



HAL
open science

Inspecter les zones d'altitude: Développement d'une procédure multi-sources pour la prospection archéologique des terrains d'altitude

Carine Calastrenc, François Baleux, Nicolas Poirier, Antoine Laurent, Magali
Philippe, Christine Rendu

► To cite this version:

Carine Calastrenc, François Baleux, Nicolas Poirier, Antoine Laurent, Magali Philippe, et al.. Inspecter les zones d'altitude: Développement d'une procédure multi-sources pour la prospection archéologique des terrains d'altitude. XXIIIe colloque du GMPCA: Archéométrie 2022, GMPCA, May 2022, Chambéry, France. hal-03662471

HAL Id: hal-03662471

<https://hal.science/hal-03662471v1>

Submitted on 17 Oct 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

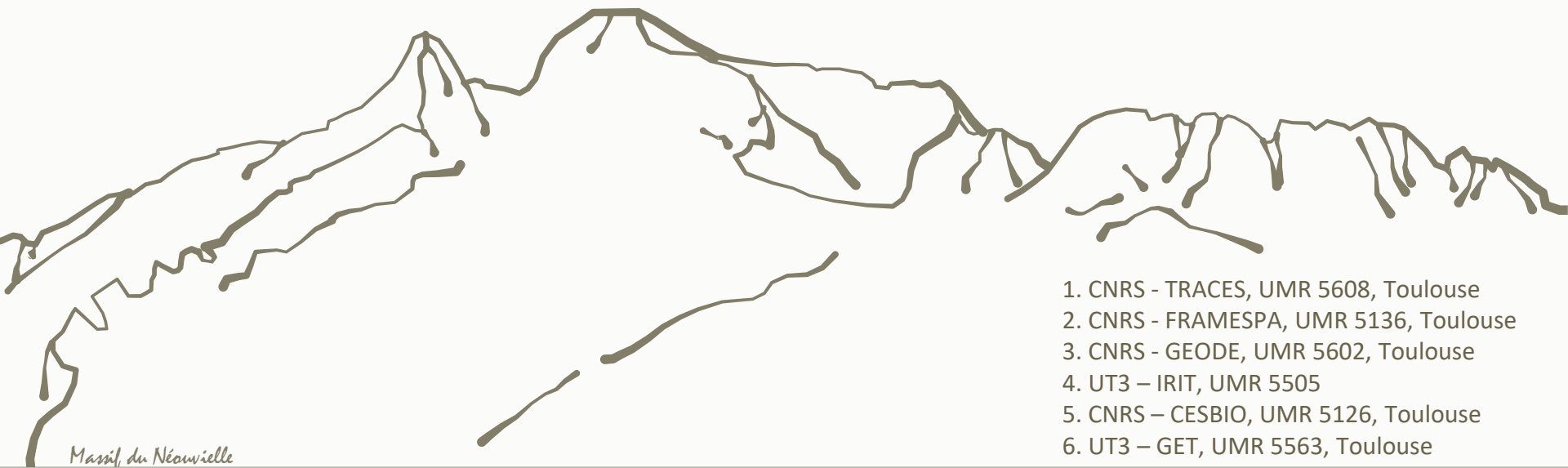
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Inspecter les zones d'altitude

Développement d'une procédure multi-source pour la prospection archéologique des terrains d'altitude

Calastrenc Carine^{1,2}, Baleux François¹, Poirier Nicolas¹, Laurent Antoine^{4,1}, Philippe Magali³, Rendu Christine²

Avec la collaboration de Marais-Sicre Claire^{4,5} et de Llubes Muriel⁶



Massif du Néouvielle

1. CNRS - TRACES, UMR 5608, Toulouse
2. CNRS - FRAMESPA, UMR 5136, Toulouse
3. CNRS - GEODE, UMR 5602, Toulouse
4. UT3 – IRIT, UMR 5505
5. CNRS – CESBIO, UMR 5126, Toulouse
6. UT3 – GET, UMR 5563, Toulouse





- 1 **Spécificités de la prospection archéologique en haute montagne**
- 2 **Une approche multi-source et multi-échelle**
- 3 **Futures orientations de la recherche**



Spécificité de la prospection archéologique en haute montagne

2

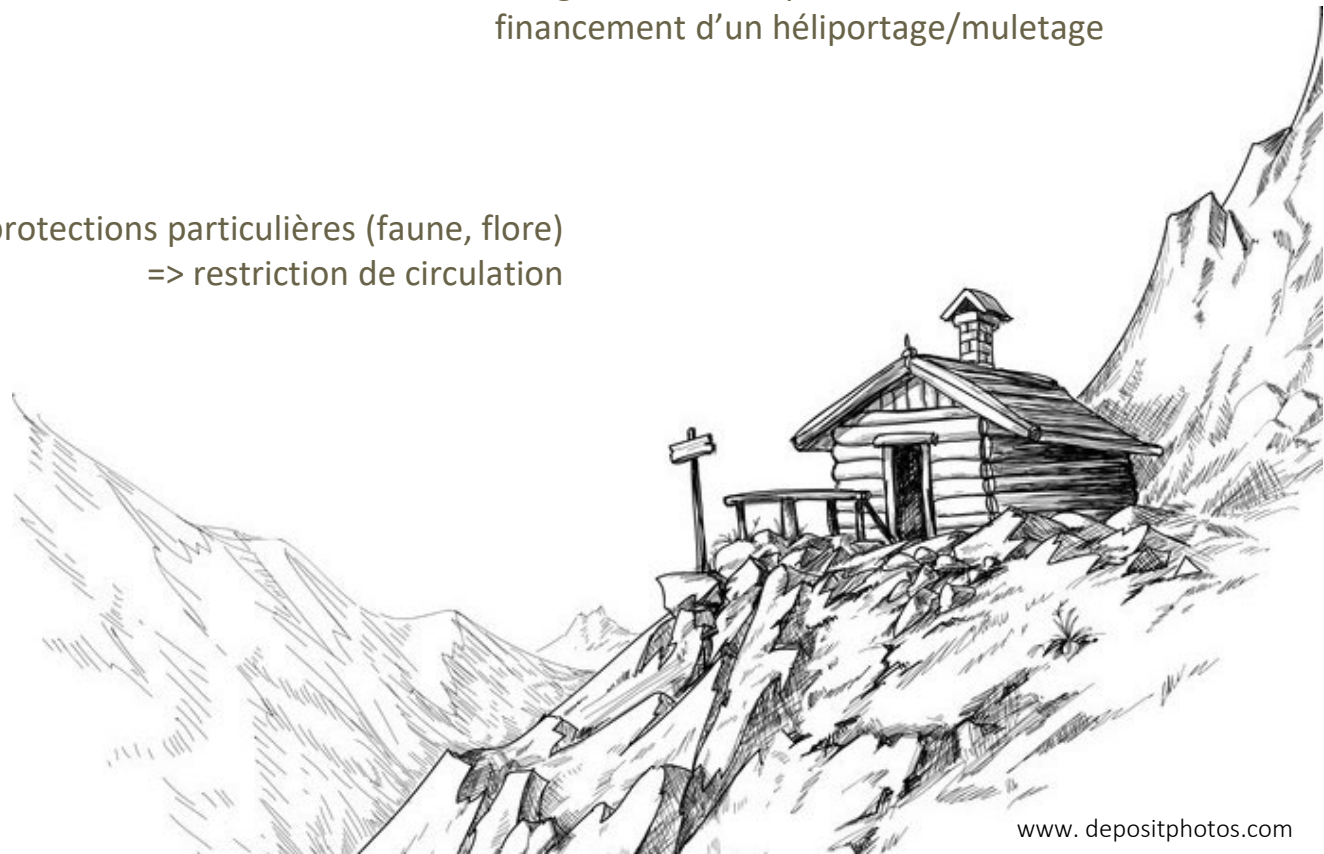
Zones soumises à des protections particulières (faune, flore)
=> restriction de circulation

3

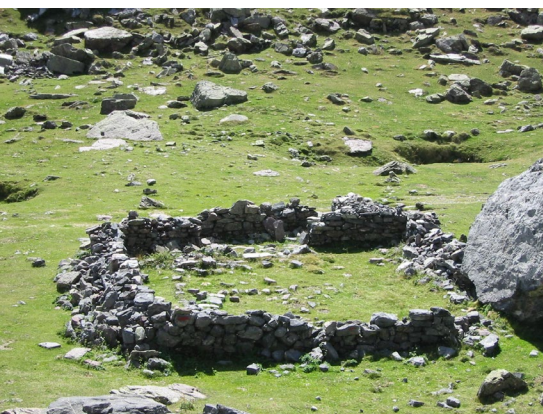
Obligation de transport à dos du matériel ou
financement d'un héliportage/muletage

1

Difficulté d'accès et fortes
contraintes météorologiques



Spécificités des objets archéologiques



Estive d'Anéou – Str. 235



Estive d'Anéou – Str. 308

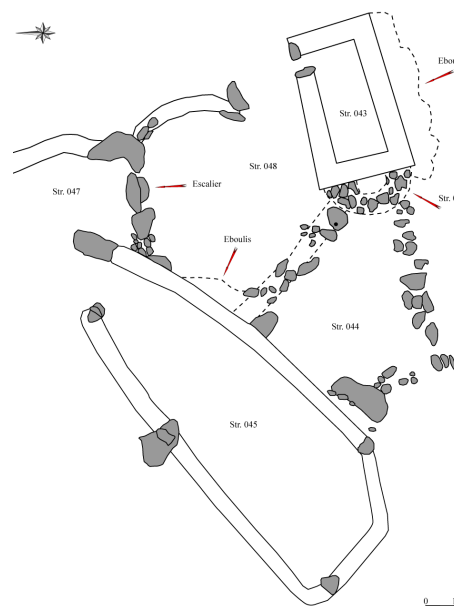
Plans de bâtiments



Str. 8 – Estive d'Anéou (Laruns)



Str. 10 – Estive d'Anéou (Laruns)



Str. 43 à 48 – Estive d'Anéou (Laruns)



Str. 42 – Estive d'Anéou (Laruns)

Spécificités des objets archéologiques

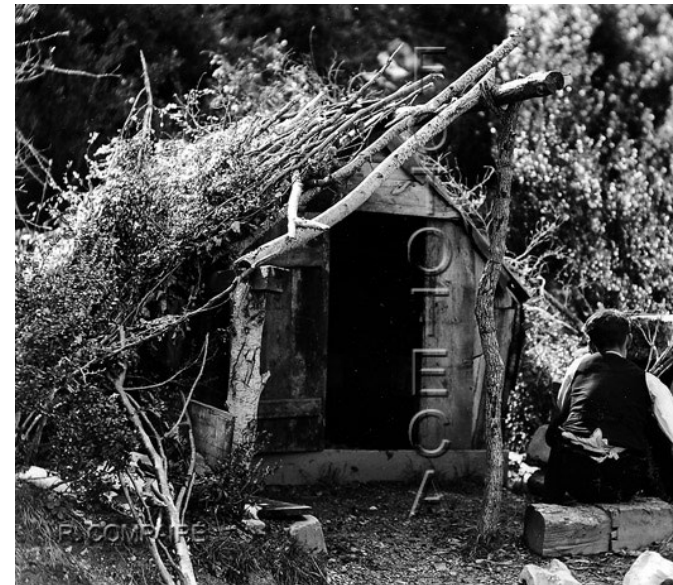
Comment identifier les infrastructures pastorales construites, en tout ou partie, à partir de matériaux périssables, recouvertes par les sédiments ou arasées par les activités humaines ?



Hauts de Leud (Maramuresh, Roumanie) 1992 - Photographe : C. Macherel © CNRS



Vallée de Guarrinza (Aragon Espagne) – 1933 - Photographe : Comparé



Vallée de Ansó (Aragon Espagne) – 1920-1936 - Photographe : Ricardo Comparé Escartín



Forte densité archéologique

Densité moyenne en France



1 site archéologique par km²

Densité moyenne en montagne
(Pyrénées)



70 sites archéologiques par km²

(Entre 0.94 et 330 unités pastorales / 100 hectares)



Prospection pédestre => Travail chronophage

Anéou

Rendu, Calastrenc, Le Couédic

1300 hectares

272 structures

4 mois à 2 personnes



Benasque

Calastrenc, Rivas, Ona Gonzalez

1400 hectares

324 structures

3 mois à 2 personnes



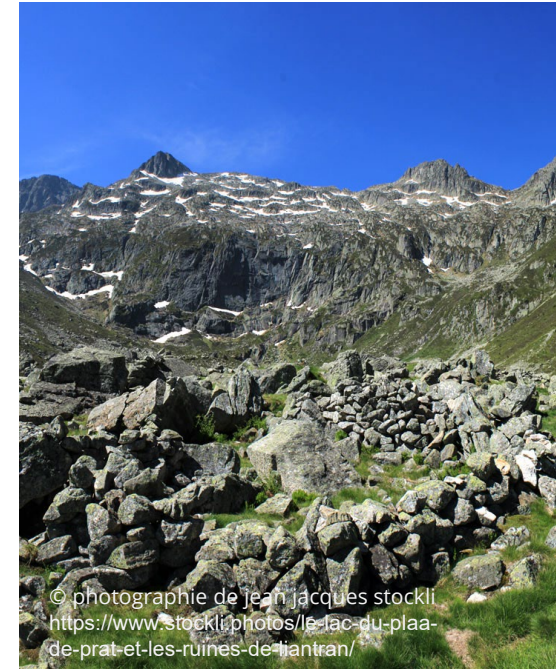
Liantran

Calastrenc et al.

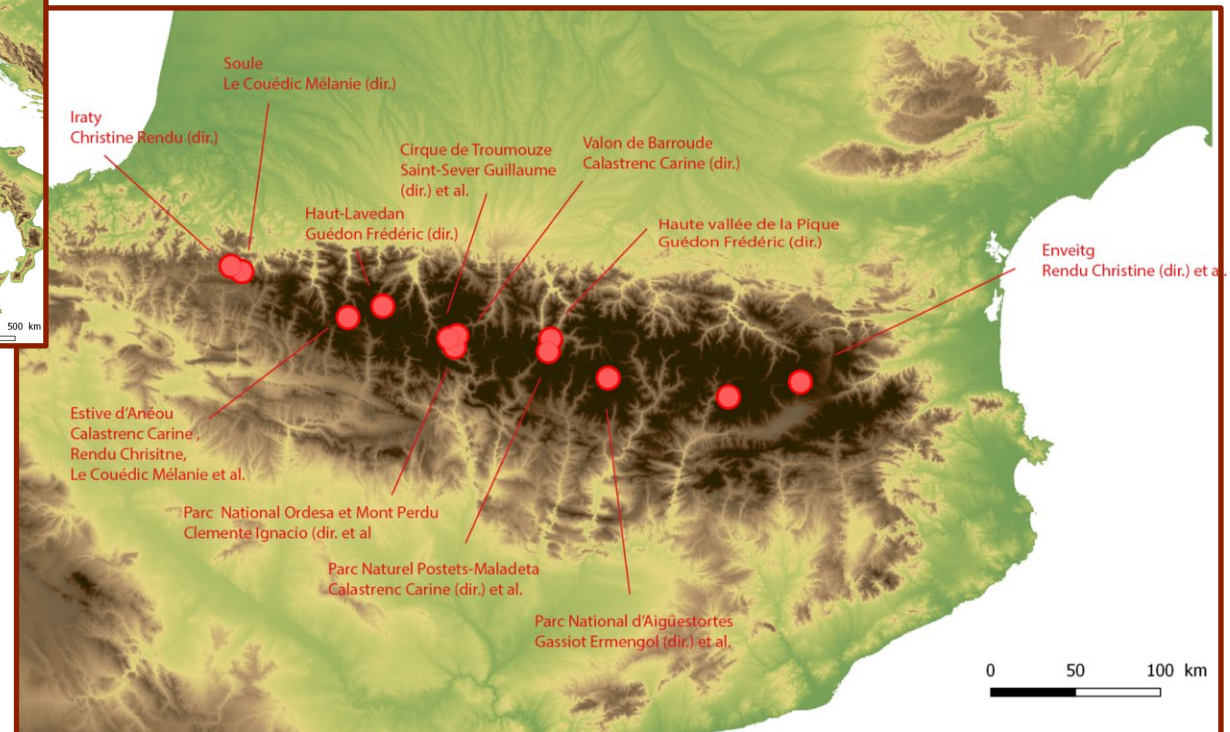
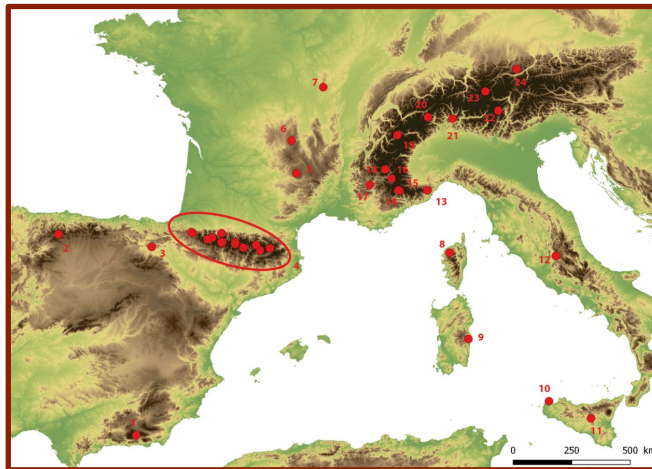
3 hectares

62 structures

1/2 mois à 1 personne



Vers une comparaison des trajectoires



Mettre en synergie les résultats des différentes zones ateliers pour percevoir les grandes dynamiques, identifier les particularités, les aires de bascules et/ou de fonctionnement différencié.

=> Programme DEPART (Dir. C. Rendu et E. Gassiot) de SIG collaboratif international (France, Espagne, Andorre)

Verrous méthodologiques

- Comment traiter archéologiquement des zones plus vastes en un temps plus court ?
- Comment obtenir un inventaire statistiquement significatif et solide, qui inclut les structures en pierres sèches, celles invisibles en surface ?

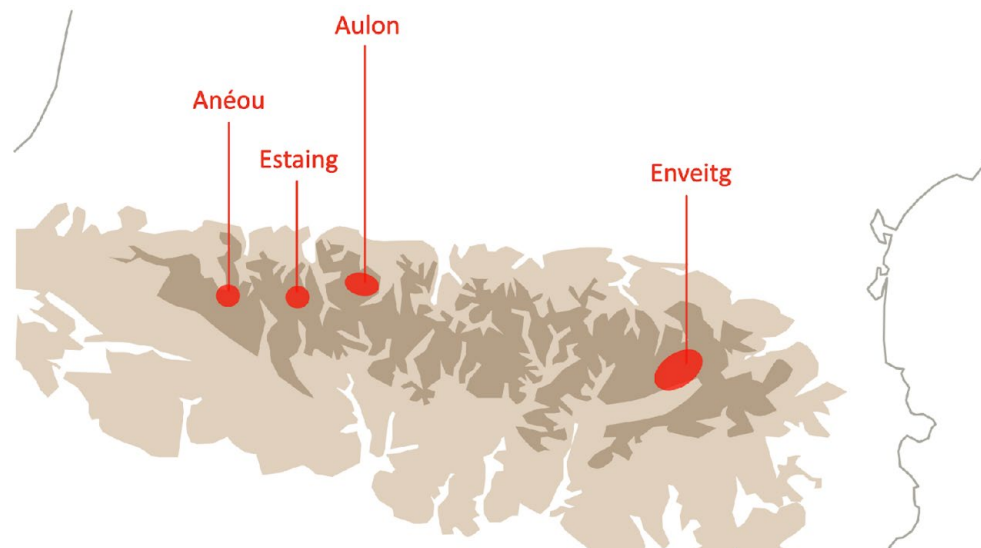


Terrains d'application

Zones « tests »

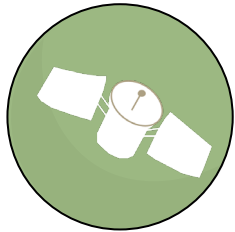
Zones de « calibration »

- Secteur du Liantran, Estaing (Hautes-Pyrénées)
- Réserve Naturelle d'Aulon (Hautes-Pyrénées)
- Montagne d'Enveitg (Pyrénées-Orientales)
- Estive d'Anéou (Pyrénées-Atlantiques)





Equipements scientifiques



Satellite

Petite échelle de travail

Téledétection par **satellite** pour localiser les grands groupements pastoraux en bon état de conservation.





Téledétection

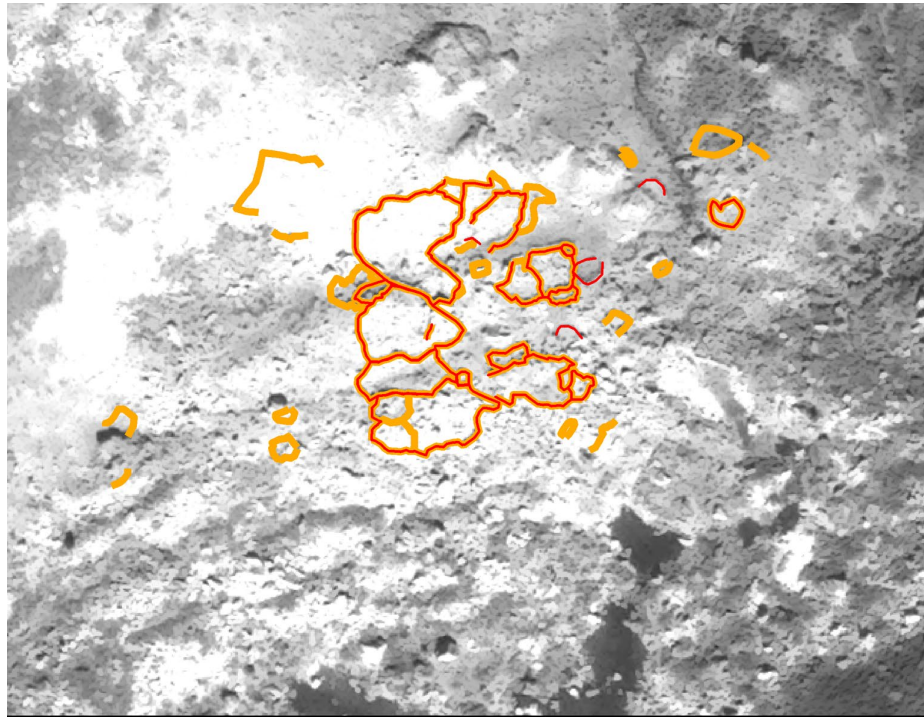


CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

2018



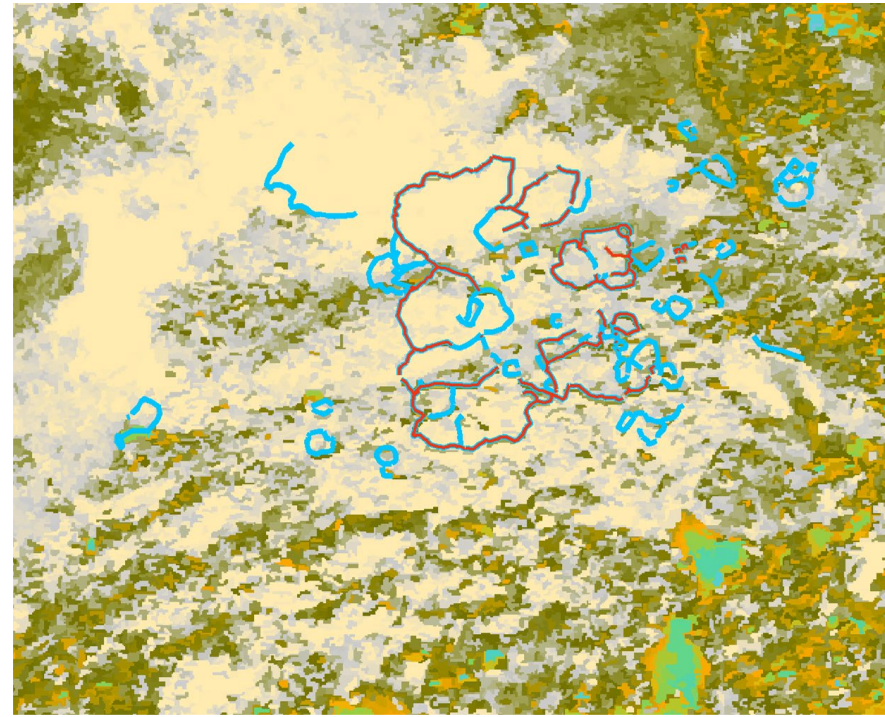
Programme scientifique ISIS du CNES



— Archaeological structures visibles on the K Mean
 — Field reality

Morphological feature extract
 High : 813
 Low : 0

0 50 100 m



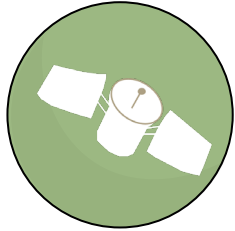
— Archaeological structures identified on the CSM result
 — Field reality

Mean Shift Clustering
 High : 880
 Low : 0,0206473

0 150 m



Equipements scientifiques



Satellite

Petite échelle de travail

Téledétection par **satellite** pour localiser les grands groupements pastoraux en bon état de conservation.



Drone

Travailler à l'échelle d'un pâturage

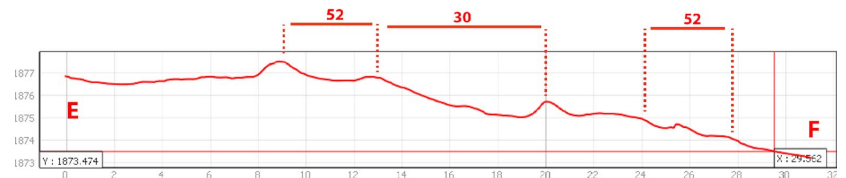
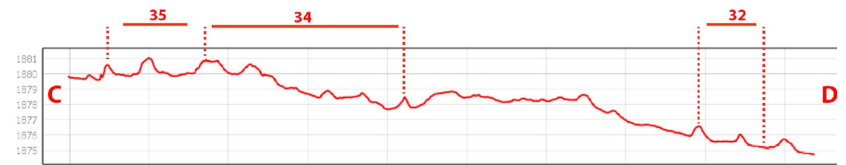
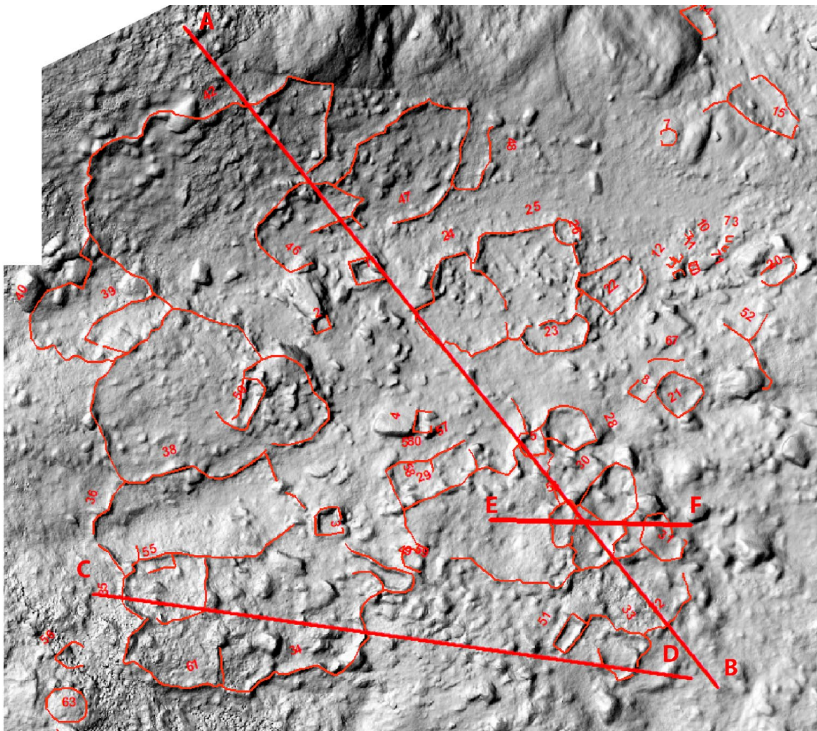
Photogrammétrie, thermographie, images multispectrales et **Lidar** peuvent être utilisés pour localiser les structures en pierre sèche et identifier certains détails architecturaux.





Photogrammétrie

Outil de détection et de description des indicateurs archéologiques
(à l'exclusion des structures sous roche)



Inventaire archéologique

Replat de l'Auloueilh (Réserve Naturelle d'Aulon - 65)

=> 23 hectares

- 4 jours de terrain
- 2,5 semaines de travail en laboratoire

⇒ 157 structures archéologiques
décrites, photographiées, mesurées

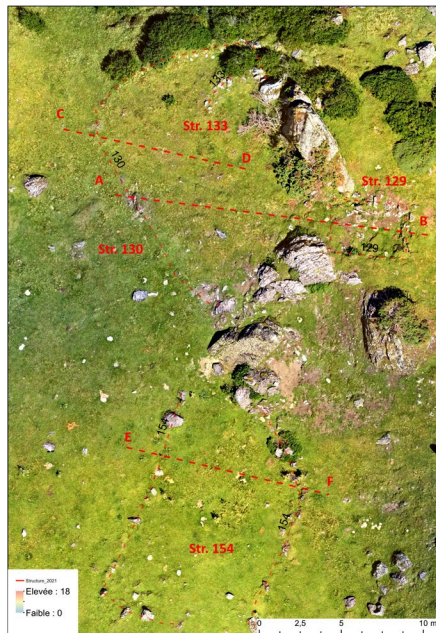
Inventaire archéologique

Replat de l'Auloueilh (Réserve Naturelle d'Aulon - 65)

=> 23 hectares

- 4 jours de terrain
- 2,5 semaines de travail en laboratoire

⇒ 157 structures archéologiques
décrites, photographiées, mesurées



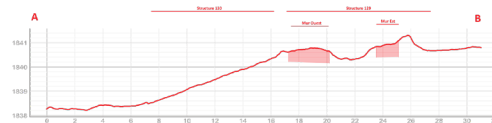
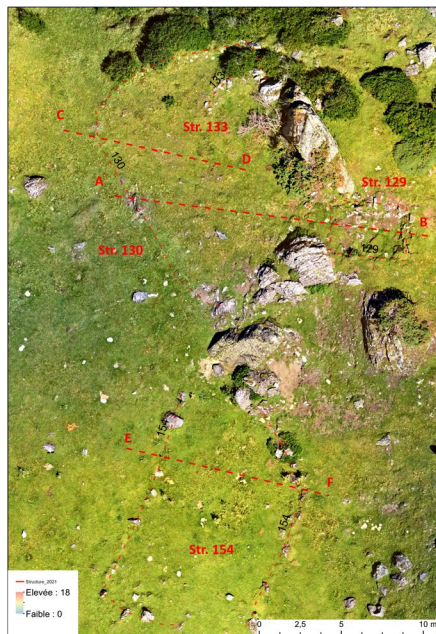
Inventaire archéologique

Replat de l'Auloueilh (Réserve Naturelle d'Aulon - 65)

=> 23 hectares

- 4 jours de terrain
- 2,5 semaines de travail en laboratoire

⇒ 157 structures archéologiques
décrites, photographiées, mesurées



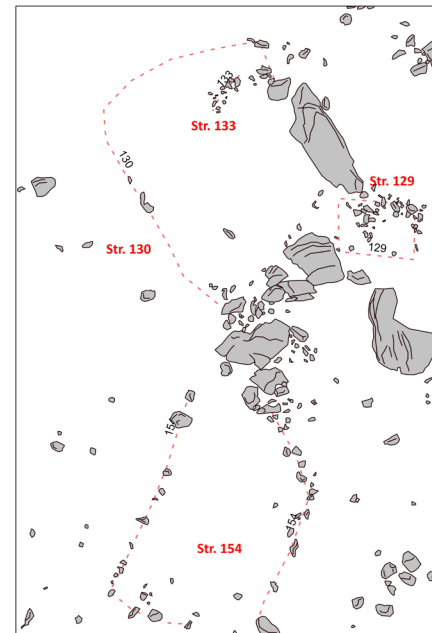
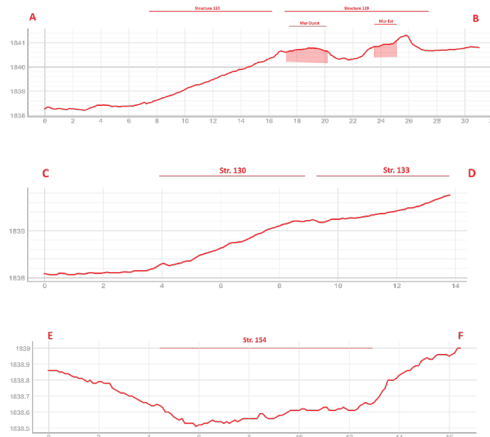
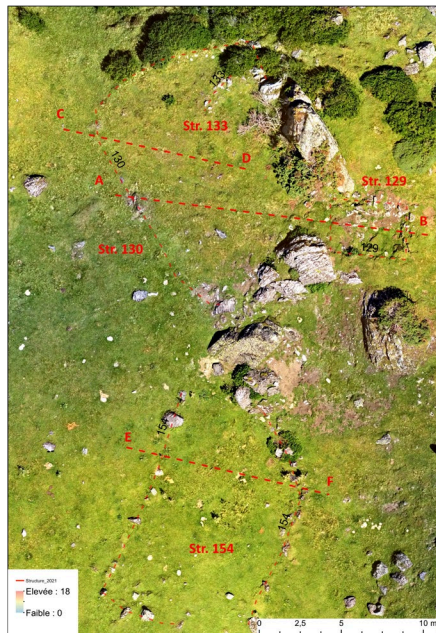
Inventaire archéologique

Replat de l'Auloueilh (Réserve Naturelle d'Aulon - 65)

=> 23 hectares

- 4 jours de terrain
- 2,5 semaines de travail en laboratoire

⇒ 157 structures archéologiques
décrites, photographiées, mesurées



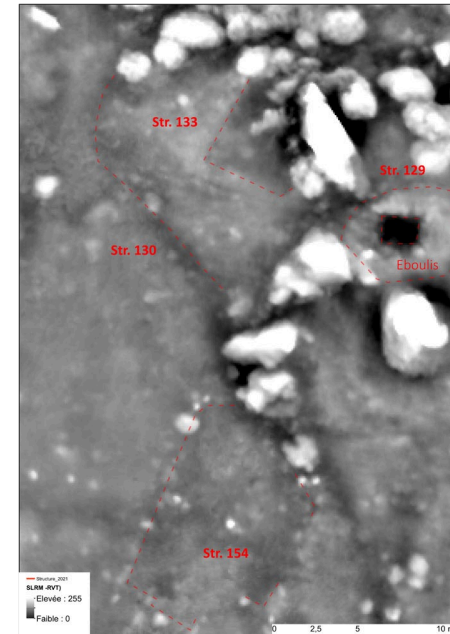
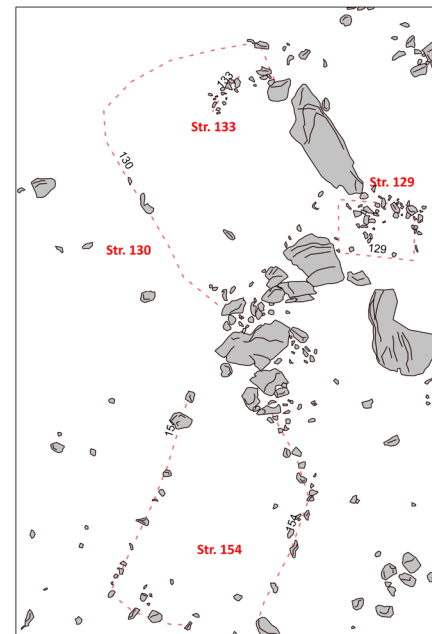
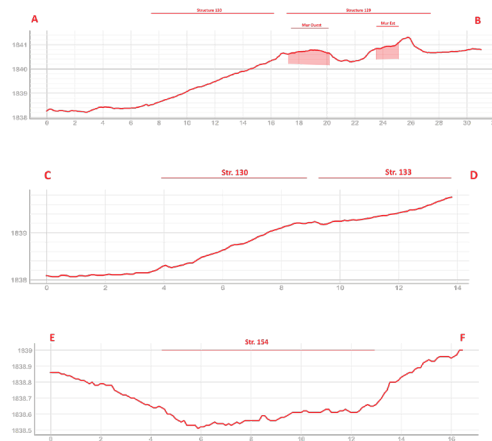
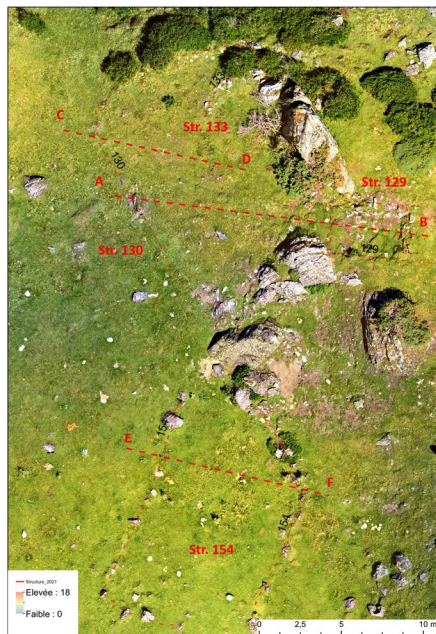
Inventaire archéologique

Replat de l'Auloueih (Réserve Naturelle d'Aulon - 65)

=> 23 hectares

- 4 jours de terrain
- 2,5 semaines de travail en laboratoire

⇒ 157 structures archéologiques
décrites, photographiées, mesurées

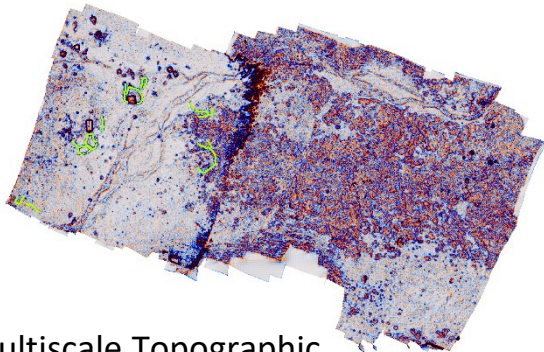




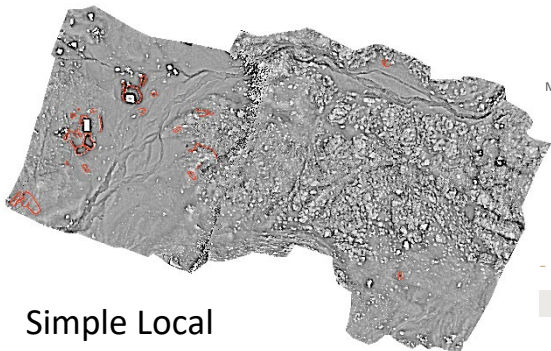
Photogrammétrie

Traitements des Modèles Numériques de Terrain (MNT)

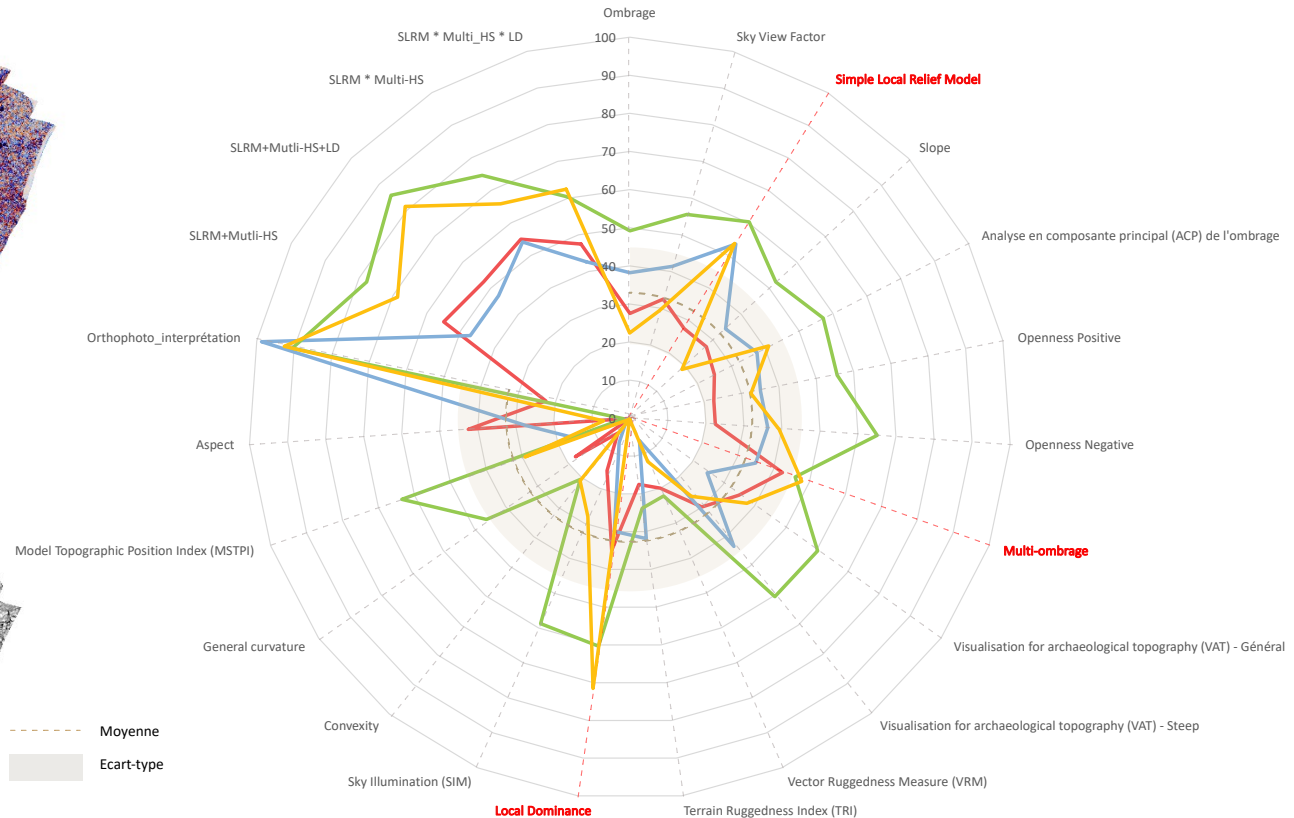
— Larruns (64) - Estive d'Aneou - La Glère — Enveitg (66) - Plaa de l'Orri — Aulon (65) - Auloueilh — Estaing (65) - Liantran



Multiscale Topographic Position Index

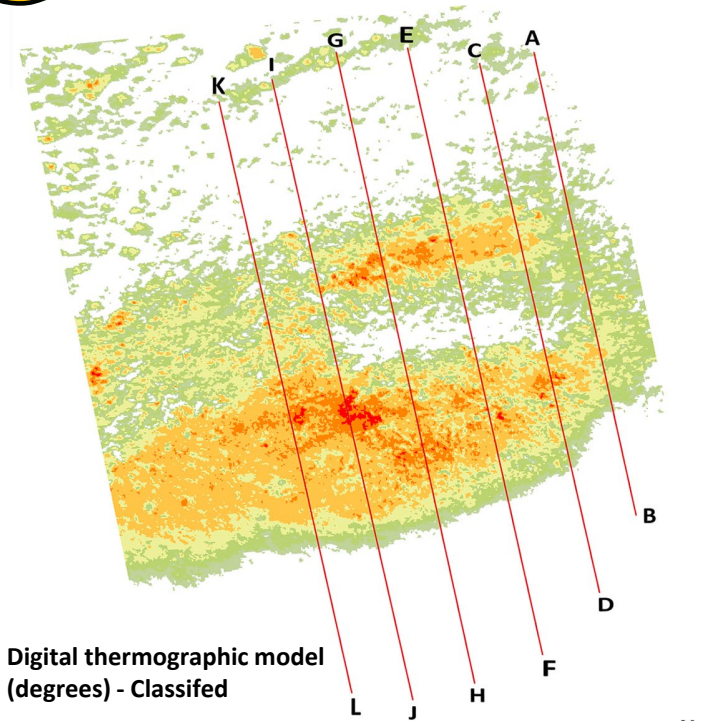


Simple Local Relief Model





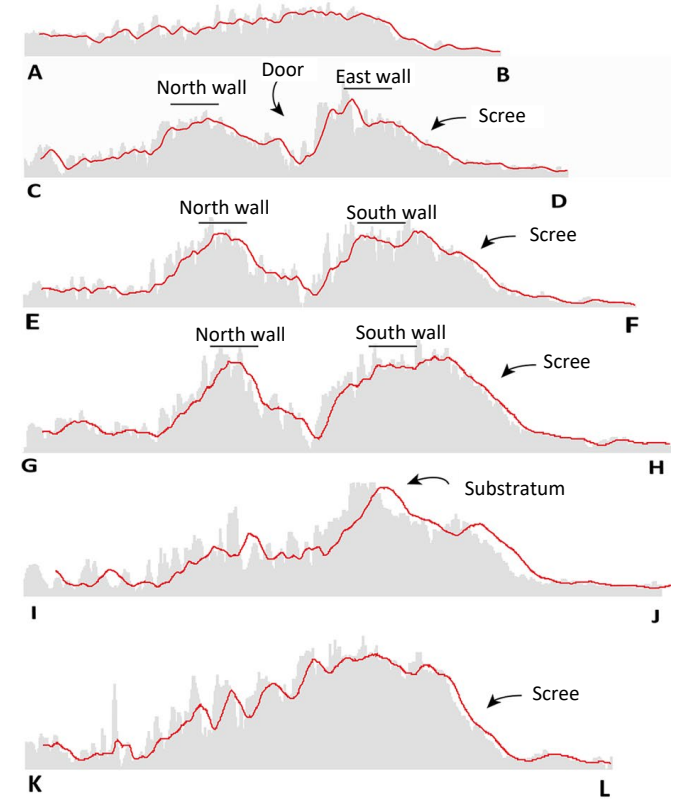
Thermographie



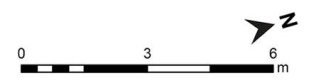
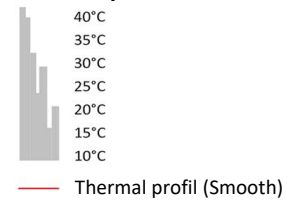
Digital thermographic model (degrees) - Classified

MNTS Classifié (Degrés)

| | |
|---------------|---------------|
| 7,33 - 16,91 | 24,03 - 27,74 |
| 16,92 - 18,75 | 27,75 - 32,45 |
| 18,76 - 21,07 | 32,46 - 38,41 |
| 21,08 - 24,02 | |

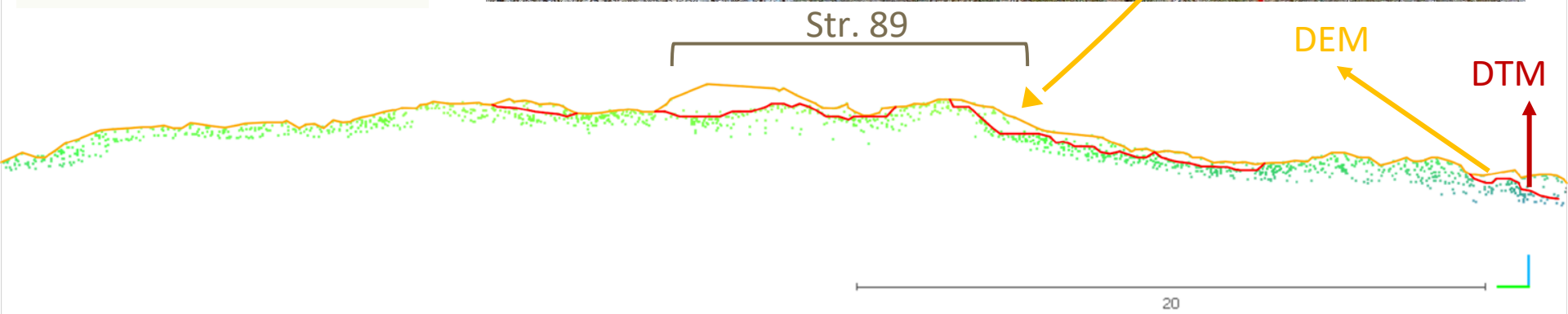
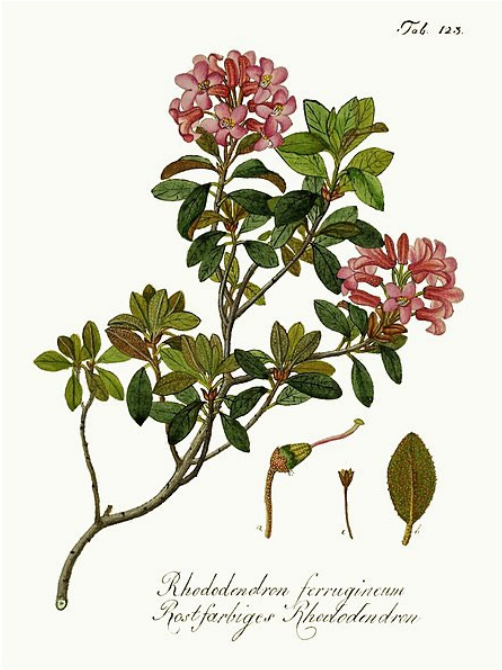


Thermal profile



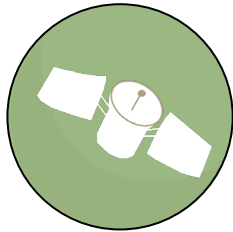


Lidar





Equipements scientifiques



Satellite

Petite échelle de travail

Téledétection par **satellite** pour localiser les grands groupements pastoraux en bon état de conservation.



Drone

Travailler à l'échelle d'un pâturage

Photogrammétrie, **thermographie**, **images multispectrales** et **Lidar** peuvent être utilisés pour localiser les structures en pierre sèche et identifier certains détails architecturaux.



Géophysique

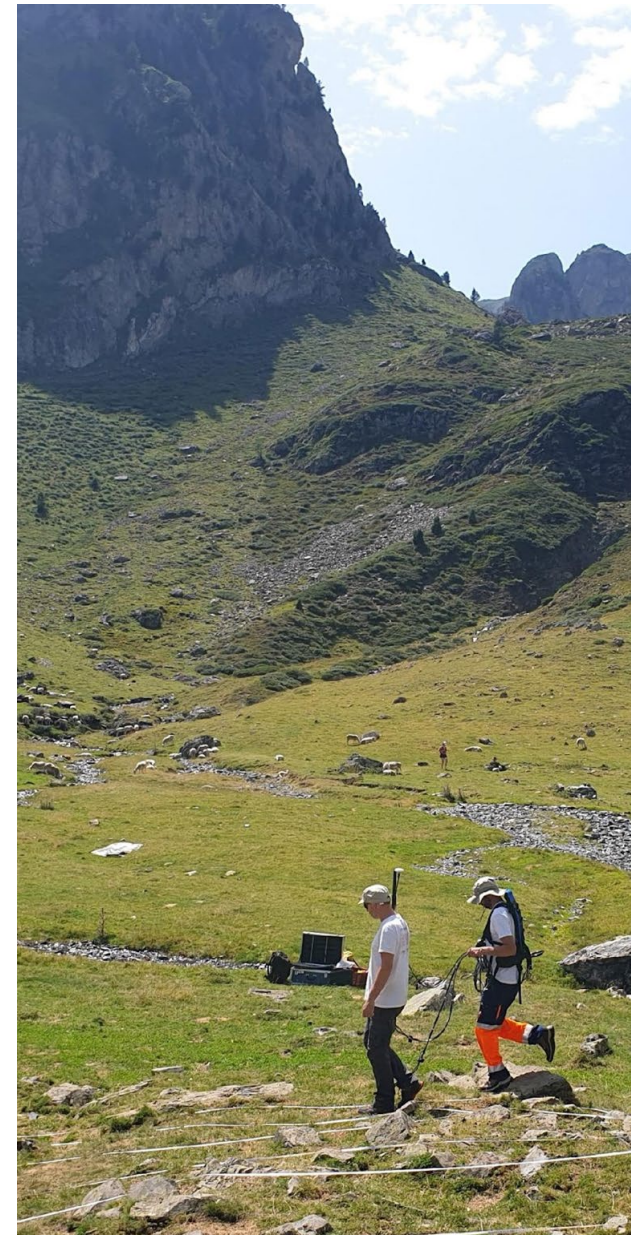
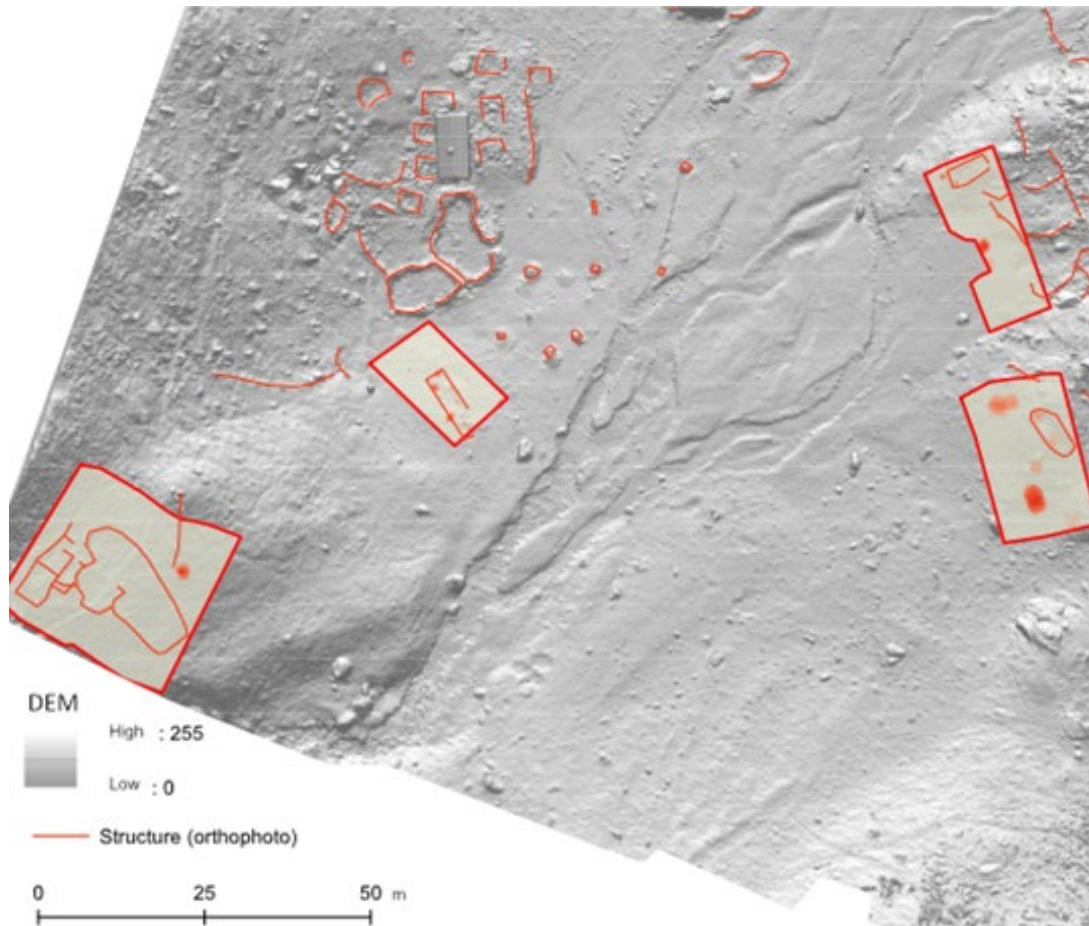
Travail à l'échelle de la structure

Géoradar et **magnétomètre** permettent d'obtenir une image de certaines infrastructures invisibles en surface (enceinte, cheminée, ...).



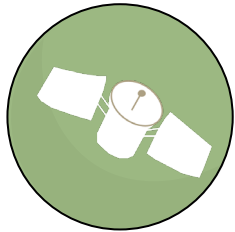


Géophysique





Equipements scientifiques



Satellite

Petite échelle de travail

Téledétection par **satellite** pour localiser les grands groupements pastoraux en bon état de conservation.



Drone

Travailler à l'échelle d'un pâturage

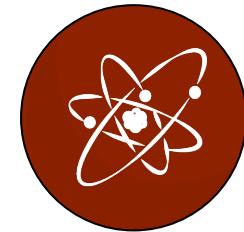
Photogrammétrie, **thermographie**, **images multispectrales** et **Lidar** peuvent être utilisés pour localiser les structures en pierre sèche et identifier certains détails architecturaux.



Géophysique

Travail à l'échelle de la structure

Géoradar et **magnétomètre** permettent d'obtenir une image de certaines infrastructures invisibles en surface (enceinte, cheminée, ...).



Chimie

Travailler au niveau moléculaire

L'**analyse chimique des sols** (XRF) permet d'identifier et de localiser des vestiges archéologiques invisibles en surface.



XRF

X-ray fluorescence spectromètre

Détection des aires de parcage du bétail



PERIODIC TABLE OF ELEMENTS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----|-----------|----|--------------|----|-----------|----|------------|----|-----------|----|-----------|----|------------|----|-----------|----|-------------|----|-------------|----|-----------|----|-------------|----|-----------|----|------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| 1 IA | | | | | | | | | | | | 18 VIIIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | H | | | | | | | | | | | He | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 1.0078 | | | | | | | | | | | | 2 4.0026 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | 2 IIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Li | 4 | Be | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 6.941 | | 4 9.0122 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | 3 IIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Na | 12 | Mg | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 22.990 | | 12 24.305 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | 3 IIB | | 3 IIIB | | | | | | 4 IVB | | 5 VB | | 6 VIB | | 7 VIIB | | 8 VIIIB | | 9 | | 10 | | 11 IB | | 12 IIB | | | | | | | | | |
| 19 | K | 20 | Ca | 21 | Sc | 22 | Ti | 23 | V | 24 | Cr | 25 | Mn | 26 | Fe | 27 | Co | 28 | Ni | 29 | Cu | 30 | Zn | 31 | Ga | 32 | Ge | 33 | As | 34 | Se | 35 | Br | 36 | Kr |
| 19 39.098 | | 20 40.078 | | 21 44.956 | | 22 47.867 | | 23 50.942 | | 24 51.996 | | 25 54.938 | | 26 55.845 | | 27 58.933 | | 28 58.693 | | 29 63.546 | | 30 65.38 | | 31 69.723 | | 32 72.64 | | 33 74.922 | | 34 76.96 | | 35 78.904 | | 36 83.80 | |
| 4 | | 5 IIB | | 3 IIIB | | 4 IVB | | 5 VB | | 6 VIB | | 7 VIIB | | 8 VIIIB | | 9 | | 10 | | 11 IB | | 12 IIB | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | Rb | 38 | Sr | 39 | Y | 40 | Zr | 41 | Nb | 42 | Mo | 43 | Tc | 44 | Ru | 45 | Rh | 46 | Pd | 47 | Ag | 48 | Cd | 49 | In | 50 | Sn | 51 | Sb | 52 | Te | 53 | I | 54 | Xe |
| 37 85.468 | | 38 87.62 | | 39 88.906 | | 40 91.224 | | 41 92.905 | | 42 95.94 | | 43 (98) | | 44 101.07 | | 45 102.91 | | 46 106.42 | | 47 107.87 | | 48 112.41 | | 49 114.82 | | 50 118.71 | | 51 121.76 | | 52 127.60 | | 53 126.90 | | 54 131.29 | |
| 5 | | 6 IIB | | 3 IIIB | | 4 IVB | | 5 VB | | 6 VIB | | 7 VIIB | | 8 VIIIB | | 9 | | 10 | | 11 IB | | 12 IIB | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | Cs | 56 | Ba | La-Lu | | 57 | Hf | 58 | Ta | 59 | W | 60 | Re | 61 | Os | 62 | Pt | 63 | Au | 64 | Hg | 65 | Tl | 66 | Pb | 67 | Bi | 68 | Po | 69 | At | 70 | Rn | | |
| 55 132.91 | | 56 137.33 | | 57-71 | | 72 178.49 | | 73 180.95 | | 74 183.84 | | 75 186.21 | | 76 190.23 | | 77 192.22 | | 78 195.08 | | 79 196.97 | | 80 200.59 | | 81 204.38 | | 82 207.2 | | 83 208.98 | | 84 (209) | | 85 (210) | | 86 (222) | |
| 6 | | 3 IIB | | 3 IIIB | | 4 IVB | | 5 VB | | 6 VIB | | 7 VIIB | | 8 VIIIB | | 9 | | 10 | | 11 IB | | 12 IIB | | | | | | | | | | | | | |
| 87 | Fr | 88 | Ra | Ac-Lr | | 89 | Rf | 90 | Db | 91 | Sg | 92 | Bh | 93 | Hs | 94 | Mt | 95 | Uu | 96 | Uu | 97 | Uu | 98 | Uu | 99 | Uu | 100 | Uu | 101 | Uu | 102 | Uu | 103 | Uu |
| 87 (223) | | 88 (226) | | 89-103 | | 104 (261) | | 105 (262) | | 106 (266) | | 107 (264) | | 108 (277) | | 109 (288) | | 110 (281) | | 111 (272) | | 112 (285) | | 113 (284) | | 114 (289) | | 115 (288) | | 116 (289) | | 117 (284) | | 118 (289) | |
| 7 | | 3 IIB | | 3 IIIB | | 4 IVB | | 5 VB | | 6 VIB | | 7 VIIB | | 8 VIIIB | | 9 | | 10 | | 11 IB | | 12 IIB | | | | | | | | | | | | | |
| Lanthanides | | Actinides | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 57 138.91 | | 58 140.12 | | 59 140.91 | | 60 144.24 | | 61 (145) | | 62 150.36 | | 63 151.96 | | 64 157.25 | | 65 162.50 | | 66 162.50 | | 67 164.93 | | 68 167.26 | | 69 168.93 | | 70 173.04 | | 71 174.97 | | | | | | | |
| Lanthane | | Cérium | | Praseodyme | | Néodyme | | Prométhium | | Samarium | | Europium | | Gadolinium | | Terbium | | Dysprosium | | Holmium | | Erbium | | Thulium | | Ytterbium | | Lutétium | | | | | | | |
| 89 (227) | | 90 232.04 | | 91 231.04 | | 92 238.03 | | 93 (237) | | 94 (244) | | 95 (243) | | 96 (247) | | 97 (247) | | 98 (251) | | 99 (252) | | 100 (257) | | 101 (258) | | 102 (259) | | 103 (262) | | | | | | | |
| Actinium | | Thorium | | Protactinium | | Uranium | | Neptunium | | Plutonium | | Américium | | Curium | | Berkélium | | Californium | | Einsteinium | | Fermium | | Mendelevium | | Nobelium | | Lawrencium | | | | | | | |

La masse atomique relative est donnée avec cinq chiffres significatifs. Pour les éléments qui n'ont pas de nucléides stables, la valeur entre parenthèses indique le nombre de masse de l'actinide de l'élément ayant la durée de vie la plus grande.

Toutes les lettres des trois éléments Th, Po et U qui ont une composition isotopique terrestre connue, une masse atomique est indiquée.



XRF

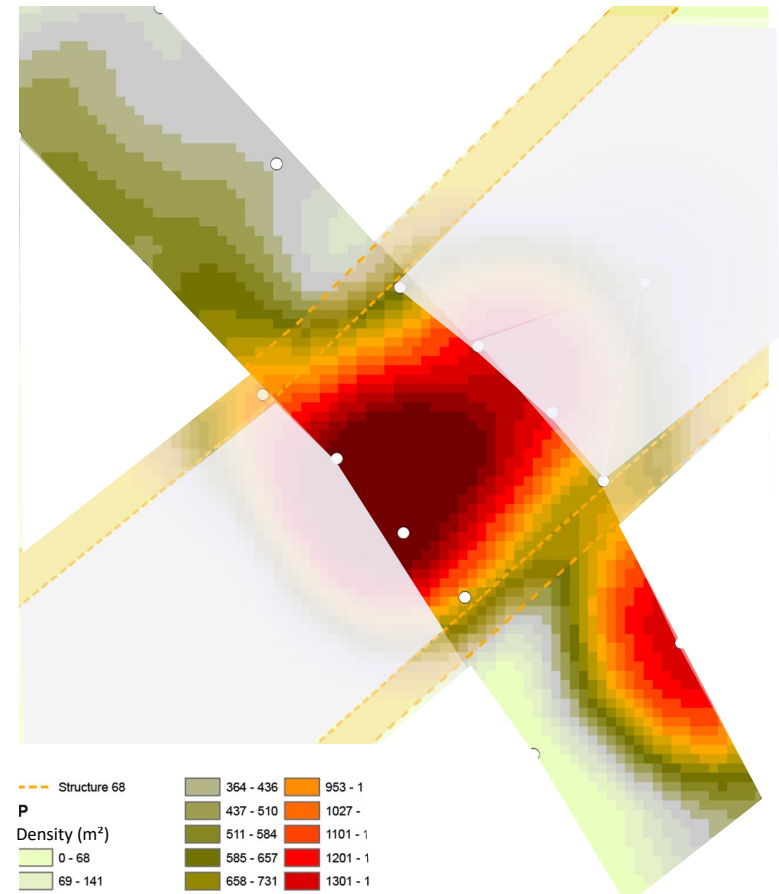
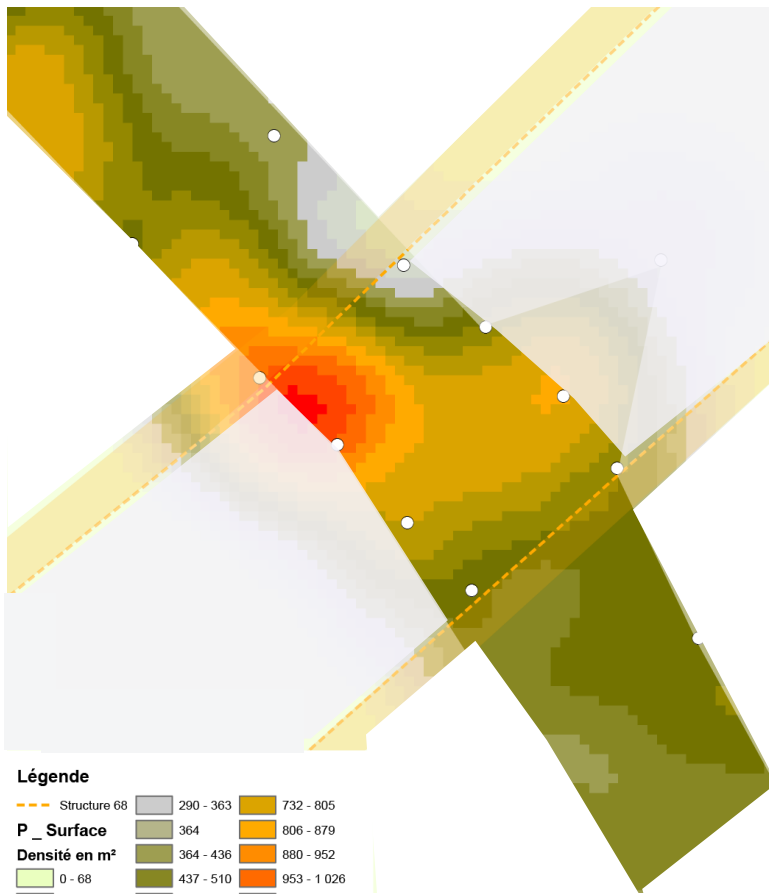
Enveitg



Couloir de traite médiéval

Surface

- 10 cm



Légende

| | | |
|---------------------------------|-----------|---------------|
| --- Structure 68 | 290 - 363 | 732 - 805 |
| P_Surface | 364 | 806 - 879 |
| Densité en m³ | 364 - 436 | 880 - 952 |
| 0 - 68 | 437 - 510 | 953 - 1 026 |
| 69 - 141 | 511 - 584 | 1 027 - 1 100 |
| 142 - 215 | 585 - 657 | 1 101 - 1 122 |
| 216 - 289 | 658 - 731 | |

0 1 2 Mètres

--- Structure 68

| | | |
|--------------------------------|-----------|-------------|
| P | 364 - 436 | 953 - 1 |
| Density (m³) | 437 - 510 | 1027 - |
| 0 - 68 | 511 - 584 | 1101 - 1 |
| 69 - 141 | 585 - 657 | 1201 - 1 |
| 142 - 215 | 658 - 731 | 1301 - 1 |
| 216 - 289 | 732 - 805 | 1401 - 1 |
| 290 - 363 | 806 - 879 | 1501 - 1600 |
| | 880 - 952 | 1601 - 1944 |

0 1 2 m

Calastrenc. C (Dir)

Ingénieure - CNRS - TRACES (UMR 5608)/FRAMESPA (-UMR 5136)

Archéologue, spécialisée dans les zones agropastorales et dans la détection de vestiges archéologiques à l'aide de méthodes non invasives.

Baleux. F

Ingénieur - CNRS - TRACES (UMR 5608)

Ingénieur en 3D, géomatique, télédétection. Il travaille sur la caractérisation de l'erreur de positionnement des données spatiales.

Rendu. C

Chercheuse - CNRS - FAMESPA (UMR 5136)

Archéologue et ethnologue, spécialiste de la transformation des systèmes d'estivage dans les montagnes du sud de l'Europe et des dynamiques sociales et paysagères des zones de haute et moyenne montagne.



Laurent. A

PhD

Travaille à l'intégration de la 3D dans toutes les phases de la recherche archéologique, du territoire à l'objet, de la prospection à la valorisation scientifique et vers le grand public.

Philippe. M

Assistante Ingénieure – CNRS - GEODE (UMR 5602)

Travaille à l'étude des dynamiques environnementales des milieux sentinelles par des approches en écologie et paléoécologie ainsi qu'en géochimie des sols.

Poirier. N

Chercheur - CNRS - TRACES (UMR 5608)

Archéologue médiéviste spécialisé dans la dynamique des peuplements et des territoires. Ses recherches portent sur le peuplement des villages médiévaux, abordé par une approche micro-historique et diachronique.

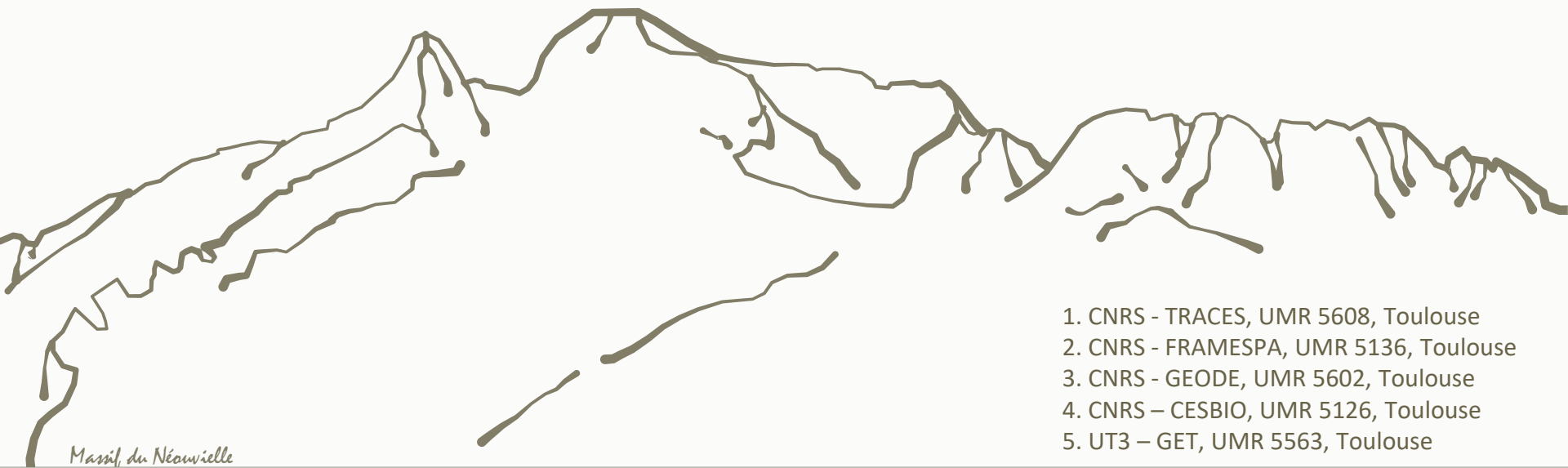


Inspecter les zones d'altitude

Développement d'une procédure multi-source pour la prospection archéologique des terrains d'altitude

Calastrenc Carine^{1,2}, Baleux François¹, Poirier Nicolas¹, Philippe Magali³, Rendu Christine²

Avec la collaboration de Marais-Sicre Claire⁴ et de Llubes Muriel⁵



1. CNRS - TRACES, UMR 5608, Toulouse
2. CNRS - FRAMESPA, UMR 5136, Toulouse
3. CNRS - GEODE, UMR 5602, Toulouse
4. CNRS - CESBIO, UMR 5126, Toulouse
5. UT3 - GET, UMR 5563, Toulouse

