

# L'apport des données LIDAR sur la forêt domaniale de Bercé (Sarthe)

**Traitements et premiers retours des prospections de terrain**



- 1- Contexte de l'étude
- 2- Acquisition et traitements LIDAR
- 3- Prospections terrain
- 4- Perspectives



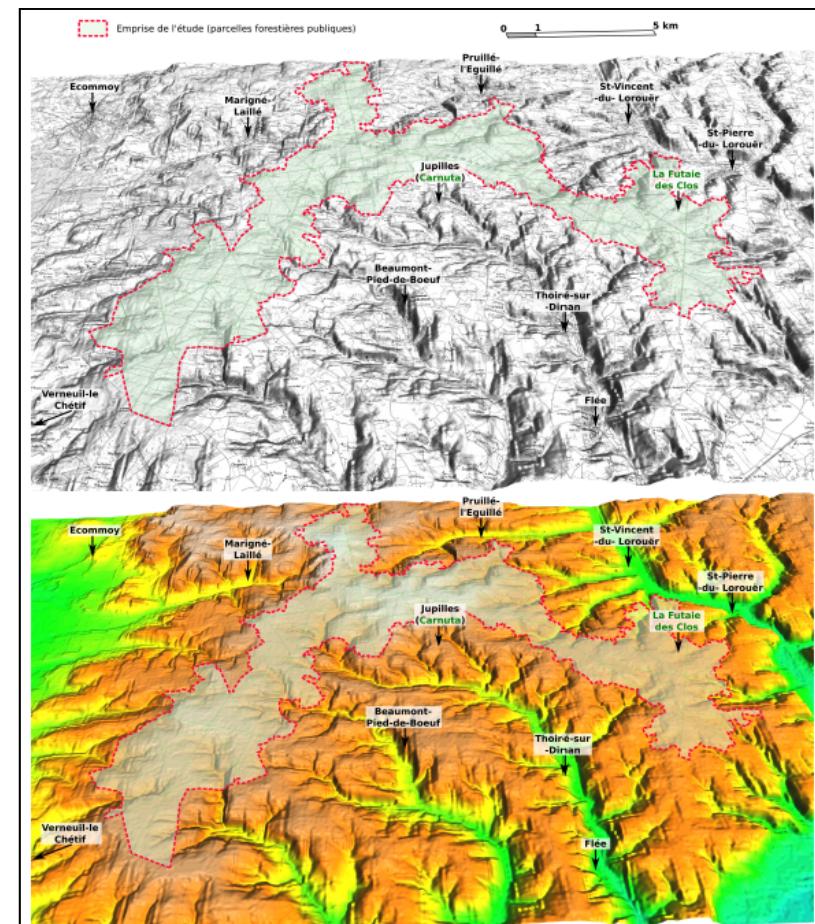
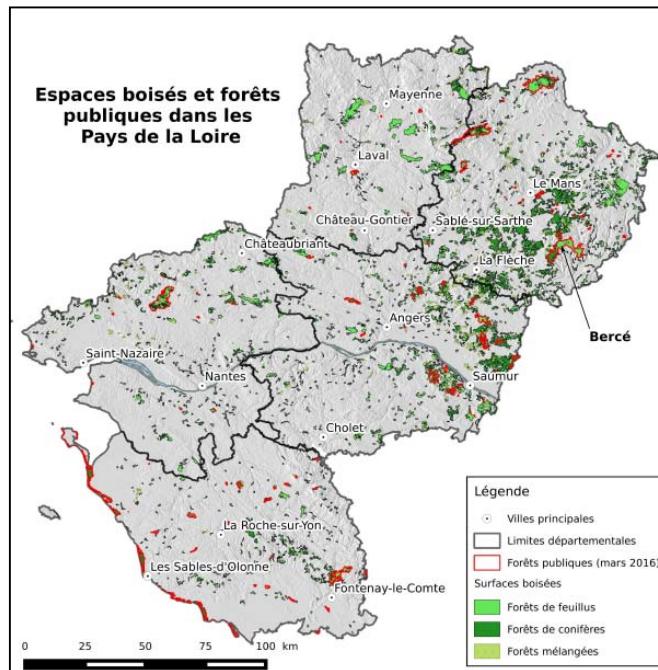
# BERCÉ, UNE FORêt AU PATRIMOINE ARCHÉOLOGIQUE MÉCONNNU

- Bercé, forêt candidate au label Forêt d'Exception ®



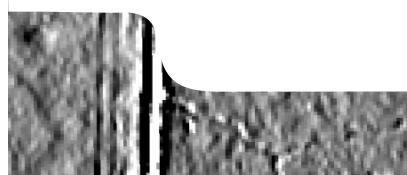
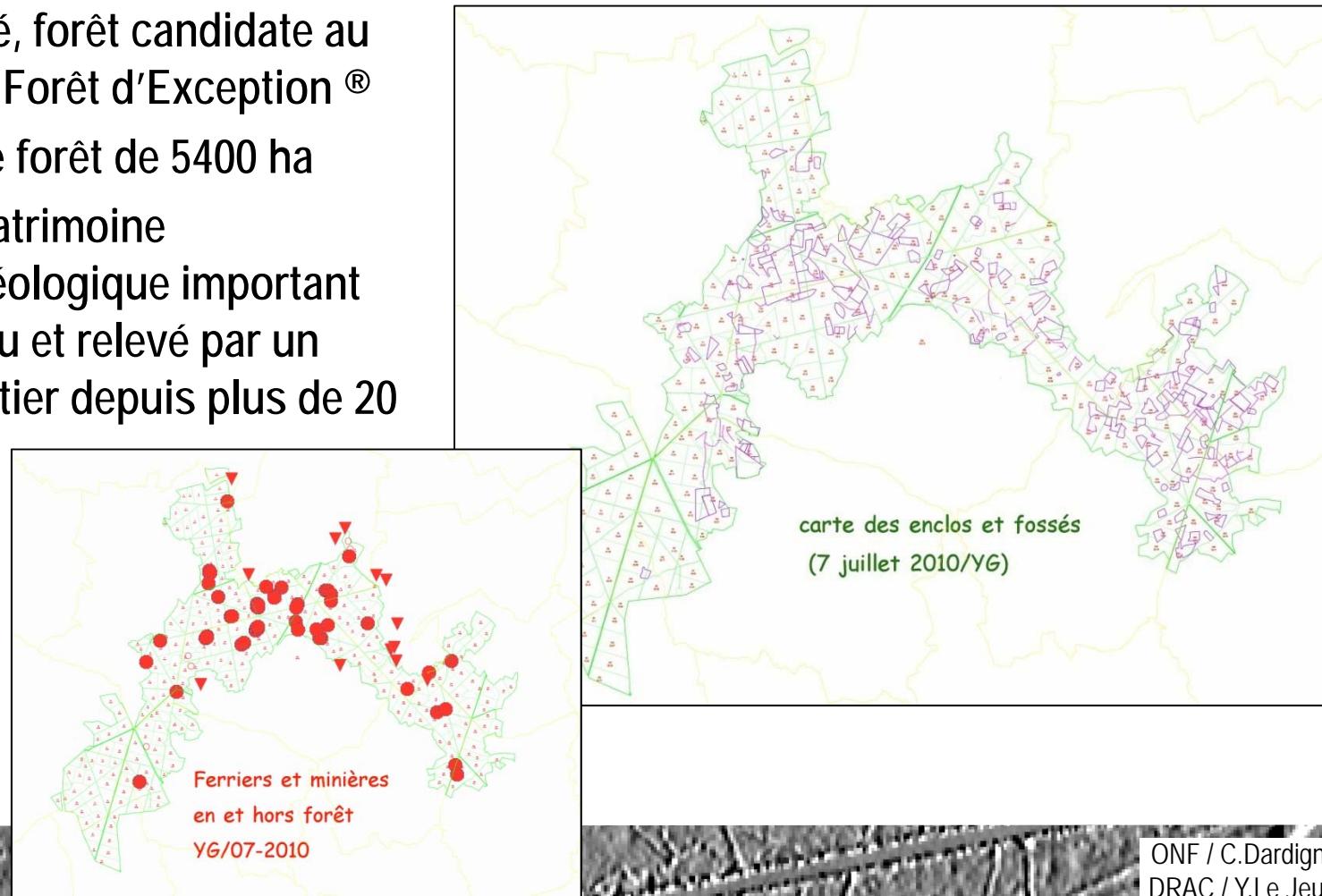
# BERCÉ, UNE FORêt AU PATRIMOINE ARCHÉOLOGIQUE MÉCONNNU

- Bercé, forêt candidate au label Forêt d'Exception ®
- Vaste forêt de 5400 ha



# BERCÉ, UNE FORêt AU PATRIMOINE ARCHÉOLOGIQUE MÉCONNNU

- Bercé, forêt candidate au label Forêt d'Exception ®
- Vaste forêt de 5400 ha
- Un patrimoine archéologique important connu et relevé par un forestier depuis plus de 20 ans



## UNE COLLABORATION ENTRE LA DRAC ET L'ONF

- Convention cadre signée en 2010
- Bercé, première forêt où cette collaboration est mise en œuvre



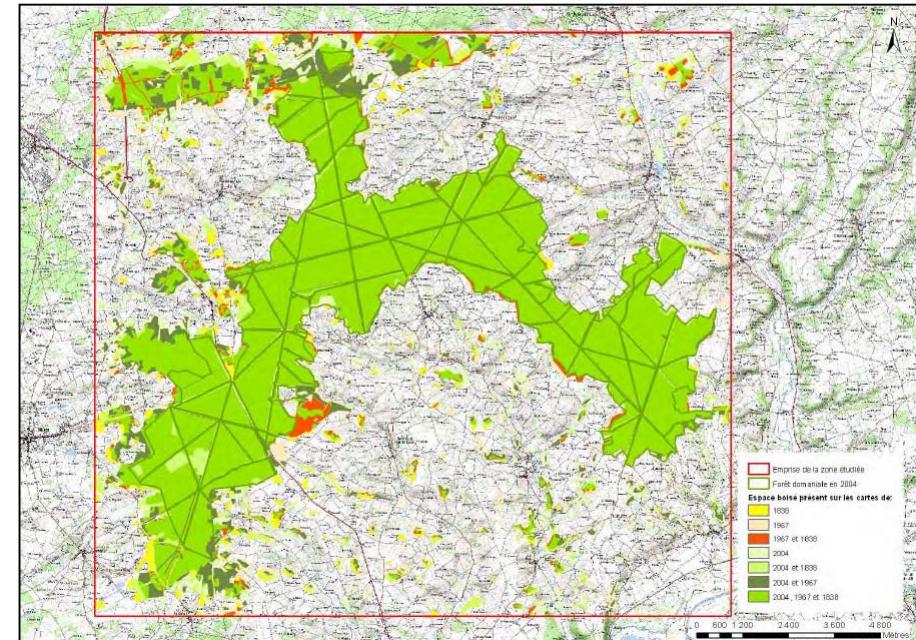
## DÉMARCHE MISE EN ŒUVRE

- 2011: prospections pour trouver des séquences sédimentaires (DRAC/ONF)



# DÉMARCHE MISE EN ŒUVRE

- 2011: prospections pour trouver des séquences sédimentaires (DRAC/ONF)
- 2013: cartographie régressive (ONF)



## DÉMARCHE MISE EN ŒUVRE

- 2011: prospections pour trouver des séquences sédimentaires (DRAC/ONF)
- 2013: cartographie régressive (ONF)
- 2013: relevés LIDAR (DRAC)
- 2014: traitements LIDAR (DRAC)
- 2014: interprétation (ONF) et prospections sol (ONF/DRAC)



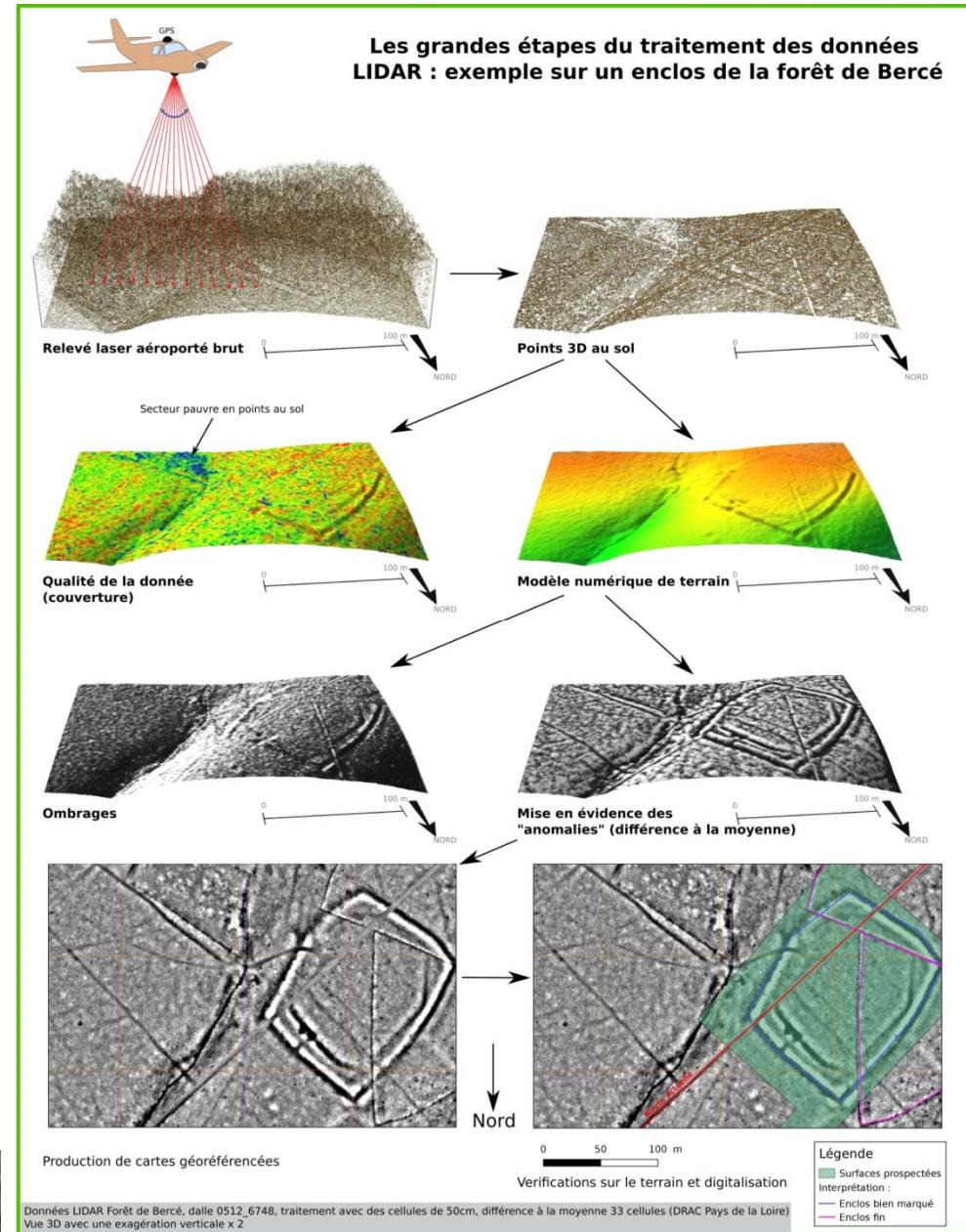
## Le traitement des données LIDAR

PCSAPS est un script shell (bash, GPL) fonctionnant sur les système linux et utilisant GRASS GIS :

- - il peut transformer de grandes quantités de nuages de points en données 2,5D,
- - il utilise des outils de GRASS bien connus comme les analyses de voisinages, ombrages, pentes, etc.
- - il produit des données 2,5D classiques mais également des éléments de mesure de la qualité des données (densité, couverture) lesquelles sont utiles aux archéologues pour mieux maîtriser les données qu'ils interprètent,
- - il crée des données raster au format SIG (Geotiffs) mais génère également des PDF (pour les archéologues qui ne connaissent pas bien les SIG).



# Le traitement des données LIDAR



## Le traitement des données LIDAR : PCSAPS, quelques paramètres en entrée

- où sont vos données ? (répertoire avec des PC csv),
- où voulez vous enregistrer les résultats (répertoires),
- où se trouve le fichier de paramètre pour définir les PDF qui seront générés automatiquement,
- divers paramètres de calcul (résolution etc.).



# Le traitement des données LIDAR : PCSAPS, quelques paramètres en entrée

```
# Parameters and offsets
#-----

# Define where *.las point cloud, PC should have a class="Ground" attribute
LAS_FILE_DIR="/media/DATA_SIG/DATA_SIG/3D_photo/TEST"

# Define suffix of txt 3D pts files (could be i.e. csv, txt, xyz ...)
SUFFIX="txt"

# Define prefix of created filenames (do not use numbers)
PREFIX="CANON"

# Define path to ps.map file
PS_MAP_FILE="/home/CAA2014/PROJETS_SIG/PCSAPS/PS_MAP_PCSAPS.psmap"

# Field separator in csv files
FS=" "

# Define where Geotiff results will be stored
GIS_OUTPUT_DIR="/media/DATA_NTFS/PCSAPS/GIS/"

# Define where PDF maps will be stored
PDFMAP_OUTPUT_DIR="/media/DATA_NTFS/PCSAPS/PDF/"

# Define where log file will be stored
PROCESS_LOG_OUTPUT_DIR="/media/DATA_NTFS/PCSAPS/LOG/"

# Define % of coverage known as bad coverage
BAD_COVER=30

# Define resolution of process in map unit (meter)
RESOLUTION=0.01

# Define number of iterations for MDFW (x4 +1 in cell size)
ITER=5

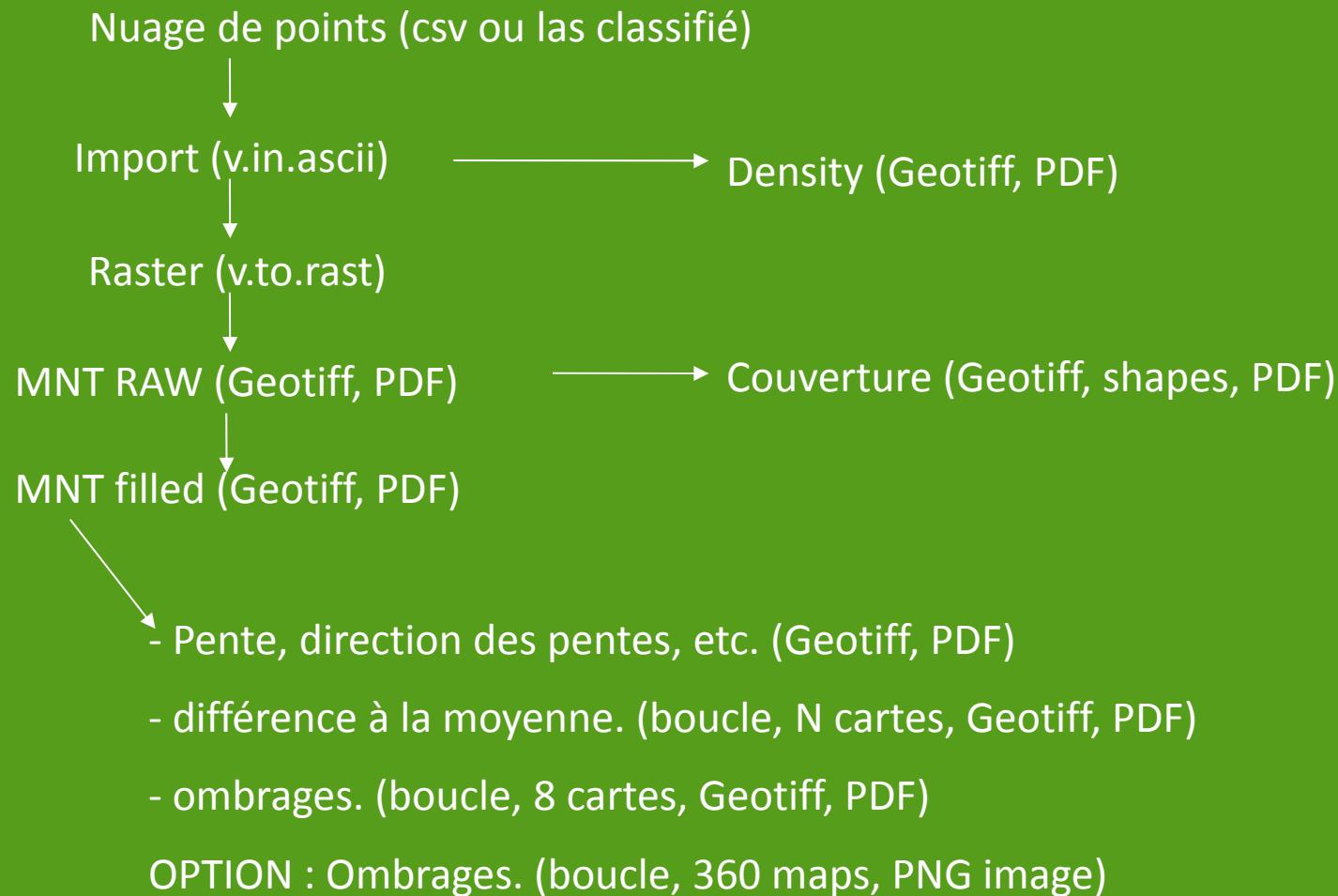
# Import data in GRASS or keep already imported data: YES or NO
IMPORT="NO"

# Process with (YES) or without (NO) shading animations : YES or NO
SHADE_FILM="YES"

# Local region leave blank to define region from extend data
REGION="DETAIL"

# End of parameters and offsets
```

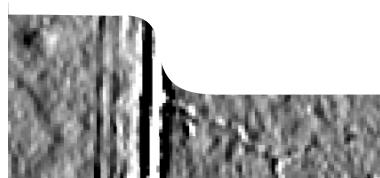
# Le traitement des données LIDAR : PCSAPS, algorithme simplifié



## Le traitement des données LIDAR : PCSAPS, couverture

- nombre de cellules non-nulles à proximité du point de la cellule considérée,
- nous pouvons utiliser des distances variées (communément 2 cellules soit 5x5),
- exprimé en % (avec 5x5, 13 cellules = 100%)

3x3	. X . X 0 X . X .	5x5	. . X . . . X X X . X X 0 X X . X X X . . . X . .	7x7	. . . X . . . . X X X X X X . . X X X X X X . X X X 0 X X X . X X X X X X . . X X X X X X . . . . X . . .
9x9	. . . . X . . . . . . X X X X X X . . . X X X X X X X X . . X X X X X X X X . X X X X 0 X X X X . X X X X X X X . . X X X X X X X . . . X X X X X X . . . . . . X . . . .	11x11	. . . . . X . . . . . . X X X X X X X X . . . X X X X X X X X X X . . X X X X X X X X X X . . X X X X X X X X X X . X X X X 0 X X X X X . X X X X X X X X X . . X X X X X X X X X . . X X X X X X X X X . . . X X X X X X X X . . . . . . X . . . .		



# Le traitement des données LIDAR : PCSAPS, la couverture dépend de la résolution

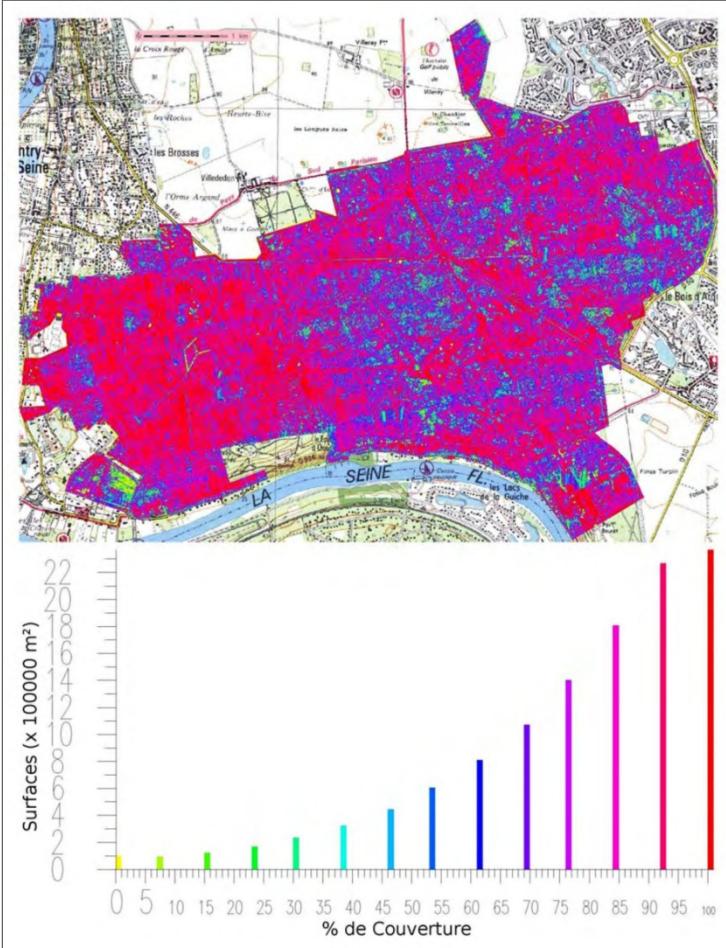
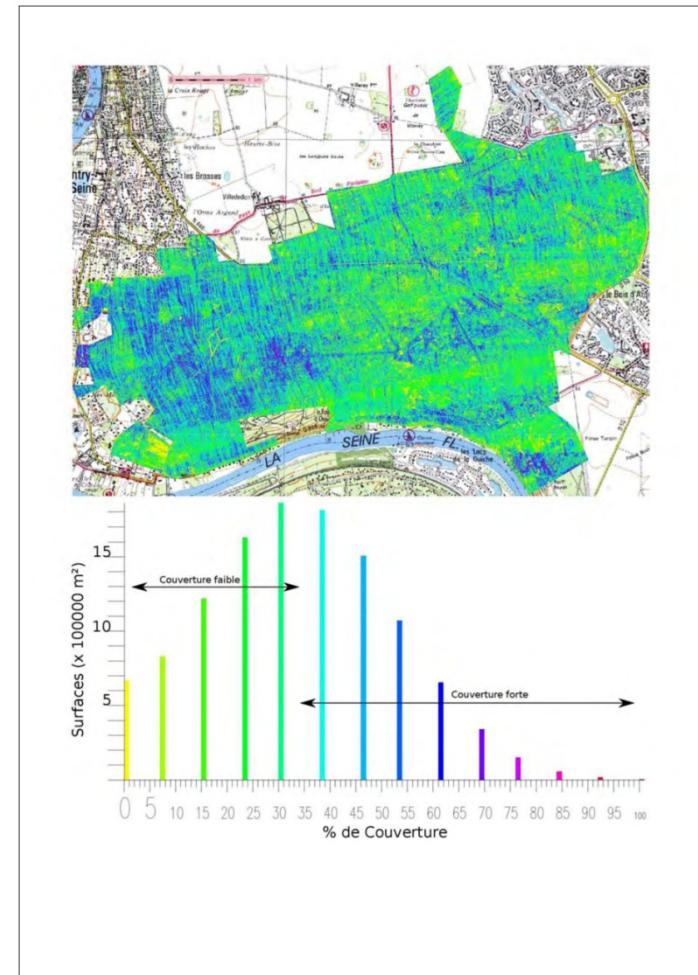


FIGURE 2.8 : Carte de couverture (en %) obtenue pour un MNT à une résolution de 1m. A cette résolution, la couverture est plutôt bonne.



## Le traitement des données LIDAR : PCSAPS, ombrajes



360 ombrages



Somme des ombrages



# Le traitement des données LIDAR : PCSAPS, différence à la moyenne

**DIFF = MNT – Moyenne du MNT**

Ceci peut être fait à plusieurs échelles (d'ordinaire au moins 8 pour du LIDAR métrique)

3x3

```
. X .
X 0 X
. X .
```

5x5

```
. . X .
. X X X .
X X 0 X X
. X X X .
. . X . .
```

7x7

```
. . . X .
. X X X X X .
. X X X X X
X X X 0 X X X
. X X X X X .
. X X X X X .
. . . X . . .
```

9x9

```
. . . . X . . .
. . X X X X X .
. X X X X X X X .
. X X X X X X X .
X X X X 0 X X X X
. X X X X X X X .
. X X X X X X X .
. . X X X X X . .
. . . X . . .
```

11x11

```
. . . . . X . . .
. . X X X X X X X X .
. X X X X X X X X X X .
. X X X X X X X X X X .
. X X X X X X X X X X .
X X X X X 0 X X X X X
. X X X X X X X X X X .
. X X X X X X X X X X .
. X X X X X X X X X X .
. X X X X X X X X X X .
. . . . X . . . .
```



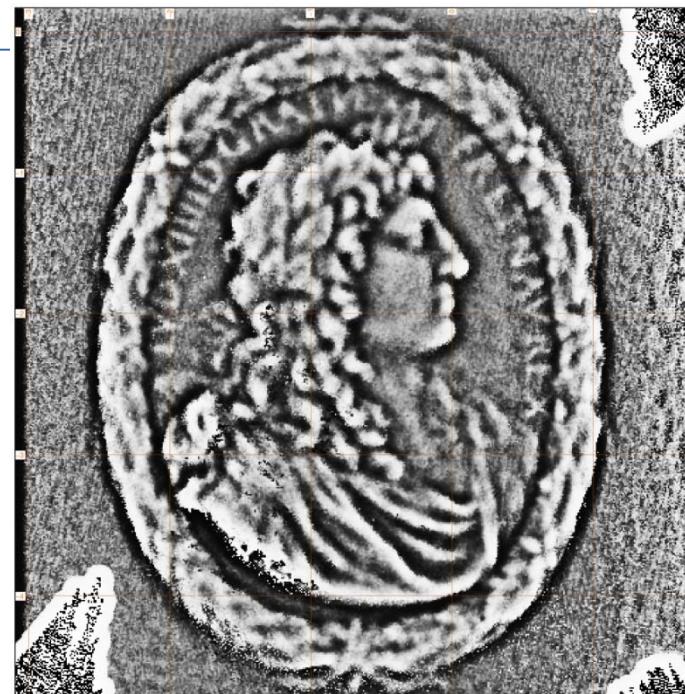
## Le traitement des données LIDAR : PCSAPS, différence à la moyenne

DIFF = MNT – Moyenne du MNT

Ceci peut être fait à plusieurs échelles (d'ordinaire au moins 8 pour du LIDAR métrique)



5x5

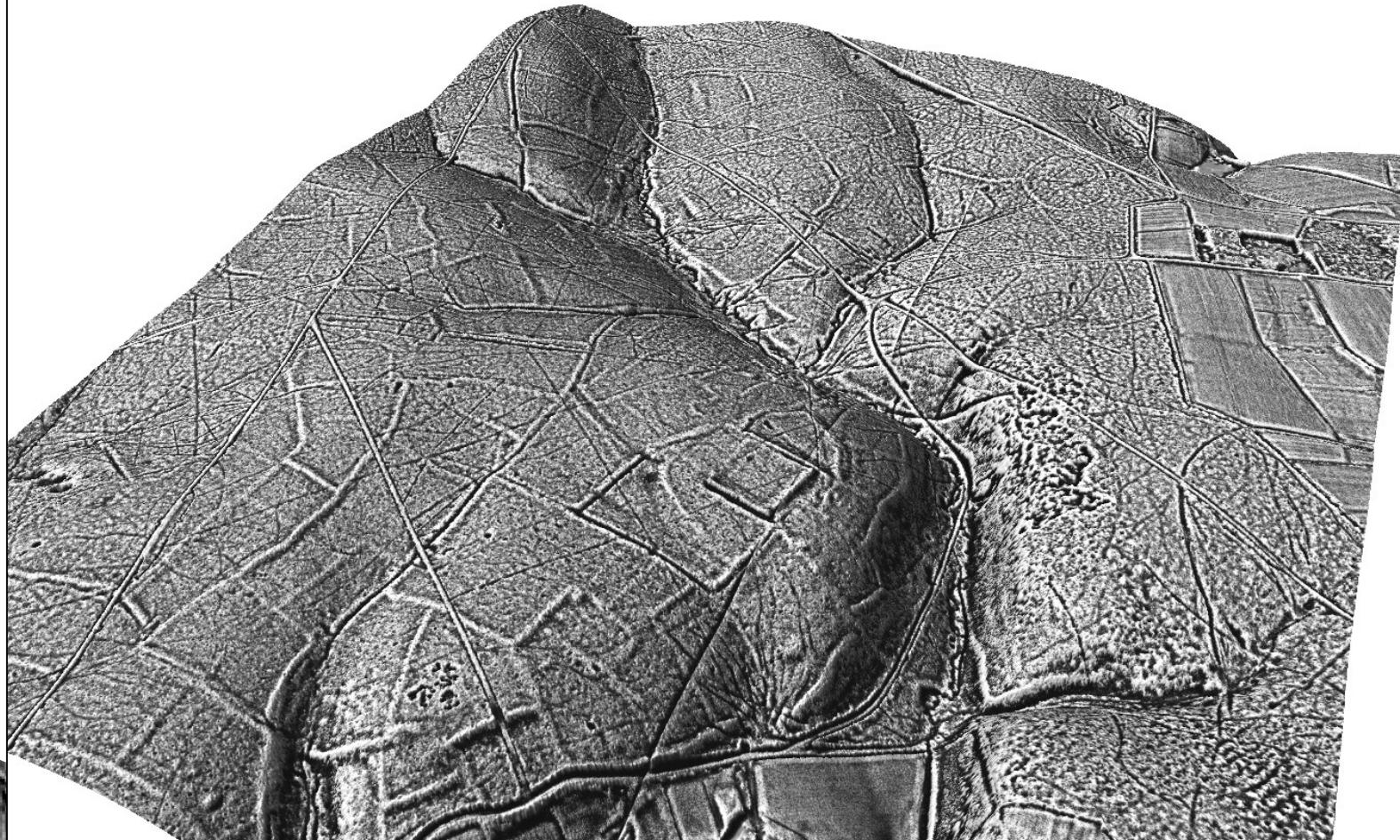


21x21

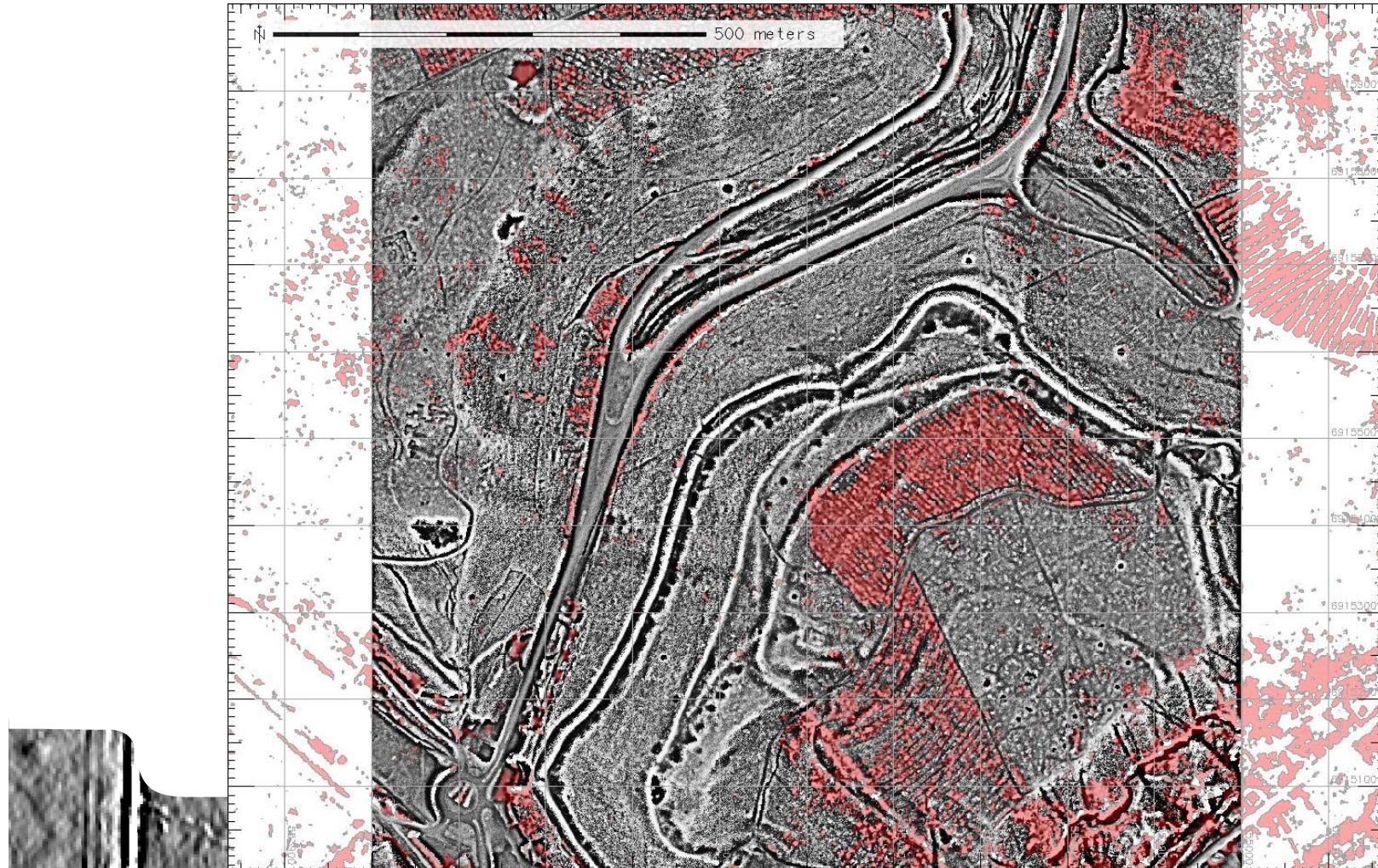


## Le traitement des données LIDAR : PCSAPS, différence à la moyenne [Bercé, 1m]

Z x 5



# Le traitement des données LIDAR : PCSAPS, différence à la moyenne + couverture



## Le traitement des données LIDAR : PCSAPS

- ce procédé permet de générer automatiquement un grand nombre de documents permettant à l'archéologue d'exploiter des relevés 3D relatifs à un plan de référence (épigraphie, gravures, LIDAR, murs, moulages, etc.),
- ces documents sont accessibles même sans connaissance du SIG ou de la 3D,
- une critique de la données (statistiques, couverture, densité) est possible,
- le procédé est reproductible et utilise uniquement des logiciels libres,
- il permet de traiter automatiquement une grande masse de données, mais il faut de la capacité de calcul...  
  
- PCSAPS est utilisé actuellement par des chercheurs privés, du CNRS, de l'ONF et du Ministère de la Culture,  
- un portage de GRASS GIS à QGIS/GRASS (shell à Python) est en cours.

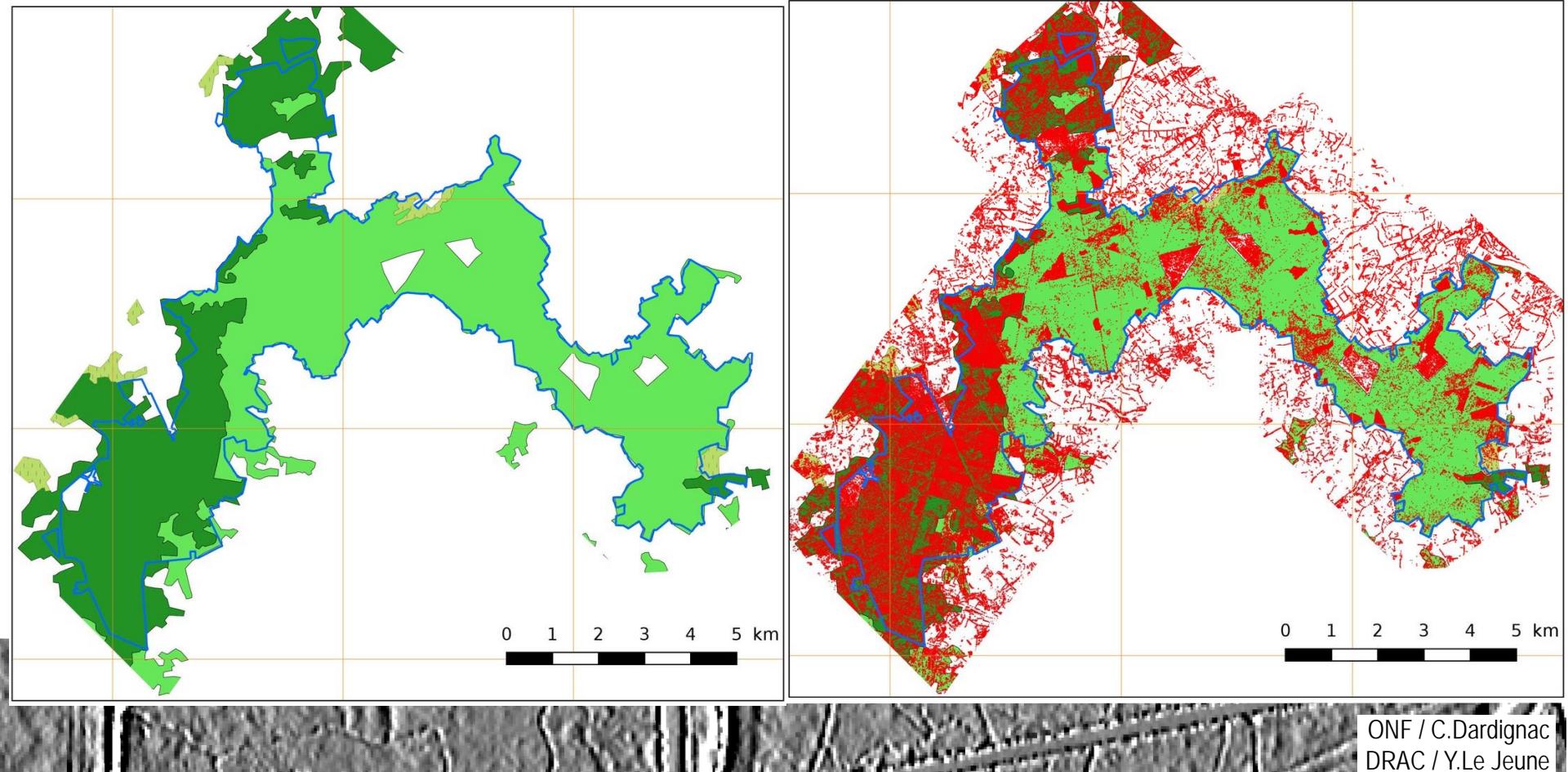


# MÉTHODOLOGIE

## ■ Des données hétérogènes

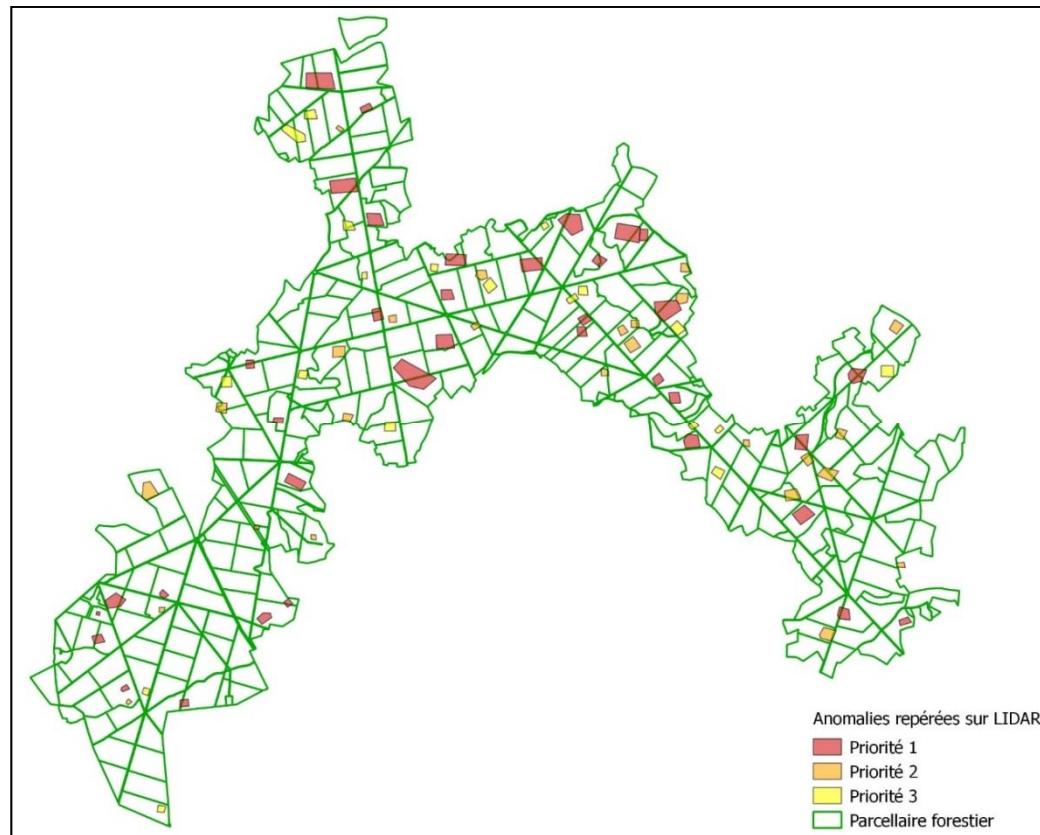
### Légende

- Emprise de l'étude (forêt publique)
- Couverture LIDAR faible (< 30 %)
- Couverture forestière (Corine Land Cover 2000)
- Feuillus
- Résineux
- Mélanges



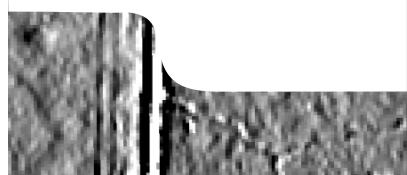
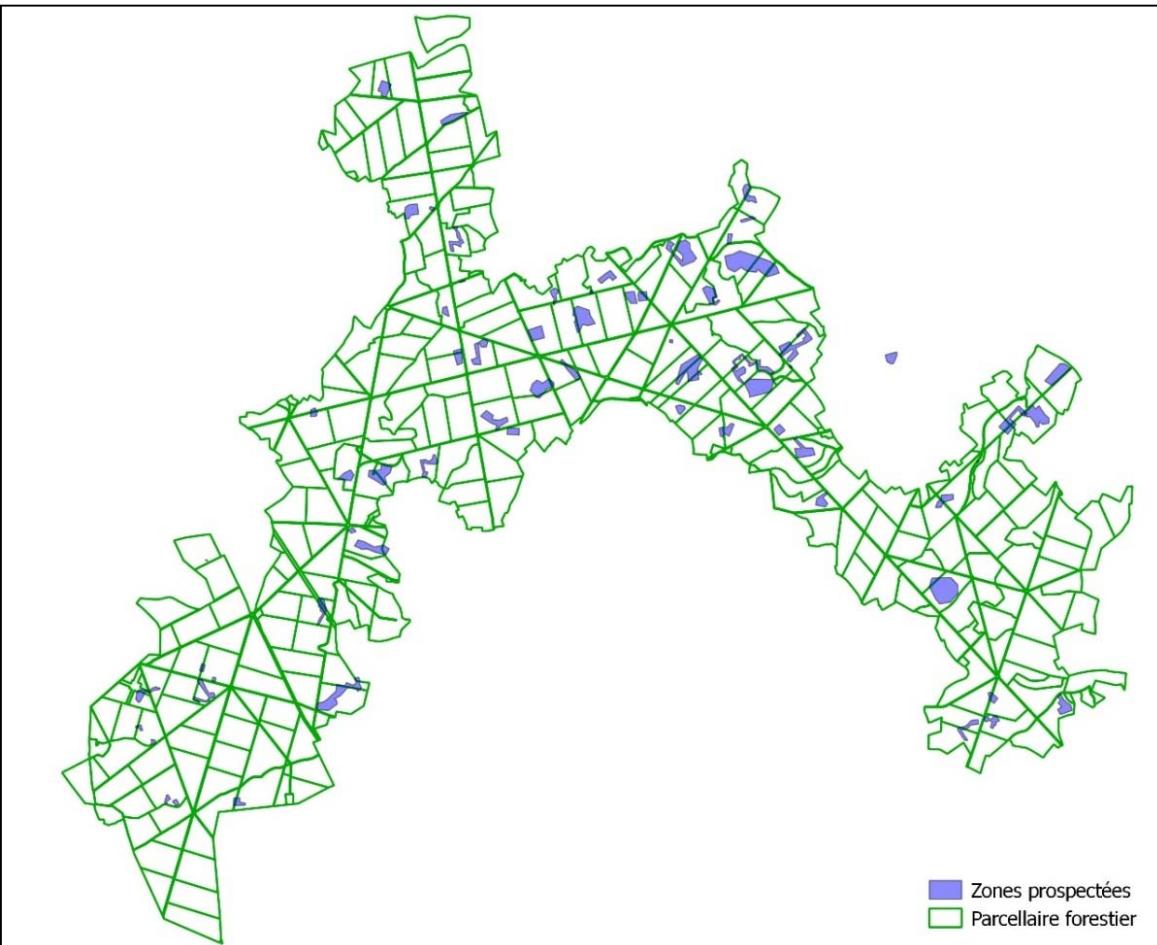
## MÉTHODOLOGIE

- Interprétation des images et digitalisation des zones à prospector



## MÉTHODOLOGIE

- 2 semaines de prospections (4 à 6 personnes en moyenne)



# MÉTHODOLOGIE

- Vérification des anomalies, description, photos etc...

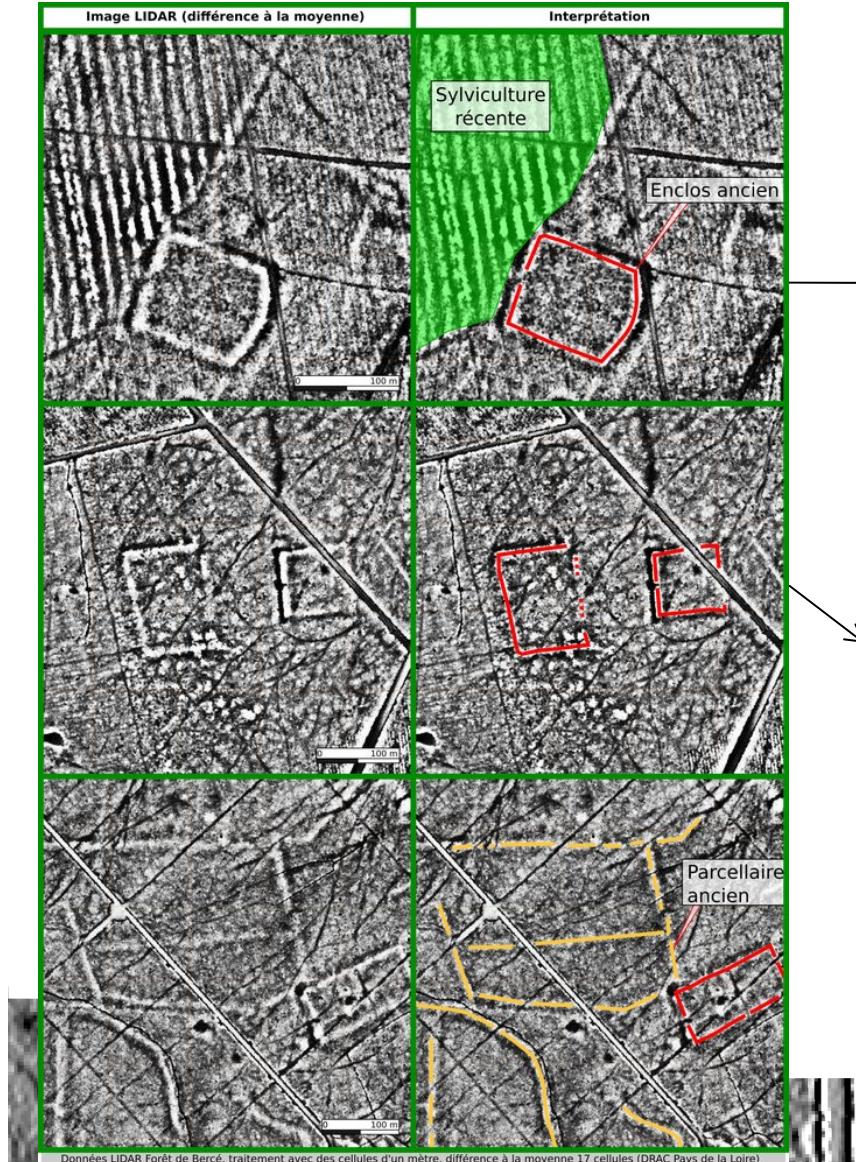


## PREMIERS RÉSULTATS

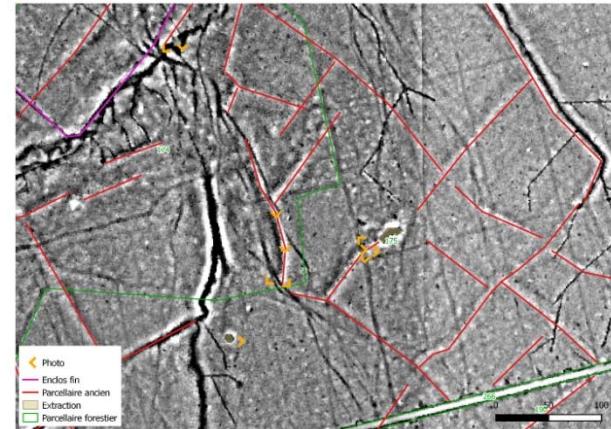
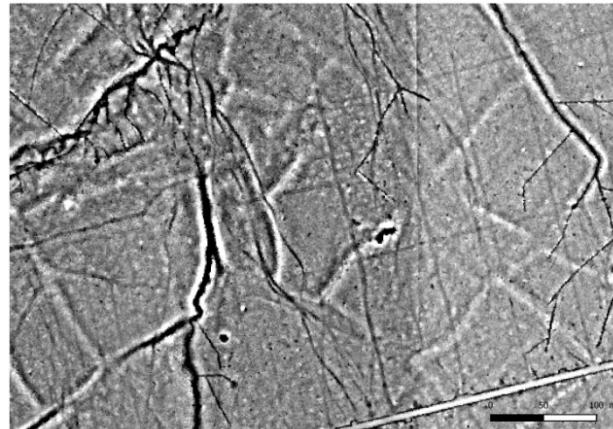
- Enclos anciens
- Parcellaire ancien
- Enclos « fins »
- Anciens chemins
- Patrimoine minier et métallurgique



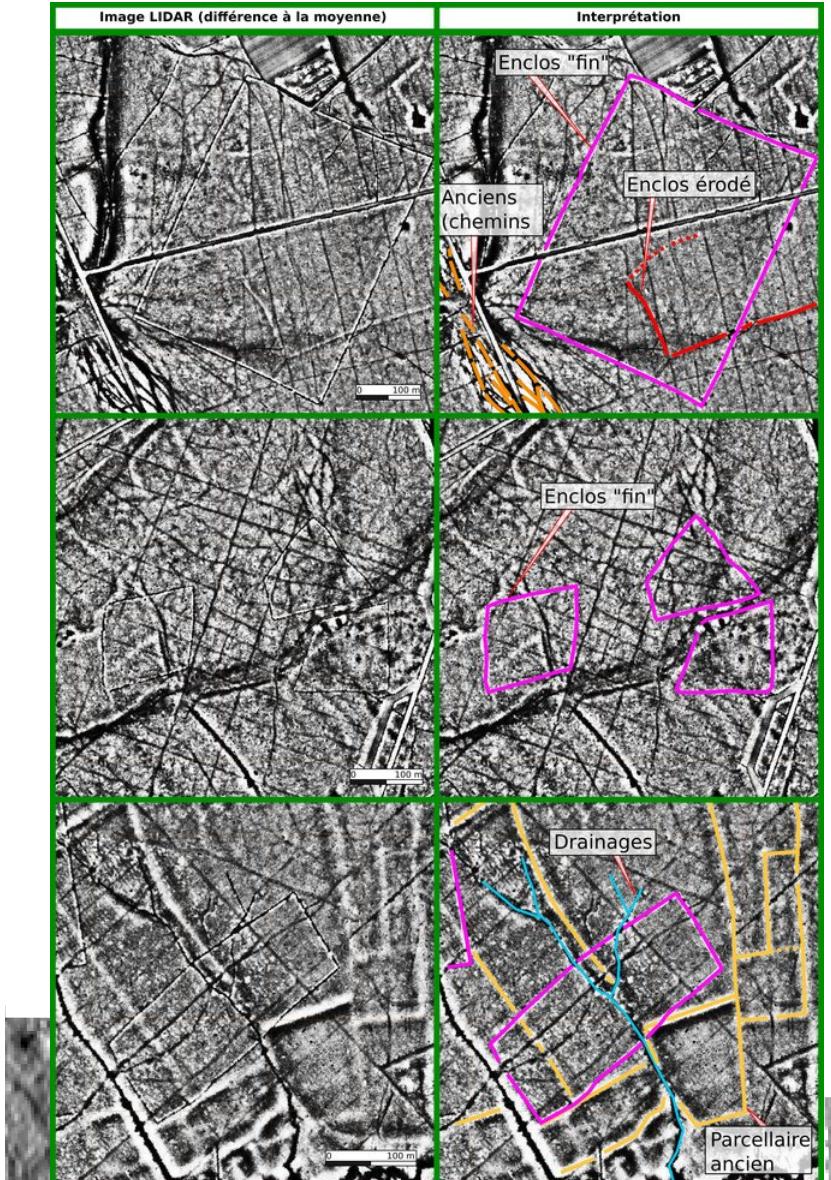
# PREMIERS RÉSULTATS : ENCLOS ANCIENS



# PREMIERS RÉSULTATS : PARCELLAIRE ANCIEN

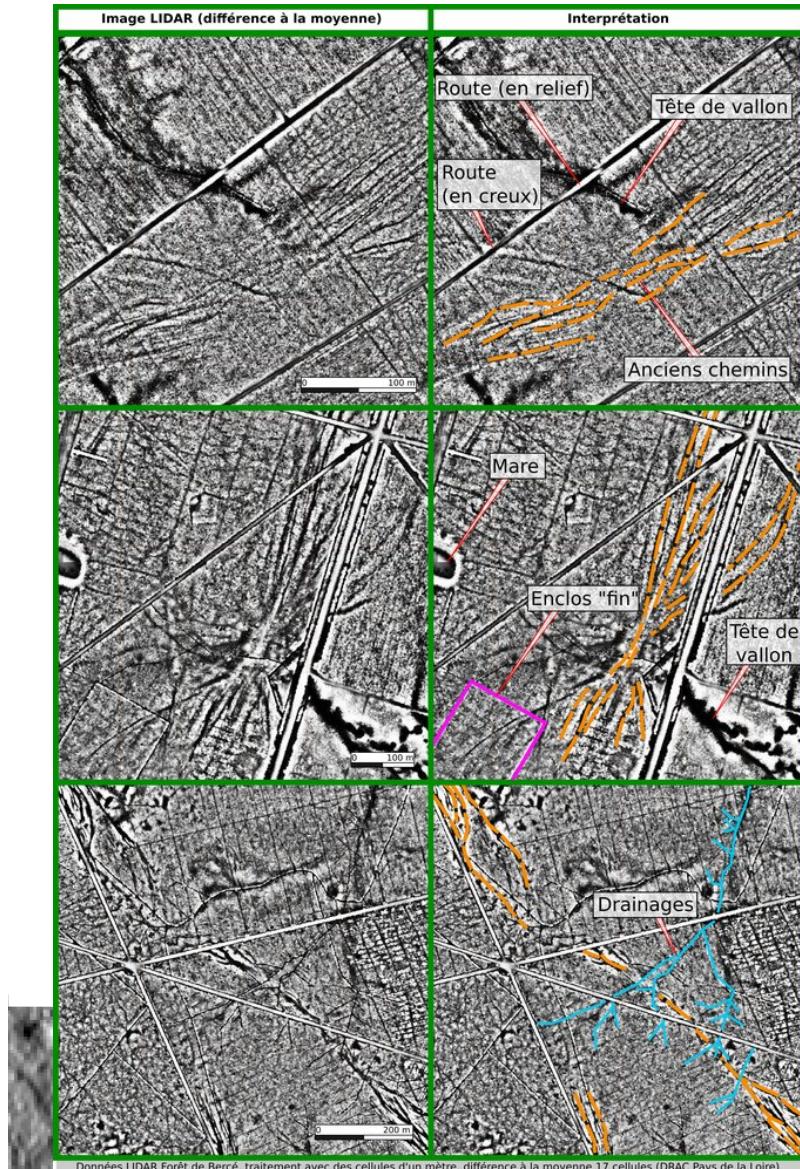


# PREMIERS RÉSULTATS : ENCLOS « FINS »



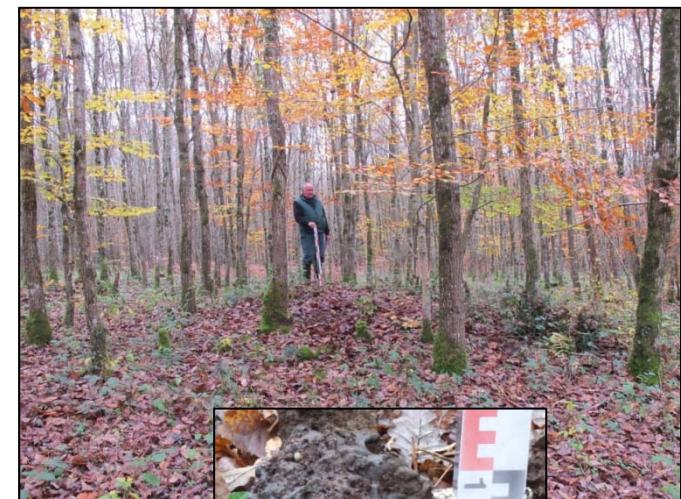
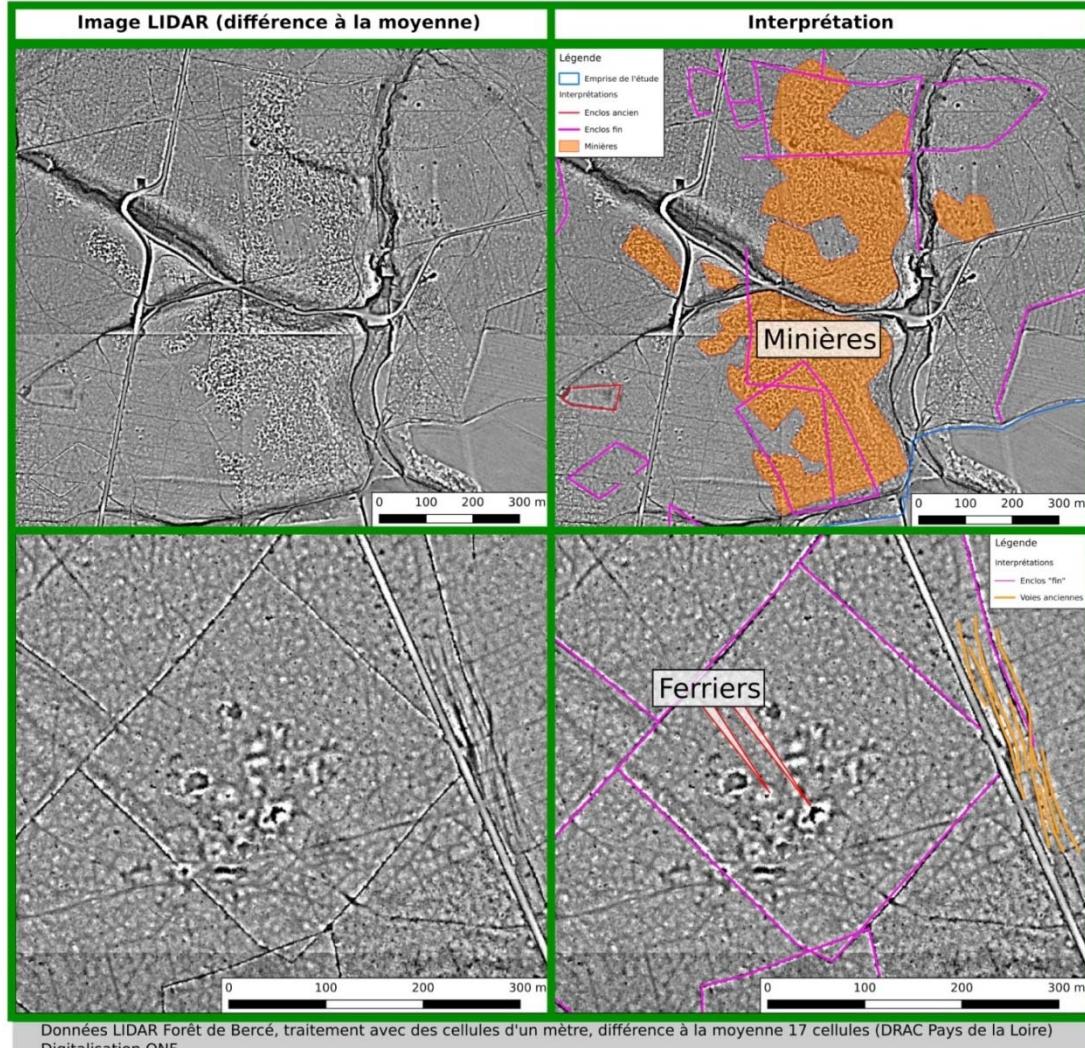
ONF / C.Dardignac  
DRAC / Y.Le Jeune

# PREMIERS RÉSULTATS : ANCIENS CHEMINS

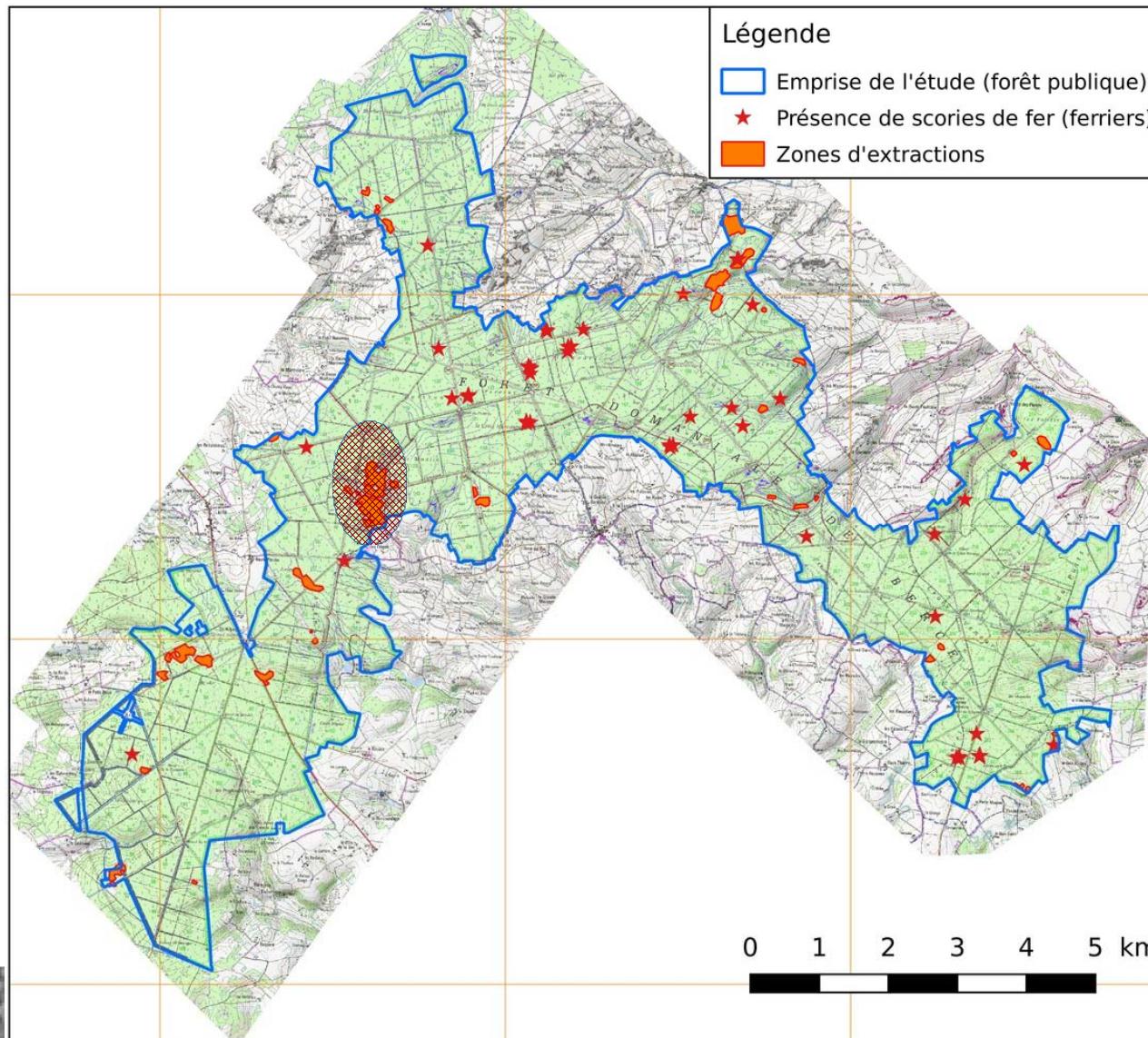


Dardignac  
Le Jeune

# PREMIERS RÉSULTATS : MINIÈRES, FERRIERS

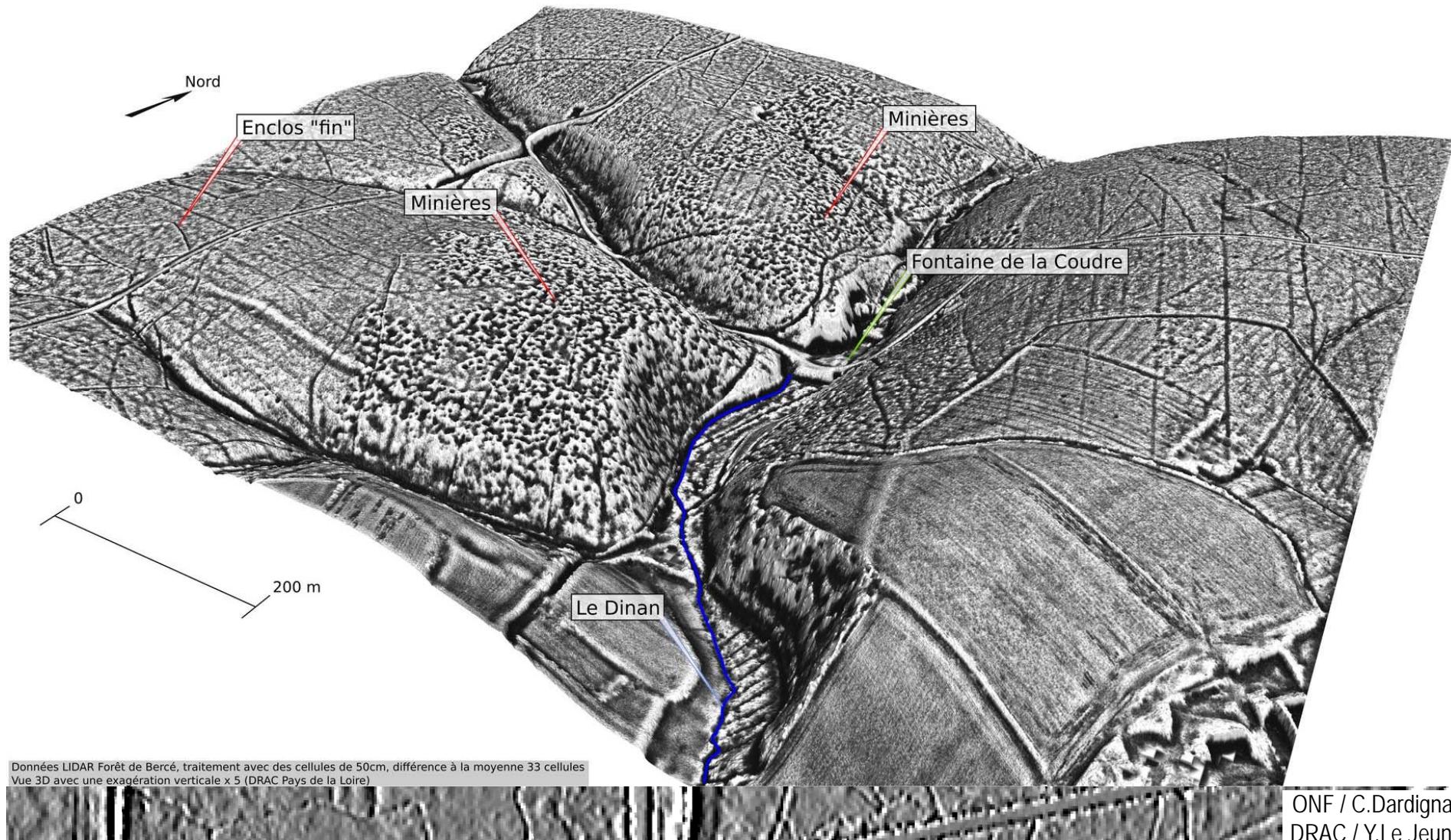


# PREMIERS RÉSULTATS : MINIÈRES, FERRIERS



# PREMIERS RÉSULTATS

## Différence à la moyenne [Bercé, 50 cm]



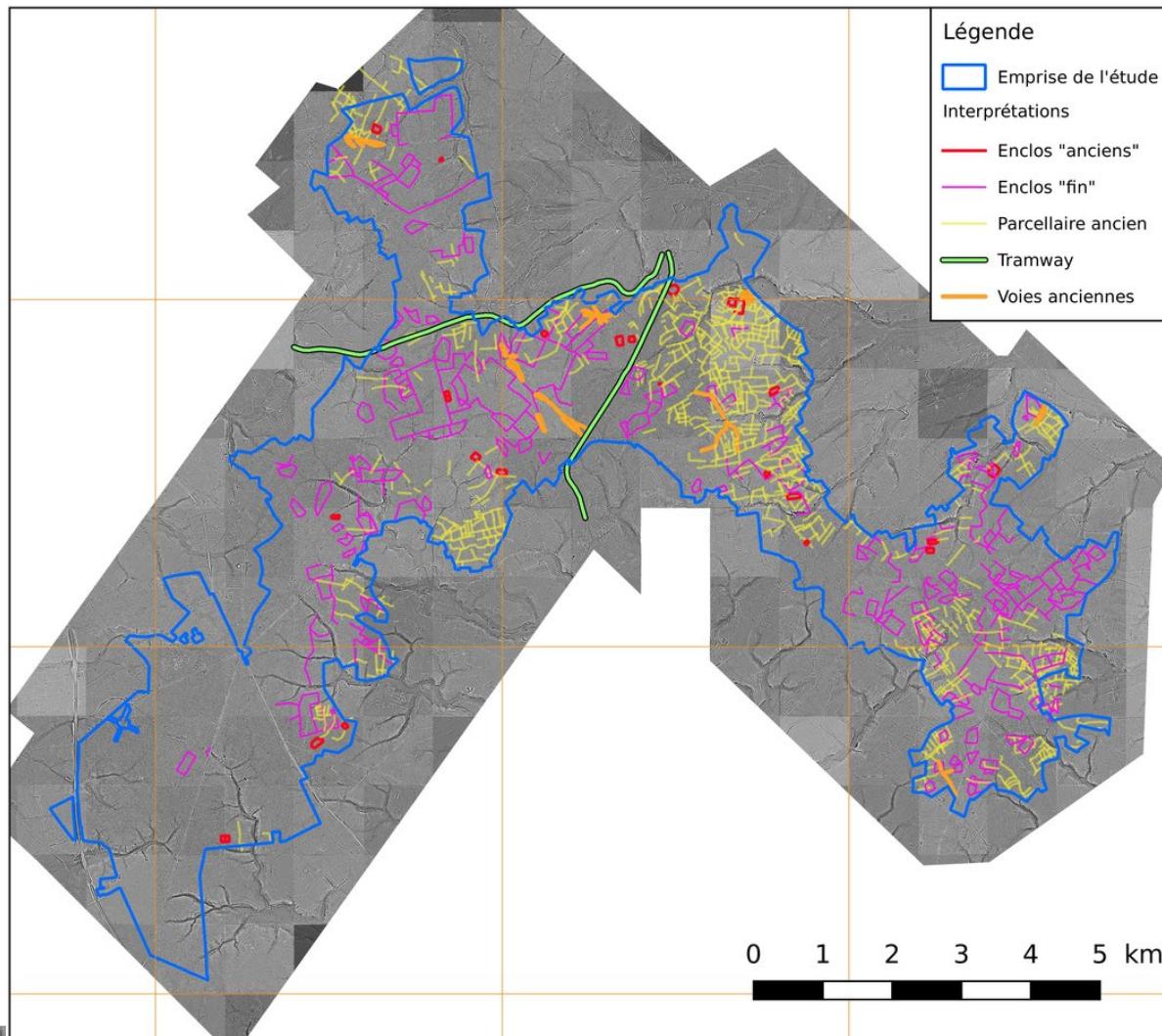
## PREMIERS RÉSULTATS : UNE CHRONOLOGIE RELATIVE

- 1 - Enclos anciens + parcellaire ancien
- 2 - Enclos « fins »
- 3 - Aménagement XVIII<sup>e</sup>me
  
- Anciens chemins
  
- Patrimoine minier et métallurgique



## Conclusion et perspectives

- Objectifs atteints : identification d'un patrimoine dense

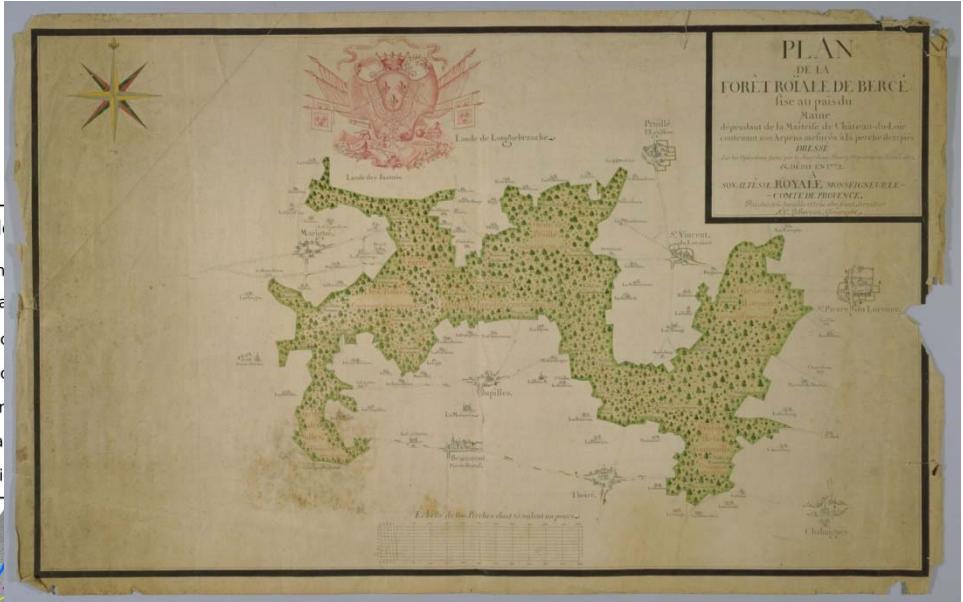
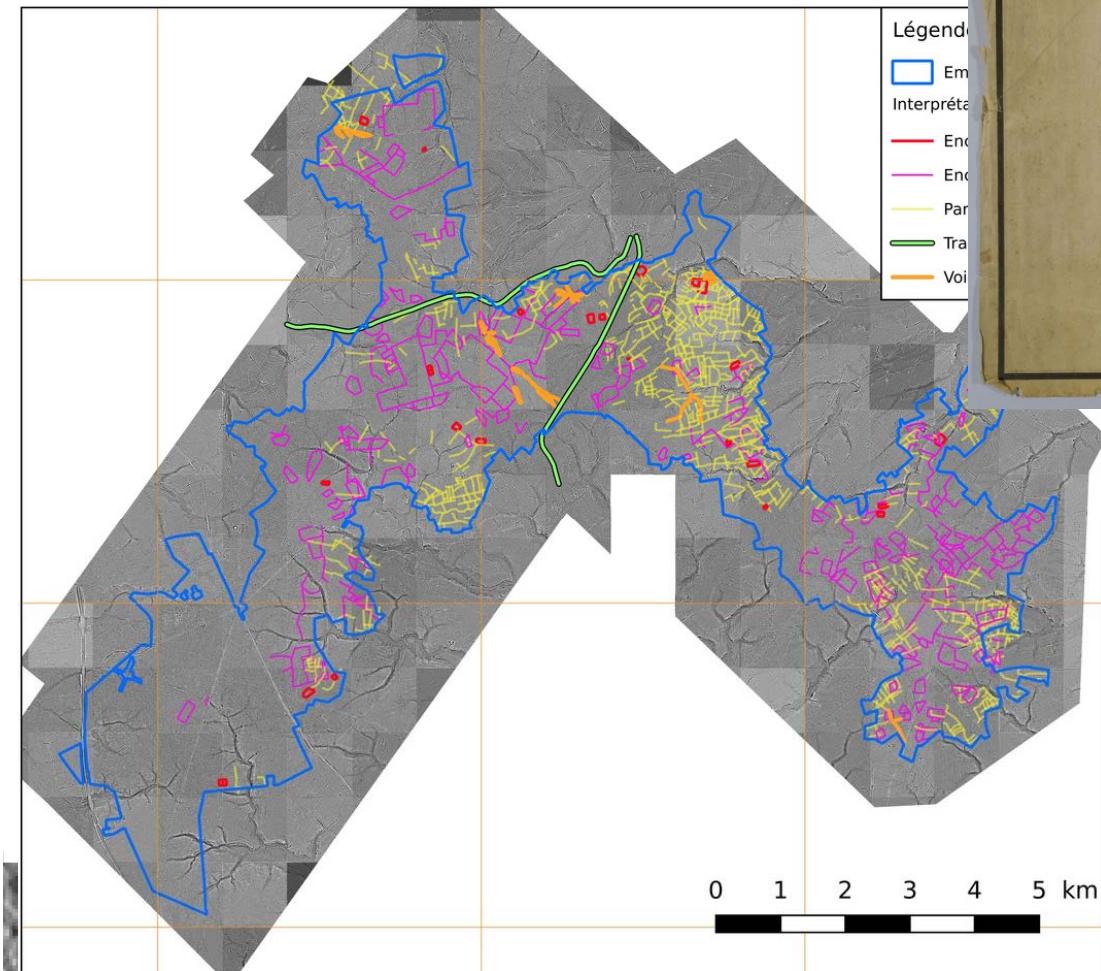


Données : limites forestières et digitalisation (ONF, 2015), fond LIDAR diff. à la moyenne 17 cellules (DRAC Pays de la Loire, 2014)  
Cartographie : Service de l'Information, de la Documentation et de l'Observation Culturelle, DRAC Pays de la Loire (mars 2016)

ONF / C.Dardignac  
DRAC / Y.Le Jeune

# Conclusion et perspectives

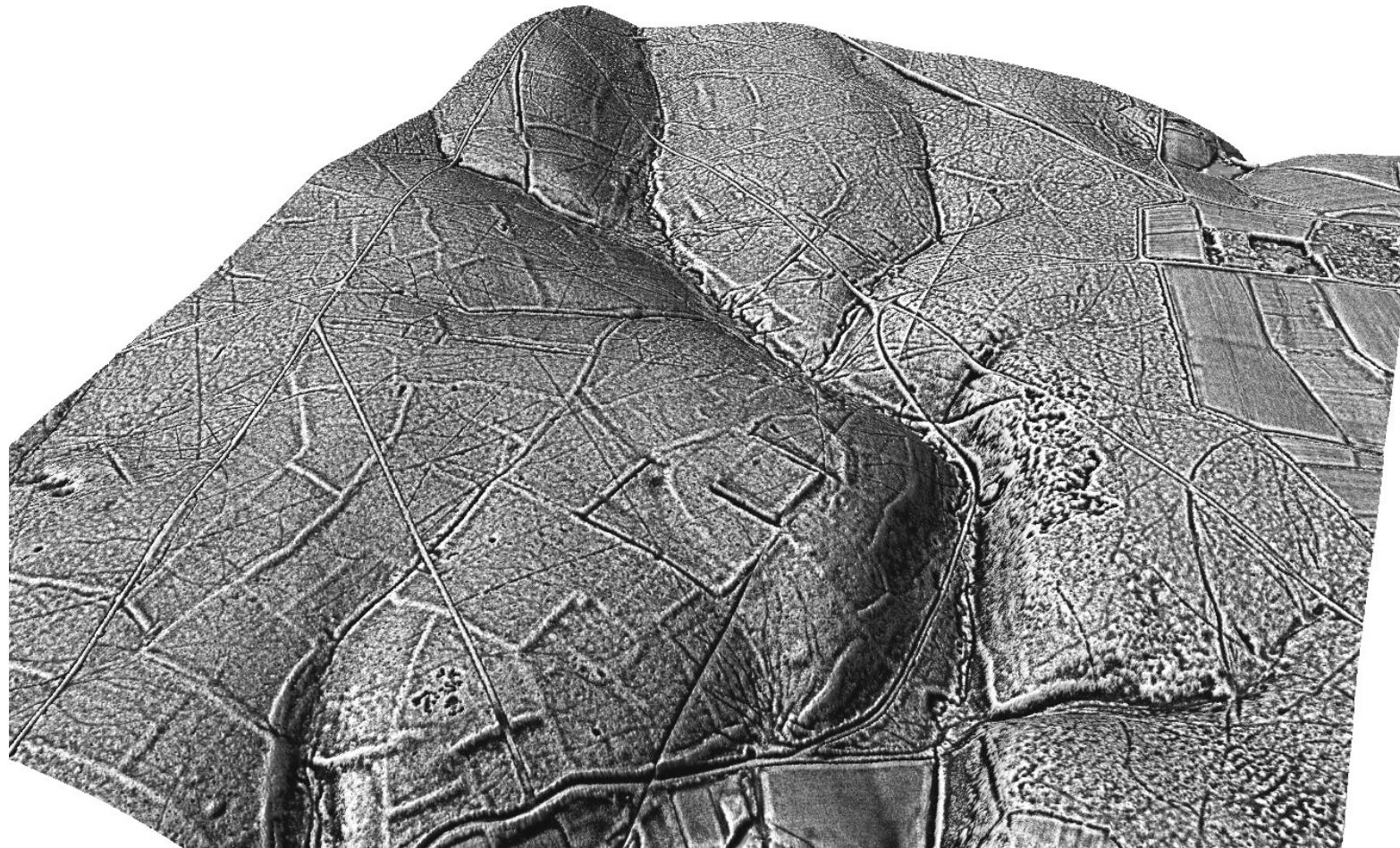
– Une forêt ancienne ?



ONF / C.Dardignac  
DRAC / Y.Le Jeune

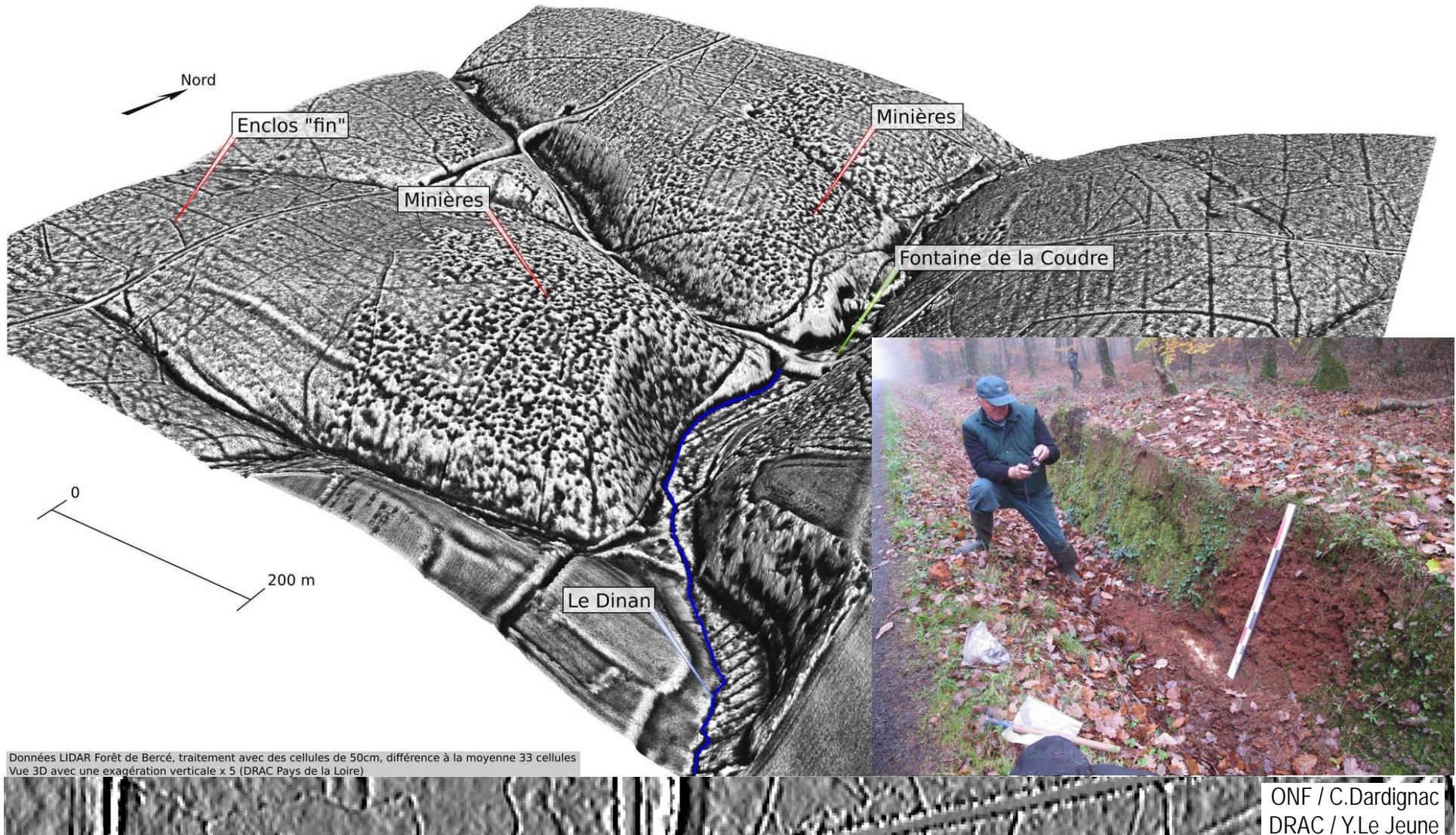
## Conclusion et perspectives

- Un parcellaire ancien potentiellement protohistorique et/ou gallo-romain



# Conclusion et perspectives

## – Un patrimoine paléométallurgique important



## Conclusion et perspectives

- Un patrimoine particulier à protéger et prendre en compte dans les aménagements forestiers



## Conclusion et perspectives

- Une base de connaissance disponible pour les chercheurs (LIDAR brut, traitements, digitalisations, etc.), et de nombreuses problématiques...
- Les données sont disponibles sur simple demande à la DRAC Pays de la Loire,
- Les résultats pourront également être utilisés à des fins de médiation

Un projet qui continu en 2017 avec la foret domaniale de Mervent-Vouvant (Vendée)



Merci de votre attention !

