes...)

Tourbière de 200Ha en LIDAR: Nuage de points classifié complet; MNT complet, quelques images géoréférencées

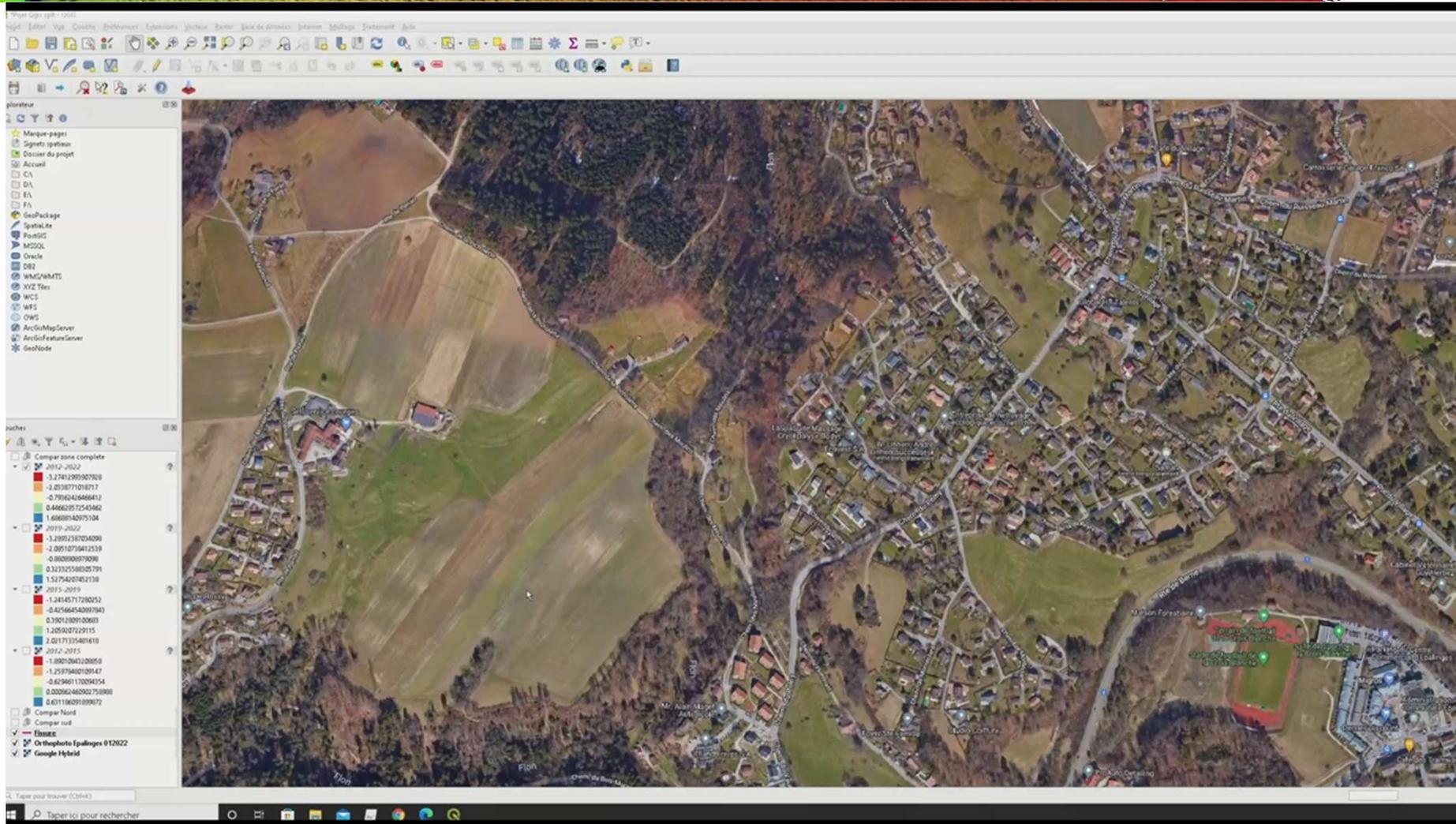
2250HT Hors déplacement et post traitement spécifique (calcul d'écoulements, de volumes...)



**CORVUS**  
MONITORING

# 12<sup>e</sup> journée des gestionnaires d'espaces naturels de Bourgogne-Franche-Comté « Des nouvelles technologies au service de la gestion des espaces naturels »

## SESSION 2 - Télédétection et modélisation cartographique



## Présentation du site

Tourbière du Mou de Pleure

### Localisation

- Commune de la Chainée-des-Coupis (39)
- Com com de la Plaine Jurassienne
- EPAGE Seille & affluents

### Contexte

- Entité paysagère de la Bresse jurassienne
- Bassin versant de la Brenne (Roselet, Dorme)
- Superficie 9,5 ha - Altitude 210-215 mètres
- Convention CEN/commune depuis 2002



## Enjeux patrimoniaux

### Habitat - faune – flore

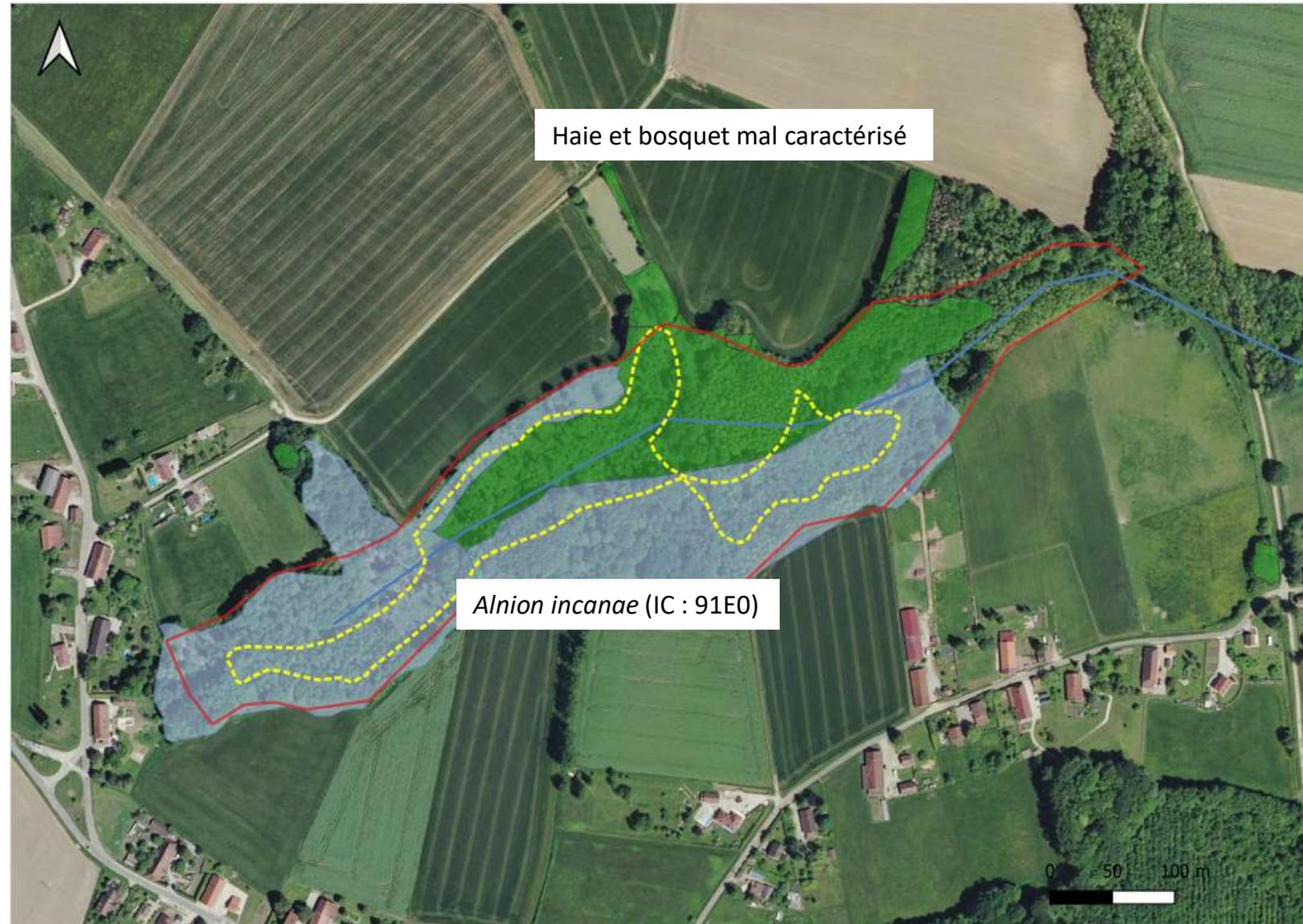
Natura 2000 « Bresse du Jura »

Habitats : aulnaie  
marécageuse, (bas-marais)  
Faune : murin d'Alcathoe, pic  
cendré, bondrée apivore,  
lucane cerf-volant

Flore : historiquement liparis  
de Loesel

Champignon : *Mycena  
megaspora* (CR)

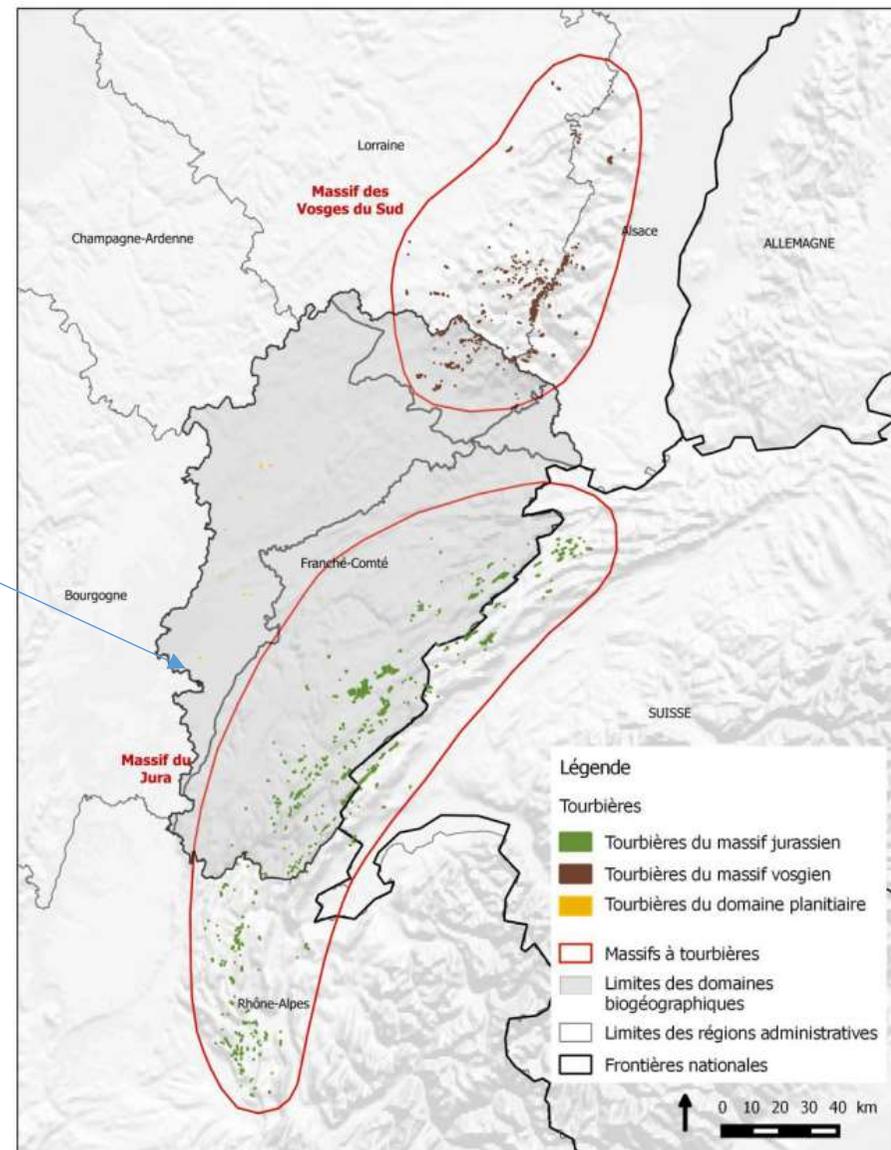
Dépôt tourbeux connu  
d'environ 3 ha



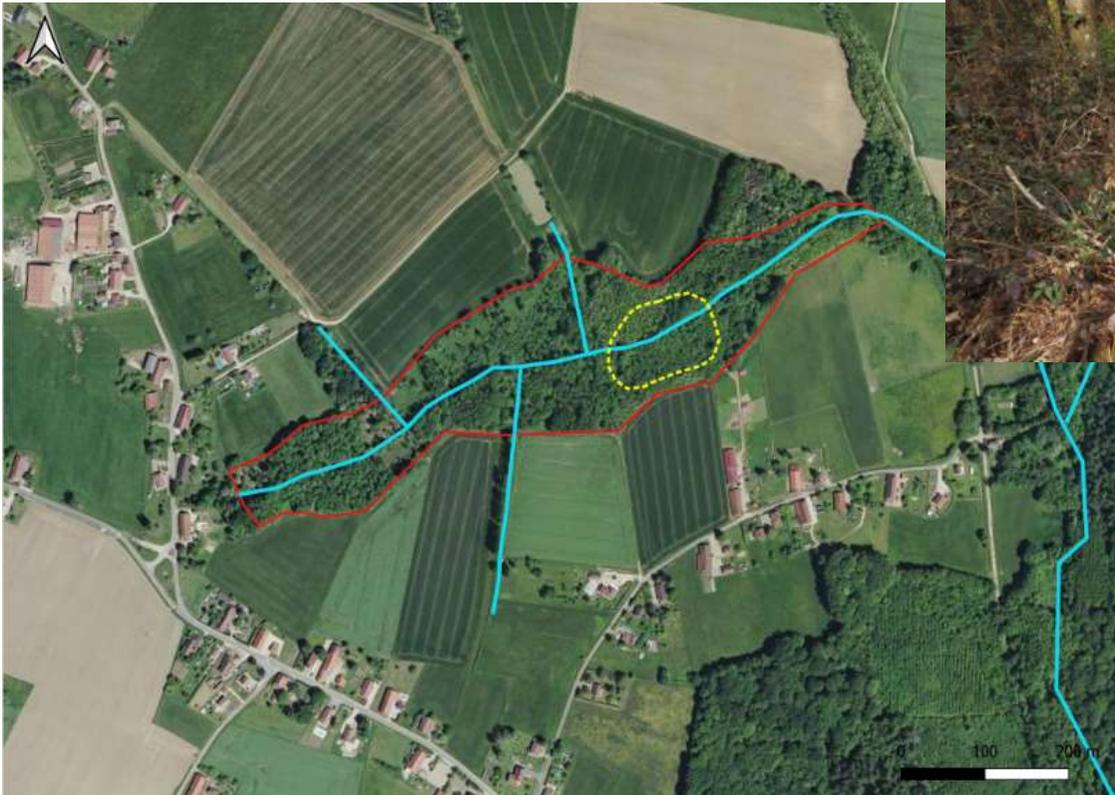
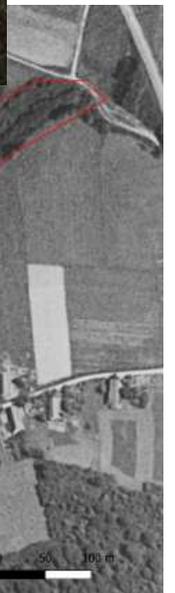
## Enjeux patrimoniaux

### Particularité du site

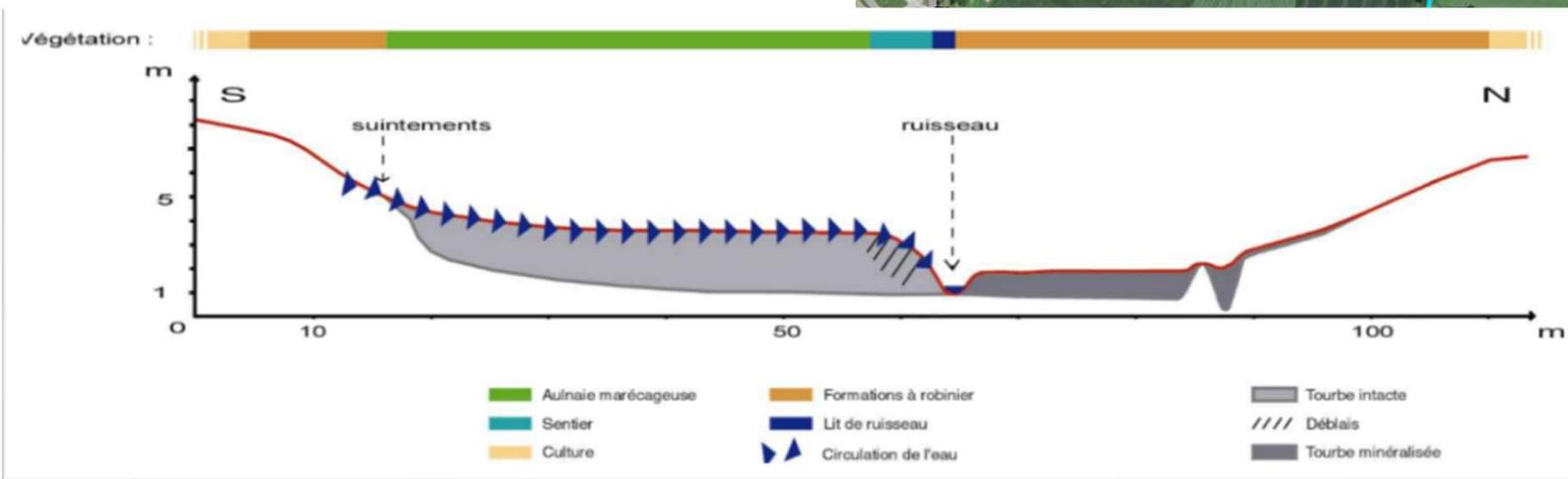
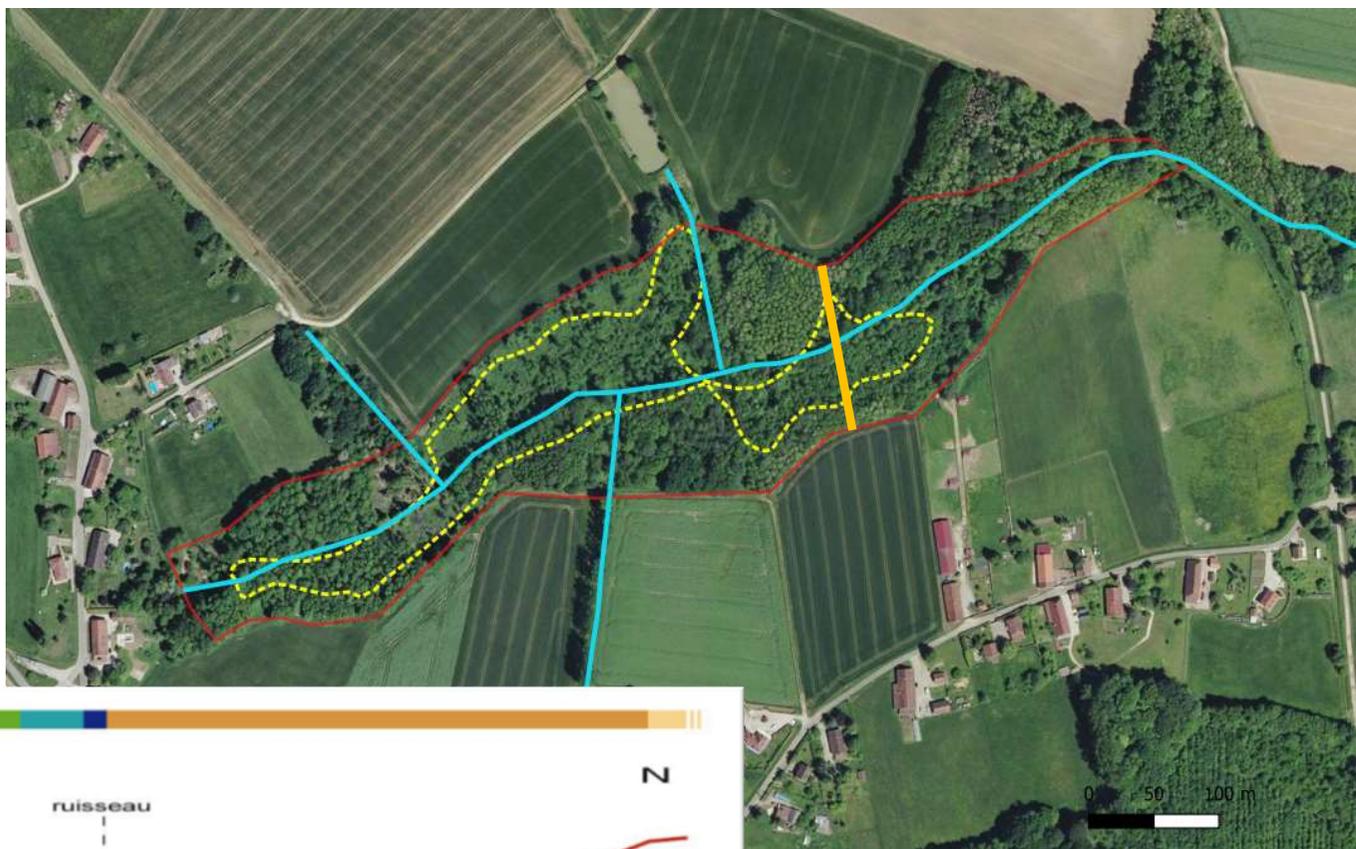
Sur les 687 tourbières recensées dans la région, seulement une 20<sup>e</sup> se trouvent en plaine dont la tourbière du Mou de Pleure



Atteintes et menaces  
Rectification et drainage



**Diagnostic de terrain  
2012-2014**



## 2015 Emergence d'un projet de réhabilitation du site

### Neutralisation des fossés de drainage et renaturation du cours d'eau

➤ **Besoin de topographie sur l'ensemble du site et son bassin versant => 55 ha**

## 2017 => Consultation : Levé

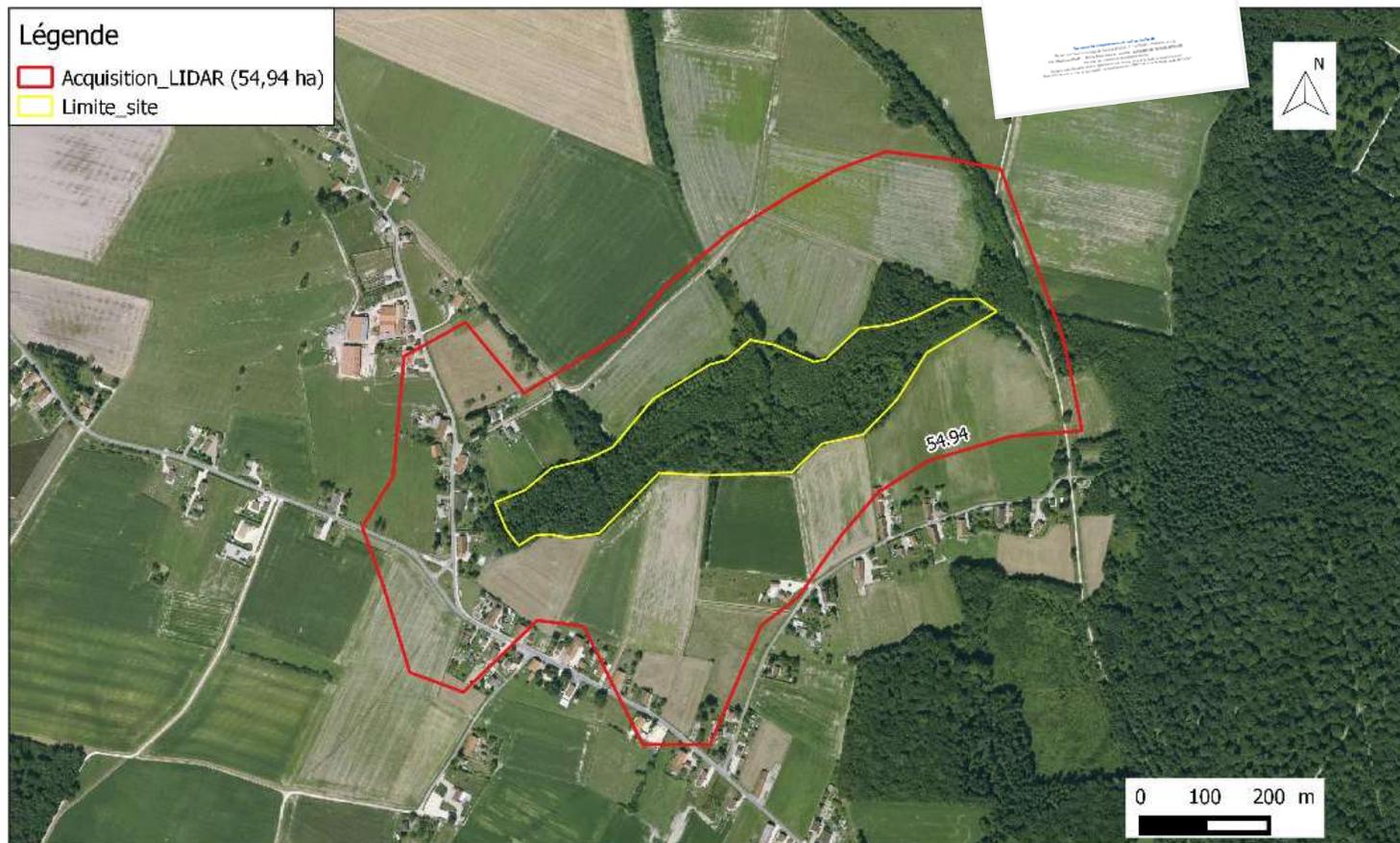
### topographique haute-résolution

### par LIDAR aéroporté sur la

### tourbière du Mou de Pleure

#### Caractéristiques techniques a minima :

- Système de projection : RGF93/Lambert
- Densité de points :  $\geq 6,5$  points/m<sup>2</sup>
- Précision altimétrique : EMQ Z < 20 cm
- données brutes, MNS et MNT : format LAS ou XYZ et grille ASCII Arcinfo.
- Automne-hiver : pas de feuilles, pas d'inondation, pas de neige



## Solution retenue

LiDAR porté par drone (société L'Avion Jaune)

- **Minimisation des coûts de mobilisation**
- **Densité de mesure élevé**

Matériel volant disponible :

- Drone YellowCopter (différents types de drones utilisés en fonction de plusieurs critères : taille du chantier, type de capteur, altitude, conditions météo, réglementation => cerf-volant !!)
- Avion ultra-léger de type Savannah 912 ULSFR



Le LIDAR YellowScan® monté sur un multirotor OnyxStar Fox C8HD



Altimum®



YellowCopter



Pixy©

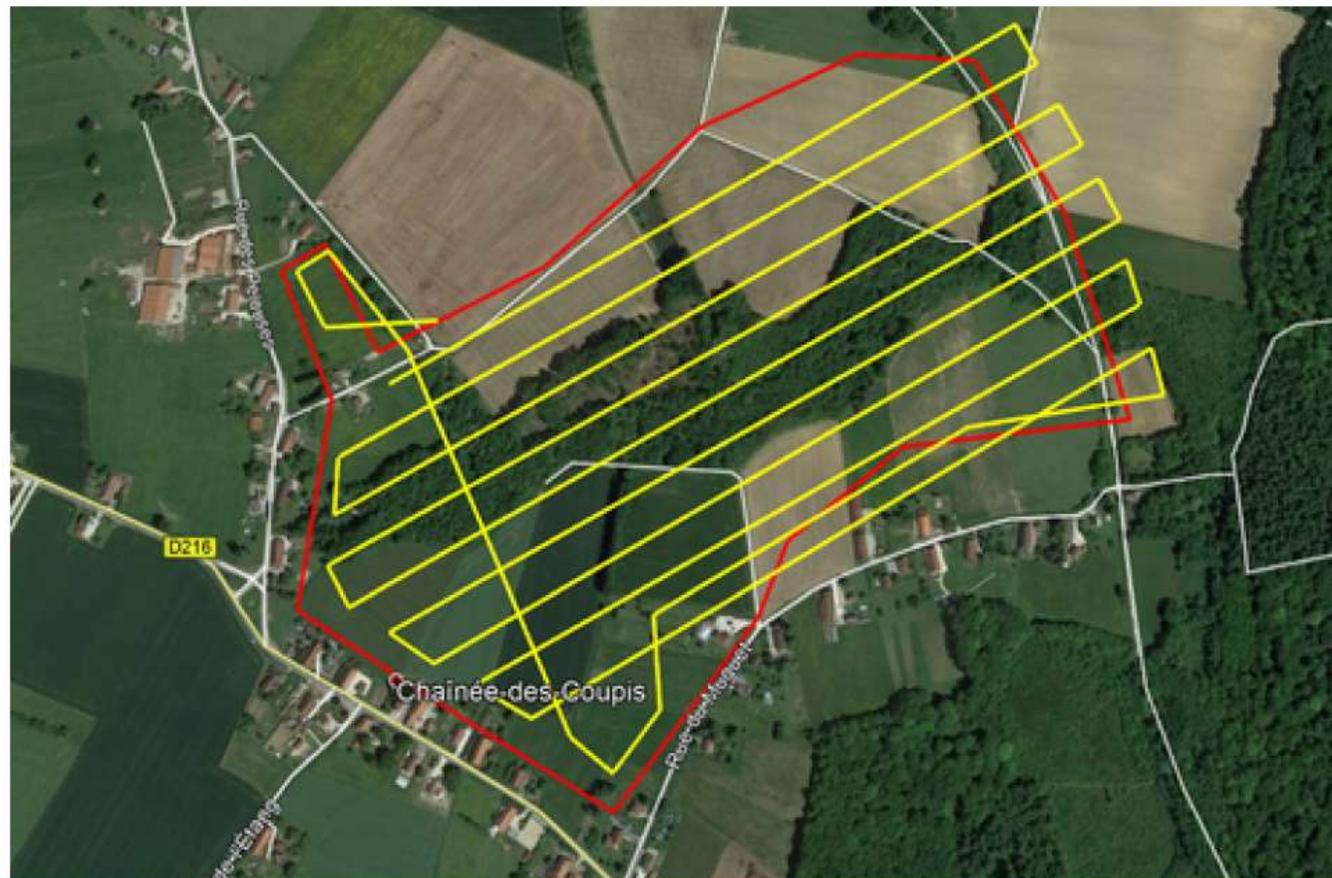


FoxC8HD

## Phase acquisition de données

### LiDAR porté par drone (société L'Avion Jaune)

- Altitude 50 m
- Fauchée utile 100 m
- Précision : 5cm en Z / 10cm en XY
- Vitesse de vol de 7 m/s
- Densité 100 pts/m<sup>2</sup> (0,01 pts/cm<sup>2</sup> !!)



Pour des raisons réglementaires : évitement des habitations.

## Phase acquisition de données



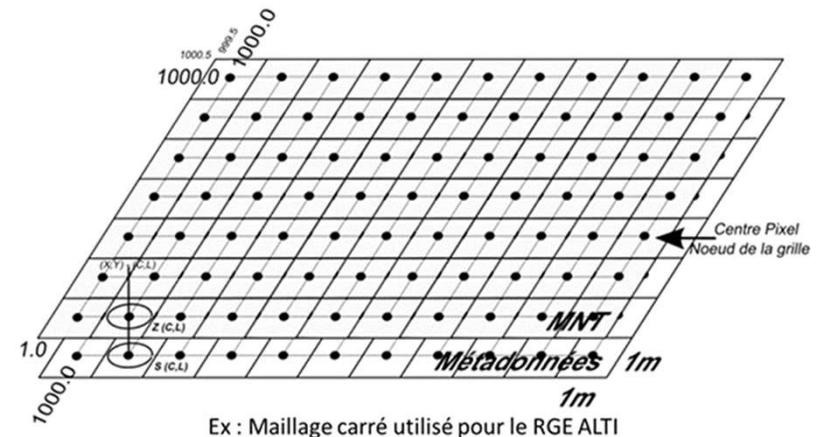
➤ 18 février 2018 : 1 j. de terrain à 2 personnes



## Phase traitement de données

### LiDAR porté par drone (société L'Avion Jaune)

- Pour obtenir le MNT, on réalise un maillage de la donnée. On calcule une représentation interpolée de la surface du sol à partir des points « sol » du nuage de point en suivant un maillage prédéfini (le plus souvent carré). Suivant la densité de points, on peut travailler avec un maillage plus ou moins fin défini par son pas (la largeur d'une maille)
- 1ere rendu au pas 20x20cm trop « lourd »
- 2eme rendu au pas 50x50cm suffisant pour analyse
- Parfois la densité de végétation n'a pas permis le passage du laser => bambou, roncier, ...
- **Cout total = 5890 € HT (7068 € TTC)**
- Avion ou hélico = 8450 € HT (10140 € TTC) => 43%

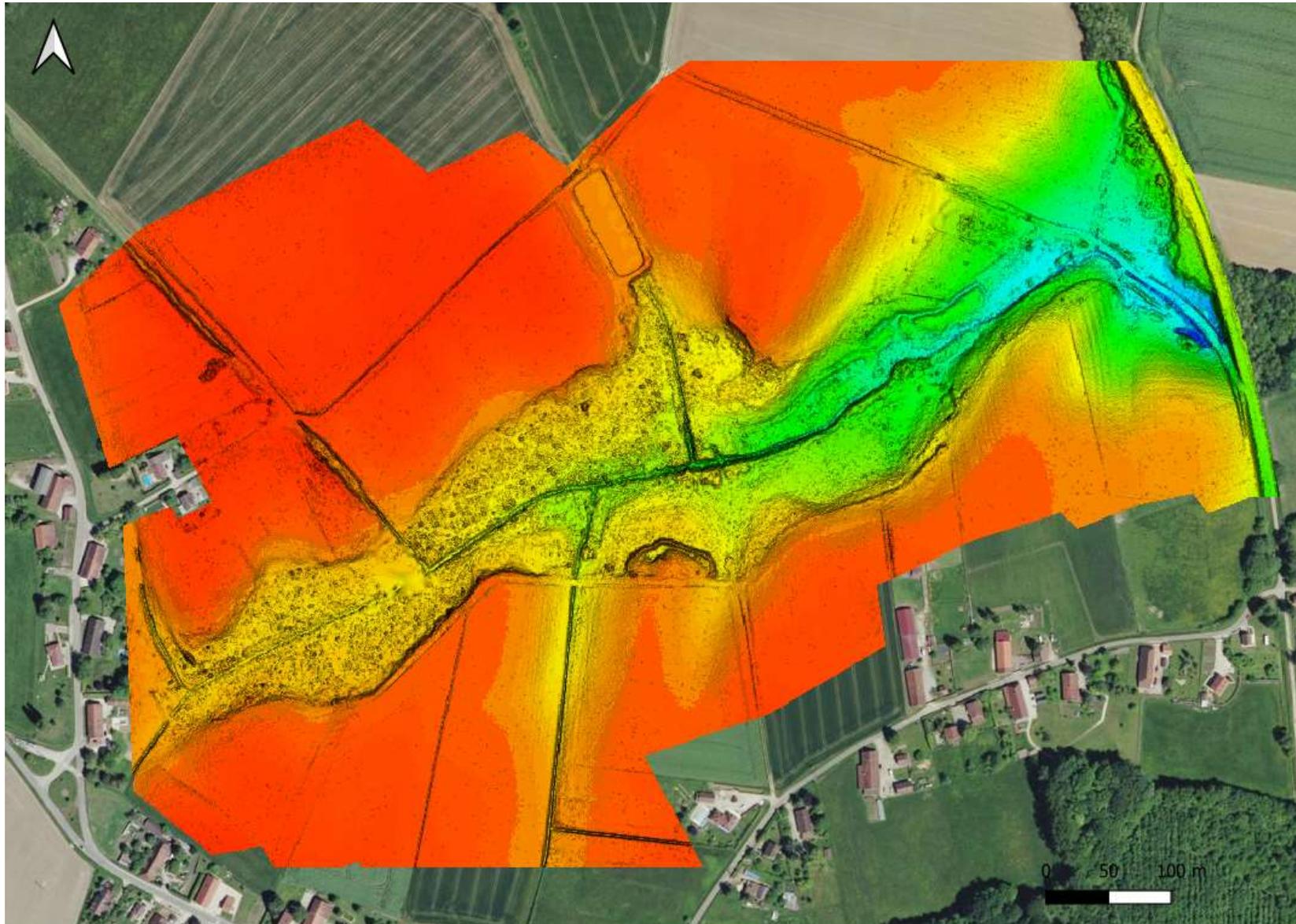


Zone Sud-Ouest : le laser a pénétré la strate supérieure de végétation, mais le couvert inférieur est trop dense.

## Résultats



## Résultats



## Résultats



Ecoulements



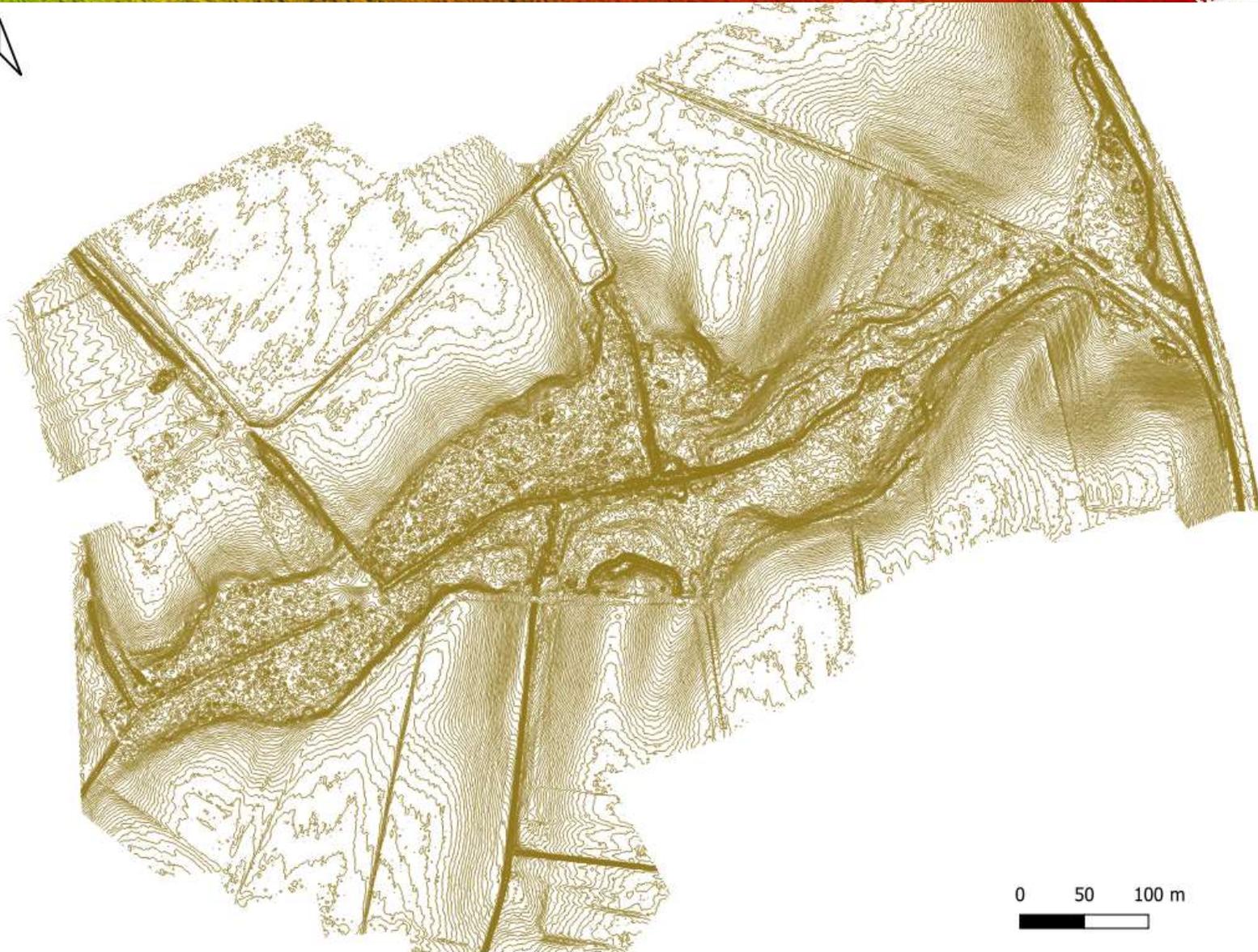
Écoulements



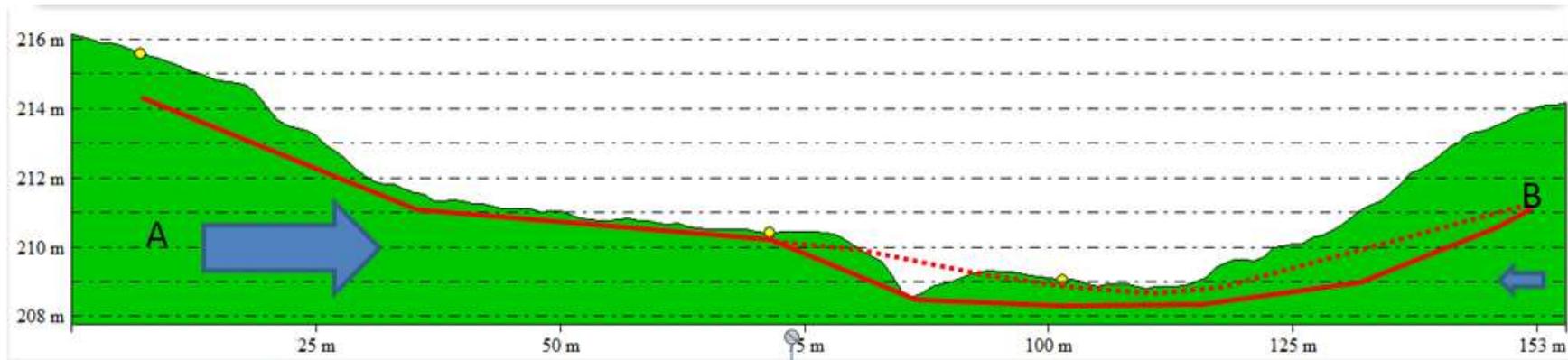
Isoplèthes



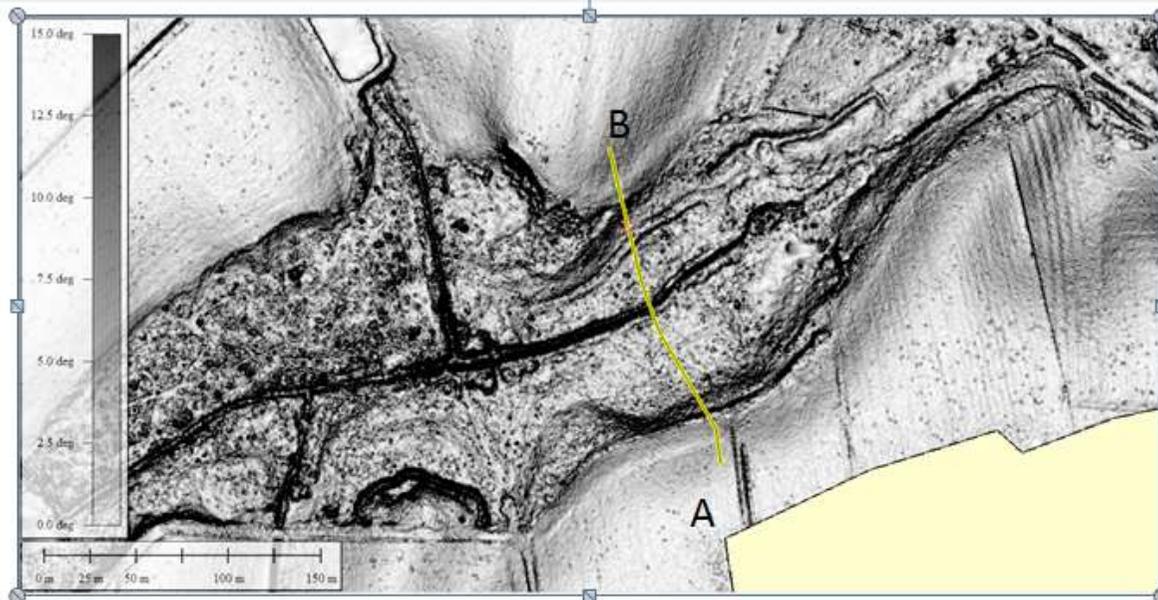
Isoplèthes



## Analyse : profil en travers

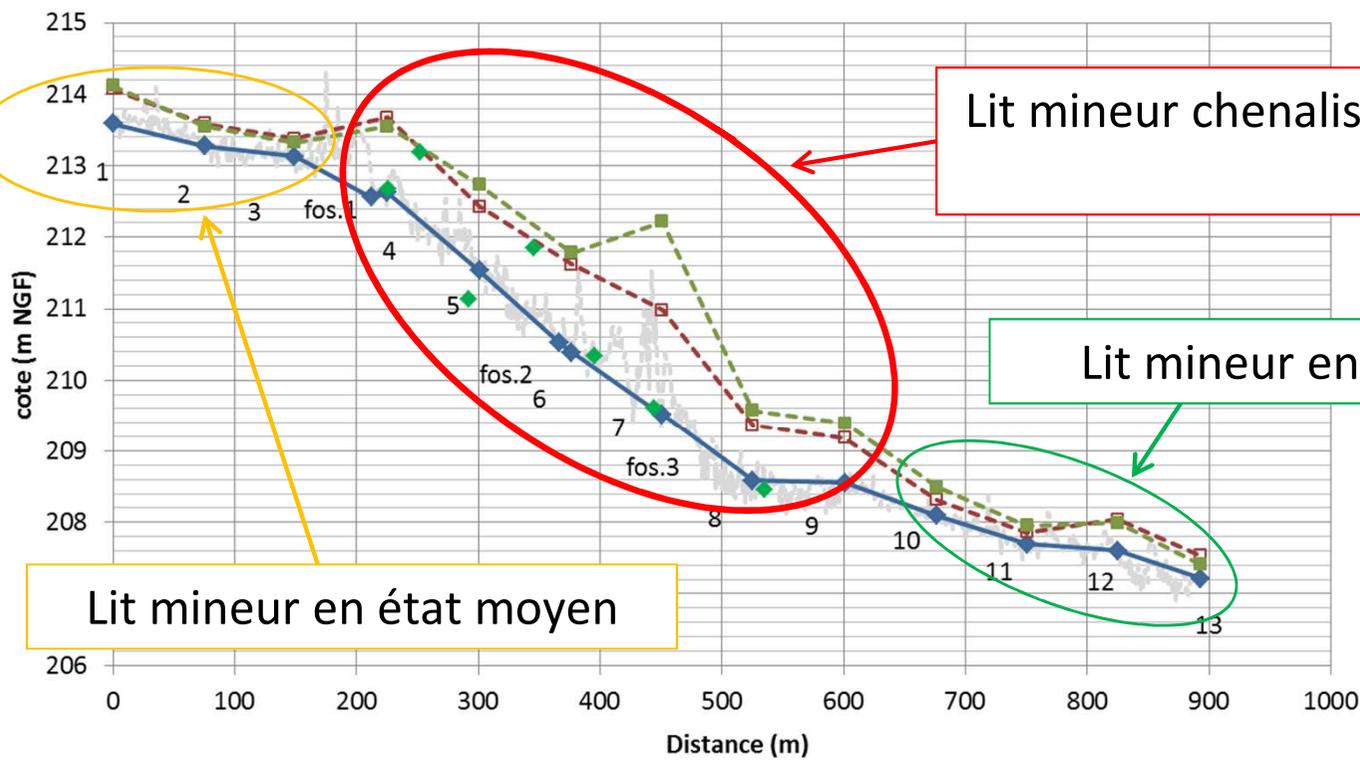


## Coupe topographique



**Analyse : profil en long  
(BE Naldéo)**

Profils en long du ruisseau actuel



Lit mineur chenalisé (encaissé)

Lit mineur en bon état

Lit mineur en état moyen

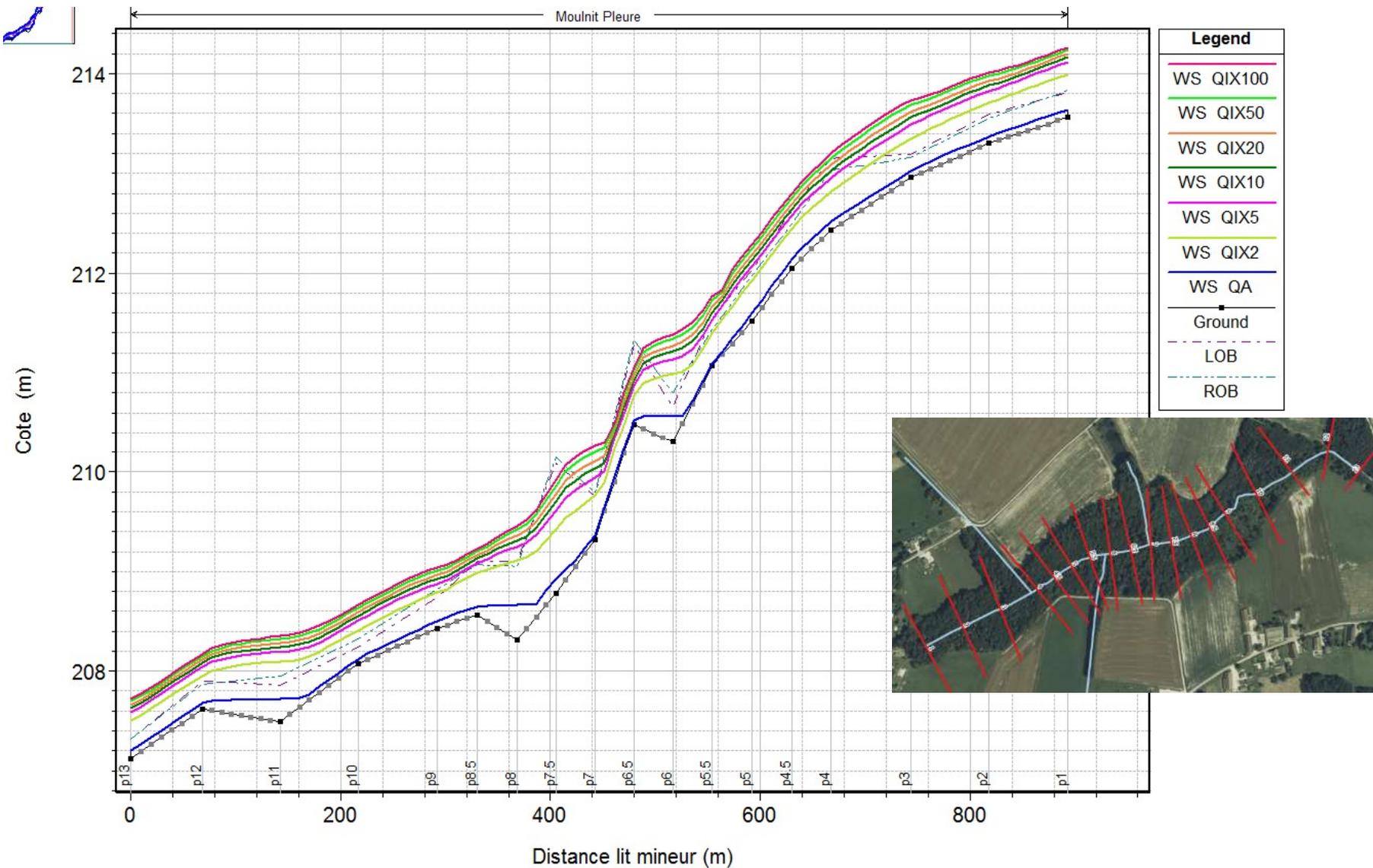
—◆— fond du lit mineur    -□- HBRG    -■- HBRD    ◆ fond de tourbe



**Modélisation  
des débits  
(BE Naldéo)**

**Situation  
initiale**

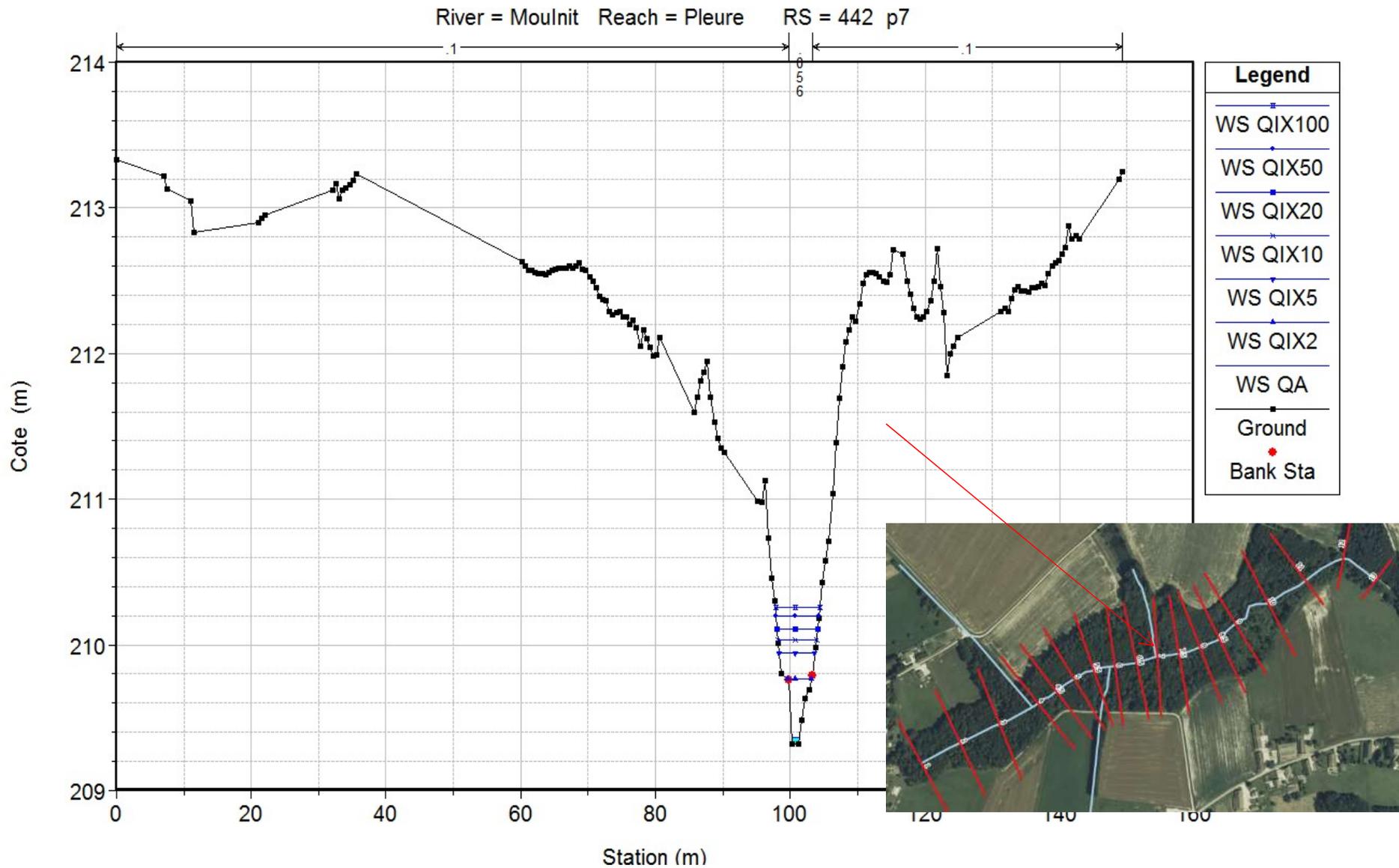
**Profil en long**



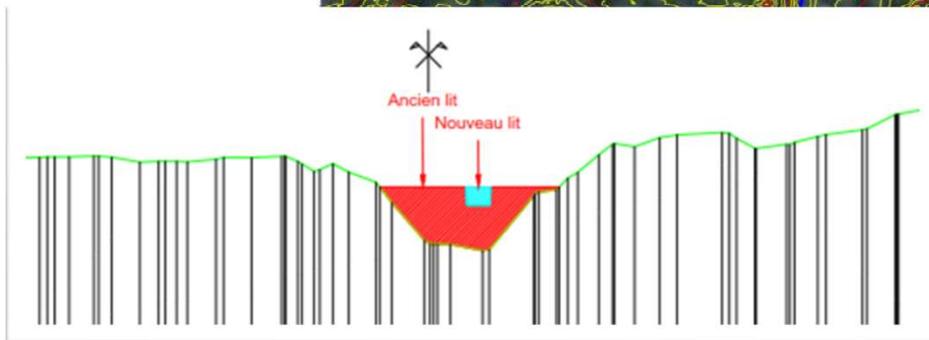
**Modélisation  
des débits  
(BE Naldéo)**

**Situation  
initiale**

**Profil en  
travers**

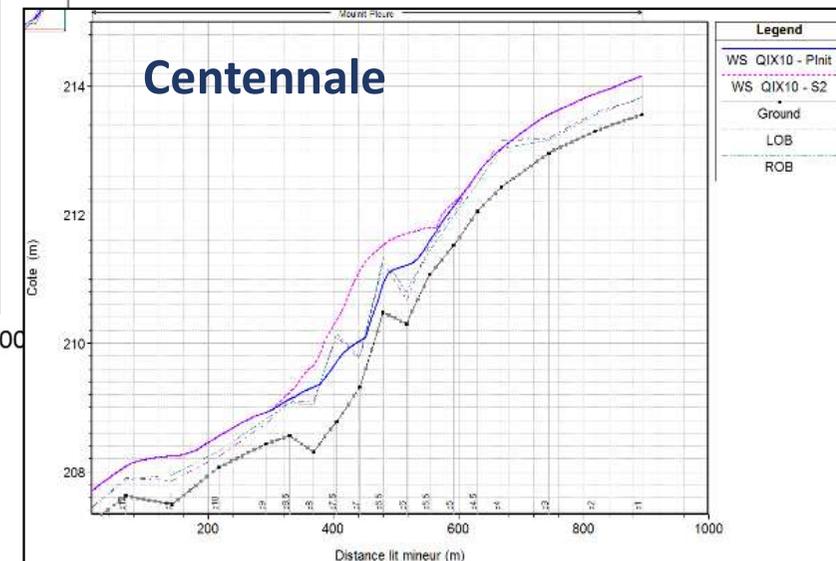
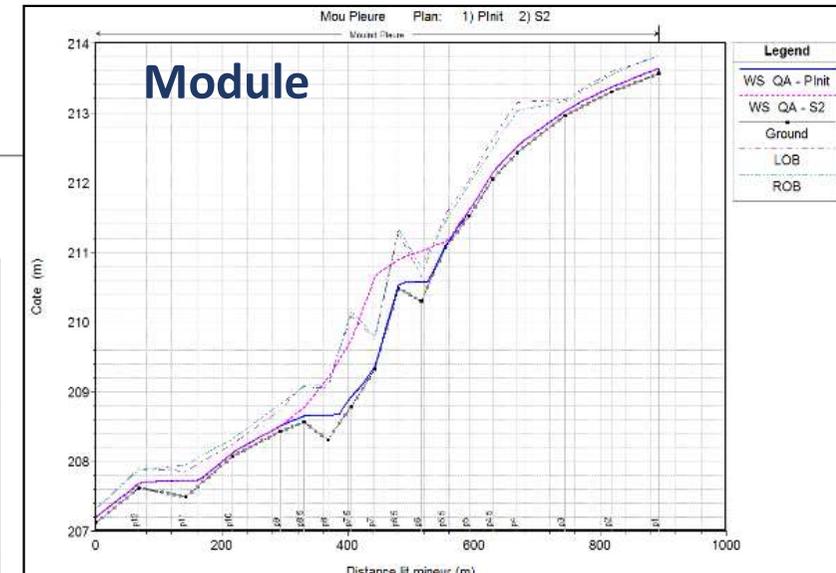
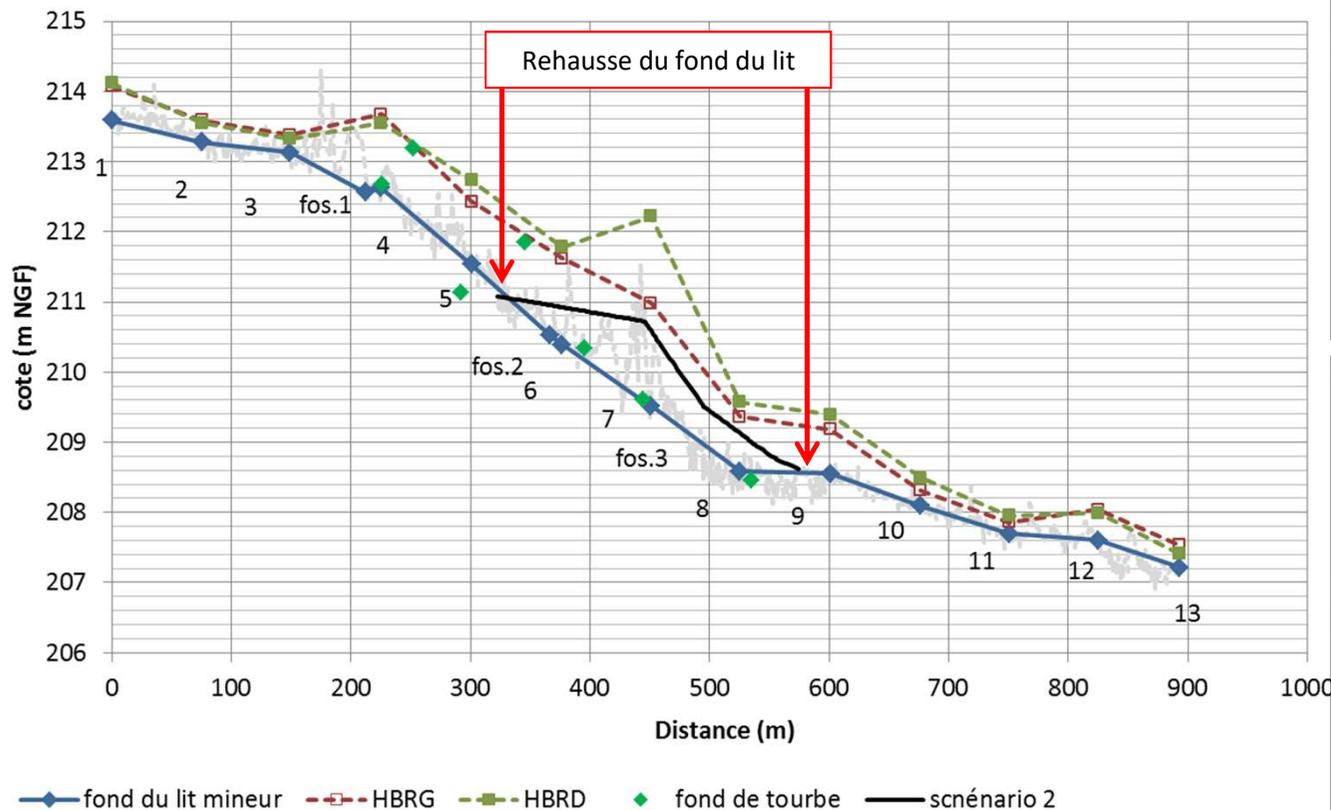


## Scénario de réhabilitation (BE Naldéo)



## Scénario de réhabilitation (BE Naldéo)

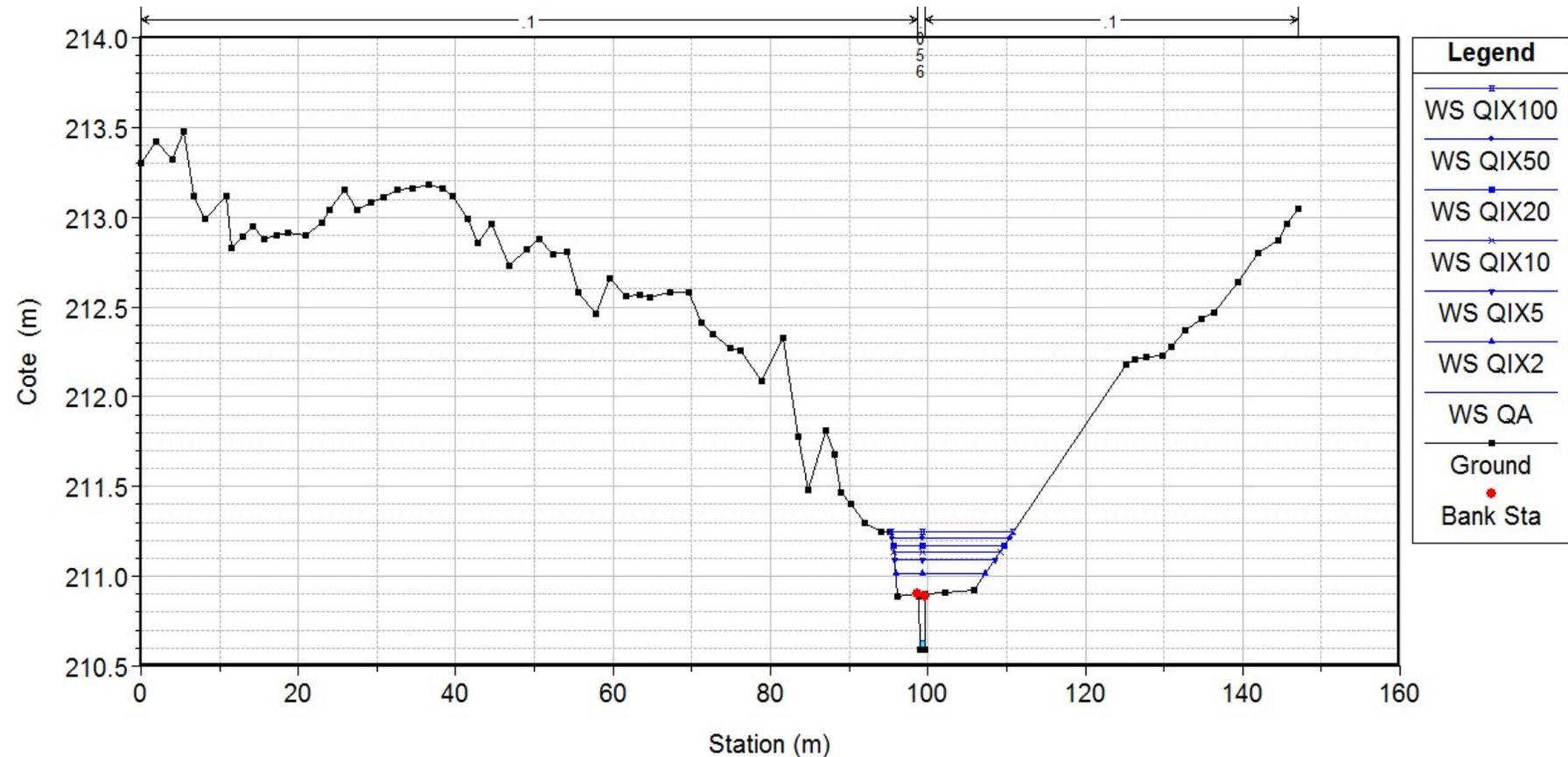
Profils en long du ruisseau actuel et aménagé (scénario n°2)



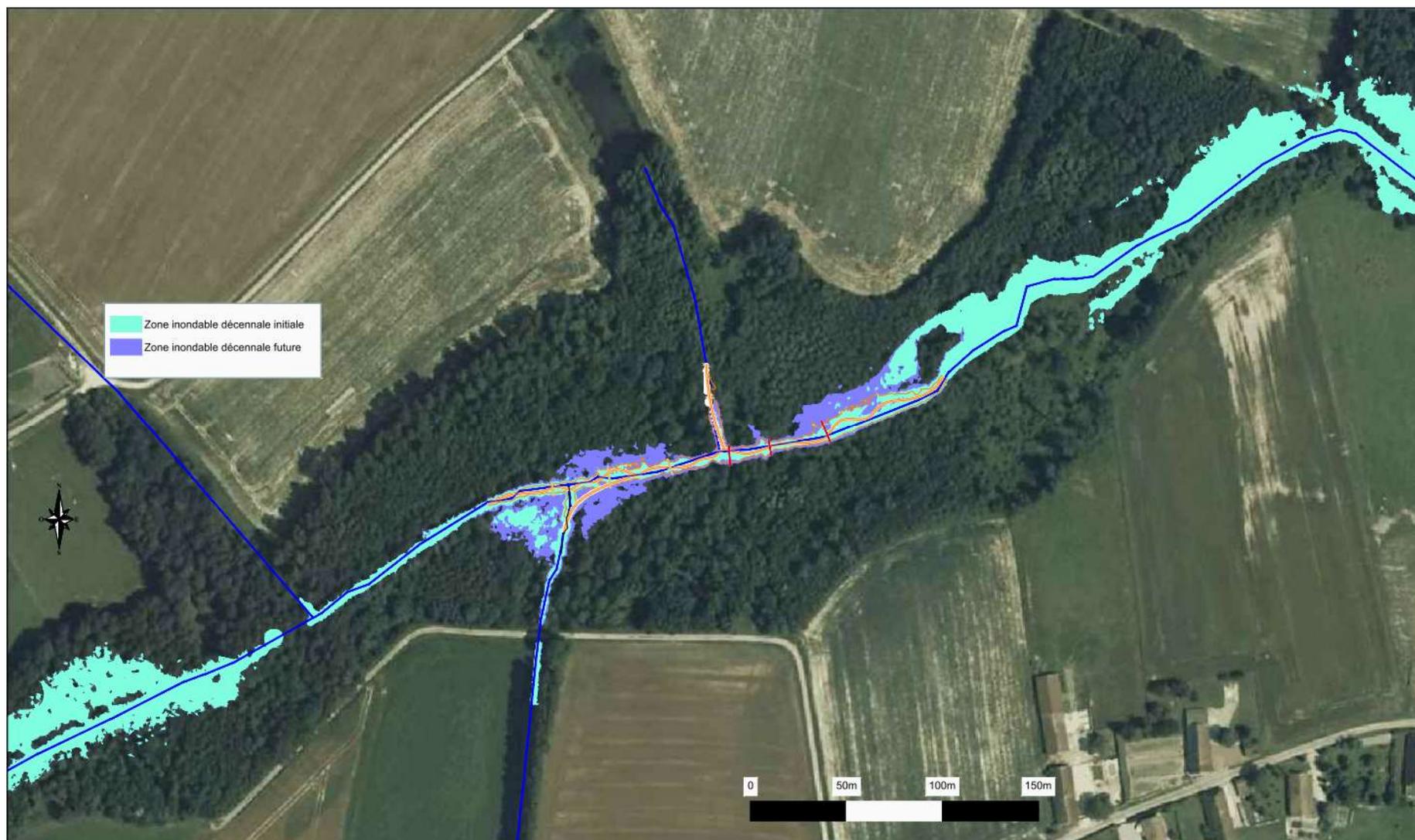
## Scénario de réhabilitation (BE Naldéo)

### Projection après travaux (Rehausse 1m)

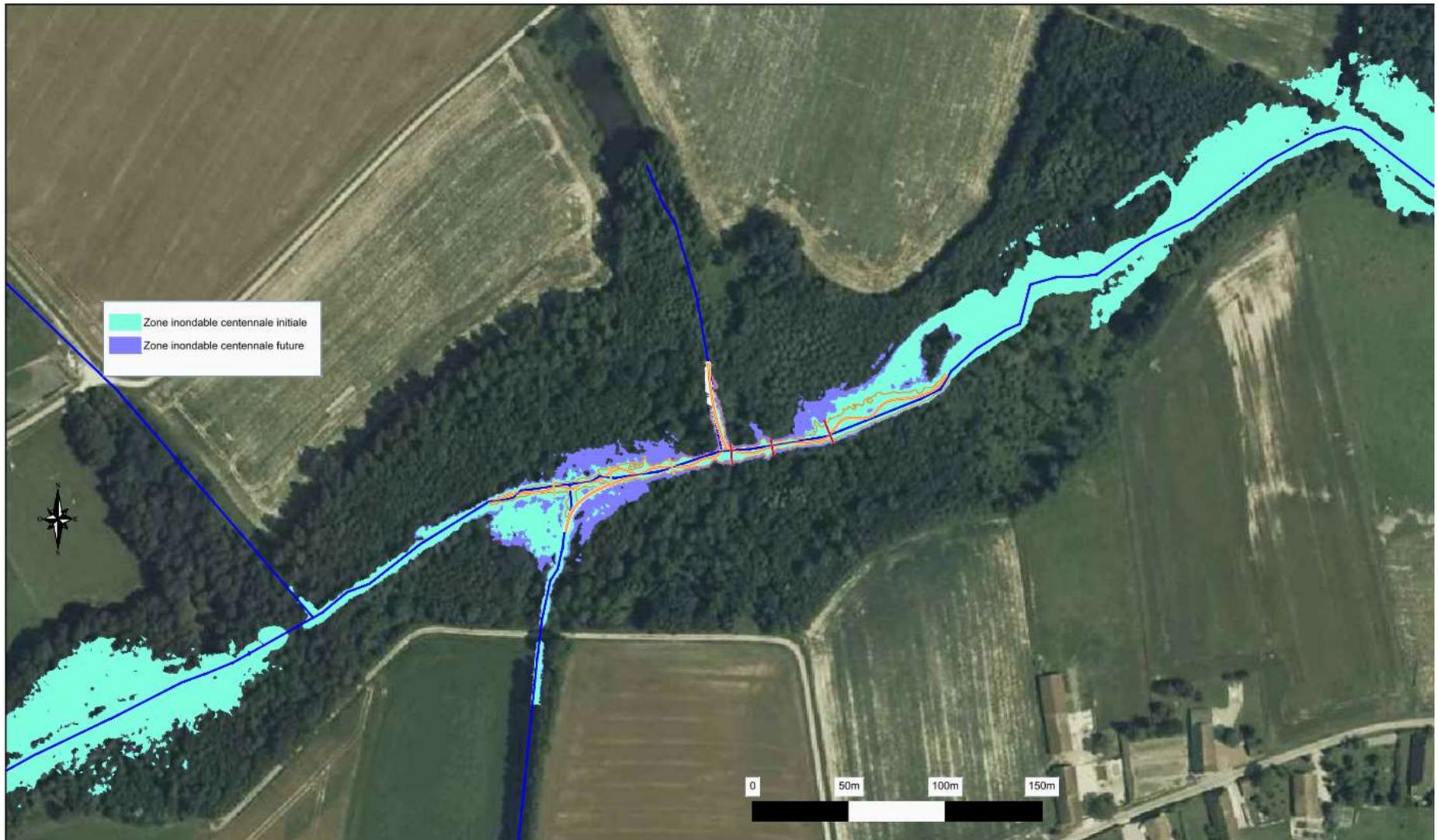
### Profil en travers



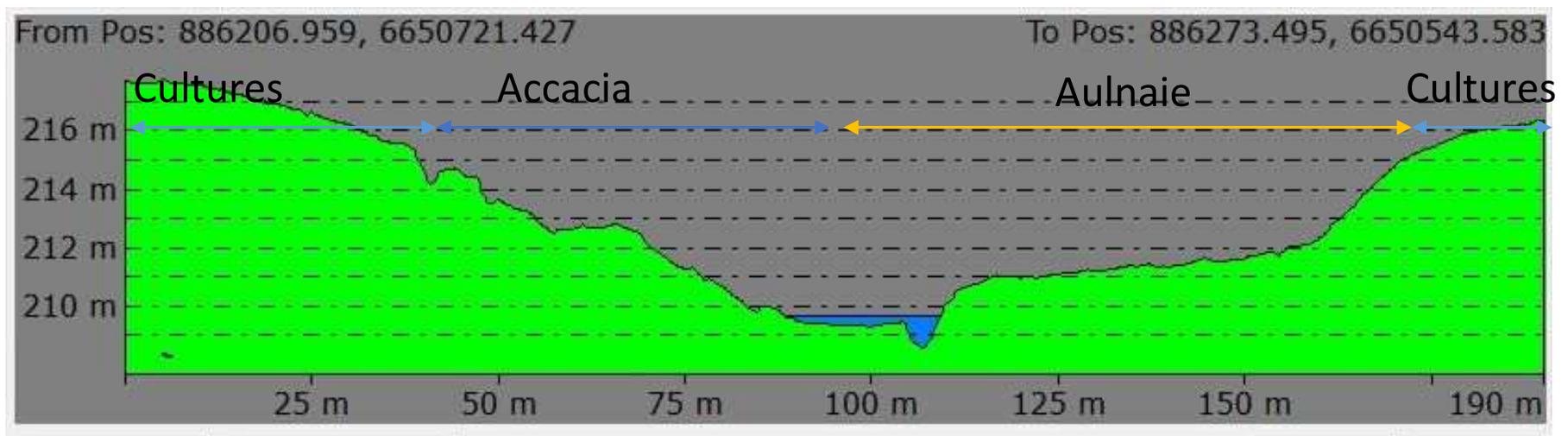
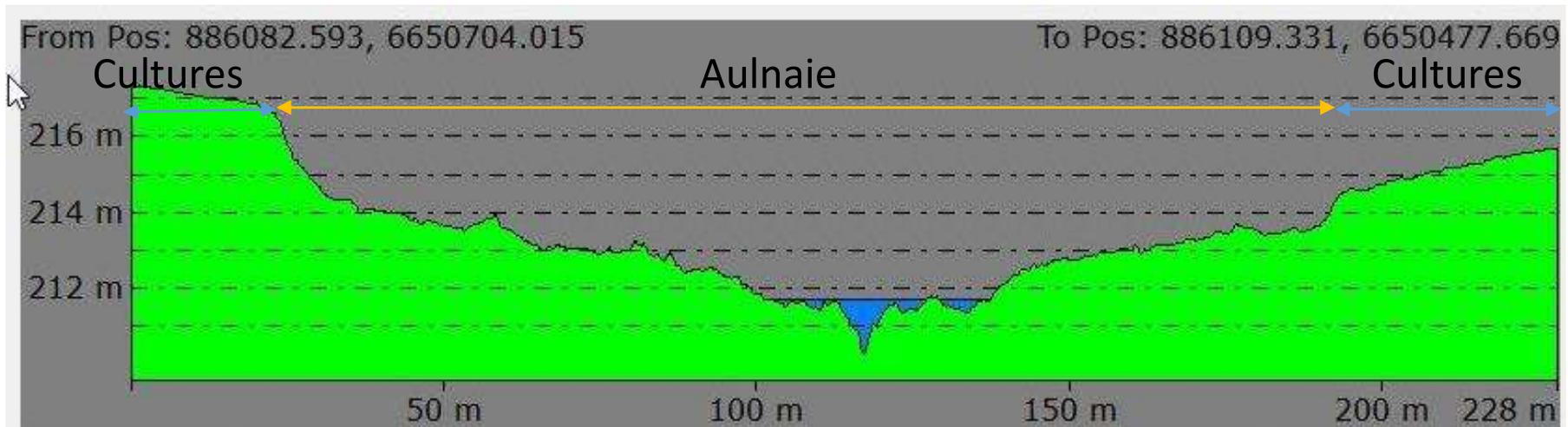
## Scénario de réhabilitation (BE Naldéo)



## Scénario de réhabilitation (BE Naldéo)



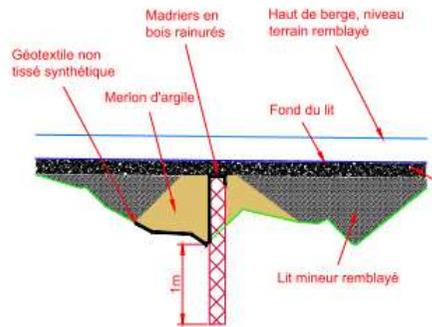
## Scénario de réhabilitation (BE Naldéo) – coupe transversale – crue décennale



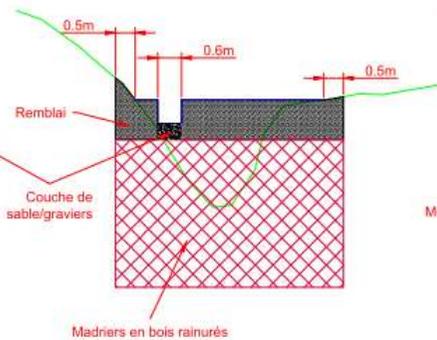
## Avant projet (BE Naldéo)

### Coupes de principe des bouchons hydrauliques

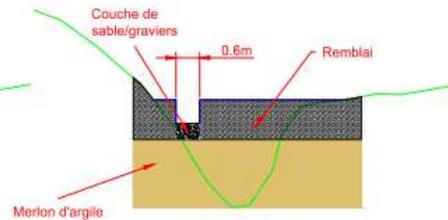
Coupe en long  
Echelle 1/50



Coupe en travers au niveau du madrier  
X= 1/100  
Y= 1/50

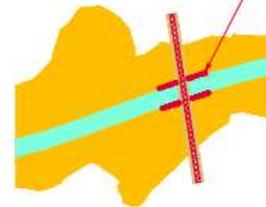


Coupe en travers au niveau du merlon d'argile  
X= 1/100  
Y= 1/50



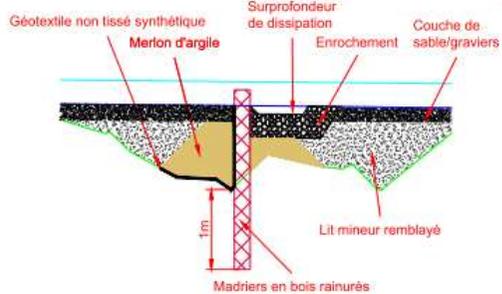
Vue en plan  
Echelle 1/200

Protection des berges amont et aval par tunage

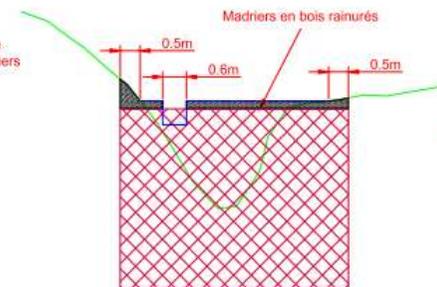


### Coupes de principe des bouchons hydrauliques avec seuils de stabilisation

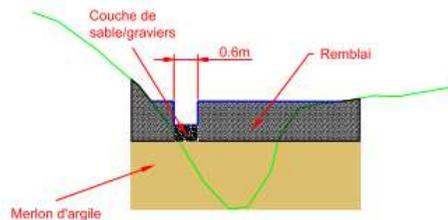
Coupe en long  
Echelle 1/50



Coupe en travers au niveau du madrier  
X= 1/100  
Y= 1/50



Coupe en travers au niveau du merlon d'argile  
X= 1/100  
Y= 1/50



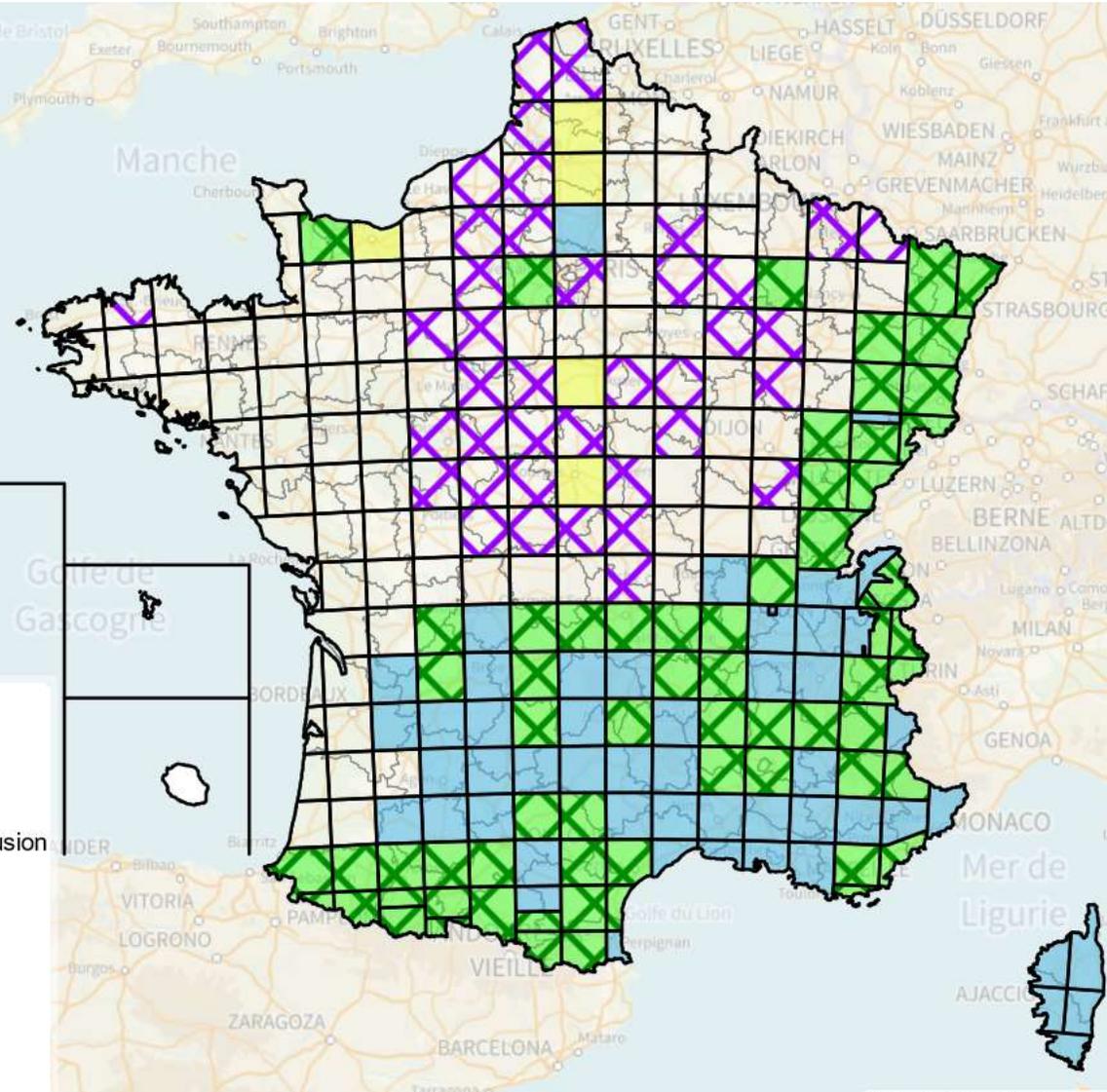
**Malheureusement, projet abandonné fin 2018 !**

## Lidar HD en France

- Densité minimale de 10 points/m<sup>2</sup> en moyenne (en dessous de 2500m)
- Résolution à 5m, 1m ou 50cm (en cours d'expérimentation, maintien à terme ?)

### Avancement acquisitions LIDAR HD au 16 janvier 2023

-  Nuage de point brut validé et disponible
-  Vol validé : données brutes en attente de validation/diffusion
-  Vol terminé: en attente de validation
-  Vol en cours
-  Vol prévu à l'hiver 2023
-  Vol prévu d'ici 2025



# Merci de votre attention

## Contacts :

### **CEN Franche-Comté**

*Julien Langlade, Chargé de mission*

*06 22 42 14 91*

*[Julien.langlade@cen-franchemonte.org](mailto:Julien.langlade@cen-franchemonte.org)*

### **Corvus Monitoring**

*Julien LIEB – télépilote – traitement de données*

*06 86 90 60 01*

*[Julien.lieb@corvus-monitoring.fr](mailto:Julien.lieb@corvus-monitoring.fr)*