Renforcement des extrêmes climatiques : Quels enseignements et perspectives pour les terrasses du site Causses et Cévennes inscrit au Patrimoine Mondial de l'Humanité ?

Mémoire de stage – Master 1 GÉOÏDES

Août 2021

Léa MANSION

Institut d'Urbanisme et de Géographie Alpine

Tuteur de stage : Dominique LYSZCZARZ

Entente Interdépartementale des Causses et des Cévennes

RÉSUMÉ

Les terrasses de culture cévenoles marquent l'adaptation historique des populations à la pente et aux conditions climatiques extrêmes (succession d'épisodes de sécheresse et chaleur intenses, et de pluies diluviennes). Les terrasses constituent un élément fort de l'identité du site Causses et Cévennes, inscrit au Patrimoine Mondial de l'Humanité (UNSECO). Cependant, leur durabilité est aujourd'hui menacée par des contextes climatiques ou anthropiques défavorables. Les situations de difficultés se multiplient pour les agriculteurs : une situation catalysée par des pratiques inadaptées (mortier, gestion non collective…), des phénomènes de dégradation des terrasses accélérés par l'intensification des épisodes pluvieux intenses… Dans ce contexte, l'Entente Interdépartementale des Causses et des Cévennes a une mission d'inventaire et de conservation des attributs du site. L'objectif de cette étude est de capitaliser des éléments de connaissance et de compréhension sur les systèmes de terrasses cévenoles, et formuler des préconisations de gestion. Des études antérieures apportent des éclaircissements, en particulier sur les hypothèses de départ : les systèmes de terrasses jouent un rôle finalement peu manifeste dans la gestion du risque inondation, tandis que les ensembles abandonnés renforcent ce risque. Les acquis historiques s'oublient, et ce stage est aussi l'occasion de revenir à la compréhension des usages passés, que l'on peut considérer comme une source d'inspiration. Il est important d'avoir une vision « système » des terrasses : les réseaux de gestion des eaux et des sédiments sont indissociables des terrasses. Ils garantissent la pérennité de ces dernières par l'irrigation (en particulier en période de sécheresse) et le drainage des eaux (lors d'épisodes pluvieux intenses). L'intérêt du LiDAR (modèle topographique) pour l'inventaire est confirmé durant cette étude : il révèle à la fois l'important niveau d'aménagement des versants et l'effacement imminent des terrasses. Les entretiens avec les agriculteurs effectués durant ce stage insistent sur l'importance d'une meilleure gestion des réseaux d'exutoires, afin de limiter l'érosion par ruissellement. Il s'agit finalement d'un double défi pour l'Entente et les acteurs du territoire : protéger les valeurs patrimoniales des ensembles de terrasses et favoriser le développement des activités qui y sont liées.

REMERCIEMENTS

Je souhaite humblement remercier chacune des personnes ayant participé à la réalisation et au bon déroulement de ce stage. Il est une source d'inspiration pour de futurs projets professionnels et personnels.

Un grand merci à mon tuteur de stage Dominique Lyszczarz (Chargé de mission Observatoire et Cartographie, Entente Interdépartementale des Causses et des Cévennes), pour l'aide et le soutien actif qu'il m'a apporté.

Je remercie également Pierre-Alain Ayral (Enseignant Chercheur, École des Mines d'Alès), pour l'implication qu'il a entretenu tout au long du stage.

Merci à Sophie Pantel (Présidente, EICC) d'avoir permis mon intégration dans l'établissement.

Je remercie la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement pour le financement et l'Université Grenoble Alpes pour l'encadrement de ce stage.

Merci à Bruno Wilhelm (Maître de conférences, Institut des Géosciences de l'Environnement), pour ses conseils dans son double rôle de professeur tuteur et jury de soutenance. Je remercie aussi Philippe Schoeneich (Professeur des universités, laboratoire PACTE) pour sa bienveillance en tant que membre examinateur du jury, lors de la soutenance de stage, dans le cadre du Master mention GAED Géographie Aménagement Environnement Développement, parcours GÉOÏDES Géographie Information Interface Durabilités Environnements.

Mes remerciements vont aussi à chaque membre du comité de pilotage de leur intérêt pour la thématique et les échanges qui ont pu alimenter la réflexion autour des paysages cévenols. Je remercie en particulier Joël Gauthier (maire de Val d'Aigoual) et Richard Fesquet (président de l'Association de Défense de l'Oignon doux des Cévennes) qui ont imaginé et encouragé la réalisation de ce stage.

Je remercie sincèrement l'ensemble des agriculteurs du hameau Taleyrac (Val d'Aigoual) pour leurs témoignages enrichissants, sensibles et vivants.

Je remercie chaleureusement l'ensemble de l'équipe, Morgane Costes-Marre (Directrice et Chargée du patrimoine, EICC), Alain Argilier (Chargé du Tourisme et de la Communication, EICC), Marjory Chausse (Apprentie, Chargée d'enquête Agropastoralisme, EICC), Léa Coint (Stagiaire, EICC), Léna Exposto (Chargée de mission Événementiel Anniversaire, EICC), Amandine Priac (Chargée de mission Agropastoralisme, EICC) et Anne-Claire-Turpin (Chargée d'accueil, Secrétariat général et Comptabilité, EICC) pour les instants de convivialité et les partages autour de nos travaux respectifs.

TABLE DES MATIERES

1. Introduction 6
1.1. Contexte du stage 6
1.2. Objectifs de l'étude 7
2. Les systèmes de terrasses cévenols 9
2.1. Les Cévennes, terres de contraintes 9
2.2. Site d'étude 10
2.3. Les systèmes de terrasses comme adaptation efficace aux contraintes locales 12
2.3.1. Généralités 12
2.3.2. Les terrasses dans la gestion des flux 15
2.3.3. Les composantes des systèmes de terrasses 18
2.4. Une multiplicité de facteurs vers la dégradation des terrasses 22
3. Tractoires des systèmes de terrasses abandonnés 25
3.1. Le bassin-versant du Roumégous comme zone d'étude 25
3.2. Inventaire et typologie des terrasses 25
3.3. La dégradation des systèmes de terrasses abandonnés… 28
3.4. …un enjeu pour les cours d'eau cévenols ? 29
3.5. Vers la réhabilitation des terrasses pour l'activité agricole… 30
3.6. …ou l'accompagnement des terrasses dans leur effacement 32
4. Trajectoires des systèmes de terrasses cultivés 33
4.1. Le bassin-versant de Reynus comme zone d'étude 33
4.2. Inventaire des terrasses 33
4.3. La dégradation des systèmes de terrasses cultivés… 34
4.4. …un enjeu pour l'activité agricole 35
4.5. Vers l'aménagement de réseaux de drainage des eaux… 37
5. Un autre avenir pour les terrasses du site Causses et Cévennes 40
5.1. Comprendre et connaître les terrasses cévenoles… 40
5.2. …pour une gestion adaptée du patrimoine… 42
5.3. …par l'implication des acteurs locaux… 44
5.4. …pour les préservation et valorisation de la Valeur Universelle Exceptionnelle 44
6. Conclusion 45
Bibliographie 46
Annexes 50

LISTE DES FIGURES

Figure 1. [1] Mur en pierre sèche soutenant les berges (Mas Lautal, Les Plantiers). [2] Fond de vallée terrassé labouré en prévision de la plantation d'oignons doux des Cévennes (AOP) (Taleyrac, Val d'Aigoual). Date : 2021.04.08. [3] Versant terrassé en cours de colonisation (Tourgueille, Saint-André-de-Valborgne). Date : 2021.05.17. [4] Seuil, prise d'eau et béal de la Peyre (Saint-André-de-Valborgne). Date : 2021.06.22. 6

Figure 2. Panorama sur les Cévennes depuis le Col de l'Asclier (Notre-Dame-de-la-Rouvière), azimut 40°. Date : 2021.05.17. 9

Figure 3. Diagramme ombrothermique de Valleraugue (bassin-versant de l'Hérault), classée Cfb selon Köppen et Geiger. Données 1982-2012. Source : Climate-Data, 2021.....10

Figure 4. « Débits journaliers en m³/s de l'Hérault à Valleraugue ». QMM: écoulement mensuel mesuré (en mm) ; Qjm : débit journalier moyen (en m³/s). Source : Eau France, 2021.....10

Figure 5. Localisation des zones d'étude. 11

Figure 6. « Sequence of hillside terrace construction as revealed by stratigraphy and soil descriptions, demonstrating loss of original topsoil and most subsoil prior to terrace construction, and suggesting that terracing was undertaken partially to reduce the number of stones in the upper rooting zone ». Source : Ferro-Vázquez et al. 2017. 12

Figure 7. « Coupe d'un mur de soutènement en pierre sèche ». Source : ABPS, 2005. 13

Figure 8. « The classic terrace and lynchet classification, adapted from Grove and Rackham (2001), and modified by Krahtopooulou and Fredrick (2008) with lynchets from Wood (1961). The unwalled type includes, but is not restricted to, lynchets but there is some confusion over the use of this term ». Source : Brown et al. 2021. 14

Figure 9. Gestion de l'eau en paysage de terrasses ». Source : PNR des Monts d'Ardèche, 2005.....16

Figure 10. « Conceptual sketch of water flow pathways in the terrace bench. The different colours indicate different processes, and the values in parentheses give approximated rates ». Source : Preti et al. 2018. 17

Figure 11. « Relative Path Impact Index (RPII) maps computed for current conditions (original) and for three drainage scenarios (Networks I–III) for zones A–C, respectively. For each combination, summed positive RPII values are displayed along with the relative change in respect to the original state in percentage ». Source : Pijl et al. 2019. 18

Figure 12. « Aigadièr ou coprado sur un chemin ». Source : Travier et Pelen, 1984. 19

Figure 13. « Paissièra et béal ». Source : Travier et Pelen, 1984..... 20

Figure 14. Tancat sur le ruisseau du Mas Lautal (Les Plantiers). Date : 2021.05.17..... 20

Figure 15. Coupe longitudinale d'un tancat : retenue des sédiments grossiers (galets, blocs) à fins (limons) en amont du mur en pierre sèche et circulation des écoulements (i) par submersion de l'ouvrage (en bleu) ou (ii) par circulation dans les interstices de la retenue, puis exfiltration par l'ouvrage (en vert). 21

Figure 16. « Clayonnage de protection des rives ». Source : Travier et Pelen, 1984..... 21

Figure 17. Types d'effondrement de terrasses sur berges (Saint-André-de-Valborgne) : [1] effondrement du mur provoquant un déblai circulaire de terre ; [2] glissement de terrain découvrant la structure géologique sous-jacente. Date : 2021.06.09. 22

Figure 18. Processus généraux de dégradation communs aux différents types de terrasses. Les flèches symbolisent le lien de cause à effet qu'il peut exister entre les phénomènes. Il est remarquable que les échelles spatiale et temporelle dans lesquelles s'inscrivent les phénomènes se resserrent depuis le début de la chaîne vers les conséquences finales. Réalisation : Mansion, 2021 23

Figure 19. Inventaire cartographique des terrasses du bassin-versant du Roumégous en 2021 (Saint-André-de-Valborgne).....25

Figure 20. Traitements visuels de la pente (dérivée du MNT) et profil topographique d'une zone terrassée de Tourgueille (St-André-de-Valborgne). 26

Figure 21. Surface terrassée en fonction de l'exposition, bassin-versant du Roumégous (Saint-André-de-Valborgne). (Surface en m²). 27

Figure 22. Ensemble de terrasses abandonnées déstructuré et végétalisé (Saint-André-de-Valborgne). Date : 2021.04.08..... 29

Figure 23. Glissement de terrain sur un versant de terrasses abandonnées survenu à l'occasion de l'épisode météorologique méditerranéen du 2020.09.19 (Tourgueille, Saint-André-de-Valborgne. Date : 2021.04.08..... 30

Figure 24. Inventaire cartographique des terrasses du bassin-versant de Reynus en 2021 (Val d'Aigoual). 33

Figure 25. Élargissement du lit de l'aiguière et destruction des terrasses en bordure, mobilisation d'une part des terres submergées, en particulier à la confluence entre l'aiguière et le valat principal, dus à l'épisode météorologique méditerranéen du 2020.09.19 (Val d'Aigoual. Date : 2021.08.04. 34

Figure 26. Exemple de conséquences des ravinements sur un mur en pierres bétonné, à la suite de l'épisode météorologique méditerranéen du 2021.09.19 : [1] décaissement d'une épaisseur de terres à l'aval du mur et [2] à l'amont (Mandagout). Date : 2021.04.28.....35

1. Introduction

1.1. Contexte du stage

La Convention du patrimoine mondial de l'UNESCO (UNESCO, 1973) décrit les « paysages culturels » comme des « œuvres conjuguées de l'homme et de la nature ». Le site Causses et Cévennes (Annexe 1), connu pour ses « paysages culturels de l'agropastoralisme méditerranéen », présente une variété d'ouvrages reflétant un mode de vie des populations adapté à la fois à leurs nécessités et à leurs environnements. La culture sur terrasse a ainsi façonné les paysages des Cévennes. Elle est encore pratiquée, mais une grande majorité des parcelles en terrasses sont aujourd'hui abandonnés ou en voie de l'être. De plus, l'action érosive de l'eau lors des épisodes de précipitations intenses dégrade les aménagements. Ainsi, le devenir des terrasses face à l'abandon et au renforcement des extrêmes climatiques est incertain.

La nécessité pour les populations locales de créer des sols plats sur les versants en pente pour pouvoir les cultiver a animé l'édification d'ensembles de terrasses considérables (Travier et Pelen, 1984). Ces aménagements sont associés à des réseaux complexes de gestion des eaux et des sédiments (particules de sols de différents volumes), et

Figure 1. [1] Mur en pierre sèche soutenant les berges (Mas Lautal, Les Plantiers). [2] Fond de vallée terrassé labouré en prévision de la plantation d'oignons doux des Cévennes (AOP) (Taleyrac, Val d'Aigoual). Date : 2021.04.08. [3] Versant terrassé en cours de colonisation (Tourgueille, Saint-André-de-Valborgne). Date : 2021.05.17. [4] Seuil, prise d'eau et béal de la Peyre (Saint-André-de-Valborgne). Date : 2021.06.22.

indissociables des terrasses elles-mêmes (Figure 1). Ces systèmes reflètent ainsi une lutte constante contre la gravité : l'irrigation et le drainage des eaux, la rétention des terres contre l'érosion et l'effondrement des murs.

Les systèmes de terrasses reflètent l'adaptation des populations aux extrêmes climatiques. L'alimentation en eau et la rétention d'humidité dans les sols durant les épisodes de chaleur extrême est rendue possible par la capacité des terres soutenues à constituer des stocks d'eau (Mesfin *et al.* 2019), et par l'installation de systèmes d'irrigation. Durant les épisodes pluvieux intenses, l'abondance des ruissellements est canalisée dans des systèmes de collecte, et la montée en crue des cours d'eau est quelque peu temporisée par le ralentissement des écoulements dans les terres nivelées (Preti *et al.* 2018). La fonction de régulation des écoulements garantie par les systèmes de terrasses permet ainsi aux populations de conserver une quantité d'eau suffisante et non excessive durant toute l'année.

Dans leur adaptation aux extrêmes climatiques, les systèmes de terrasses restent vulnérables. L'intensité des épisodes de pluie et les crues éclair des cours d'eau des Cévennes gardoises précipitent la dégradation des terrasses (Martin, 2006). Des effondrements additionnels, emportant les murs et les surfaces de terres auparavant retenues ont de multiples répercussions.

Les conséquences sont directes pour les activités humaines et l'environnement naturel. Les cultivateurs en particulier sont durablement touchés par ces épisodes : les terrasses sont garantes de la culture de l'AOP oignon doux des Cévennes (ADOC, 2017), et les fréquents dégâts menacent la filière. D'autres surfaces terrassées se dégradent, menacées à la fois par l'abandon et leur vulnérabilité à l'érosion, mais fragilisent aussi les versants qu'elles recouvrent. Les terrasses cévenoles subissent ainsi d'importantes mutations qui tendent vers l'effacement des paysages qu'elles constituent.

Le changement climatique tend à renforcer l'intensité et la fréquence des extrêmes climatiques (GREC-SUD, 2020), intensifie les dégradations des terrasses et accélère leur effacement. A moyen terme, les dégâts seront irréversibles et ces attributs du paysage culturel seront perdus pour l'humanité. Les crues consécutives du 12 juin et du 19 septembre 2020 sur les Cévennes gardoises ont déclenché une réflexion approfondie sur les terrasses, attribut patrimonial particulièrement impacté. Elle se concrétise aujourd'hui par ce stage.

1.2. Objectifs de l'étude

Les crues de 2020 sur les cours d'eau des Cévennes gardoises ont réveillé l'hypothèse du rôle des terrassements dans la gestion des risques hydro-géomorphologiques : inondation, glissement de terrain, torrentialité, dans la perspective d'une gestion combinée des terrasses et des risques. La réhabilitation des terrasses du site à la suite des dégâts de la dernière crue, leur entretien sur le long terme, la reconquête d'espaces abandonnés, mais aussi l'accompagnement de terrasses dans leur disparition constituent les enjeux majeurs de cette étude.
Les objectifs sont triples, l'étude s'articule ainsi en trois grands axes.

Tout d'abord, l'Entente a un besoin de comprendre les systèmes de terrasses cévenoles et les ouvrages associés, afin d'adapter au mieux leur gestion. La première étape d'état de la littérature s'emploie à répondre à l'hypothèse de départ, et constituer un socle de

connaissances par un diagnostic systémique intégrant les domaines hydrologique, géomorphologique, et climatique en particulier, associés aux aspects écologique, patrimonial et paysager, socio-économique et réglementaire.

La mission de connaître les attributs du bien appelle à la question technique de l'inventaire. L'abondance des terrasses comblant le territoire nécessite la recherche de méthodes de cartographie efficaces sur Systèmes d'Information Géographiques (SIG). Une opportunité du stage est d'évaluer la pertinence des relevés LiDAR pour la cartographie des terrasses du bassin versant du Roumégous (Saint-André-de-Valborgne, Gard). L'inventaire cartographique est un moyen à la fois (i) de visualiser les différentes formes de terrasses en effectuant une typologie basée sur la morphologie, et (ii) de rendre compte du niveau d'aménagement des versants, afin d'alimenter la réflexion autour des terrasses abandonnées.

Les témoignages des agriculteurs du bassin-versant de Reynus (Val d'Aigoual) à la suite de l'épisode météorologique méditerranéen du 19 septembre 2020 apportent des éléments de diagnostic et de réflexion concrets, indispensables à la compréhension des dynamiques et des enjeux de ces territoires. Ces témoignages permettent de mieux percevoir les faiblesses qui rendent les terrasses vulnérables et les potentiels leviers en matière de gestion, appliqués aux vallées du Gardon de Saint-Jean et de l'Hérault (amont). Une approche qualitative est privilégiée.

Cette étude vise à offrir aux acteurs du territoire quelques éléments d'éclaircissement sur les systèmes de terrasses cévenols : la compréhension des systèmes de terrasses, les services écosystémiques, l'état d'abandon, les modes d'exploitation actuels et les retours d'expérience sur les dégâts des crues. Ces connaissances alimentent la définition de préconisations, de pistes d'actions, afin de légitimer et prioriser les actions de restauration, de préservation et de promotion des terrasses.

2. Les systèmes de terrasses cévenols

2.1. Les Cévennes, terres de contraintes

L'importance des écoulements hydrologiques et des transports sédimentaires qu'ils occasionnent, la gestion de ces flux sur les systèmes de terrasses, la prédisposition des torrents cévenols à l'étiage et aux crues éclair, ainsi que le renforcement des extrêmes climatiques projeté pour les années à venir justifient d'aborder cette étude des terrasses cévenoles par les prismes de l'hydrologie et de la géomorphologie.

Panorama sur les Cévennes gardoises

Les réseaux hydrographiques creusent sur le substrat de schistes une succession de *serres* (crêtes) aiguisées et de *valats* (petite vallée) encaissés (Figure 2). L'altitude varie entre 250 et 1000 mètres, la pente avoisinant les 25% en moyenne. Cette formation géomorphologique implique un fort effet de versant : les formations végétales et les caractéristiques des sols varient, tout comme les aménagements et activités humaines qui s'y adaptent (Borjon *et al.* 2011).

Figure 2. Panorama sur les Cévennes depuis le Col de l'Asclier (Notre-Dame-de-la-Rouvière), azimut 40°. Date : 2021.05.17.

Le caractère torrentiel des cours d'eau

Le caractère torrentiel des cours d'eau cévenols s'exprime par l'irrégularité des débits sur des échelles de temps très courtes, et l'importance du transport solide (terres et blocs), en particulier en cas de crue. Outre les caractéristiques climatiques qui seront explicitées par la suite, les particularités géomorphologiques des Cévennes participent à ces phénomènes : la forte représentativité des parois abruptes ou des sols peu épais, associés à la topographie encaissée, permet une forte proportion d'écoulements gravitaires et une vitesse des écoulements accrue (Martin *et al.* 2008).

Les extrêmes climatiques…

La région Cévenole bénéficie des influences climatiques océanique et méditerranéenne. Le climat tempéré chaud et humide y est caractérisé par une absence de saison sèche et un été tempéré (Figure 3).

Le massif connaît dans l'année une période d'étiage qui s'étend du mois de juillet à la mi-septembre (Eau France, 2021). Les débits des cours d'eau sont au plus bas, et les versants, qui ont retenu peu d'humidité, doivent pour la culture être largement irrigués.

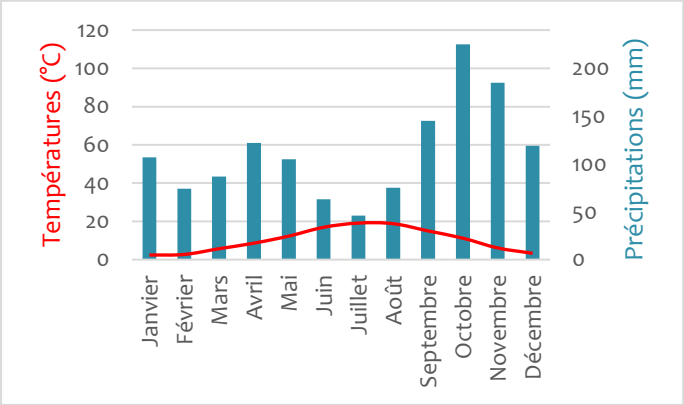


Figure 3. Diagramme ombrothermique de Valleraugue (bassin-versant de l'Hérault), classée Cfb selon Köppen et Geiger. Données 1982-2012. Source : Climate-Data, 2021.

Les épisodes météorologiques méditerranéens sont caractéristiques de la saison automnale en Cévennes. Ces épisodes sont marqués par une forte activité convective, alimentée par la vapeur chaude des eaux méditerranéennes. Ils engendrent des vents violents, d'innombrables foudroiements et des pluies intenses (Boudevillain *et al.* 2009).

Durant l'année 2020, deux épisodes méditerranéens se succèdent : le 12 juin et le 19 septembre 2020. Vingt-six communes ont fait l'objet d'un décret portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle (Ministère de l'Intérieur, 2020). L'hydrogramme de crue ci-contre (Figure 4) permet la traduction des cumuls de pluie en débits, à la station de Valleraugue sur l'Hérault, durant l'année 2020 : les deux crues éclair se distinguent. Le maximal des cumuls de pluie totaux pendant l'événement s'élèvent à 520 mm sur la commune de Mandagout.

La durée de retour d'un tel événement météorologique est de 50 ans. Les conséquences sur les communes touchées sont essentiellement dues aux crues éclair des cours d'eau du Gard et de l'Hérault, depuis leurs plus lointains affluents.

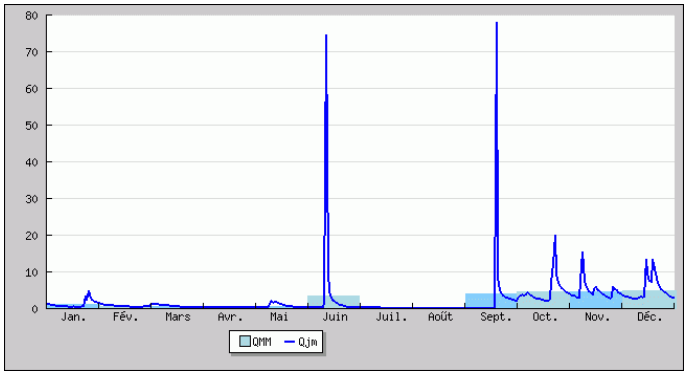


Figure 4. « Débits journaliers en m³/s de l'Hérault à Valleraugue ». QMM: écoulement mensuel mesuré (en mm) ; Qjm : débit journalier moyen (en m³/s). Source : Eau France, 2021.

… qui s'intensifient

Selon Météo France (2021), le changement climatique se traduit en région méditerranéenne notamment par l'augmentation des températures et la diminution des précipitations moyennes annuelles, mais aussi une augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes pluvieux.

2.2. Site d'étude

L'étude fixe son intérêt sur les terrasses de culture des basses Cévennes du territoire inscrit (Annexe 1). Le choix des différentes zones d'étude renvoi aux différents aspects de la problématique.

Deux bassins versants sont choisis comme zones d'études générales. Ils permettent de proposer une vision globale des processus à l'œuvre, depuis la généralisation des observations effectuées sur les bassins versants pilotes. Dans leur périmètre, deux bassins

versants d'études précises sont délimités. Ils sont quant à eux l'objet à la fois d'un inventaire exhaustif des terrasses et de la constitution d'une typologie des terrasses. La grande échelle de ces bassins-versants permet d'être en mesure d'élaborer des diagnostics sur l'état des zones terrassées.

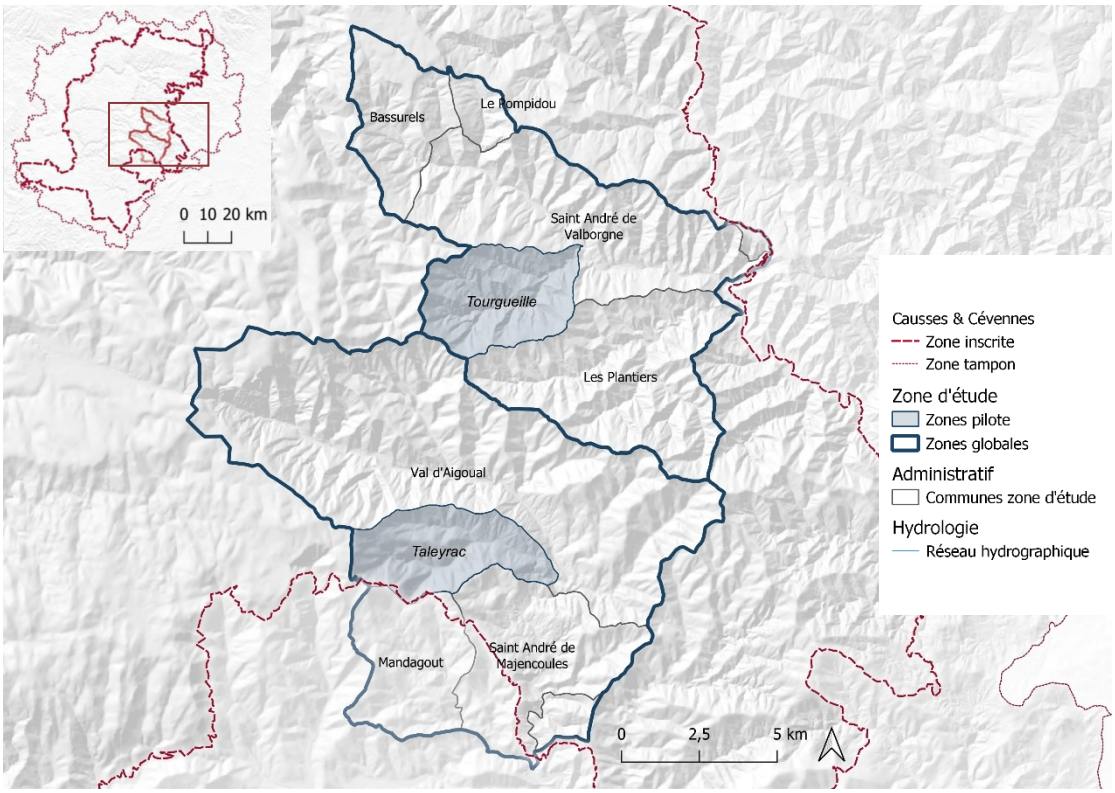


Figure 5. Localisation des zones d'étude.

Zones d'études globales

Afin de pouvoir généraliser les observations, la zone d'étude globale doit présenter des caractéristiques relativement homogènes.

Tout d'abord, la densité et la variété des terrasses des Cévennes est exceptionnelle, et mérite une attention particulière.

L'objet d'étude fixe la problématique sur l'impact des extrêmes climatiques sur les systèmes de terrasses. La délimitation a donc été effectuée tout d'abord sous le prisme de l'épisode météorologique méditerranéen du 19 septembre 2020 : les communes ayant reçu les plus importants cumuls de précipitations sont privilégiées (Annexe 2).

La délimitation des bassins-versants topographiques est par ailleurs respectée.

L'état de l'art ayant abordé l'importance de la topographie et de la géologie sur les écoulements, la région des basses Cévennes n'est pas dépassée, et la nature de la roche est globalement homogène sur le site d'étude (Annexe 3).

La zone d'études globales est constituée des deux bassins-versants suivants (Figure 5) :

- Le bassin-versant du Gardon de Saint-Jean et son affluent rive droite le ruisseau de Borgne, sur les communes notamment de Saint-André-de-Valborgne et Les Plantiers, l'exutoire se situe à Saint-André-de-Valborgne ;
- Le bassin-versant de l'Hérault et son affluent l'Arre avec l'exutoire à leur confluence, sur les communes notamment de Val d'Aigoual, Saint-André-de-Majencoules et Mandagout.

Zones pilote

Les deux bassins versants « pilotes », qui accueillent les hameaux de Taleyrac et de Tourgueille, sont quant à eux choisis pour la variété des enjeux qu'ils proposent. L'étude s'ancre sur ces deux territoires, et seront présentés par la suite.

2.3. Les systèmes de terrasses comme adaptation efficace aux contraintes locales

2.3.1. Généralités

Les terrasses sont des réservoirs de terre nivelée, les « planches », maintenus en aval au moyen d'un mur, les « soutènements » (D'Hombres et Charvet, 1881). La pierre sèche est la méthode de maçonnerie traditionnellement utilisée, disposant les blocs sans liant. Les terrasses sont édifiées sur les pentes en soulignant des courbes de niveau, pour l'agriculture et parfois le pastoralisme.

Les terrasses sont associées à des réseaux complexes et minutieux de gestion des mouvements gravitaires hydrauliques et géomorphologiques. Ces réseaux d'irrigation et de drainage des eaux sont indispensables à la préservation des terrasses et des cultures à la fois en cas de crue et en période d'étiage, et sont systématiquement associés aux terrasses.

Afin de considérer les terrasses comme des ensembles solidaires de terrassements et de réseaux gravitaires, ces ensembles sont dénommés dans la présente étude des « systèmes de terrasses ».

Construction des soutènements

La construction des murs en pierre sèche nécessite le respect d'un certain nombre de règles qui confèrent aux murs solidité et durabilité (Villemus, 2003).

L'édification de terrasses sur un terrain en friche se déroule en plusieurs étapes, et diffère en fonction de la nature du terrain.

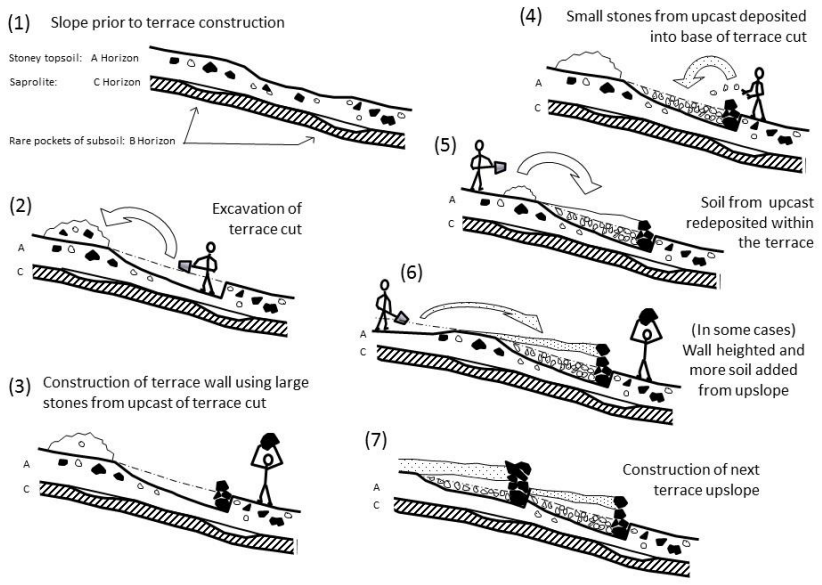


Figure 6. « Sequence of hillside terrace construction as revealed by stratigraphy and soil descriptions, demonstrating loss of original topsoil and most subsoil prior to terrace construction, and suggesting that terracing was undertaken partially to reduce the number of stones in the upper rooting zone ». Source : Ferro-Vázquez et al. *2017.*

Dans la majorité des cas, l'édification de terrasses commence par le déblaiement de terre sur la longueur du futur mur de soutènement (Figure 6) (Ferro-Vázquez *et al.* 2017). Le mur en pierre sèche est édifié dans la partie décaissée, à partir des blocs grossiers issus de l'épierrement du

sol ou apportés de l'extérieur. L'amont du mur est finalement comblé par des matériaux d'épaisseur moyenne, et par les sols.

La structure du mur elle-même diffère en fonction de la roche utilisée, la hauteur de terres soutenue, de l'éloignement au substrat rocheux, de la proximité au cours d'eau… globalement, un mur en pierre sèche est édifié afin de respecter le schéma suivant (Figure 7).

Les terrasses sont parfois établies sur des terrains dont l'épaisseur de sol est insuffisante. Alors, plus que le remaniement local de terre, celle-ci est « acquise » par des apports extérieurs de différentes nature : limons récupérés dans les lits des cours d'eau, engrais et autres fertilisants d'origine animale ou végétale, apports de terre… La terre devient l'héritage de générations d'agriculteurs (Blanchemanche, 1990). Parfois même sont

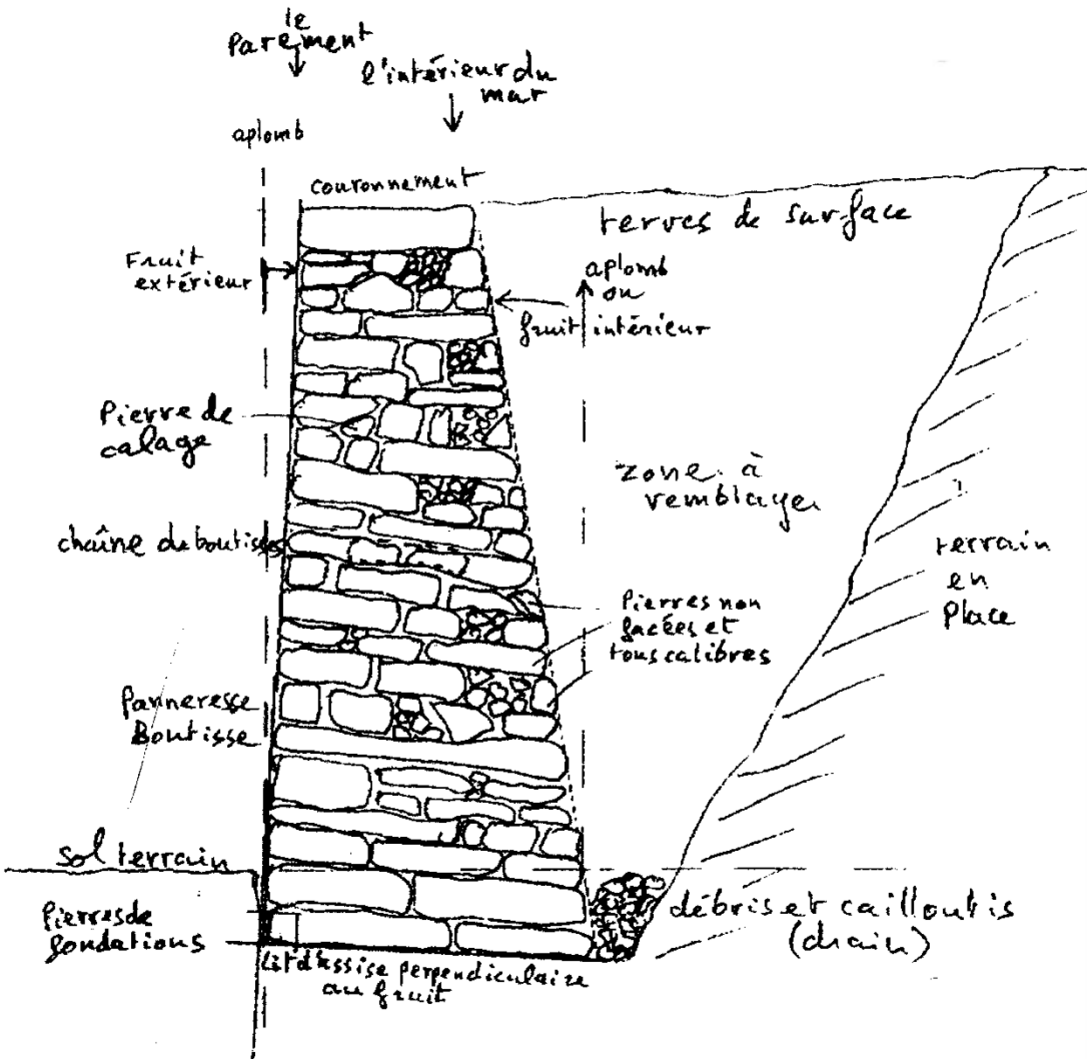


Figure 7. « Coupe d'un mur de soutènement en pierre sèche ». Source : ABPS, 2005.

colonisés pour l'agriculture les terrains de roches affleurantes : la création de sol est alors complètement artificielle (De Genssane, 1776).

Adaptation de la morphologie des terrasses à leur vocation

Les espèces cultivées sont variées, compartimentées dans les surfaces de production suivantes : terres labourables, prés et forêts. Les terres de culture à vocation vivrière sont ainsi à distinguer des terrasses de châtaigneraies et des prairies.

Les surfaces de cultures céréalières ou maraîchères doivent être parfaitement horizontales, afin que le rôle des terrassements soit pleinement tenu (Figure 8, Planform : « contour » ; profile : « fill »). La hauteur des murs de soutènement et leur proximité y est maximale. Après la récolte des céréales, il est fréquent que le petit élevage de complément, composé de quelques individus ovins et caprins soit placé sur les cultures en terrasses afin de consommer le foin (Aubert, 2010). Aujourd'hui, la culture d'oignon doux des Cévennes (AOP) valorise les paysages de terrasses.

Les terrasses en châtaigneraie sont légèrement inclinées dans le sens de la pente (Figure 8, Planform : « pocket », « box » ; profile : « aggradation »). Elles permettent (i) au sol drainé de préserver une certaine sécheresse nécessaire à la culture du châtaignier, (ii) de faciliter la circulation entre les terrasses lors de la collecte des fruits. Elles se situent parfois sur les *serres* ou aux alentours des *mas* (hameaux) mais la majorité est implantée sur les pentes abruptes.

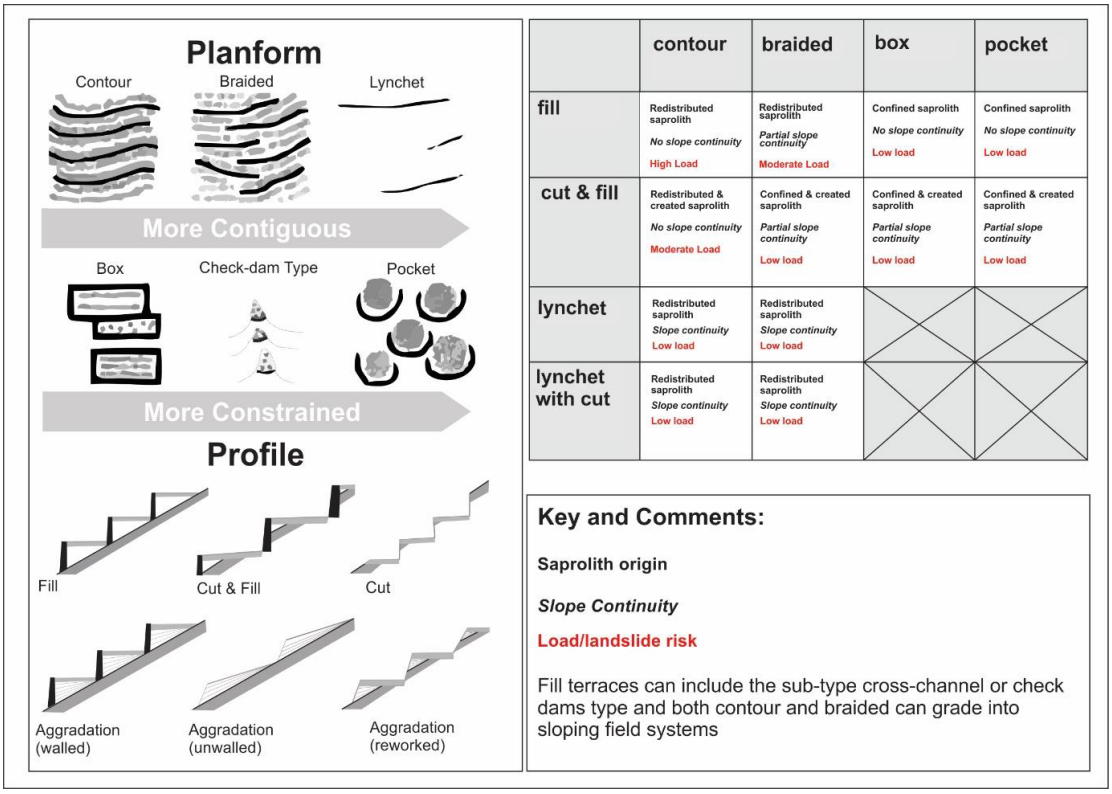


Figure 8. « The classic terrace and lynchet classification, adapted from Grove and Rackham (2001), and modified by Krahtopooulou and Fredrick (2008) with lynchets from Wood (1961). The unwalled type includes, but is not restricted to, lynchets but there is some confusion over the use of this term ». Source : Brown et al. 2021.

En fond de vallée, les cours d'eau sont souvent bordés de terrains à la topographie relativement plane et horizontale. Les murettes de petites dimensions, disposées de manière éparse dans la prairie doublent le rôle des graminées de retenir la terre (Figure 8, Planform : « lynchet » ; profile : « aggradation »). Elles sont ainsi les seules surfaces qui ne nécessitent pas obligatoirement de terrassements (Aubert, 2010). Leur usage est

principalement la prairie de fauche, sur laquelle les éleveurs laissent pâturer les troupeaux de façon extensive et prélèvent le foin (Travier et Pelen, 1984). Ces surfaces sont directement alimentées en eau par la nappe alluviale et sont bordées par des murs en pierre sèche à la manière de digues.

Paysage évolutif et vivant

Les premières terrasses ont été édifiées à l'époque protohistorique, il y a près de trois millénaires. Au cours de l'histoire, différentes populations, avec leurs types de cultures, leurs pratiques et leur évolution propre, se sont succédé (Marcelin, 1964).

La révolution néolithique marque le début de l'édification de terrasses, avec l'explosion de la culture des blés (Marcelin, 1964). L'époque du Saint Empire Romain d'Occident autour des III et Ve siècles et les cultures de la vigne et de l'olivier engendrent de nouveau la construction de terrasses. Sur une même exploitation, ces cultures nobles sont complétées notamment du seigle et du rave, pour l'alimentation humaine et des animaux d'élevage.

Les aménagements systématiques des versants commencent véritablement au XVIe siècle, avec la culture du châtaignier. Nourrissant les populations et produisant un bois imputrescible, le châtaignier devient l'arbre de vie des cévenols.

Au XVIIIe siècle, la culture du mûrier destiné à la sériciculture enclenche la deuxième grande période de poussée démographique et donne lieu à une nouvelle phase de construction intense de terrasses. Il s'agit souvent d'un mode de culture intercalaire associé aux céréales fourragères. A cette époque, les cultures du châtaignier, du mûrier et les prairies comblent les paysages.

L'arrêt de l'activité minière de proximité et la déprise agricole du XXe siècle, en raison du développement des énergies basées sur le pétrole, et du développement de l'agriculture productiviste de plaine, laisse à l'abandon la majorité des terrasses cévenoles (entretien avec Daniel Travier, 2021).

Durant ces périodes de fluctuations démographiques, les populations successivement colonisent des versants toujours plus inaccessibles, puis les abandonnent en retournant vers les fonds de vallée. Ainsi, Ferrarese *et al.* (2019) identifient trois types de dynamiques dans leur analyse historique de l'usage des terrasses italiennes :

- Les *zones centrales de paysage traditionnel*, des zones de mise en culture privilégiées, dont l'entretien est constant depuis une longue période ;
- Les *zones tampon*, périodiquement exploitées, en fonction de la dynamique des populations locales ;
- Les *zones marginales*, qui ont été colonisées lors de périodes d'expansion démographique, puis définitivement abandonnées.

Les paysages de terrasses en Cévennes ont ainsi évolué par l'œuvre commune de la nature et des populations humaines. Aujourd'hui, les changements climatiques et de pratiques culturales sont les facteurs principaux transformant les paysages.

2.3.2. Les terrasses dans la gestion des flux

Faire le choix de s'installer en Cévennes, terrasser une parcelle, aménager un hameau, c'est aussi celui de s'impliquer dans la gestion des flux pédologiques, sédimentaires et hydrologiques. Du point de vue des risques naturels, ces trois composantes incarnent pour les populations à la fois le risque lui-même, et l'outil pour s'en prémunir, ce qui revêt un double

enjeu pour leur gestion. L'abandon des systèmes de terrasses est une phase critique où ces risques se superposent sans être gérés, jusqu'au retour des parcelles à un état proche de la pré-anthropisation.

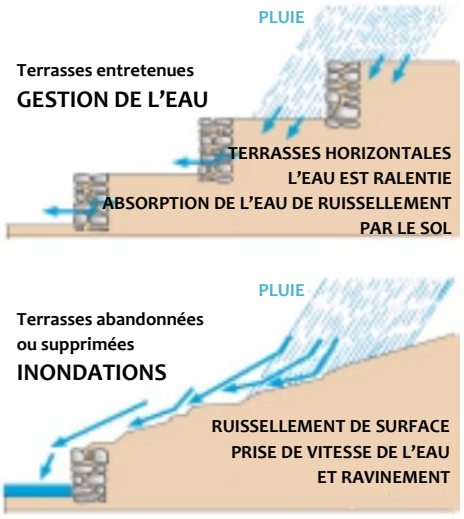


Figure 9. Gestion de l'eau en paysage de terrasses ». Source : PNR des Monts d'Ardèche, 2005.

Le premier rôle : le maintien des sols

Afin d'édifier une terrasse de culture sur un terrain forestier, le déboisement est nécessaire. Or, la végétation joue un rôle de maintien des sols, qui préserve ces derniers de l'érosion massive (Blanchemanche, 1990).

Les murs de soutènement des sols ''remplacent'' alors le rôle de la végétation. Dès lors, leur entretien devient nécessaire à la préservation des sols : un versant de terrasses abandonnées, tout comme un sol à nu, présente davantage de risques qu'un versant resté inexploité. Il s'agit de risques de glissement de terrain (Crosta *et al.* 2003), d'inondations, de ravinements (Figure 9) ...

Une régulation des risques hydrologiques à nuancer

Les systèmes de terrasses jouent un rôle dans la régulation des risques liés aux épisodes pluvieux intenses : il s'agit d'un constat souvent répété et ancré dans les mémoires des communautés locales, sans être expliqué. Des études menées sur les espaces terrassés de différents pays nuancent ce propos.

Les terrasses sont souvent l'objet d'apports extérieurs de terre, et augmente ainsi la capacité de rétention en eau des parcelles (Travier et Pelen, 1984), alimente les nappes souterraines et réduit le risque de sécheresse (Mesfin *et al.* 2019). En revanche, lorsque les terrasses sont seulement issues de remaniements locaux, leur construction n'apporte pas de capacité de stock supérieure (Maréchal, 2011). Gallart *et al.* (1994) ajoutent même que le terrassement favorise la formation prématurée de zones saturées, augmentant la proportion d'écoulements surfaciques. La capacité d'infiltration des sols diffère finalement selon une multitude de critères dont la géologie (Grove et Rackham, 2003), la nature et les traitements des sols (Martin, 2006), les caractéristiques de la végétation…

Denis Maréchal (2011) insiste dans sa thèse sur la rapidité des écoulements sur les versants cévenols, terrassés ou non. Les écoulements de subsurface ne sont pas ralentis dans leur traversée, mais ont tendance à glisser sur le substrat schisteux, en particulier lorsque le pendage des couches géologiques respecte le sens de la pente.
Le projet TerRisc « Récupération des paysages de terrasses et prévention des risques naturels » (Martin, 2006) a été l'occasion de tester l'efficacité des *tancats*, ouvrages souvent associés aux terrasses. « Les *tancats*, ces barrages en chapelet le long des thalwegs des petits ruisseaux, étaient manifestement destinés à lutter contre l'érosion mécanique : stabilisation des versants, protection des terrasses de culture proches des thalwegs, récupération de limons de débordement sur les berges des surfaces planes créées en amont. Ils participaient en outre à la dérivation des eaux pour l'arrosage. Les effets sur l'hydrologie sont à l'état d'hypothèse. ».

La construction de terrasses dans les zones où la perméabilité du sol est modérée ou faible augmente les infiltrations d'eau, et ainsi contrôle le débit de surface (quantité d'eau en surface) et la vitesse des écoulements (énergie) (Yuan *et al.* 2003). Cependant, l'accumulation de matériaux à l'amont du soutènement et la rupture de pente peut favoriser l'exfiltration d'eau circulant dans les épaisseurs de sols (Figure 10) et donc alimenter les écoulements surfaciques (Maréchal, 2011).

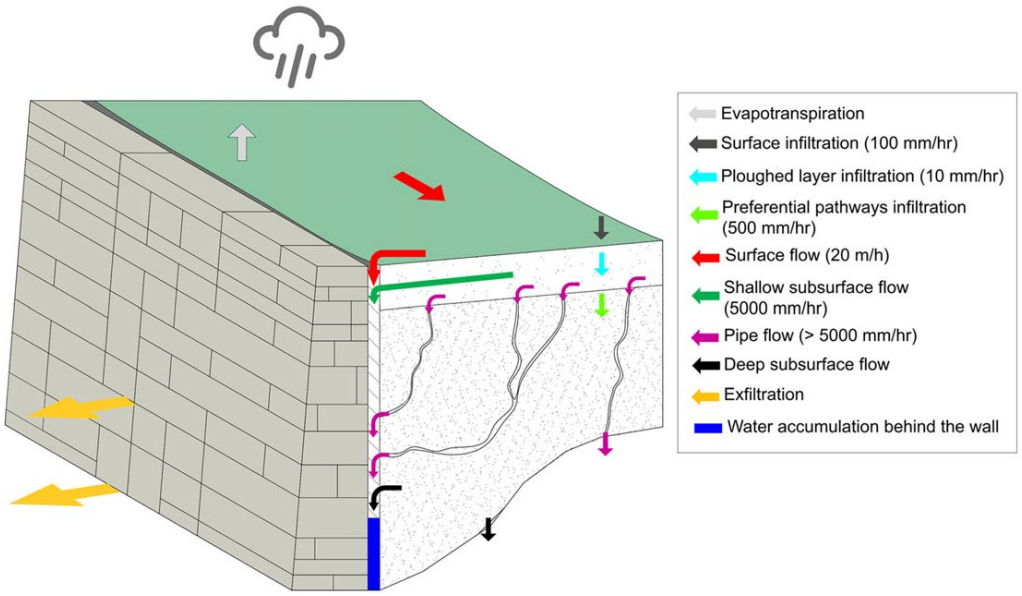


Figure 10. « Conceptual sketch of water flow pathways in the terrace bench. The different colours indicate different processes, and the values in parentheses give approximated rates ». Source : Preti et al. *2018.*

Finalement, les systèmes de terrasses installés sur versant permettent *a maxima* de réguler les écoulements sur une portion réduite de territoire, sans avoir d'impact sur la crue qui se déroule en fond de vallée (Maréchal, 2011).

Activité géomorphologique

Les ensembles de terrasses sont constitués d'importantes variétés granulométriques et quantités de sédiments, et sont établis sur des terrains à forte énergie cinétique (en pente) : les milieux terrassés ont ainsi un fort risque potentiel.

Plusieurs facteurs stratigraphiques et hydrogéologiques (structure du sol, de la roche et des nappes souterraines) prédisposent les terrains à des instabilités (Crosta *et al.* 2003). Ces instabilités se déclenchent par des précipitations intenses et de courte durée, ou peu intenses et sur une durée plus importante.

Les instabilités sur les versants se concrétisent par la torrentialité des cours d'eau en crue et les glissements de terrain.
Les cours d'eau cévenols mobilisent naturellement d'importants volumes et masses de sédiments, prélevés sur les versants. Les terrasses peuvent être une source additionnelle de matériaux, et provoquer des coulées de boue ou laves torrentielles au pouvoir hautement destructeur (Paliaga et al, 2020).
Au contraire, la réduction de la vitesse des écoulements dans les systèmes de terrasses, quoique nuancée, entraîne une réduction de l'érosion du sol (Yuan *et al.* 2003).
Le terrassement confère une stabilité aux versants qui les préserve des glissements de terrain de faible profondeur (Moreno-de-Las-Heras *et al.* 2019).

2.3.3. Les composantes des systèmes de terrasses

La gestion des flux hydrauliques, pédologiques et sédimentaires en Cévennes est issue du travail minutieux et permanent des usagers. Depuis l'analyse des flux naturels, à l'aménagement d'une multiplicité complexe d'ouvrages interconnectés, sans oublier leur entretien sur le long terme. L'annexe 4.A. illustre l'interdépendance de ces ouvrages, qui forment de réels « systèmes », ainsi que leur inscription sur le territoire dans leurs relations amont-aval. Il ne s'agit pas ici pour les populations de dompter leur environnement par la force, ces ouvrages reflètent plutôt leur façon de composer avec les éléments, de s'y adapter. La pérennité des terrasses de culture est dépendante du bon fonctionnement de ces ouvrages.

Drainage des eaux et dépôt des sédiments fins

Les systèmes de terrasses sont vulnérables face au pouvoir érosif des écoulements. Des systèmes complexes et minutieux de régulation des flux hydrologiques et sédimentaires sont élaborés afin de (i) canaliser les eaux et empêcher des réseaux de se créer spontanément et ainsi prévenir l'érosion des sols et maintenir la durabilité des aménagements, (ii) de freiner l'eau afin que les matières transportées se déposent et puissent être réintégrées aux terres de cultures. La figure 11 illustre la nécessité ces aménagements : sans conditionnement des ruissellements, les eaux de surface forment un réseau dévalant les pentes et dont le débit peut devenir destructeur ; le réseau de canoles doit se densifier depuis l'amont vers l'aval, au même titre qu'un réseau hydrographique naturel.

Canole (français) ou *fosseta* (italien) (Batista Landeschi, 1775) : conduite d'eau peu large et peu profonde creusée directement dans la terre, par un travail minutieux de la microtopographie du terrain. Elles longent les murs de soutènement à leur pied. La pente doit être suffisante pour permettre l'écoulement des eaux dans un « fossé maître » (Blanchemanche, 1990).

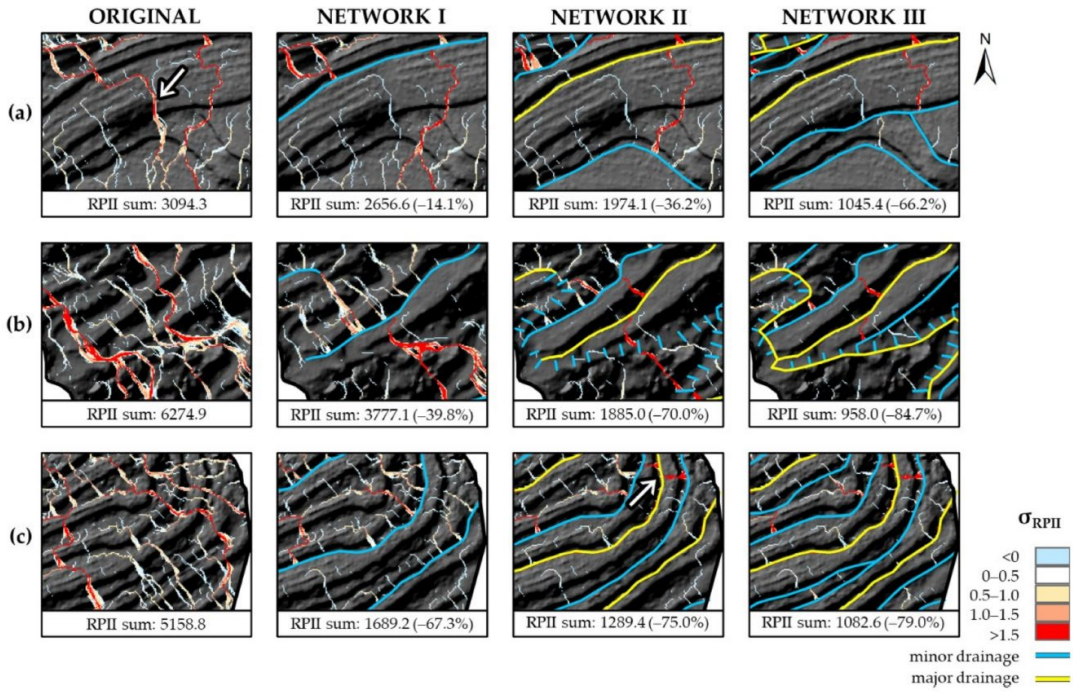


Figure 11. « Relative Path Impact Index (RPII) maps computed for current conditions (original) and for three drainage scenarios (Networks I–III) for zones A–C, respectively. For each combination, summed positive RPII values are displayed along with the relative change in respect to the original state in percentage ». Source : Pijl et al. *2019.*

Roubine, robina ou aiguière : *valat* (ruisseau) artificiel, fossé collecteur construit dans le sens de la pente (perpendiculaire aux courbes de niveau), souvent installé sur la ligne de plus grande pente (Travier et Pelen, 1984), pour drainer les écoulements vers le cours d'eau en fond de vallon. Elles sont souvent creusées entre deux murs protecteurs, en particulier sur les tronçons traversant des prairies. Ces murs protecteurs sont parfois constitués de pierres déposées sur champ. Elles sont souvent *caladées* (pavées) afin de limiter l'érosion du lit.

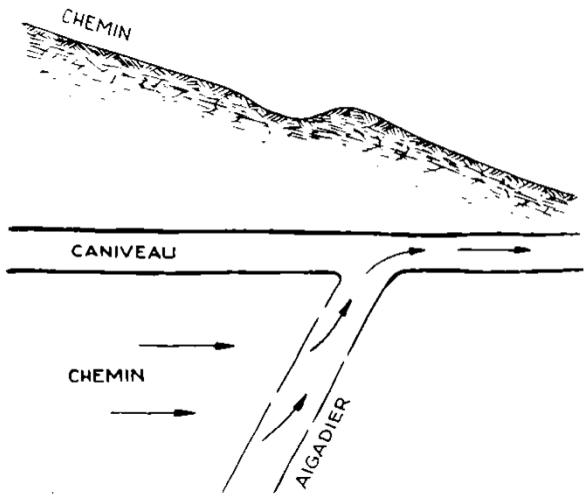


Figure 12. « Aigadièr ou coprado sur un chemin ». Source : Travier et Pelen, 1984.

Aigadièr ou coprado ou copador : petits *trencats*, rigoles d'écoulement coupant régulièrement un chemin afin de récolter les eaux qui y ruissellent, et les drainer vers un caniveau qui, lui, longe le chemin (Figure 12). Cela permet d'éviter que les eaux ne ruissellent sur le chemin, mais dans les systèmes de drains (Travier et Pelen, 1984). Ce mot peut être aussi utilisé pour désigner le *trencat*.

Trencat : rigole d'écoulement des eaux excédentaires construit à 45° par rapport aux courbes de niveau, alimentant souvent la *roubine* (Travier et Pelen, 1984). Ils coupent la pente et protègent les parties aménagées en contrebas (terrasses ou bâti) en drainant les eaux de ruissellement. Les *trencats* sont aussi des aires privilégiées pour la circulation des hommes et des animaux.

Captage des eaux souterraines

En fin de saison estivale, les ruisseaux, qui sont à l'étiage, ne constituent plus une ressource en eau suffisante pour satisfaire à la vie des populations du XVIIe siècle, en augmentation démographique. Puiser les eaux souterraines est la solution apportée.

Aiganaissent ou font : sources aménagées pour atteindre les nappes souterraines contenues dans la roche mère (Travier et Pelen, 1984). Travier rapporte que « dans la Cévenne actuelle, le débit de nombreuses sources diminue. Souvent, même l'exutoire disparaît complètement. Il y a là une relation directe avec l'abandon et la ruine des *bancèls*, qui ne jouent plus, une fois écroulés, leur rôle de château d'eau. ».

Mine d'eau : sous le même principe que l'*aiganaissent*, galerie creusée dans des failles verticales, des microfissures ou des roches perméables : des milieux chargés en eaux souterraines. L'eau percole sur le toit de la galerie qui peut mesurer jusqu'à 200 mètres de longueur, et s'écoule vers son entrée (Travier et Pelen, 1984). Les eaux sont contenues à l'intérieur de la galerie par une *gourgue*, vasque imperméable qui constitue un réservoir accessible depuis l'extérieur de la mine d'eau.

Puit ou potz : les puits sont en particulier utilisés en basses vallées cévenoles. Les *aiganaissents* et mines d'eau sont les aménagements privilégiés des hautes vallées.

Irrigation

Les systèmes d'irrigation associés aux terrasses sont complexes, et la diversité des ouvrages correspond à des usages précis. Les eaux d'irrigation en Cévennes sont puisées dans les mines d'eau ou dans les rivières aux écoulements pérennes.

Acanal ou *boscàs* : succession de chéneaux en bois de châtaigner, creusés dans des rejets « los acanals » ou au moyen de l'herminette, « boscàs ». L'eau circule à l'air libre. Cet aménagement est privilégié dans les régions escarpées, aux fortes pentes (Blanchemanche, 1990).

Béal (cévenol francisé), *besal*, *besau* (cévenol) : canal de captage d'une source ou de déviation des eaux d'un torrent, à des fins d'irrigation ou pour l'utilisation de l'énergie cinétique de l'eau (afin d'actionner moulins, forges, scieries…). L'eau circule par gravité grâce à une faible déclivité entre le captage et l'exutoire. L'étanchéité est assurée par l'aménagement du lit en pierre sèche couvertes d'argiles, ou par le sol lui-même.

Bornèl : élément de canalisation en terre cuite, dont l'eau circule à l'air libre. Ils sont utilisés en particulier dans les régions en faible pente, en basses Cévennes.

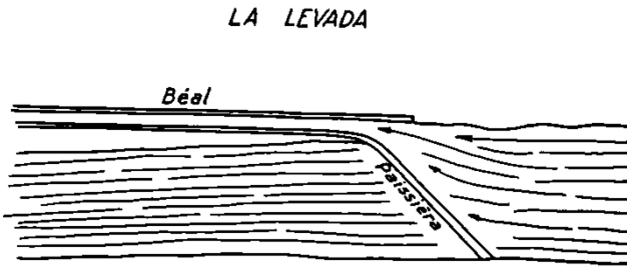


Figure 13. « Paissièra et béal ». Source : Travier et Pelen, 1984.

Levada : sur un cours d'eau, barrage et prise d'eau par détournement (Travier et Pelen, 1984) (Figure 13).

Paissière, *paisièira* ou *paissièra* : barrage maçonné, en particulier dans le cas de fortes pentes (Travier et Pelen, 1984). Dans le cas de faibles pentes, le barrage est constitué de branchages verticaux installés maintenus par des pieux verticaux.

Rigole ou prise d'eau : déviation des eaux du béal perpendiculairement aux courbes de niveau, à des fins d'irrigation. La rigole n'est pas maçonnée contrairement à la prise d'eau.

Ralentissement des écoulements et rétention des matériaux grossiers

Le tancat *est un ouvrage particulier, puisqu'il cumule plusieurs fonctions de gestion à la fois hydraulique et sédimentaire. Il est très courant dans la région cévenole, et son rôle dans la gestion des risques hydrologiques est toujours questionné par la communauté scientifique (Martin, 2006).*

Figure 14. Tancat sur le ruisseau du Mas Lautal (Les Plantiers). Date : 2021.05.17.

Tancat : barrage ou seuil (Figure 14). Il s'agit au moment de sa construction d'un barrage au sens de retenue : sa maçonnerie en pierre sèche permet le passage de l'eau en son travers, tandis que les matériaux sont bloqués en amont. Les matériaux s'accumulant, une plage de dépôt se forme, et l'on peut

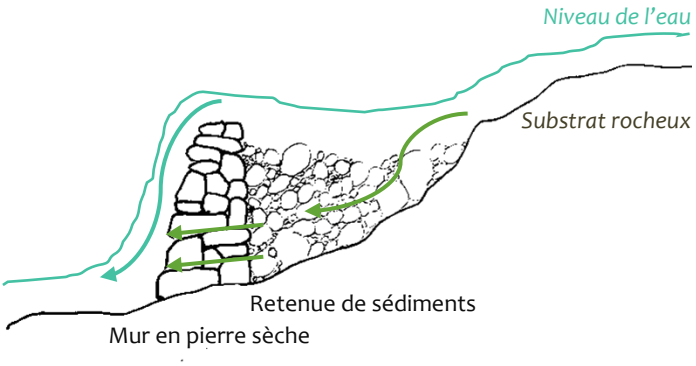


Figure 15. Coupe longitudinale d'un tancat : retenue des sédiments grossiers (galets, blocs) à fins (limons) en amont du mur en pierre sèche et circulation des écoulements (i) par submersion de l'ouvrage (en bleu) ou (ii) par circulation dans les interstices de la retenue, puis exfiltration par l'ouvrage (en vert).

alors considérer cet aménagement comme un seuil, c'est-à-dire un ouvrage submergé stabilisant le lit du cours d'eau sur une courte section (OIEau, 2018). Jusqu'au XVIIIe siècle, les limons sont remontés sur les pentes, tandis qu'ensuite, les surfaces d'atterrissements sont directement utilisées pour la culture des fruitiers ou du mûrier. Dans le même temps, les écoulements sont quelques peu ralentis par la rupture de pente, et par la circulation des eaux au sein de l'épaisseur de sédiments retenus (Figure 15). La diminution d'énergie cinétique de l'eau peut permette de lutter contre l'érosion des berges ou favoriser le dépôt de sédiments fins. En revanche, le rôle de ces aménagements dans la gestion des extrêmes hydrologiques n'est pas manifeste (Martin, 2006). De plus, cette dernière fonction ne peut être assurée lorsque la végétation se développe à proximité des berges des cours d'eau, et puise dans ces réserves.

Protection des berges

Les berges des cours d'eau sont souvent aménagées, cultivées, convoitées pour leur proximité à la ressource en eau, mais elles sont aussi des lieux menacés par le pouvoir érosif des eaux, en particulier lors des crues. C'est la raison pour laquelle ces zones critiques sont protégées, par des endiguements en pierre sèche ou les ouvrages suivants.

Baloard, chaussée et épi : ouvrage en pierre sèche ou maçonné pour protéger les berges des inondations (entretien avec Daniel Travier, 2021).

Rascasse, *rascaças* ou *boulevard* (XVIIIe siècle) : chaussée maçonnée protégeant une berge de l'érosion latérale, placée sur les longueurs les plus vulnérables. Elle a aussi pour fonction de piéger la terre transportée par le cours d'eau (Travier et Pelen, 1984).

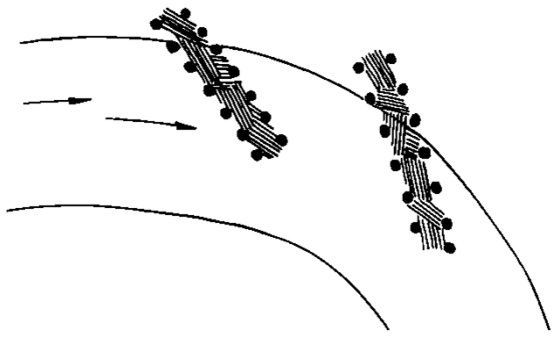


Figure 16. « Clayonnage de protection des rives ». Source : Travier et Pelen, 1984.

Trenada : dispositif de clayonnage installé sur la berge (Figure 16). Daniel Travier, lors d'un entretien (2021), décrit ses fonctions : (i) protéger la berge des effets destructeurs des crues, (ii) freiner la vitesse du cours d'eau et ainsi diminuer sa charge solide et son effet destructeur, (iii) maintenir l'apport bénéfique de limons et (iv) stopper des branchages pouvant créer des embâcles.

Vigièra ou *vigière* : plantation spécifique de saules et peupliers implantée sur une berge derrière la *trenada* afin de limiter l'érosion de la berge et retenir le limon amené par les crues.

2.4. Une multiplicité de facteurs vers la dégradation des terrasses

Les dégradations les plus spectaculaires interviennent souvent sur les murs de soutènement. Il s'agit d'effondrements, de déstructurations (affaissement, lézardes…) ou du vieillissement des roches elles-mêmes (gélification) (Annexe 5). En revanche, chaque composante des systèmes de terrasses est concernée par des dégradations plus ou moins visibles, plus ou moins dommageables (Figure 17). Des facteurs humains comme naturels, et en particulier climatiques, interviennent dans la dégradation des terrasses. Les processus s'enchaînent à de multiples échelles spatiales et temporelles (Figure 18).

Facteurs climatiques

Les épisodes pluvieux extrêmes, par les quantité et vitesse remarquables des précipitations, mettent à l'épreuve les systèmes de terrasses face à l'action mécanique érosive des écoulements, tout comme la répétition des épisodes pluvieux mineurs sur le temps long.

Les périodes de sécheresse participent de façon indirecte à la dégradation des systèmes de terrasses. Sur un sol sec et au début d'un épisode pluvieux intense, la capacité d'infiltrations des sols étant faible, les eaux privilégient un cheminement de surface. Or, ce type d'écoulement mène à la formation de ravines, et à la fragilisation des structures et l'érosion des sols.

Figure 17. Types d'effondrement de terrasses sur berges (Saint-André-de-Valborgne) : [1] effondrement du mur provoquant un déblai circulaire de terre ; [2] glissement de terrain découvrant la structure géologique sous-jacente. Date : 2021.06.09.

Facteurs humains

La vulnérabilité des systèmes de terrasses, tout comme leur durabilité, est le résultat de la multiplicité des choix effectués par les populations, depuis la pose des premières pierres jusqu'à leur entretien sur le long terme.

Les murs de soutènement sont prédisposés à la dégradation tout d'abord par la façon dont ils sont bâtis : les techniques et les matériaux utilisés, ainsi que les multiples paramètres (dimensionnement, fruit…) choisis conditionnent la stabilité des édifices (Villemus, 2003). Ces choix doivent être adaptés à l'environnement du mur, en particulier à la fonction des terres qu'il soutient (culture, chemin d'accès…).

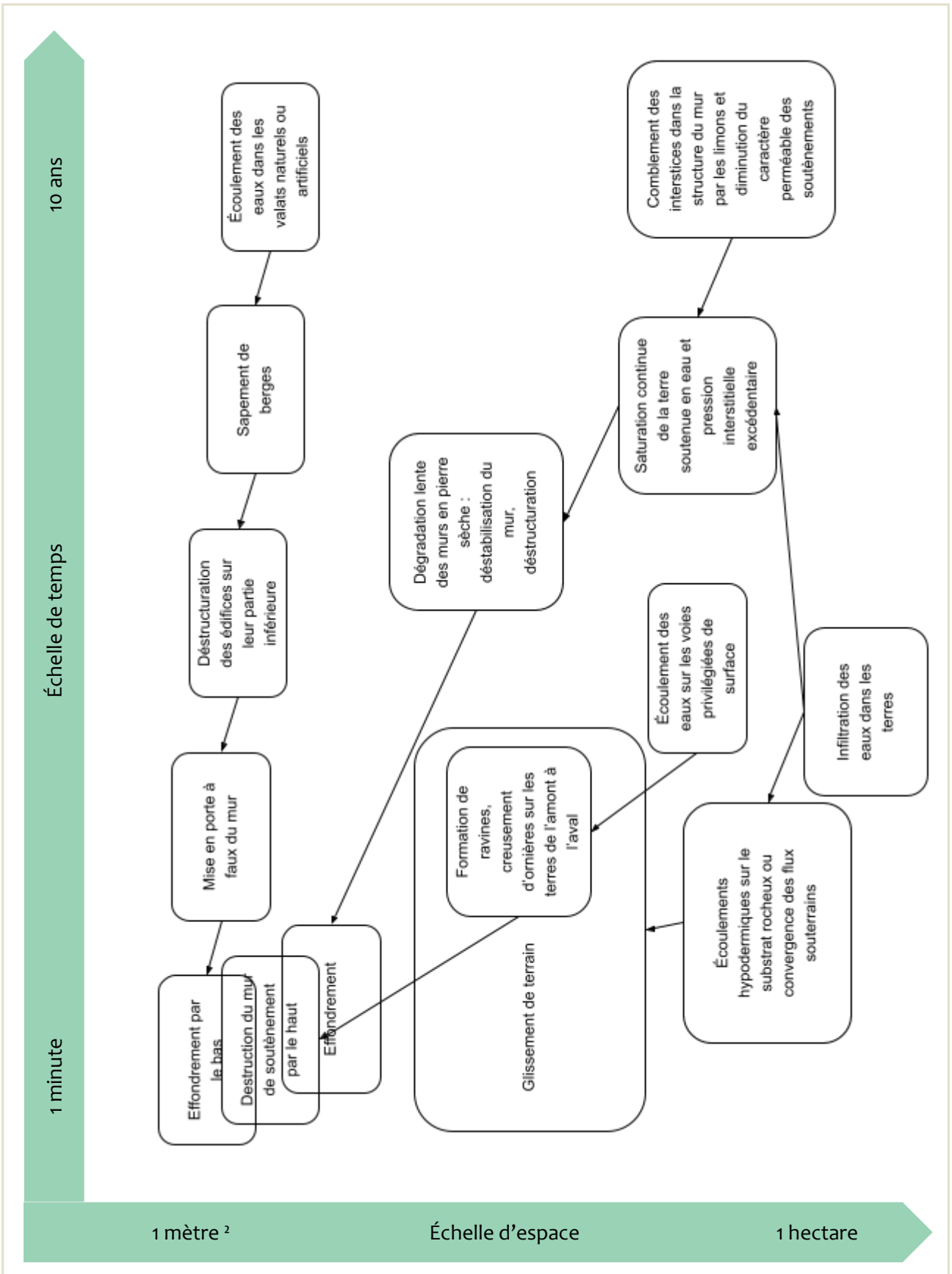


Figure 18. Processus généraux de dégradation communs aux différents types de terrasses. Les flèches symbolisent le lien de cause à effet qu'il peut exister entre les phénomènes. Il est remarquable que les échelles spatiale et temporelle dans lesquelles s'inscrivent les phénomènes se resserrent depuis le début de la chaîne vers les conséquences finales. Réalisation : Mansion, 2021.

Par la suite, l'entretien permet de sauvegarder la fonctionnalité des ouvrages, en même temps que leurs valeurs patrimoniale, paysagère, culturelle… Il s'agit de la surveillance du bon état des ouvrages, le curage des sédiments déposés dans les réseaux de drainage ou des débris dans les réseaux d'irrigation, de leur restauration.

Lorsque les ouvrages anciens perdent leur fonctionnalité, ils sont souvent remplacés par des équipements modernes : les réseaux d'irrigation gravitaire par des équipements électriques, les soutènements en pierre sèche par des murs bétonnés ou des talus, et les aménagements de drains souvent ont déjà disparu. Ceci participe à la mutation des paysages, depuis l'ancestral vers la modernité.

La transmission des connaissances, des savoir-faire et des pratiques de gestion est fondamentale à la bonne conservation des terrasses. Les ruptures de continuité dans la gestion des biens induit souvent une gestion inadaptée.

Les particularités environnementales (climat, hydrologie…) astreignent les populations à sans cesse contenir l'érosion, retenir et drainer l'eau. Si l'efficacité des aménagements est globalement satisfaisante, elle tient à un travail constant d'entretien, précédé par une connaissance approfondie des processus et une ingéniosité pointilleuse. La moindre faiblesse peut mettre en péril une courte section de mur, une parcelle, un versant. Différents patches de terrasses sont ainsi à l'abandon, en voie d'effacement, ou portés par une activité agricole qui se fragilise. Face au temps érosif et désormais face aux changements globaux (climatiques, sociétaux), les paysages de terrasses nous invitent à réfléchir à l'adaptation de nos pratiques pour préserver, valoriser et transmettre aux générations futures ce patrimoine d'exception.

3. Tractoires des systèmes de terrasses abandonnés

Depuis les révolutions successives de l'industrie et de l'agriculture, les Cévennes connaissent une phase historique de déclin de l'activité agricole. De la terrasse individuelle au versant entier, les surfaces abandonnées subissent de profondes mutations, perturbant les fonctionnements hydrologique et morphologique des bassins-versants, et accélérant l'effacement des paysages de terrasses.

3.1. Le bassin-versant du Roumégous comme zone d'étude

La première zone d'études est le bassin-versant du Roumégous, qui accueille le hameau de Tourgeille, sur la commune de Saint-André-de-Valborgne (Figure 19). Son exutoire est situé à la confluence avec le Gardon de Saint-Jean.

La majorité des terrasses est dans un état abandonné : la végétation colonise les parcelles déprises, et les aménagements s'effondrent. Une part restreinte de parcelles terrassées restent exploitées pour la production maraîchère, le pâturage de caprins (1 troupeau de 60 individus), et, jusqu'en 2020, pour le pâturage d'ovins (une dizaine d'individus).

L'impact des crues éclair sur le cours d'eau est la principale source d'inquiétude sur le bassin-versant du Roumégous : les terrasses, dans un état d'abandon généralisé, jouent un rôle dans les activités hydrologique et géomorphologique du bassin-versant, en particulier en cas de crue.

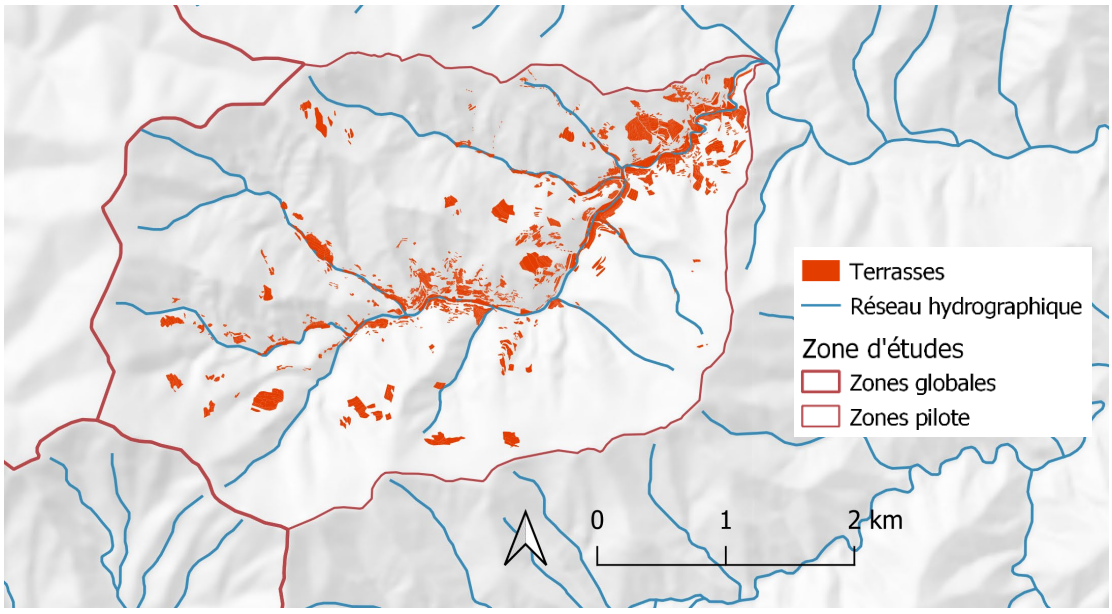


Figure 19. Inventaire cartographique des terrasses du bassin-versant du Roumégous en 2021 (Saint-André-de-Valborgne).

3.2. Inventaire et typologie des terrasses

L'inventaire cartographique des terrasses abandonnées de Tourgueille est effectué dans le but de rendre compte du degré l'aménagement historique et potentiel des bassins versants des Cévennes. Suivi d'une typologie basée sur la morphologie, il constitue une première étape à la connaissance des terrasses, afin d'adapter leur gestion.

Méthode de digitalisation

La digitalisation des terrasses de Tourgueille est effectuée manuellement, par interprétation visuelle d'imagerie LiDAR sur SIG (Système d'Information Géographique). La vérification de la cartographie sur le terrain aboutit à un résultat globalement satisfaisant.

La technique LiDAR (de l'anglais Light Detection And Ranging, détection et télémétrie par ondes lumineuses), est une technique de mesure de distance utilisant la lumière. Il s'agit de générer une quantité de points géoréférencés, qui servent à élaborer des modèles numériques de terrain en 2,5D, c'est-à-dire une description altimétrique du terrain (IGN, 2021). Ce type de données est particulièrement pertinent dans l'étude des terrasses, qui sont visibles sur des relevés haute densité (HD) : leurs dimensions sont de l'ordre du mètre voire du pluri-décimètre. Le jeu de données fourni par l'École des Mines d'Alès (1 m avec 4 points/m²) (2014) découvre avec précision les ensembles de terrasses de Tourgueille (Annexe 6, [1]).

Les traitements de la couche topographique qui mettent en évidence les ruptures de pente permettent une meilleure interprétation des formes. Le principe des méthodes utilisées est le fait de générer des dérivés du MNT (Modèle Numérique de Terrain) tels que le *topographic openness* (Daxer, 2020), le *sky-view factor* (Zakšek *et al.*, 2011), la pente… puis valoriser les formes par une symbologie adaptée. Enfin, les reliefs peuvent être vérifiés par l'utilisation de profils topographiques (Figure 20). Les ruptures de pente qui caractérisent les terrasses sont aptes à l'interprétation (Annexe 6, [2]).

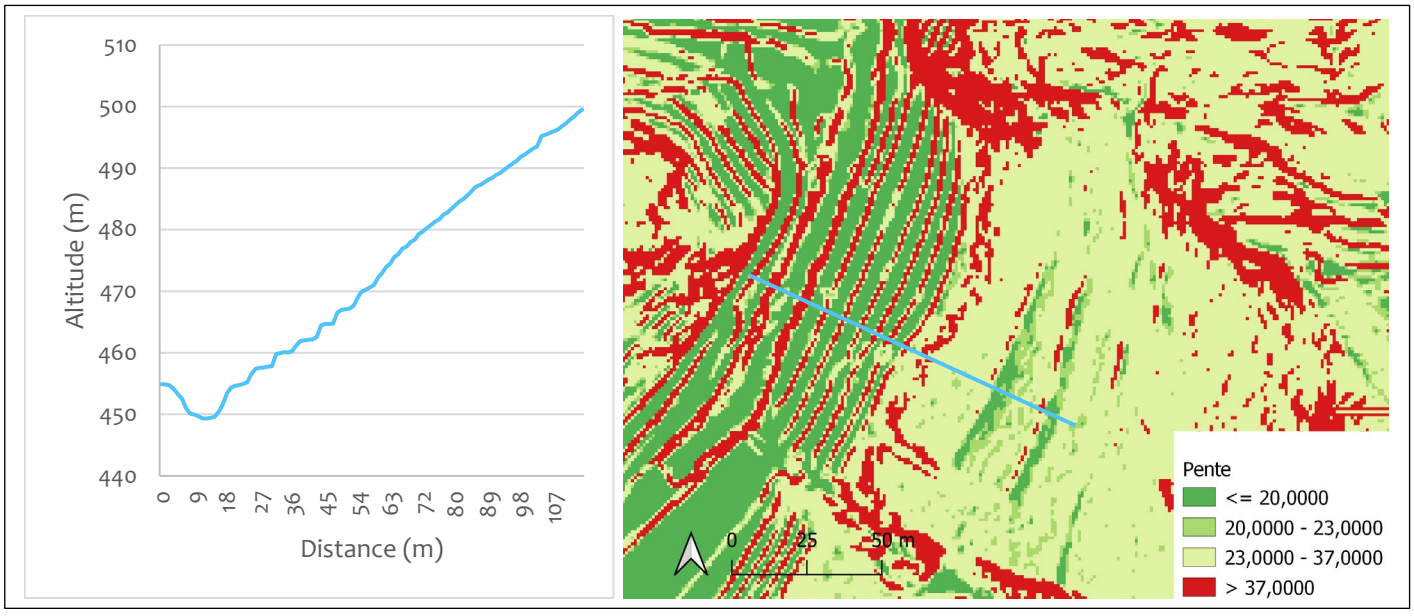


Figure 20. Traitements visuels de la pente (dérivée du MNT) et profil topographique d'une zone terrassée de Tourgueille (St-André-de-Valborgne).

Le potentiel du LiDAR dans l'interprétation visuelle des terrasses est évalué sur le terrain. Il s'agit d'une confrontation entre les attributs cartographiés et les attributs présents sur le terrain. Les critères d'évaluation sont les suivants : présence, taille approximative et morphologie de la terrasse, et sont testés aux ensembles de terrasses les plus remarquables. Le résultat tend globalement vers une sous-estimation du nombre et de la surface des terrasses. Au contraire, les usagers affirment une légère surestimation, ou estiment la cartographie conforme à la réalité. La morphologie des terrasses cartographiées est, elle, très réaliste.

Cette étape de l'étude apporte des résultats d'ordre indicatif, permettant une compréhension générale des paysages.

Inventaire cartographique

Le bassin-versant du Roumégous présente une superficie de 14,4 km², sur laquelle sont implantées aujourd'hui près de 3200 terrasses (Figure 19), de caractères variables.

Les terrasses sont implantées depuis les bords des cours d'eau en fond de vallée jusqu'aux *serres*. La dynamique historique des populations est sensible sur ce terrain qui, conquis par intermittence, laisse la présence d'habitats, moulins et autres petites constructions en ruine, éparpillées sur le bassin versant. Globalement, les terrasses les plus éloignées des fonds de vallée sont les plus endommagées : murs effondrés et parcelles végétalisées. Au contraire, le cours d'eau du Roumégous est bordé de terrasses soutenant jardins et potagers, prairies pâturées et cultures.

Les pentes abruptes déterminent la construction de planches très étroites, souvent d'un à deux mètres seulement (Figure 20) : ces milliers de terrasses occupent seulement 0,9 km², soit 6,25% du bassin versant. Les terrains aux pentes les plus faibles sont choisis en priorité, mais sont rares : les moyenne et médiane des pentes terrassées s'accordent autour de 23% (±1), tandis que, rappelons-le, la pente moyenne sur le bassin-versant est de 26%. Le travail de la terre était historiquement manuel, et la mécanisation des pratiques a provoqué l'abandon de ces terrasses inaccessibles aux engins agricoles.

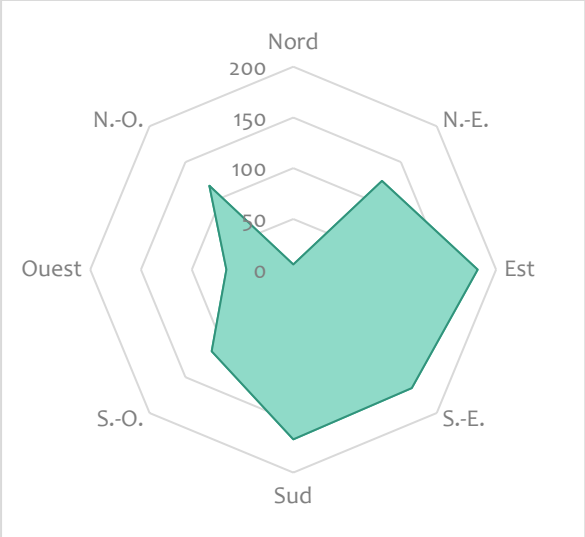


Figure 21. Surface terrassée en fonction de l'exposition, bassin-versant du Roumégous (Saint-André-de-Valborgne). (Surface en m²).

Les terrasses sont implantées de façon privilégiée en orientation Sud-Est (Figure 21) : à l'abri des vents dominants et exposées un maximum au rayonnement solaire.

La longueur totale de murs de soutènement atteint les 130 kilomètres, pour des dimensions variables. Leurs hauteur et profondeur sont ajustés au milieu où ils sont implantés (plus de hauteur pour plus de pente), à la fonction de la planche (le mur est plus large lorsqu'il soutient de plus lourdes charges, comme sur les chemins de desserte), à la quantité de terre soutenue...

L'inventaire cartographique des terrasses ouvre vers un important potentiel d'analyses spatiales, qui pourraient permettre de mieux appréhender les tendances d'implantation des terrasses sur le territoire. Après ce premier jet d'analyses, quelques questionnements et hypothèses seront développés dans les perspectives.

Typologie morphologique

L'interprétation visuelle de la morphologie des terrasses digitalisées permet un premier aperçu des différents types de systèmes de terrasses.

Au regard de la forme et de l'implantation, comme précisé dans l'état de l'art, trois types de terrasses se distinguent (Annexe 7) par leur fonction :

- Les prairies de fauche, longeant les berges de cours d'eau [2] ;
- Les terrasses de châtaigneraie [5], relativement larges et sur pente faible ;
- Les terrasses de culture, très resserrées et dont la planche est tout à fait horizontale [1].

L'appréciation de l'implantation des terrasses alimente aussi la réflexion autour du rapport des populations à l'eau : l'opposition entre les terrasses sur berge [2] ou implantées en altitude ; les successions verticales de terrasses sur le cours des torrents [6] ou implantées sur versant convexe [1].

L'état de conservation des systèmes de terrasses peut aussi être évalué par leur qualité continue [1] à discontinue [4].

3.3. La dégradation des systèmes de terrasses abandonnés…

L'abandon d'une terrasse signifie l'arrêt des activités humaines qu'elle soutenait : en particulier l'agriculture, qui va de pair avec l'arrêt des pratiques d'entretien (des murs comme des planches ou des réseaux hydrologiques). Les phénomènes courants de dégradation des systèmes de terrasses et la végétalisation s'inscrivent sur le temps long (Annexe 8, croquis de droite), tandis que les épisodes de précipitations intenses sont pour les systèmes de terrasses des phases critiques, concentrant dans un temps très court des phénomènes de dégradation massifs (Annexe 8, croquis de gauche).

Le remaniement des réseaux de drains après un abandon est le principal facteur de dégradation des parcelles. Le développement de la couverture végétale est aussi un facteur critique.

Les réseaux de drains contrôlent le comportement hydro-géomorphologique des systèmes de terrasses (Moreno-de-Las-Heras *et al.* 2019).

Il existe plusieurs types de réseaux de drains, qui, et en cas d'abandon, perdent très vite leur fonctionnalité. Les chéneaux en bois se brisent ; les aiguières se comblent de sédiments ; les canoles, sillonnées directement dans la terre, s'effacent rapidement.

L'effacement du réseau de drainage artificiel engendre la réorganisation spontanée des écoulements (Gallart *et al.* 1994) : l'abandon et la dégradation de ces réseaux altère leur stabilité, leur densité, leur connectivité hydrologique (Preti *et al.* 2013), et leur morphologie. Il s'agit d'une phase critique pour les ensembles de terrasses dont l'ensemble de terres et de sédiments est remanié au premier événement de précipitations intenses : les nouveaux chemins d'écoulements privilégiés creusent sur les terres des ornières, emportent des blocs de couronnement sur les soutènements (Figure 22) … Ces transformations accélèrent la dégradation des réseaux eux-mêmes et amorce une boucle de dégradations rapides.

La couverture végétale peut rendre service comme préjudice aux systèmes de terrasses sur laquelle elle s'implante.

En prenant de la distance par rapport à la parcelle pour s'intéresser à l'échelle du bassin versant, nous pouvons comprendre l'influence de la végétation sur les patches de terrasses situés en aval. La couverture végétale, en se densifiant, augmente la porosité du sol et

l'infiltration des eaux, et consomme une partie des écoulements, diminuant le débit des cours d'eau (Martin, 2006). En retenant l'humidité pour les terrasses exploitées de proximité, elle constitue un avantage en période de sécheresse. En revanche, elle intensifie la diminution du débit durant ces périodes, et peut mettre en péril l'irrigation des terrasses d'aval par les béals.

A l'échelle de la terrasse, le développement de la couverture végétale et l'enracinement de la végétation ligneuse dans les murs est tout d'abord une occasion, pour les murs comme pour la terre soutenue, de s'immobiliser, de se prémunir contre les effondrements ou les glissements de terrain de faible profondeur (Cornu, 2019). En revanche, les réseaux racinaires s'étendant, ils engendrent des déstructurations sur le mur, et augmentent la masse soutenue. Le mur se bombe vers l'extérieur, se détériore, jusqu'à l'effondrement.

Figure 22. Ensemble de terrasses abandonnées déstructuré et végétalisé (Saint-André-de-Valborgne). Date : 2021.04.08.

Les effondrements se succédant, ils créent un paysage désordonné, déstructuré : la continuité des murs est rompue (Figure 22, [1]), et les ruptures de pente se lissent sur le profil en long (Figure 22, [2]). La durée de vie d'un ensemble de terrasses après l'abandon est très variable, en fonction de la constitution des soutènements et leur vulnérabilité face aux écoulements : de quelques saisons à plusieurs dizaines d'années.

3.4. … un enjeu pour les cours d'eau cévenols ?

Le potentiel d'érosion apparent des versants terrassés abandonnés questionne la gestion des cours d'eau : quelle est l'importance de l'apport potentiel de charge solide et de matériaux flottants que les versants abandonnés peuvent apporter aux cours d'eau ? Quelles peuvent être les conséquences, en particulier durant les épisodes de pluies intenses ?

Les événements de pluies extrêmes engendrent des processus érosifs d'intensité exceptionnelle : la masse et le volume maximum de matériaux potentiellement mobilisés par les écoulements ravinaires et des cours d'eau augmentent respectivement avec la vitesse et le débit. Les gestionnaires des cours d'eau cévenols, en particulier les EPTB (Établissement Public Territorial de Bassin) des Gardons et de l'Hérault, ont observé, après la crue du 19 septembre 2020, des changements radicaux dans les cours d'eau :

élargissement du lit par érosion des berges, exhaussement par des apports sédimentaires considérables, remaniement des plages d'alluvions, déplacement du lit mineur, mobilisation de matières végétales et embâcles…

L'abandon des terrasses remet en cause leurs multiples rôles de gestion des flux hydrologiques et sédimentaires et de maintien des versants non végétalisés contre les glissements de terrain.

Figure 23. Glissement de terrain sur un versant de terrasses abandonnées survenu à l'occasion de l'épisode météorologique méditerranéen du 2020.09.19 (Tourgueille, Saint-André-de-Valborgne. Date : 2021.04.08.

Une part des sédiments mobilisés dans les torrents lors de crues provient des glissements de terrain. Les ensembles de terrasses abandonnés sont plus sujets à ce type de phénomène (Figure 23) que les terrasses entretenues (Crosta *et al.* 2003). En revanche, ils ne provoquent pas une augmentation frappante de la charge transportée, qui est aussi largement alimentée par les glissements de terrain naturels.

Les réseaux de drains artificiels dégradés et remaniés n'assurent plus les multiples fonctions de ralentissement des écoulements, de favorisation de l'infiltration… Une forêt dense pourrait soutenir les terrasses dans la sauvegarde de ces rôles, mais la végétation pionnière n'est pas toujours assez développée. Les quantités de sédiments apportés aux rivières augmentent, dans le même temps que la proportion de ravinements.

En outre, l'abandon des parcelles terrassées et leur végétalisation offre en fond de vallon au cours d'eau un potentiel à mobiliser lors des crues. Au niveau des sections resserrées ou aménagées par des ponts, les embâclent créent des dommages additionnels. En revanche, en retenant les terres sur les versants, la quantité de particules fines transportées est amoindrie (Martin, 2006).

Finalement, les cours d'eau cévenols, qui peuvent être considérés comme de vrais torrents de montagne, mobilisent naturellement durant les crues des quantités considérables de matériaux. Sans pouvoir préciser les quantités additionnelles mobilisées durant les crues, l'abandon des terrasses, même s'il joue un rôle dans la disponibilité des matériaux au charriage, ne constitue pas un risque majeur pour les cours d'eau.

3.5. Vers la réhabilitation des terrasses pour l'activité agricole…

Les systèmes de terrasses sont historiquement prédéterminés à l'activité agricole. Après l'abandon des terrasses et de l'agriculture vivrière non mécanisée au profit de la culture

productiviste de plaine, le manque de foncier et le regain d'intérêt pour les techniques et les systèmes de culture anciens permettent d'envisager une recolonisation de parcelles pour l'activité agricole.

Depuis l'identification des sites d'intérêt agricole…

Chaque système de terrasses bénéficie de caractéristiques propres, qui peuvent désavantager ou constituer de réels atouts à la culture. Une méthode de diagnostic orientée vers l'identification des sites abandonnés d'intérêt agricole est un premier palier pour ensuite guider, prioriser l'action. Cette phase comprendrait une qualification de leur état de dégradation et de leur potentiel agricole.

Les habitants de la vallée du Roumégous et des agriculteurs de la vallée de Reynus consultés durant cette étude relèvent un certain nombre de critères participant au choix d'une parcelle agricole :

- État de l'ensemble de terrasses : la valorisation de certains ensembles est envisageable, tandis que d'autres ont atteint un seuil de dégradation trop avancé pour être économiquement profitable ;
- La densité, la connectivité et l'état des réseaux de drains et d'irrigation, ou la possibilité d'en installer à moindre coût ;
- Accès à la parcelle : proximité aux hameaux, routes, possibilité de dégager des chemins d'accès ;
- Critères topographiques de pente et d'exposition ;
- Critère pédologique d'épaisseur et de qualité des sols ;
- Vulnérabilité la plus faible face aux conséquences des aléas de pluies intenses et d'épisodes de chaleur intense.

Ces critères peuvent préciser l'ordre de priorité des terrasses à exploiter.

…vers la « reprise » agricole

La succession des périodes d'abandon et de reprise de l'activité agricole fait partie de l'histoire des « zones tampon » (cf. partie 2.3.1. « Paysage évolutif et vivant »). Aujourd'hui, plutôt qu'importer en Cévennes le modèle industriel et productiviste dominant, il s'agit de valoriser les systèmes de production anciens. Ils sont l'œuvre de l'adaptation millénale des populations à leur environnement, et constituent une vraie source d'inspiration pour les années de changements globaux à venir.

Faciliter l'installation de nouveaux producteurs est une première étape à la valorisation des terres. Puis une phase de travaux de réhabilitation, modernisation et protection est souvent nécessaire.

Il s'agit tout d'abord de réattribuer leur fonctionnalité aux aménagements : les soutènements comme les anciens réseaux d'irrigation et d'évacuation des eaux. Leur valeur culturelle et patrimoniale, ainsi que leurs qualités durable et économique sont une valeur ajoutée pour les exploitations.
Par modernisation, il s'entend ici l'adaptation des systèmes aux besoins actuels et futur, le renforcement de leur durabilité. A titre d'exemple, la mécanisation est parfois indispensable, mais les soutènements en pierre sèche ne sont pas toujours dimensionnés pour supporter le passage des engins : l'élargissement des chemins d'accès, et l'édification de terrasses plus robustes est une forme d'adaptation.

La stabilité d'un certain nombre de terrasses est mise à l'épreuve, et le déploiement de dispositifs de protection serait de mise pour prolonger leur durée de vie. La mise en pâture des terrasses, par le passage répété d'animaux, est précisément une situation de risque pour les soutènements en pierre sèche qui se déstabilisent rapidement par le haut. Le couronnement en pierres sur champ, la clôture des couronnements ou d'autres dispositifs innovants préviendraient du piétinement des animaux.

Aujourd'hui, le défi pour les acteurs du territoire est de se mobiliser autour de ces terres afin de faciliter la valorisation de l'activité et de la pérenniser. Le dynamisme de l'AOP Oignon Doux des Cévennes est une aide précieuse pour une part des exploitations telles que l'on peut voir dans le hameau de Taleyrac (Val d'Aigoual).

3.6. …ou l'accompagnement des terrasses dans leur effacement

Les terrasses abandonnées en Cévennes gardoises recouvrent une surface telle qu'il n'est pas envisageable d'en rénover l'entièreté. En revanche, la valeur de ces terrasses justifie, plutôt qu'assister passivement à leur effacement, de garder dessus un œil attentif et accompagner leur effacement par des actions à moindre coût.

Un suivi long terme et le plus global possible est idéal. Une multiplicité d'acteurs du territoire parcourt fréquemment différentes zones de terrain dans ses activités propres. Dans une démarche de suivi collectif, ils pourraient apporter une vision d'ensemble à l'état et l'évolution des terrasses, en particulier autour de la période des épisodes pluvieux intenses. L'organisation de ce suivi par les experts des questions patrimoniales permettrait l'homogénéité des données. Ces acteurs auraient aussi pour rôle de suivre les sites qui n'ont pas été visités et/ou qui revêtent d'un intérêt particulier.

Parallèlement, des actions ponctuelles au cas par cas pourraient être menées, lorsque le besoin a été identifié. Il s'agit par exemple de reboisements, de rénovation ou mise en place d'un réseau de drain stratégique…

Suivre l'effacement des terrasses aurait pour objectif de limiter leur dégradation et prévenir des réactions en chaîne accélérant potentiellement le processus.

Les terrasses abandonnées des Cévennes montrent à la fois combien l'effacement peut être rapide, et à la fois de quelle robustesse peuvent être dotés les soutènements les plus anciens. Aujourd'hui, le défi majeur est de freiner la dégradation des ensembles qui n'ont pas atteint leur seuil d'irréversibilité, c'est-à-dire le seuil au-delà duquel les réparations ne sont pas économiquement envisageables. L'abondance de ces terrains à l'abandon permet de multiplier les critères de choix et les perspectives de restauration.

4. Trajectoires des systèmes de terrasses cultivés

Si l'agriculture productiviste et industrielle est le mode dominant aujourd'hui, les Cévennes et leurs multiples contraintes (pente, climat) ne permettent pas aux paysans de l'y introduire. Les systèmes de terrasses s'inscrivent dans un mode de culture traditionnel peu mécanisable et gardant par conséquent une échelle plus humaine. *Tandis que les anciens aménagements se dégradent et que les savoir-faire ancestraux se dissipent, cette étude est l'occasion d'inviter les acteurs à se remobiliser autour de ces héritages qui constituent finalement des solutions d'avenir pour la pérennité des activités.*

4.1. Le bassin-versant de Reynus comme zone d'étude

La seconde zone d'études est le bassin-versant de Reynus, qui accueille le hameau de Taleyrac, sur la commune de Val d'Aigoual. Son exutoire est situé à la confluence avec le fleuve Hérault, à Notre-Dame-de-la-Rouvière.

Les terrasses de culture sont garantes de l'activité économique de Taleyrac, spécialisée dans la culture de l'Oignon Doux des Cévennes (Appellation d'Origine Protégée). Afin de rentabiliser le travail constant d'entretien des terrasses, les paysans privilégient cette culture à forte valeur ajoutée, qui leur apporte des ressources financières satisfaisantes. La préservation des terrasses est un enjeu majeur pour la filière qui fait vivre sur le hameau 15 producteurs et leurs familles, sur 70 dans tout le département.

4.2. Inventaire des terrasses

La digitalisation des terrasses cultivées de Taleyrac (Figure 24) est effectuée par photo-interprétation manuelle d'imagerie satellite (données IGN, 2015) sur SIG. L'inventaire cartographique (partiel) de l'ADOC, ainsi que les données d'occupation des sols (données CLC, 2018) facilitent le travail d'identification des parcelles agricoles et cultivées. Cette méthode ne permet pas la cartographie des terrasses abandonnées, souvent rapidement recouvertes par une végétation ligneuse. Cette cartographie est vérifiée auprès des cultivateurs concernés.

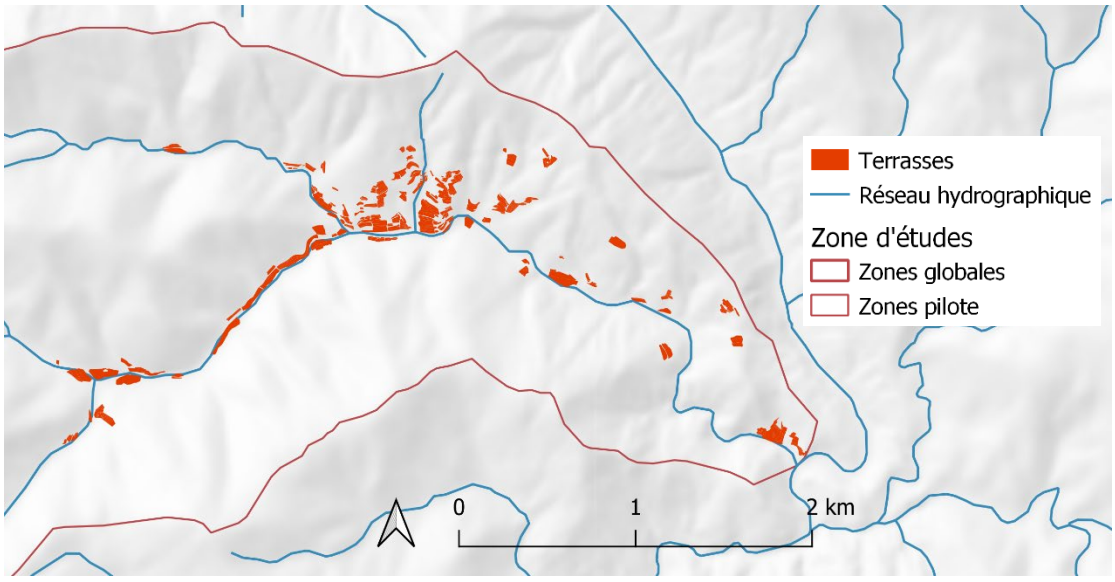


Figure 24. Inventaire cartographique des terrasses du bassin-versant de Reynus en 2021 (Val d'Aigoual).

Les 13,6 km² du bassin-versant de Reynus accueillent près de 550 terrasses (Figure 24). Elles sont de plus grande dimension et plus allongées que les terrasses de Tourgueille :

la longueur totale de murs de soutènement est de 28 kilomètres. La surface terrassée est, elle, de 0,24 km², soit 1,77% du périmètre.

4.3. La dégradation des systèmes de terrasses cultivés…

Les précieux témoignages des paysans de la vallée, ainsi que les visites de leurs terrains ont en majeure partie alimenté l'étude des terrasses en culture. Récolter leurs points de vue est apparu indispensable afin de comprendre les enjeux croisés autour des enjeux spécifiques au domaine cévenol, en particulier les composantes des systèmes de terrasses et les conditions météorologiques extrêmes.

Un épisode de pluie courant engendre sur les systèmes de terrasses des dégâts mineurs, et qui s'inscrivent sur le temps long. Mais la répétition de ces épisodes durant l'année en fait tout de même la principale cause de dégradation. Un an après les crues successives de juin et septembre 2020, les paysages de la vallée de Reynus comme des alentours sont toujours fortement marqués. Les installations et aménagements, ainsi que les terres et les cultures ont subi des transformations souvent irréversibles.

Le sol en Cévennes gardoises est à la fois un outil pour la culture et un héritage patrimonial. C'est une ressource acquise par le travail constant de générations d'agriculteurs : l'apport de volumes de terres depuis les fonds de vallée, la fertilisation, la protection contre l'érosion. Lors des épisodes de pluies extrêmes, des surfaces très variables de terres peuvent être mobilisées. Cela se produit en particulier lors d'inondations en bordure de cours d'eau, ou par sapement de berges. Aussi, les écoulements de surface souvent ne sont plus drainés par les réseaux prévus à cet effet et les eaux abondantes, qui se répartissent sur les terres, sillonnent les surfaces de cultures. L'effondrement de mur, qui libère les terres auparavant soutenues est aussi un processus courant. Des volumes considérables sont parfois transportés, ainsi que les cultures qu'ils nourrissaient. Plus que les périmètres cultivés, les surfaces impactées sont aussi les chemins d'accès ou des bordures non cultivées au contact des cours d'eau (Figure 25).

Figure 25. Élargissement du lit de l'aiguière et destruction des terrasses en bordure, mobilisation d'une part des terres submergées, en particulier à la confluence entre l'aiguière et le valat principal, dus à l'épisode météorologique méditerranéen du 2020.09.19 (Val d'Aigoual. Date : 2021.08.04.

Les aménagements historiques, qui sont le fruit de l'adaptation des populations aux particularités locales, sont peu à peu remplacés par des aménagements contemporains standardisés peu coûteux mais dont l'efficacité est rapidement mise à mal.

Il s'agit tout d'abord des soutènements, dont la structure en pierre est bien souvent maçonnée avec un liant. Afin de garantir l'insertion paysagère de leurs murs, une grande part des bâtisseurs qui choisissent cette technique utilisent le liant seulement au cœur de l'édifice. La qualité perméable des murs cependant est supprimée, provoquant de multiples dégâts. Dans certains cas, la part des écoulements qui contournent le mur par le bas creuse une cavité qui laisse d'échapper les sols situés à l'amont (Figure 26). Aussi, ce sont les murs en pierre sèche situés sur le prolongement de murs bétonnés qui sont les plus vulnérables. En effet, les eaux ont tendance à contourner le mur imperméable, qui se concentrent à l'amont du mur en pierre sèche. Les conséquences sont alors une augmentation de la pression depuis l'amont de ce mur et un excédent d'exfiltrations par les interstices.

Figure 26. Exemple de conséquences des ravinements sur un mur en pierres bétonné, à la suite de l'épisode météorologique méditerranéen du 2021.09.19 : [1] décaissement d'une épaisseur de terres à l'aval du mur et [2] à l'amont (Mandagout). Date : 2021.04.28.

Les conséquences de ces épisodes en Cévennes sont très hétérogènes dans le temps comme dans l'espace, en fonction des caractéristiques du milieu et des choix d'aménagements.

4.4. … un enjeu pour l'activité agricole

L'exploitation des terrasses est pour l'agriculture d'aujourd'hui un défi économique permanent. La mécanisation n'est pas toujours envisageable et les systèmes demandent un entretien régulier, ajoutant une charge de travail aux exploitants. Les cultures à forte valeur ajoutée telles que l'oignon doux des Cévennes (AOP), soutenue en particulier par l'ADOC (Association de Défense de l'Oignon doux des Cévennes) sont donc privilégiées afin de valoriser le travail de ces terres. Dans le même temps, le renforcement des épisodes météorologiques intenses et la mutation des aménagements vers des systèmes contemporains peu durables mettent en difficulté les exploitations qui doivent, pour perdurer, s'adapter à ces problématiques actuelles et futures.

La combinaison des épisodes pluvieux intenses et de la gestion parfois inadaptée des systèmes de terrasses a de multiples conséquences sur les terres et les aménagements, se répercutant sur les cultures et l'activité agricole.

Le terrassement étant la condition majeure à l'agriculture sur pente, les soutènements représentent un véritable enjeu pour l'activité agricole. Même si l'effondrement de murs est courant, l'ampleur des dégradations dues aux épisodes météorologiques d'une intensité exceptionnelle, tel qu'au 19 septembre 2020, remet en cause la résilience des exploitations.

L'impact majeur sur les sols est la perte de volumes emportés par les ravinements, et les cultures associées. A la suite de l'événement, les surfaces lacunaires remblayées sont souvent les moins fertiles : elles sont comblées par des terres non pas sélectionnées pour leur fertilité mais leur proximité, la quantité disponible, le prix… Les cultivateurs observent alors sur ces surfaces une baisse de qualité ou de rendement. Lorsque les volumes de sols transportés sont retrouvés à l'aval, la meilleure option est de les faire retrouver leurs place ou fonction initiale.

Les chemins d'accès sont des points stratégiques : leur suppression, coupure, dégradation peut empêcher toute activité de perdurer, même si les terres de culture elles-mêmes peuvent accueillir l'activité agricole (impossibilité de faire accéder les engins notamment). Leur réparation est prioritaire, mais l'importance de l'investissement peut suspendre l'activité.

Les systèmes d'irrigation mécaniques (prise d'eau et béal), lorsqu'ils sont dégradés, sont souvent remplacés par des systèmes électriques (pompe, tuyau, arrosages…), pour les qualités économiques de ces derniers, en termes de coût et d'entretien. Dans le cas où ils sont sauvegardés, hormis les réparations, le curage des voies est nécessaire afin de les libérer des sédiments qu'elles ont charriées et déposées. Les réseaux de drains font l'objet des mêmes traitements.

Ces impacts sur les aménagements affectent l'organisation les exploitants par une charge de travail supplémentaire, des pertes économiques, des répercussions psychologiques…

Les pertes économiques sont notamment dues à l'achat de matériaux, de matériel, le fonctionnement des engins, le remplacement d'installations… La reconnaissance par l'État d'une catastrophe naturelle (Ministère de l'Intérieur, 2020) permet à certains organismes comme la Chambre de l'Agriculture d'accorder des indemnités, en particulier sur le matériel d'irrigation. Certaines situations restent en revanche sans issues d'un point de vue économique, notamment lorsqu'il s'agit de dégradations sur les terres elles-mêmes.

Les travaux urgents dans les jours et mois qui suivent le sinistre imposent une charge de travail parfois indispensable afin de se prémunir de potentiels dégâts additionnels. Les travaux vers le retour à la normale s'échelonnent ensuite sur les mois et années qui suivent, en fonction de la capacité interne de résilience de l'exploitation, et d'éléments extérieurs comme les subventions, les conditions météorologiques... Les conséquences dues à la succession des épisodes de juin et septembre 2020 sont aujourd'hui toujours prégnants sur le territoire.

Quelques fois, les situations de crises mènent à une mutation des activités. Certains agriculteurs pensent à une reconversion. A Tourgueille, la dernière crue ayant supprimé les

terres de pâture d'un élevage de bovins situé dans le fond de vallée, le troupeau reste désormais en estive à l'année.

Le renforcement des épisodes météorologiques méditerranéens suggère une adaptation des exploitations agricoles vers des systèmes de plus en plus résilients, c'est-à-dire capable de retrouver un état d'équilibre après une perturbation (Géoconfluences, 2021). L'aménagement des réseaux de drains est une forme d'adaptation au contexte du changement climatique en Cévennes.

4.5. Vers l'aménagement de réseaux de drainage des eaux…

Les voies d'écoulements surfaciques privilégiées par le passage des eaux sont des objets stratégiques de gestion des risques liés aux pluies diluviennes. L'abondance des précipitations et la rapidité des écoulements lors de ces épisodes infligent aux systèmes d'exploitation agricole de nombreux dommages, liés en particulier à la saturation des sols en eau et les écoulements surfaciques incontrôlés. Aménager des systèmes de drainage permet de contrôler les trajectoires d'écoulements des eaux, limiter l'infiltration et par voie de conséquence limiter l'érosion des systèmes. Mais il s'agit d'un travail minutieux et permanent des réseaux, dont la gestion doit être rigoureuse et adaptée. Aujourd'hui, ces réseaux de drains sont rarement d'une densité suffisante, ou ont perdu en partie leur fonctionnalité. Ils constituent cependant un réel outil de gestion, en particulier lors des épisodes de précipitations intenses.

Depuis la compréhension des écoulements…

Les écoulements gravitaires tissent des liens étroits entre les étages d'un bassin versant, de l'amont à l'aval (Paliaga et al, 2020) en empruntant -et creusant- les dépressions, en surface comme en subsurface.

Plus qu'un regard porté sur les systèmes de terrasses, une vision globale du versant permet de comprendre ces réseaux de drains, en combinant l'étude de l'occupation des sols, des réseaux de drains existants et potentiels par différentes méthodes d'observations et mesures de terrain. La perméabilité et la rugosité des sols contrôlent le parcours d'eau vers l'infiltration ou vers le ruissellement. L'opposition qui peut exister entre différents types d'occupation des sols, qui peuvent protéger ou mettre en péril les aménagements à l'amont justifie d'y porter une attention. La modification de l'état des sols, quoique souvent difficile à mettre en œuvre, peut aussi être une option de gestion des écoulements.

La topographie générale du versant et la microtopographie des parcelles conditionnent l'emplacement des réseaux d'écoulements privilégiés des eaux, qui circulent dans les dépressions et sur les lignes de plus grande pente. Les *aiguières*, *canoles*… matérialisent les chemins connus ; les routes sont souvent d'anciens *trencats* ; les ornières, souvent creusées sur les terres lors des épisodes de précipitations intenses marquent les voies incontrôlées ; les cours d'eau naturels, temporaires ou pérennes témoignent de l'activité hydrologique locale. L'étude de l'ensemble de ces voies -leurs répartition, densité, connectivité…- est une aide précieuse dans la gestion des parcelles.

Des approches techniques et opérationnelles basées sur la topographie permettent de reconnaître en détail les voies privilégiées d'écoulements de surface, fournissant ainsi une base sur laquelle développer un système de drainage approprié.

Un diagnostic de terrain associant l'analyse globale du terrain -localisation de la parcelle dans le bassin versant, topographie générale…-, la reconnaissance des signatures

topographiques des réseaux d'exutoires et les témoignages des usagers sur les événements passés est une façon peu coûteuse de visualiser les réseaux fonctionnels, les signatures d'érosion du sol, l'emplacement de réseaux potentiels, les points de dysfonctionnements…
Les recherches de Pijl *et al.* (2021) rendent compte, entre autres, des trajectoires privilégiées des écoulements sur une parcelle terrassée, et les conséquences de ces écoulements sur la stabilité ou l'effondrement de murs en pierre sèche (Annexe 9). Sans prétendre vouloir étendre cette étude sur les territoires cévenols, il est intéressant d'évaluer la trajectoire des réseaux souterrains afin de mieux les répartir, désengorger les réseaux les plus importants…
L'utilisation du MNT -d'une résolution approchant le mètre- avec technologie LiDAR ou TLS (Preti *et al.* 2013) peut être de mise dans le but d'investiguer des zones difficilement accessibles, d'obtenir un aperçu des écoulements d'une zone étendue (Annexe 10), hiérarchiser avec précision les réseaux de drains…
Une combinaison de ces méthodes peut être envisagée sur les terrains qui nécessitent une étude plus approfondie.

La compréhension des processus à l'œuvre est un préalable à l'action, qui se concrétise par l'aménagement des réseaux.

…vers l'aménagement des réseaux

L'aménagement multi-échelle des réseaux de drains sur les parcelles terrassées, leurs alentours et les versants est une piste concrète qui vise à choisir (et ne pas subir) le parcours des écoulements.

Lorsque les écoulements circulent sur les cultures ou menacent un aménagement, ils peuvent être détournés. La mise en œuvre se fait par l'obstruction d'une issue à un endroit stratégique et/ou l'aménagement du chenal sur une certaine longueur. Ce détournement doit être étudié en conscience des enjeux situés à l'aval, et en accord avec les acteurs du territoire.

Lorsque le parcours effectué par ces ravinements est avantageux, il peut être aménagé, consolidé afin d'en limiter l'érosion -creusement et mobilité du lit. Les calades, murs et autres endiguements sont des aménagements possibles, qui toutefois provoquent des mutations dans l'activité des eaux : augmentation de la vitesse, diminution de l'infiltration… d'autres aménagement encore pallient ces effets, mais en provoquent d'autres, et ainsi de suite. Ces aménagements doivent donc être utilisés de façon parcimonieuse et non systématique, en accord avec les nécessités locales. L'aménageur doit être particulièrement attentif aux rétroactions provoquées.

L'annexe 4.B. présente deux cas de figure concrets sur le hameau de Taleyrac, pour lesquels les choix de gestion concernant les réseaux de collecte des eaux, sans avoir fait l'objet d'une étude holistique du territoire, ont engendré des phénomènes d'érosion massifs lors de l'épisode météorologique méditerranéen du 19 septembre 2020.
Le premier objet d'intérêt est le *trencat* situé en amont des Mas Poujol et Mas Perrier. Pour rappel, le trencat est un chemin délimité par des murs en pierre sèche afin de canaliser les eaux vers un valat et ainsi protéger les aménagements situés en aval. A l'origine, les eaux cheminent depuis le trencat vers l'affluent, en empruntant un *aiguier*. La fonctionnalité du trencat est altérée par une brèche (point [1]), ouvrant une nouvelle voie aux écoulements. Une partie des eaux s'écoule directement vers le fond de vallée, traversant une zone de

proximité avec les habitations, deux routes, ainsi qu'une succession de champs cultivés en terrasses. Ces zones, auparavant protégées par le *trencat* ne sont pas aménagées pour accueillir le passage des eaux, et leur intégrité est mise en péril.
L'ensemble route, *aiguier* et ravine de l'annexe 4.B. constitue le deuxième site d'intérêt. La route est une voie d'écoulement des eaux qui alimentait l'*aiguière* au niveau du point [2], avant que cet accès soit obstrué. Les *aiguières* ont pour but de protéger des écoulements de surface les zones, souvent agricoles, qu'ils traversent. Aujourd'hui, les eaux ne peuvent que poursuivre leur chemin sur la route, avant de rencontrer la première possibilité de sortie vers l'aval située sur le point [3]. Les ravines incontrôlées traversent les exploitations en emportant des volumes de sols et de cultures.
Ces deux cas de figure illustrent l'importance d'une approche holistique de la gestion des terres en Cévennes. Les écoulements, en étant déviés des trajectoires aménagées par une modification ponctuelle de la fonctionnalité des réseaux de drains, ont de multiples répercussions sur l'aval. Il est ainsi fondamental que les prises de décision soient collectives. En outre, des réparations de petite envergure peuvent être suffisantes afin de restaurer la fonctionnalité des aménagements.

L'aménagement des réseaux de drains sur les versants terrassés était historiquement répandu en Cévennes. Les agriculteurs d'aujourd'hui ont en grande partie supprimé ces aménagements pour des raisons économiques : consacrer de potentielles surfaces de culture à des réseaux de drains est envisagé par les agriculteurs comme plus coûteux que la compensation des dégâts dus aux pluies habituelles ou épisodes cévenols annuels. Cependant, le renforcement des épisodes météorologiques extrêmes et l'exposition des exploitations à leurs conséquences souvent dramatiques, dans le contexte encore prégnant du post-2020 *remet en cause cette organisation : la balance se renverse. L'aménagement de réseaux de drains est ainsi perçu à nouveau comme un levier fondamental pour pérenniser les exploitations, dans le contexte de vulnérabilité économique et de changement climatique. En considérant les versants comme des ensembles cohérents, dont les composantes sont liées par des interactions depuis l'amont vers l'aval, il est aussi important pour les agriculteurs d'adopter une gestion collective, concertée de leurs terres. Un certain nombre de mesures peut accompagner cette adaptation, en fonction des nécessités propres à chaque exploitation.*

5. Un autre avenir pour les terrasses du site Causses et Cévennes

Le site Causses et Cévennes est classé pour ses « paysages évolutifs et vivants de l'agropastoralisme méditerranéen », et reflètent l'adaptation ancestrale des populations à leur environnement. Au cours de leur histoire, les Cévennes ont connu de nombreux changements, et c'est maintenant que se dessine la trajectoire que suivront les paysages à l'avenir. Les préconisations exposées par la suite s'encrent dans le contexte actuel, tout en envisageant une adaptation des modes de gestion pour ces territoires.

5.1. Comprendre et connaître les terrasses cévenoles…

La connaissance et la compréhension des systèmes de terrasses est à l'évidence la première étape vers une gestion adaptée.

Une compréhension pluridisciplinaire des terrasses et enjeux associés

La présente étude apporte quelques éléments d'observation, de compréhension, ainsi que des propositions, depuis le biais naturaliste du domaine de la géographie environnementale. Mais la connectivité des terrasses à de multiples domaines nécessite une étude plus spécialisée depuis ces différents points de vue.

Le volet historique touchant au sujet est largement documenté, mais une étude approfondie à l'échelle du hameau ou de la parcelle, par le biais des archives, ou des discours des anciens, permettrait de comprendre les dynamiques passées et prioriser les choix de restauration.

Le volet réglementaire conditionne sur certains points la viabilité de l'activité agricole. Durant les entretiens avec les cultivateurs, la loi sur l'eau de 2006 (Préfète du Gard, 2020) est apparue comme un véritable frein (au prélèvement d'eau et de sédiments dans les cours d'eau, mais aussi à l'entretien de la végétation et des aménagements historiques tels que les prises d'eau…) impactant la gestion des parcelles terrassées. Elle semble adaptée au contexte national, mais les particularités de la région cévenole questionnent : une adaptation des politiques publiques est-elle envisageable ?

Étudier les limites et les possibilités en termes économiques pourrait permettre une meilleure viabilité des systèmes de terrasses et des activités. Une recherche de financements pourrait par la suite être menée, sur la base des justifications apportées par les travaux qui auront été réalisés.

Ces axes sont apparus durant l'étude comme prioritaires, mais n'excluent aucun domaine. La complexité des problématiques qui touchent aux terrasses impose l'ouverture des champs d'étude, et permet de reconsidérer la place des terrasses dans les différents systèmes (écologique, économique…).

Une connaissance approfondie du site

La meilleure connaissance des attributs du Bien (terrasses mais aussi béals, canaux…) et des systèmes qu'ils composent permettrait une gestion plus adaptée. Elle s'appuie sur une approche technique : inventaire (une des missions fondamentales de l'Entente Interdépartementale des Causses et des Cévennes), typologie et étude statistique.

L'inventaire cartographique manuel des terrasses implique une charge de travail considérable. Plutôt que de remettre en cause sa faisabilité, elle incite à l'utilisation d'autres méthodes.

La digitalisation manuelle des terrasses du bassin-versant de Tourgueille permet un premier aperçu des terrasses de la zone d'étude. En constituant une donnée « témoin » qui a été jugée conforme à la réalité, elle peut être l'outil de calibration de méthodes de digitalisation automatiques par traitement SIG des données LiDAR.

La mise en œuvre d'une cartographie collaborative est proposée par l'Alliance Internationale pour les Paysages de Terrasses (ITLA) (Blanc, 2018) pour les années à venir. Elle comporte certaines limites (les sites visités sont généralement les plus accessibles), mais elle peut être une solution adaptée de suivi des terrasses, dans un contexte d'évolution continue des paysages.

L'inventaire et la typologie des terrasses vont de pair : plus que d'indiquer la présence d'une terrasse, il s'agit de reconnaître leurs particularités, leur potentiel de valorisation et leur intérêt pour la conservation.

Cette étude a été l'occasion d'effectuer une observation générale et qualitative de la morphologie des terrasses, en prenant appui sur le site de Tourgueille. La morphologie des ensembles de terrasses est un critère de différenciation : elle précise le type de culture (auparavant) pratiqué, l'état général… Les mesures de surface ou de volume des murs, l'appréciation de la densité de terrassement, ainsi que l'évaluation de l'état des murs (Preti *et al.* 2018) seraient pertinentes pour une étude plus approfondie qui réponde au besoin de suivi des murs dans leur vie, d'anticipation de leur fin de vie, de restauration…

Avec l'appui d'une littérature plus approfondie sur le sujet et de données chiffrées, la typologie pourrait constituer un réel outil d'analyse et d'appui à la prise de décision.

Les relevés topographiques LiDAR offrent un vaste potentiel d'analyses spatiales sur SIG. L'aperçu que présente cette étude, sur le bassin-versant du Roumégous (cf. 3.), a pour ambition d'être étoffé.

Il s'agirait d'apporter des connaissances concrètes sur les Cévennes classées : les tendances d'implantations (approche spatiale), ainsi que les dernières mutations qu'ont connu les activités agricoles (approche temporelle). La question de l'inventaire implique le suivi des terrasses, dont les caractéristiques (état, fonction…) évoluent.

Les données topographiques courantes sont souvent d'une résolution insuffisante pour une étude à l'échelle de la parcelle. L'acquisition des données est pour le moment longue et coûteuse, mais l'IGN prévoit la couverture de la France métropolitaine en données LiDAR HD pour une échéance de 3 ans (IGN, 2021).

L'analyse de la topographie sur SIG grâce aux relevés LiDAR, exposée dans la partie 4.5. serait un outil efficace pour les choix d'aménagements de réseaux de drains.

Compléter, approfondir, enrichir cette première étude et divulguer les résultats permettrait aux différents acteurs de mieux appréhender les systèmes de terrasses du site classé. Cela pourrait être pour les acteurs une occasion de reconsidérer leur rapport à ces systèmes, et adapter leurs modes de pensée et leur gestion.

5.2. …pour une gestion adaptée du patrimoine…

Les terrassements apportent aux territoires de multiples particularités : l'aménagement des versants en pente, les relations amont-aval, l'exposition des terres aux phénomènes d'érosion… Ces territoires nécessitent une gestion adaptée, à la fois aux systèmes de terrasses eux-mêmes et au contexte socio-écologique environnant.

Une gestion adaptée au contexte actuel…

Le paysage des Cévennes est considéré comme une « œuvre conjuguée de l'homme et de la nature », par sa « capacité d'adaptation à son environnement naturel, politique, économique et social » (Borjon *et al.* 2011).

Il semble juste d'ajouter à ces composantes de l'environnement le bâti. En effet, les aménagements environnant les terrasses ont une importance sur le fonctionnement des systèmes : ces objets peuvent subir les écoulements (habitations) comme les conditionner (route) (Paliaga et al, 2020). Les PLU(I) (Plan Local d'Urbanisme (Intercommunal)), en tant que plan d'aménagement faisant état de l'occupation des sols actuelle et projetée, semble être un cadre d'étude adapté.

Pour aller plus loin, il a été suggéré durant la 10e Conférence du Conseil de l'Europe sur la Convention Européenne du Paysage (Conseil de l'Europe, 2019) d'intégrer dans les documents d'urbanisme le « bâti en pierre sèche », en le différenciant des autres techniques de construction, et ainsi modifier le cadre administratif.

Ce bâti en pierre sèche peut comprendre les terrasses, mais aussi les *trencats*, *aiguières*… En étant des ouvrages de gestion des écoulements, ils ont aussi leur légitimité pour être intégrés dans les documents d'urbanisme.

Le cadre législatif conditionne lui aussi l'évolution des systèmes de terrasses, notamment par la loi sur l'eau de 2006 dont il a été question plus haut.

…et tournée vers le futur

Les paysages de terrasses ont, au cours de leur histoire, su s'adapter aux particularités de leur environnement et constituer un paysage culturel « évolutif et vivant » (Borjon *et al.* 2011). Aujourd'hui, les multiples facettes qui constituent l'environnement des terrasses est en mutation : changement climatique, transition écologique, regain d'intérêt pour les milieux ruraux et les techniques anciennes… Il s'agit aujourd'hui d'adapter leur gestion aux changements, sans oublier que le contexte peut lui aussi s'adapter aux particularités de ces milieux.

Entretien régulier des systèmes de terrasses

La pérennité des systèmes de terrasses tient à un entretien constant des différentes composantes. L'objectif est de maintenir les fonctions hydro-géo-morphologiques des systèmes, afin de minimiser en particulier l'impact des pluies (Moreno-de-Las-Heras *et al.* 2019).

La dégradation des systèmes de terrasses et de leur fonctionnalité peut enclencher des chaînes de phénomènes qui souvent accélèrent leur mise en péril. L'entretien des systèmes permet d'augmenter leur résistance face aux épisodes de pluies et leur durée de vie. Il est aussi plus avantageux de ne pas attendre l'effondrement pour restaurer un mur dégradé (Parc Naturel des deux Ourthes, 2020), du point de vue économique et de la charge de travail.

L'entretien s'échelonne sur différentes échelles de temps : la restauration des murs effondrés se déroule durant la période creuse de printemps, de mars à mai ; l'entretien des murs (arrachage de la végétation, repositionnement de blocs…) est de mise au moins une fois par an ; le creusement des canoles se fait après chaque pluie ; le curage des béals et *aiguières* après chaque épisode de pluie intense…

Malgré l'intérêt de ces pratiques d'entretien et de préservation, la charge de travail est souvent un obstacle pour les propriétaires qui à défaut -ou préférentiellement-, restaurent les aménagements après écroulement.

Les techniques historiques sur le devant de la scène

Les aménagements historiques basés sur la pierre sèche (soutènements, *aiguières*…) et les écoulements gravitaires (*aiguières*, béals…) sont indubitablement plus durables et plus résilients que les équipements contemporains incluant mortier (soutènements) et électricité (irrigation) (Preti *et al.* 2018 ; PNR des Monts d'Ardèche, 2015…). Cependant, le contexte actuel pousse les gestionnaires à graduellement remplacer les aménagements historiques lorsqu'ils ne sont plus fonctionnels. Il s'agit ici de leur proposer une boîte à outils guidant et facilitant la gestion.

Lorsqu'il est question de bâtir en pierre sèche, la question financière est souvent sur le devant de la scène. Afin de faciliter l'utilisation de techniques anciennes, des subventions directes pourraient être apportées aux agriculteurs, en compensation du temps de travail lié à l'entretien des terrasses. Le second pilier de la PAC « Mesure Plan de Développement Rural Occitanie » pourrait notamment être un levier de financement dont les conditions d'attribution seraient l'attestation d'une formation pierre sèche de la part de l'artisan, l'engagement de ce dernier pour respecter les règles de construction en pierre sèche…

Avant d'envisager la possibilité pour un agriculteur d'entretenir et restaurer son bâti en pierre sèche, la question de la formation se pose. En effet, les paysans rencontrés lors de cette étude sont toujours disposés à reconstruire un mur après son effondrement. Cependant, les techniques utilisées, le temps consacré, le coût engendré sont des paramètres dont l'optimisation pourrait les libérer d'une charge de travail considérable. La formation des agriculteurs à la construction de murs pourrait aussi être accompagnée des multiples objets qui y sont liés : escaliers (pour l'accès), voûtes (pour les sources), calades (aiguières)…

L'impossibilité pour un agriculteur de gérer son bâti en pierre sèche existe aussi. Dans ce cas, l'organisation de chantiers de construction mobilisant des artisans qualifiés, accompagnés de bâtisseurs en formation, de bénévoles… peut être une issue.

Après le constat des effets bénéfiques d'une re-densification des réseaux de drains sur la résilience des parcelles terrassées, il serait bon de communiquer aux exploitants des clés de compréhension et de gestion. Cette démarche commencerait par un auto-diagnostique de leurs parcelles (analyse de la topographie, identification des réseaux naturels, des faiblesses et des aménagements nécessaires) et serait axée sur la gestion fine des écoulements par la microtopographie (canoles essentiellement) et les réseaux aménagés (*aiguières*, *trencats*).

Favoriser le renouveau des pratiques ancestrales est le moyen privilégié pour pérenniser les systèmes de terrasses, et l'implication des acteurs locaux semble essentielle pour porter cette transition.

5.3. …par l'implication des acteurs locaux…

La gestion des terrasses implique un emboîtement d'échelles, de la parcelle au bassin versant. Impliquer les acteurs de ces territoires et articuler leurs différents rôles est essentiel pour une gestion commune et harmonisée. Les réseaux d'irrigation et de drains arpentent le territoire, et les ressources que sont les sols et les sédiments voyagent, régulièrement mobilisés par les eaux de ruissellement : chacun est concerné par ces aménagements et ressources, qui incarnent la notion de « communs », de biens collectifs. Un groupement de coopération entre les acteurs du territoire permettrait d'échanger collectivement sur le sujet. Il s'agirait de rassembler à la fois les acteurs du milieu agricole (ADOC, Coopératives, Chambre d'Agriculture du Gard…) et les acteurs institutionnels (collectivités territoriales, CAUE, CPIE, EPTB…), mais aussi les acteurs de la pierre sèche (ABPS, bâtisseurs, carrières…), les acteurs de la recherche et de la formation (IRD, INRAE, École des Mines d'Alès…) et les acteurs spécialisés dans les questions patrimoniales (Entente Interdépartementale des Causses et des Cévennes, Parc National des Cévennes…).

5.4. …pour les préservation et valorisation de la Valeur Universelle Exceptionnelle

Les terrasses cévenoles sont à la fois des lieux historiques de mémoire et lieux de pratiques toujours actuelles : ils s'ancrent ainsi dans un double défi de valorisation actuelle et de préservation pour les générations futures. Lors d'un atelier de croquis sur un site de terrasses abandonnées, différents protagonistes ont exprimé la façon dont ils conçoivent les terrasses au présent et à l'avenir, en questionnent les formes de valorisation. Les esquisses (Annexe 11) et les discours proposés ont été d'une grande variété.

La médiation culturelle, en créant du lien entre les individus et ce patrimoine, est une occasion, plus que d'amplifier la visibilité des terrasses, d'expliciter leur valeur, et d'inviter tout un chacun à venir la constater.

L'idée d'un musée à ciel ouvert est proposée dans l'idée que la qualité « identitaire » des terrasses pour les populations « justifierait le fait d'en faire un lieu de mémoire, de formation… ». Il s'agit d'un lieu qui puisse être accessible, plus qu'à la visite, à la formation d'étudiants en bâti de pierre sèche, agriculture...

La beauté de la qualité évolutive des paysages de terrasses pousse à reconsidérer la conservation : « l'érosion pousse toute construction à tomber en ruine », des ruines qui s'intègrent dans les paysages. Si ce sont les paysages « évolutifs et vivants » qui sont inscrit par l'UNESCO, les versants terrassés en ruine ne font-ils pas aussi partie du patrimoine ?

Les sentiers d'interprétation, en s'éloignant des grands axes et en s'insinuant dans les versants, pourraient révéler au promeneur des points de vue remarquables, tout en s'associant à un panel d'informations.

La mise à disposition de sites aux habitants, pour un second usage (potager participatif, espace de rencontre, de recueil, de détente, de méditation…) serait aussi une façon de redonner de la vie et du sens à ces territoires.

Ces multiples points de vue sont finalement une invitation à étudier les formes de mise en valeur de ces sites d'intérêt patrimonial et paysager exceptionnels.

6. Conclusion

L'empreinte omniprésente des terrasses et leur caractère central dans les modes de vie historiques impose pour nos aïeuls le respect des siècles de travail paysan, et le devoir pour les générations futures de leur en témoigner.

Cette étude, en participant à la démarche de préservation du patrimoine cévenol, questionne inévitablement le caractère patrimonial, historique et culturel des terrasses. Quels éléments constituent la valeur des paysages de terrasses ? La réponse repose-t-elle principalement sur le caractère paysager ; quelle est l'importance des réseaux d'eau dans l'appréciation de ce qu'est une terrasse ; les modes de construction des édifices doivent-ils respecter les techniques anciennes ? Comment attribuer une valeur relative aux ensembles de terrasses ? La mutation du patrimoine (de la pierre sèche au mortier) est-elle synonyme de disparition ?

Sans avoir la prétention de répondre à ces interrogations de façon exhaustive et unilatérale, cette étude apporte quelques éléments de réponse aux principales hypothèses de départ, et quelques éléments généraux de réflexion autour des perspectives de gestion. Contrairement aux affirmations de départ, les terrasses ne semblent pas jouer un rôle prédominant dans la gestion des risques hydrologiques (diminution de la vitesse et la quantité des écoulements de surface) et géomorphologiques (diminution de la charge de transport sédimentaire dans les torrents principaux). En revanche, des éléments concrets de précision ont pu être apportés à la seconde affirmation : plus que les terrasses au sens strict (planche et soutènement), les systèmes de terrasses (comprenant les systèmes d'irrigation et de drains) constituent un enjeu majeur pour la pérennité des exploitations agricoles.

Globalement, l'augmentation de l'intensité et la fréquence des extrêmes climatiques, et en particulier des épisodes de précipitations intenses, tend à fragiliser les systèmes de terrasses, quel que soit leur état initial : les exploitations agricoles peinent à se relever de chaque épisode, et les systèmes abandonnés atteignent rapidement leur seuil d'irréversibilité. Pour assurer une meilleure longévité des ouvrages, l'étude a finalement mis en évidence l'importance de mobiliser les techniques anciennes, en particulier pour le drainage des eaux.

Les paysages culturels et évolutifs des Cévennes mettent une fois encore aujourd'hui au défi les populations, en exigeant une adaptation des modes de pensée et de gestion des espaces terrassés, pour leur préservation sur le long terme. Les missions attribuées à l'Entente Interdépartementale des Causses et des Cévennes ne sauraient être pleinement remplies sans l'implication de multiples acteurs du territoire qui, dans leurs rôles propres mais dans une approche holistique du territoire, sauraient œuvrer ensemble pour la préservation de la Valeur Universelle Exceptionnelle des paysages terrassés des Cévennes.

Bibliographie

Artisans Bâtisseurs en Pierre Sèche (2005) *Restaurer la pierre sèche Cabanes, murs de soutènement et murets de séparation*. CPIE Midi-Quercy. Caylus.

Association de Défense de l'"Oignon Doux des Cévennes" (ADOC) (2017) 'Cahier des charges de l'appellation d'origine "Oignon Doux des Cévennes"'.

Aubert, J.-L. (2010) *Chronique des bancels et accols en Cévennes*. Saint-Jean de Valériscle: GabriAndre.

Batista Landeschi, G. (1775) *Saggio di agricoltura*. ETS.

Blanc, J.-F. (2018) 'Alliance Internationale pour les Paysages de Terrasses'.

Blanchemanche, P. (1990) *Bâtisseurs de paysages : terrassement, épierrement et petite hydraulique agricoles en Europe, XVIIème-XIXème siècles*. Editions de la Maison des Sciences de l'Homme.

Borjon, M., Colin, M., Pautonnier, L ., Jacquey-Achir, L., Bonvarlet, M. and Vilquin, G. (2011) 'Les Causses et les Cévennes Paysage culturel de l'agro-pastoralisme méditerranéen Candidature à l'inscription sur la liste du Patrimoine mondial de l'UNESCO'. Available at: https://whc.unesco.org/uploads/nominations/1153rev.pdf (Accessed: 30 March 2021).

Boudevillain, B., Argence, S., Claud, C., Ducrocq, V., Joly, B., Joly, A., Lambert, D., Nuissier, O., Plu, M. and Ricard, D. (2009) 'Projet Cyprim, partie I : Cyclogenèses et précipitations intenses en région méditerranéenne : origines et caractéristiques', *La Météorologie*, 8(66), p. 18. doi:10.4267/2042/28828.

Brandolini, P., Cevasco, A., Capolongo, D., Pepe, G., Lovergine, F. and Del Monte, M. (2018) 'Response of Terraced Slopes to a Very Intense Rainfall Event and Relationships with Land Abandonment: A Case Study from Cinque Terre (Italy)', *Land Degradation & Development*, 29(3), pp. 630–642. doi:10.1002/ldr.2672.

Brown, T., Walsh, K., Fallu, D. and Cucchiaro, S. (2021) 'European agricultural terraces and lynchets: from archaeological theory to heritage management', *World Archaeology*, 52, pp. 1–23. doi:10.1080/00438243.2021.1891963.

Climate-Data (2021) *Climat Valleraugue: Pluviométrie et Température moyenne Valleraugue, diagramme ombrothermique pour Valleraugue - Climate-Data.org*. Available at: https://fr.climate-data.org/europe/france/languedoc-roussillon/valleraugue-121739/ (Accessed: 24 June 2021).

Conseil de l'Europe (2019) *Convention européenne du paysage : 10e Conférence du Conseil de l'Europe sur la Convention Européenne du Paysage*. CEP-CDCPP (2019) 16F. Strasbourg: Council of Europe.

Cornu, C. (2019) *La pierre sèche, une contribution au développement durable des territoires*. 34. Paysages de l'Après Pétrole. Available at: http://www.paysages-apres-petrole.org/wp-content/uploads/2019/11/ARTICLE-34-Collectif-Pap-CC-.pdf.

Crosta, G.B., Dal Negro, P. and Frattini, P. (2003) 'Soil slips and debris flows on terraced slopes', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 3(1/2), pp. 31–42. doi:10.5194/nhess-3-31-2003.

Daxer, C. (2020) *Topographic Openness Maps and Red Relief Image Maps in QGIS*. Innsbruck, Austria: University of Innsbruck. doi:10.13140/RG.2.2.18958.31047.

De Genssane, A. (1776) *Histoire naturelle de la Province du Languedoc*.

D'Hombres, M. and Charvet, G. (1881) *Dictionnaire languedocien-français*. Available at: https://www.calameo.com/read/000392970 0f49d6614492 (Accessed: 6 May 2021).

Eau France (2021) *Recherche de stations de mesures hydrométriques*, *Eau France*. Available at: http://www.hydro.eaufrance.fr/selection.php, code de la station : Y2002030 (Accessed: 19 April 2021).

Ferro-Vázquez, C., Lang, C., Kaal, J. and Stump, D. (2017) 'When is a terrace not a terrace? The importance of understanding landscape evolution in studies of terraced agriculture', *Journal of Environmental Management*, 202, pp. 500–513. doi:10.1016/j.jenvman.2017.01.036.

Gallart, F., Llorens, P. and Latron, J. (1994) 'Studying the role of old agricultural terraces on runoff generation in a small Mediterranean mountainous basin', *Journal of Hydrology*, 159(1), pp. 291–303. doi:10.1016/0022-1694(94)90262-3.

Géoconfluences (2021) *Résilience*. Available at: http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/resilience (Accessed: 6 August 2021).

Groupe régional d'experts sur le climat en région Provence-Alpes-Côte d'Azur GREC-SUD and Réseau d'expertise sur les changements climatiques en Occitanie RECO (2020) 'Adaptation du Parc national des Cévennes au changement climatique et à ses impacts'. Available at: http://www.grec-sud.fr/wp-content/uploads/2020/09/Cahier_C%C3%A9vennes_24_09_2020.pdf (Accessed: 2 April 2021).

Grove, A.T. and Rackham, O. (2003) *The Nature of Mediterranean Europe: An Ecological History*. Yale University Press.

Institut National de l'information Géographique et forestière (2021) *Lidar HD : vers une nouvelle cartographie 3D du territoire - Portail IGN*. Available at: https://www.ign.fr/lidar-hd-vers-une-nouvelle-cartographie-3d-du-territoire (Accessed: 16 April 2021).

Marcelin, P. (1964) 'Les terrasses cévenoles', *Bulletin de la Société d'Etude des Sciences Naturelles de Nîmes*, (tome L), p. pp.3-61.

Maréchal, D. (2011) *Du drain potentiel au drain réel : utilisation de données satellitales à très haute résolution pour l'étude de l'origine géomorphologique des chemins de l'eau sur des bassins versants méditerranéens soumis aux crues éclair.* phdthesis. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne. Available at: https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00715931 (Accessed: 15 April 2021).

Martin, C. (2006) *Espaces en terrasses et prévention de risques naturels en Cévennes*. Nice: UMR 6012 "Espace.

Martin, C., Didon-Lescot, J.-F. and Jolivet, J. (2008) 'Réflexion sur le rôle hydrologique des aménagements anciens des versants et des talwegs : l'exemple des Cévennes.', *Travaux du Laboratoire de Géographie Physique Appliquée*, 26(1), pp. 31–40. doi:10.3406/tlgpa.2008.1045.

Mesfin, S., Almeida Oliveira, L., Yazew, E., Bresci, E., and Castelli, G. (2019) 'Spatial Variability of Soil Moisture in Newly Implemented Agricultural Bench Terraces in the Ethiopian Plateau', *Water*, 11(10), p. 2134. doi:10.3390/w11102134.

Météo France (2021) *Changement climatique et épisodes méditerranéens*, *MeteoFrance.fr*. Available at: http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/impacts-du-changement-climatique-sur-les-phenomenes-hydrometeorologiques/changement-climatique-et-episodes-mediterraneens (Accessed: 19 April 2021).

Ministère de l'Intérieur (2020) 'Arrêté du 23 septembre 2020 portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle'. Journal Officiel de la République française. Available at: https://www.legifrance.gouv.fr/download/pdf?id=yankCjMKtRjsv6pHNMoNPYdN4nZ8creyiY9Oib5-IYk= (Accessed: 2 April 2021).

Moreno-de-las-Heras, M., Lindenberger, F., Latron, J, Lana-Renault, N, Llorens, P., Arnáez, J., Romero-Díaz, A. and Gallard, F. (2019) 'Hydro-geomorphological consequences of the abandonment of agricultural terraces in the Mediterranean region: Key controlling factors and landscape stability patterns', *Geomorphology*, 333, pp. 73–91. doi:10.1016/j.geomorph.2019.02.014.

Office International de l'Eau (2018) *Seuil | Glossaire eau, milieux marins et biodiversité*. Available at: http://www.glossaire-eau.fr/concept/seuil (Accessed: 3 August 2021).

Paliaga, G. *et al.* (2020) 'Terraced Landscapes on Portofino Promontory (Italy): Identification, Geo-Hydrological Hazard and Management', *Water*, 12(2), p. 435. doi:10.3390/w12020435.

Parc Naturel des deux Ourthes (2020) 'Entretenir un mur en pierre sèche - Conseils pratiques'. Available at: https://www.pndo.be/docs/Depliant_entretien_mur_FR.pdf (Accessed: 3 August 2021).

Parc Naturel Régional des Monts d'Ardèche (2005) 'Habiter dans le piémont cévenol - Cahier de recommandations architecturales'. Available at: http://caue07.fr/wp-content/uploads/2016/01/Habiter-Piemont-cevenol.pdf (Accessed: 3 August 2021).

Parc Naturel Régional des Monts d'Ardèche (2016) 'Construire des terrasses en pierre sèche - Mémento des bonnes pratiques pour bâtir et restaurer'. Available at: https://www.parc-monts-ardeche.fr/wp-content/uploads/2020/03/memento-pierre-seche.pdf (Accessed: 3 August 2021).

Pijl, A., Tosoni, M., Order, G., Sofia, G. and Tarolli, P. (2019) 'Design of Terrace Drainage Networks Using UAV-Based High-Resolution Topographic Data', *Water*, 11(4), p. 814. doi:10.3390/w11040814.

Pijl, A., Quarella, E., Vogel, T.-A., D'Agostino, V. and Tarolli, P. (2021) 'Remote sensing vs. field-based monitoring of agricultural terrace degradation', *International Soil and Water Conservation Research*, 9(1), pp. 1–10. doi:10.1016/j.iswcr.2020.09.001.

Préfète du Gard (2020) *Prélèvements d'eau / Police de l'eau / Règlementation / Eaux et milieux aquatiques / Environnement / Politiques publiques / Accueil - Les services de l'État dans le Gard*. Available at: https://www.gard.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement/Eaux-et-milieux-aquatiques/Reglementation/Police-de-l-eau2/Prelevements-d-eau (Accessed: 27 July 2021).

Preti, F., Tarolli, P., Dani, A., Calligaro, S. and Prosdocimi, M. (2013) 'LiDAR derived high resolution topography: the next challenge for the analysis of terraces stability and vineyard soil erosion', *Journal of Agricultural Engineering*, 44(s2). doi:10.4081/jae.2013.258.

Preti, F., Guastini, E., Penna, D., Dani, A., Cassiani, G., Boaga, J., Deiana, R., Romano, N., Nasta, P. and Palladino, M. (2018) 'Conceptualization of Water Flow Pathways in Agricultural Terraced Landscapes', *Land Degradation and Development*, 29, pp. 651–662. doi:10.1002/ldr.2764.

SPC Grand Delta (2020) 'Crue du 19 septembre 2020 Gardon d'Anduze'.

Tarolli, P., Rizzo, D. and Brancucci, G. (2019) 'Terraced Landscapes: Land Abandonment, Soil Degradation, and Suitable Management', p. 195. doi:10.1007/978-3-319-96815-5_12.

Travier, D. and Pelen, J.-N. (1984) *Les activités agricoles in 'Le temps cévenol : la conscience d'une terre' Tome IV 1*. Saint-Hippolyte-du-Fort: Sédilan.

UNESCO - Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture (1973) 'Convention concernant la protection du patrimoine mondial culturel et naturel', *Museum International (Edition Francaise)*, 25(1–2), pp. 121–121. doi:10.1111/j.1755-5825.1973.tb02107.x.

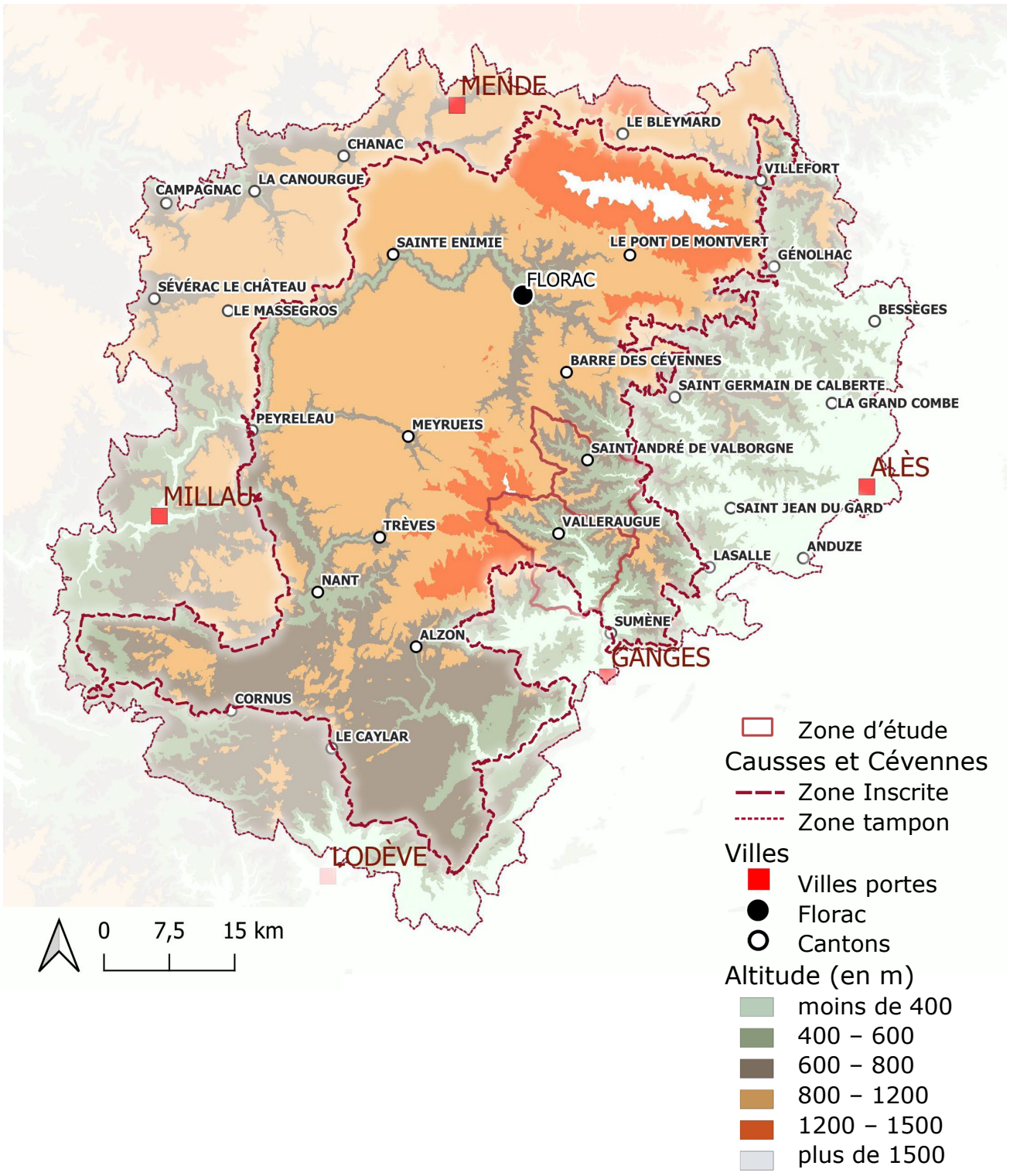
Villemus, B. (2003) *Etude des murs de soutènement en maçonnerie de pierres sèches*. These de doctorat. Lyon, INSA. Available at: http://www.theses.fr/2004ISAL0015 (Accessed: 29 July 2021).

Yuan, T., Fengmin, L. and Puhai, L. (2003) 'Economic analysis of rainwater harvesting and irrigation methods, with an example from China', *Agricultural Water Management*, 60(3), pp. 217–226. doi:10.1016/S0378-3774(02)00171-3.

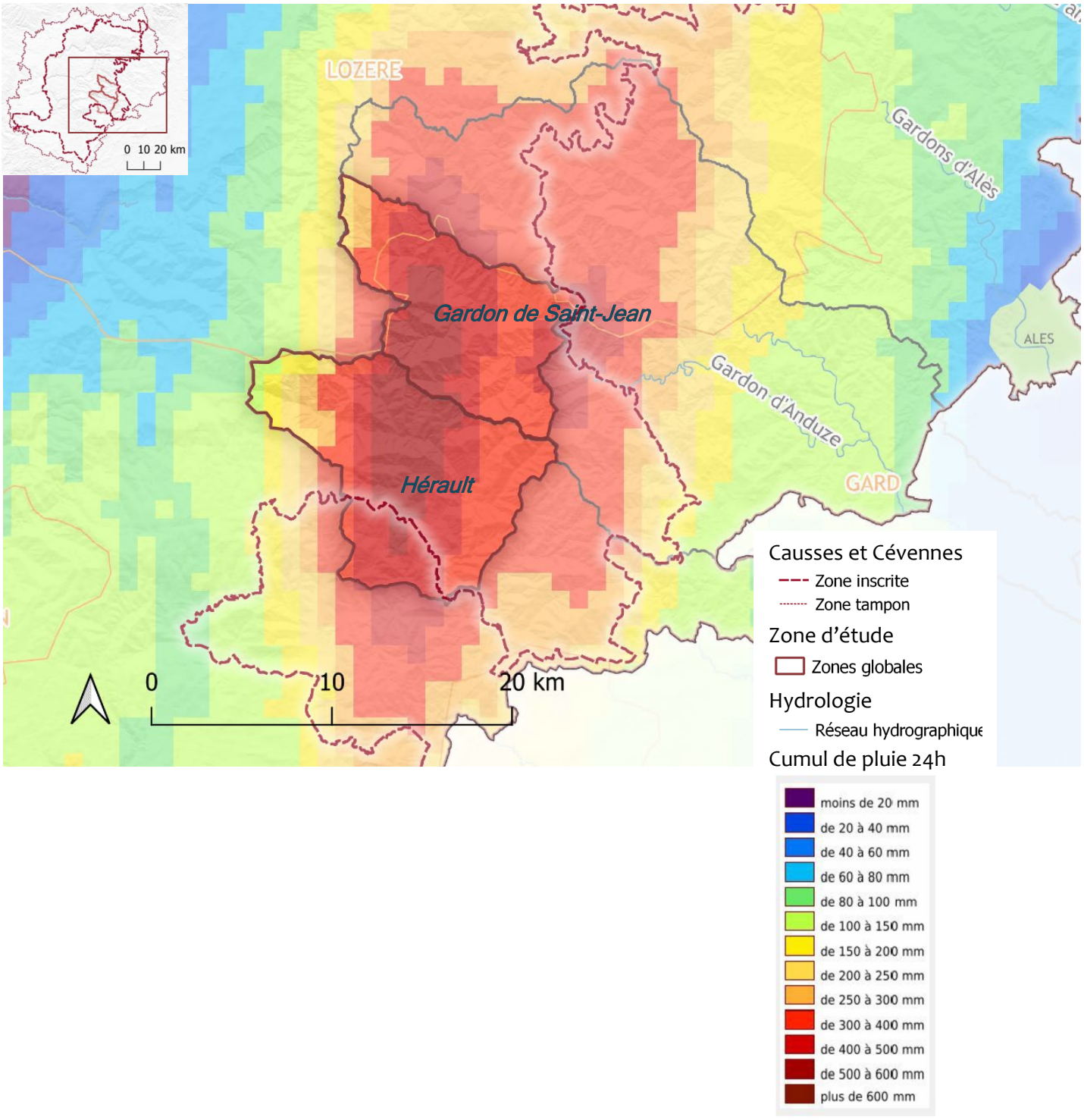
Zakšek, K., Oštir, K. and Kokalj, Ž. (2011) 'Sky-View Factor as a Relief Visualization Technique', *Remote Sensing*, 3(2), pp. 398–415. doi:10.3390/rs3020398.

Annexes

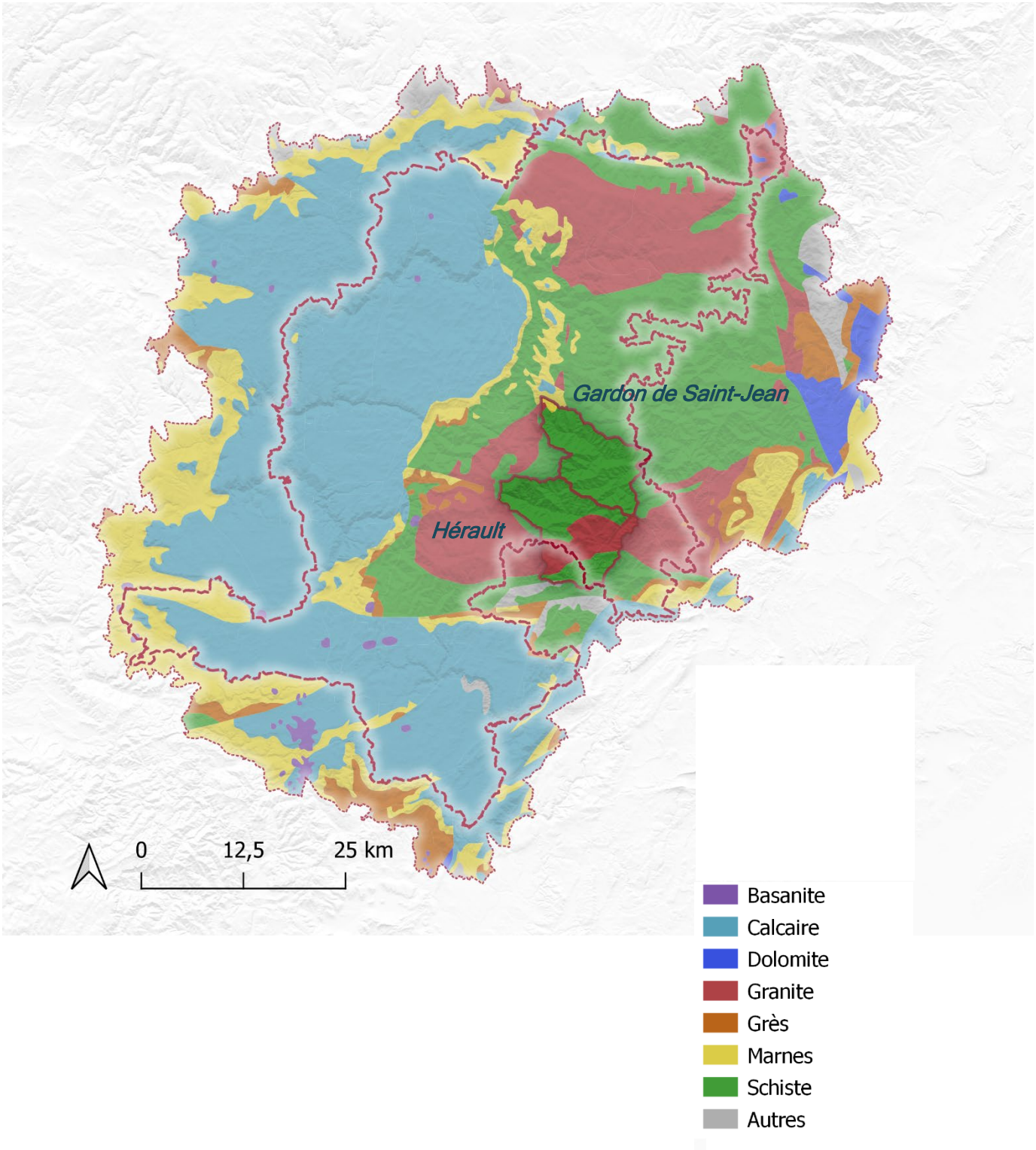
Annexe 1. Inscription de la zone d'étude sur le site Causses et Cévennes.



Annexe 2. « Cumul de pluie 24h du 19/09/2020 00 :00 TU au 20/09/2020 00 :00 TU (Antilope J+1, source Météo France) ». Source : SPC Grand Delta, 2020.

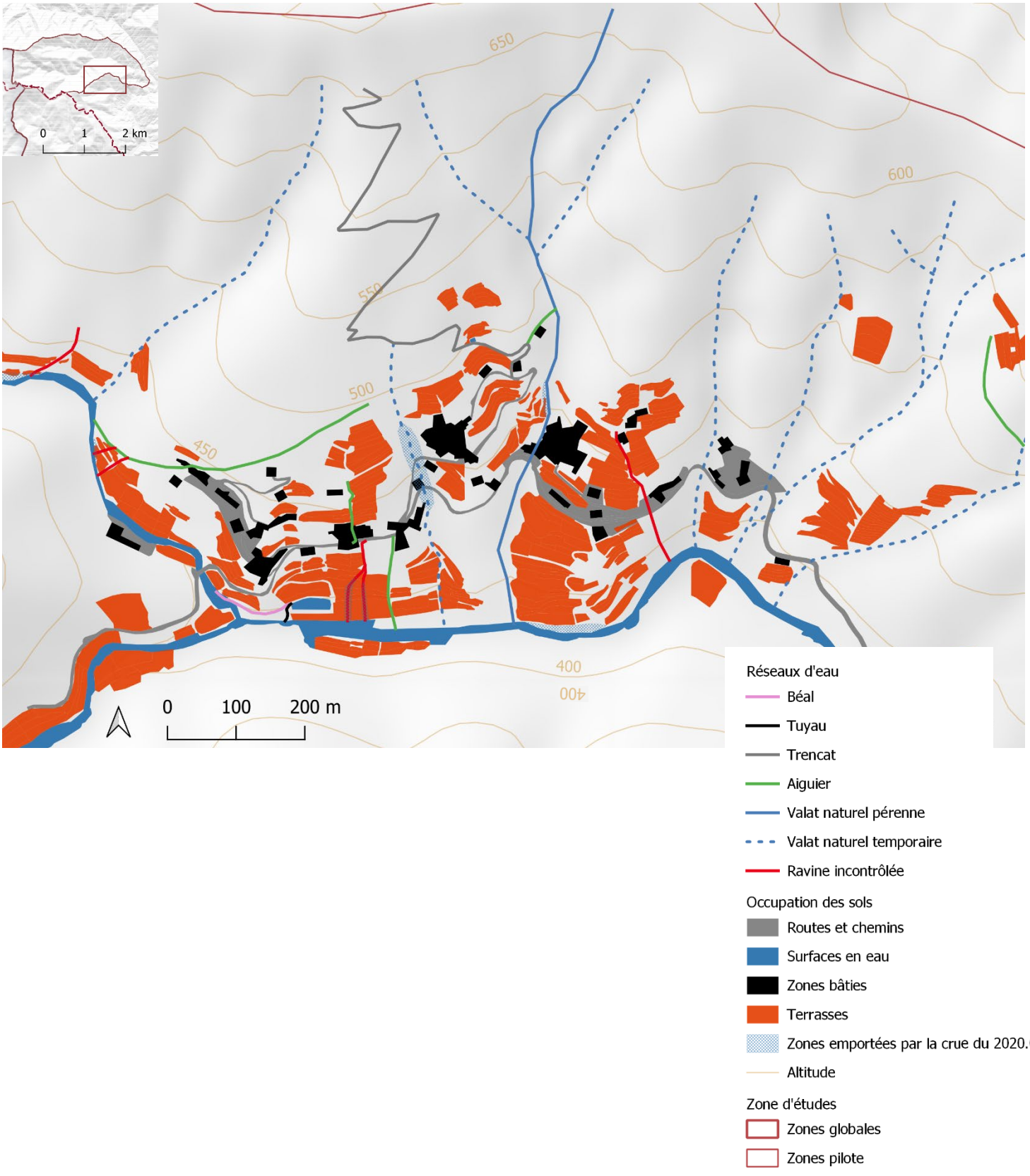


Annexe 3. Inscription des zones d'étude dans le contexte géologique du site Causses & Cévennes. Source : BRGM, 2019.



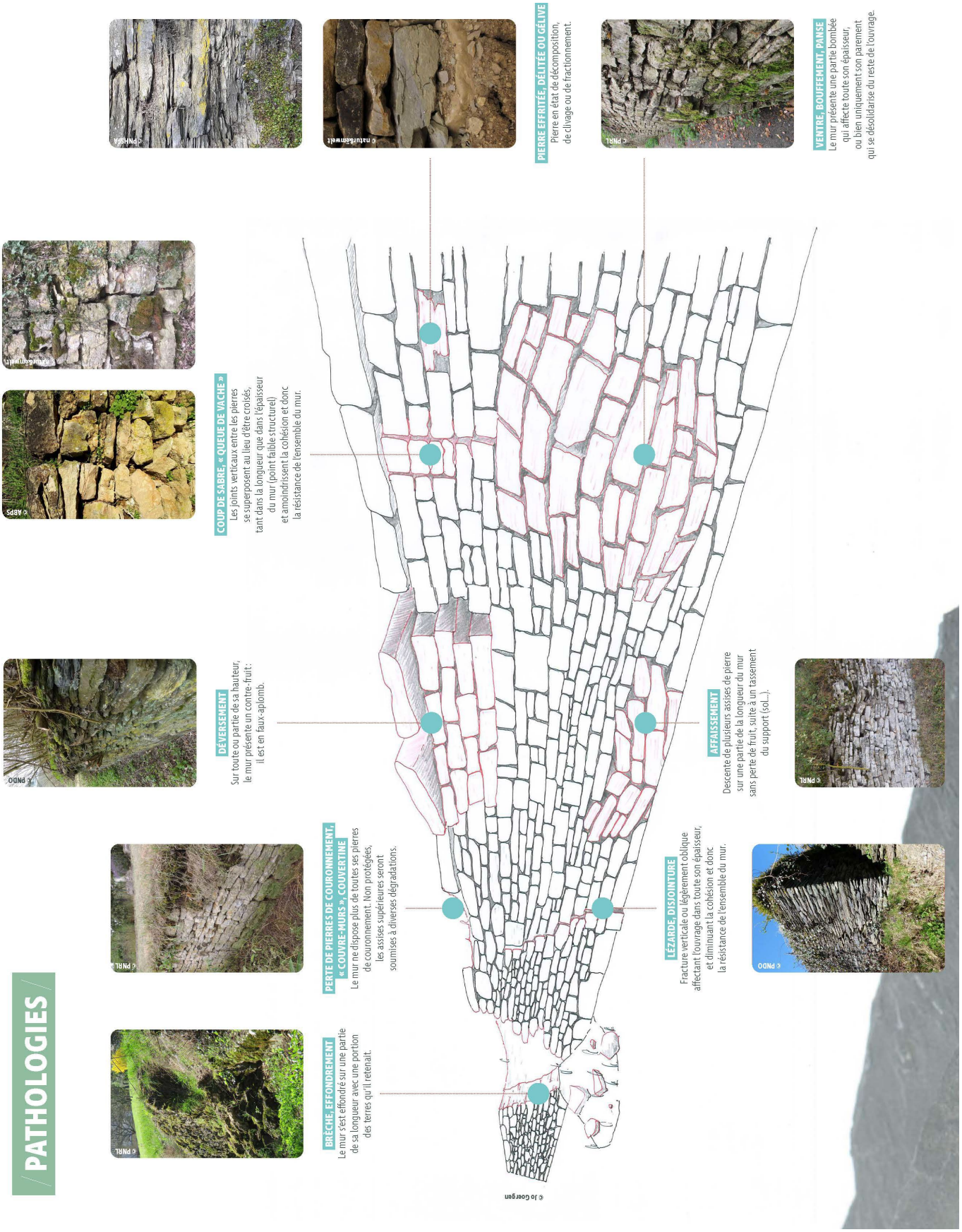
Annexe 4. Les composantes des paysages de terrasses, exemple du hameau Taleyrac (Val d'Aigoual).

A. Présentation des aménagements.

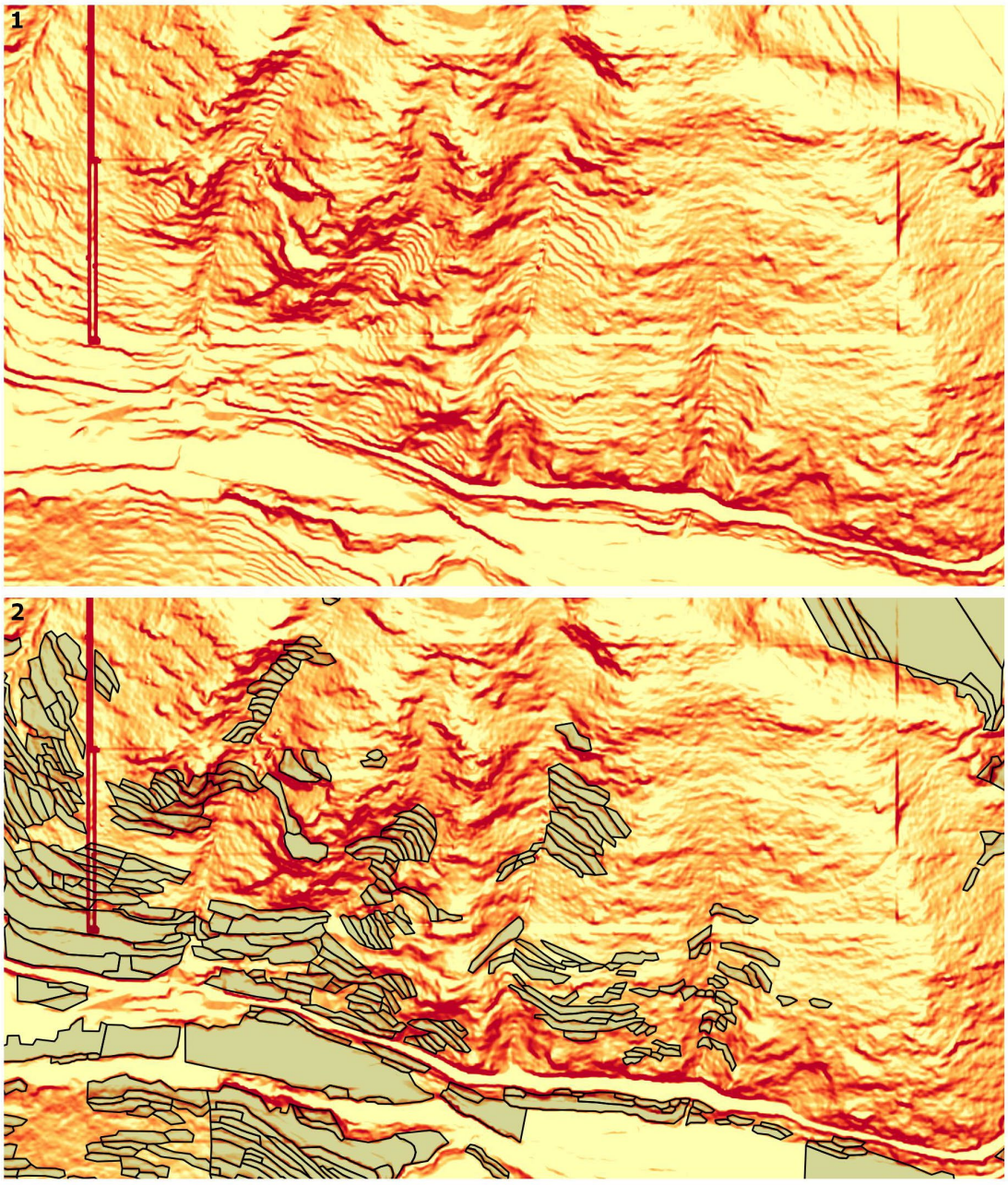


Annexe 4. Les composantes des paysages de terrasses, exemple du hameau Taleyrac (Val d'Aigoual).
B. Points de bascule.

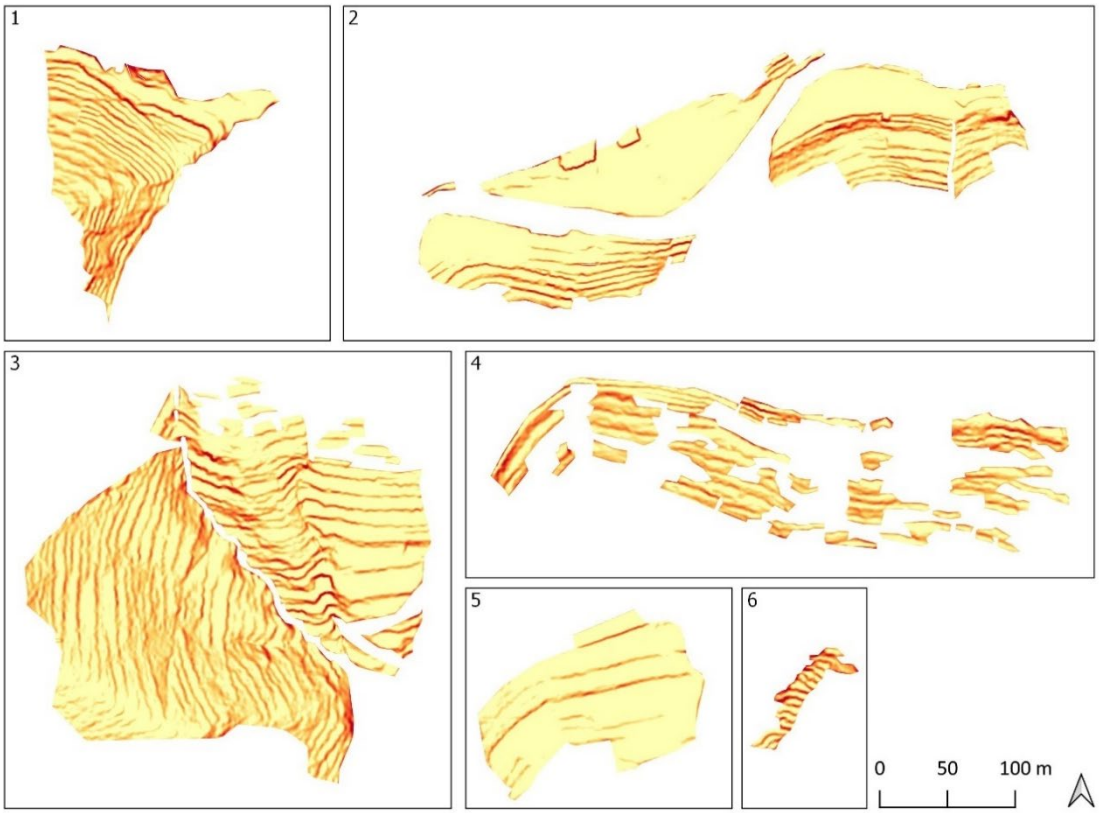
Annexe 5. Pathologies des murs de soutènement en pierre sèche. Source : Parc Naturel des deux Ourthes, 2020.



Annexe 6. Interprétation visuelle des terrasses à partir de données topographiques LiDAR et exemple de choix de digitalisation des terrasses de Tourgueille (Saint-André-de-Valborgne).

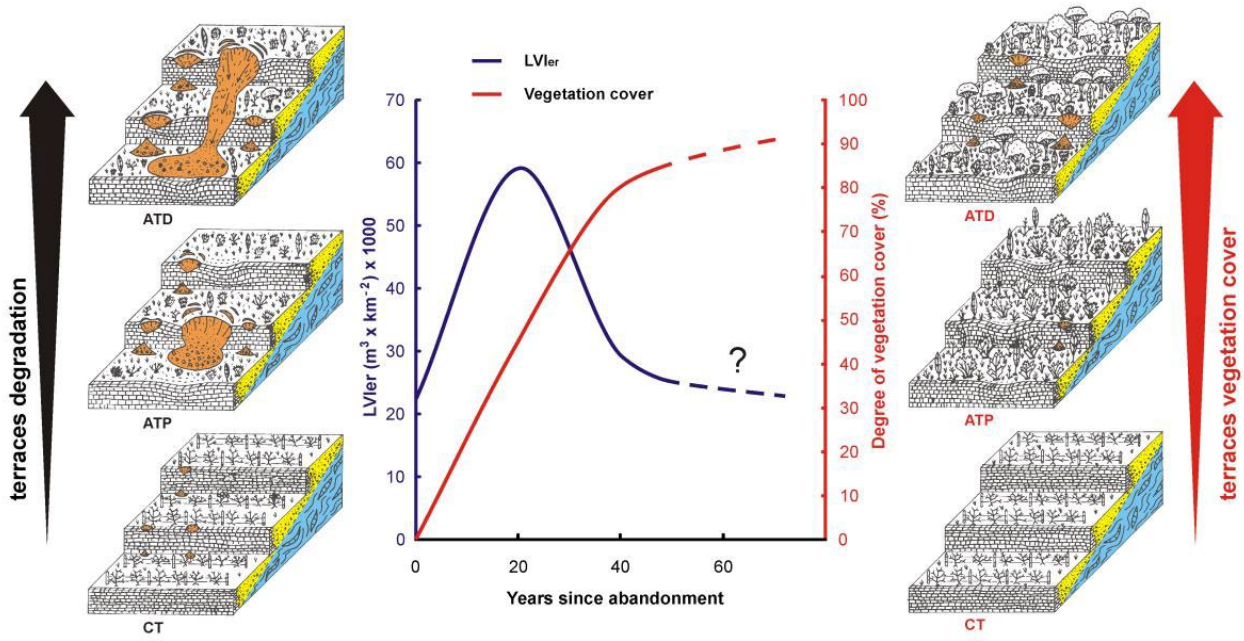


Annexe 7. Aperçu de différents types de terrasses – Tourgueille (Saint-André-de-Valborgne).



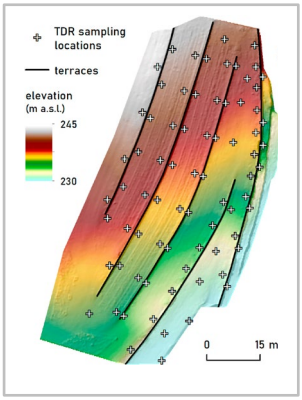
Description : [1] Terrasses entretenues sur versant convexe. [2] Terrasses sur les berges du valat du Roumégous. [3] Amphithéâtre de terrasses. [4] Ensemble de terrasses déstructuré et abandonné. [5] Terrasses dont la pente a été conservée. [6] Étagement de terrasses sur talweg.

Annexe 8. « Relationships between time of terraces abandonment (years), slope degradation (Landslide volumetric index-LVIer) and vegetation growth (%) ». Source : Brandolini et al. 2018.

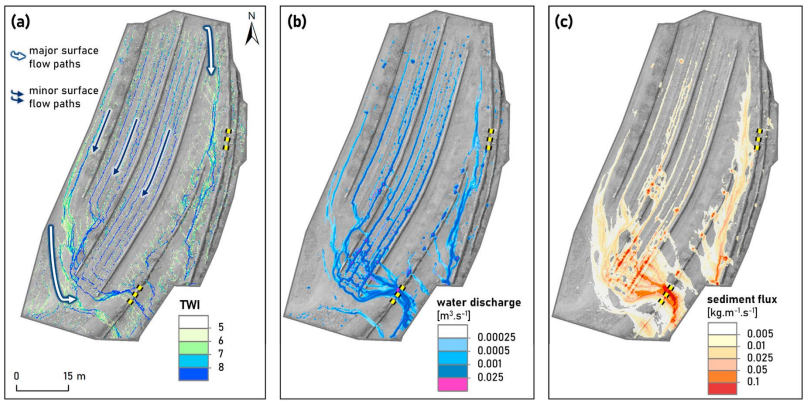


« The sketch on the left shows the degradation of terraced slopes when affected by intense rainfall and high erosion processes ; the sketch on the right shows the vegetation cover evolution on terraced slopes affected by moderate rainfall and erosion processes » (cultivated terraces – CT ; abandoned terraced slopes with poor vegetation cover – ATP ; abandoned terraced slopes with dense vegetation cover - ATD).

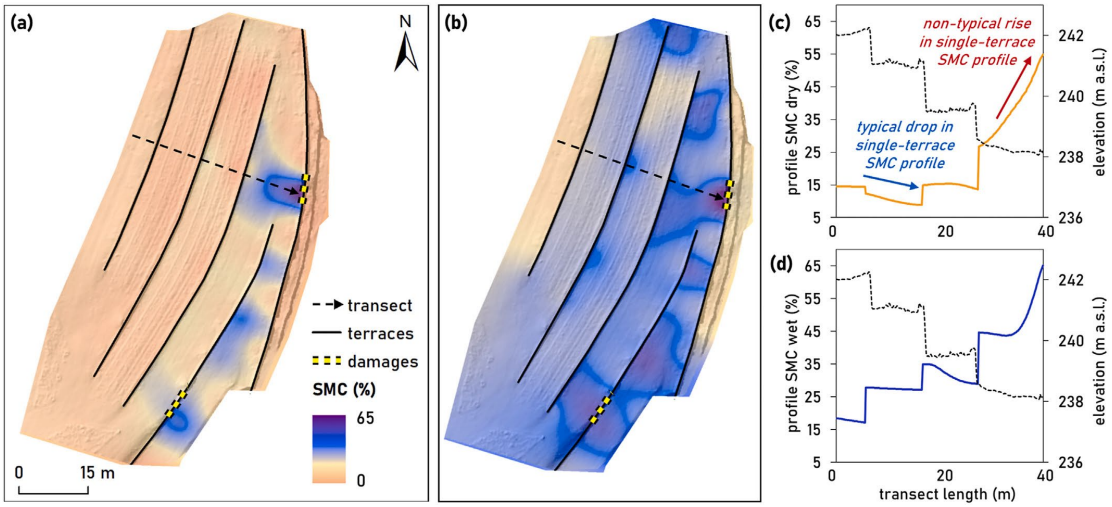
Annexe 9. Distribution spatiale et impacts des flux hydrologiques sur les murs de soutènements en parcelle terrassée. Source : Pijl et al. 2021.



Shaded Digital Terrain Model (DTM) of the study area, overlaid with the locations of Time Domain Reflectometry (TDR) instrument sampling points distributed throughout the site (white crosses).

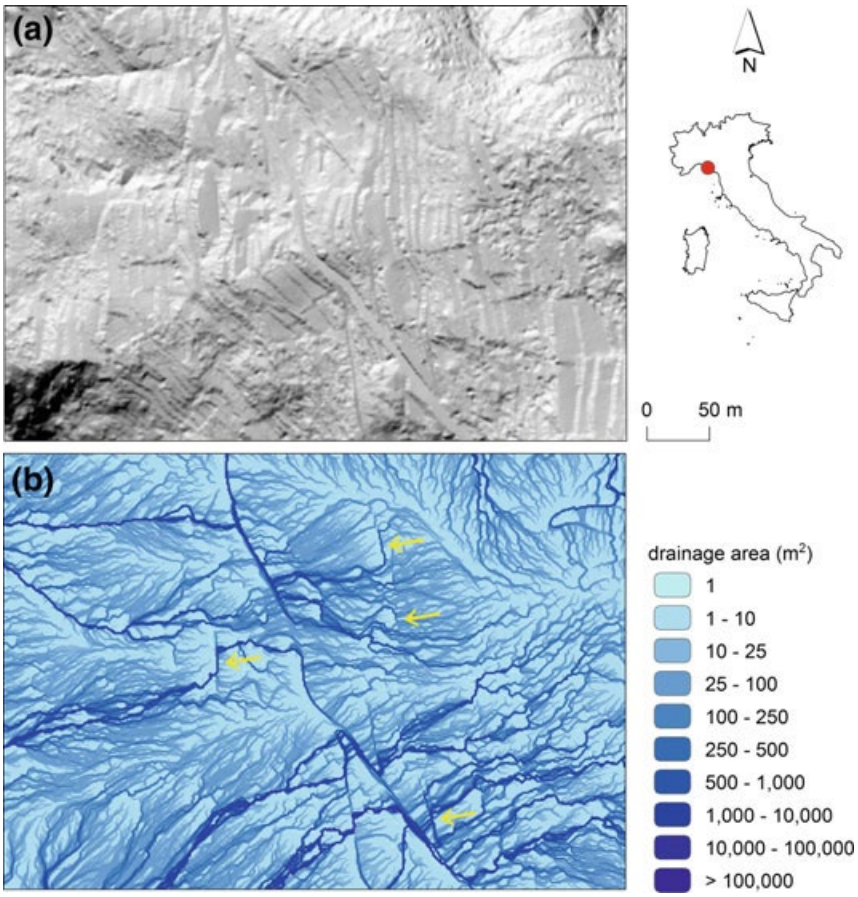


Spatial distributions of Topographic Wetness Index (TWI) (a) and SIMulated Water Erosion (SIMWE) overland water discharge (b) and sediment flux (c) displayed on a greyscale orthophoto. Indicated are the two locations of terrace damages (yellow dashes) and the minor and major fluxes over the surface (blue arrows).



Soil Moisture Content (SMC) distribution in dry (a) and wet (b) conditions, showing higher saturation in the two zones of terrace damages (yellow dashes) than the rest of the vineyard. On the field scale (entire transect), SMC profiles increase in downslope direction, i.e. negatively related to elevation (black dashed lines), in both dry (c, orange line) and wet conditions (d, blue line). On the single-terrace scale, the SMC profile typically drops in downslope direction due to drainage by walls (e.g. transect section 5-18 m, blue arrow). Strikingly, an inverse single-terrace SMC profile is found at the damaged lowest terrace (transect section 28-40 m, red arrow), where SMC rises in downslope direction and peaks at the damaged walls (yellow dashes).

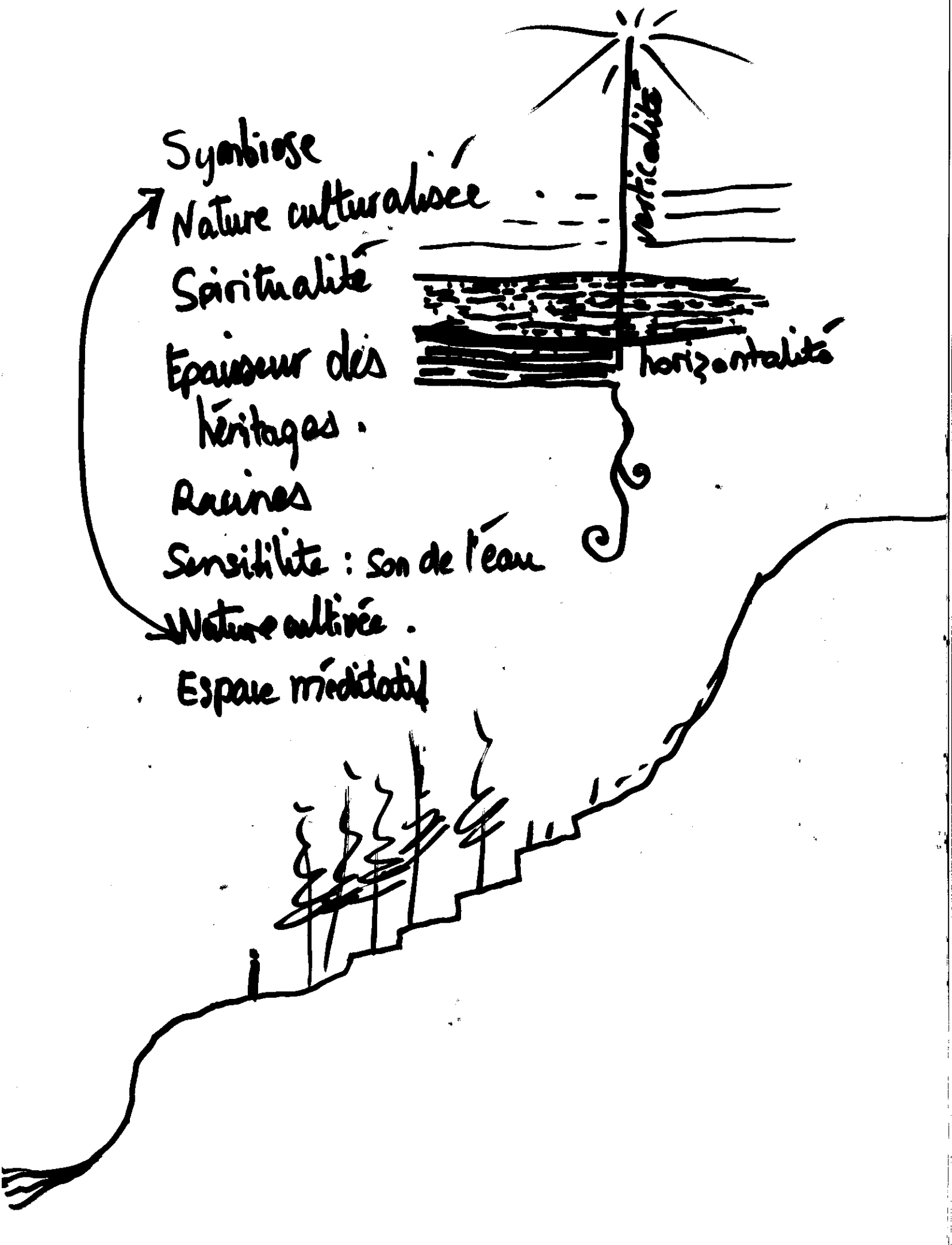
Annexe 10. « High-resolution topography of a terrace system in Liguria (Italy) ». Source : Tarolli et al. 2019.

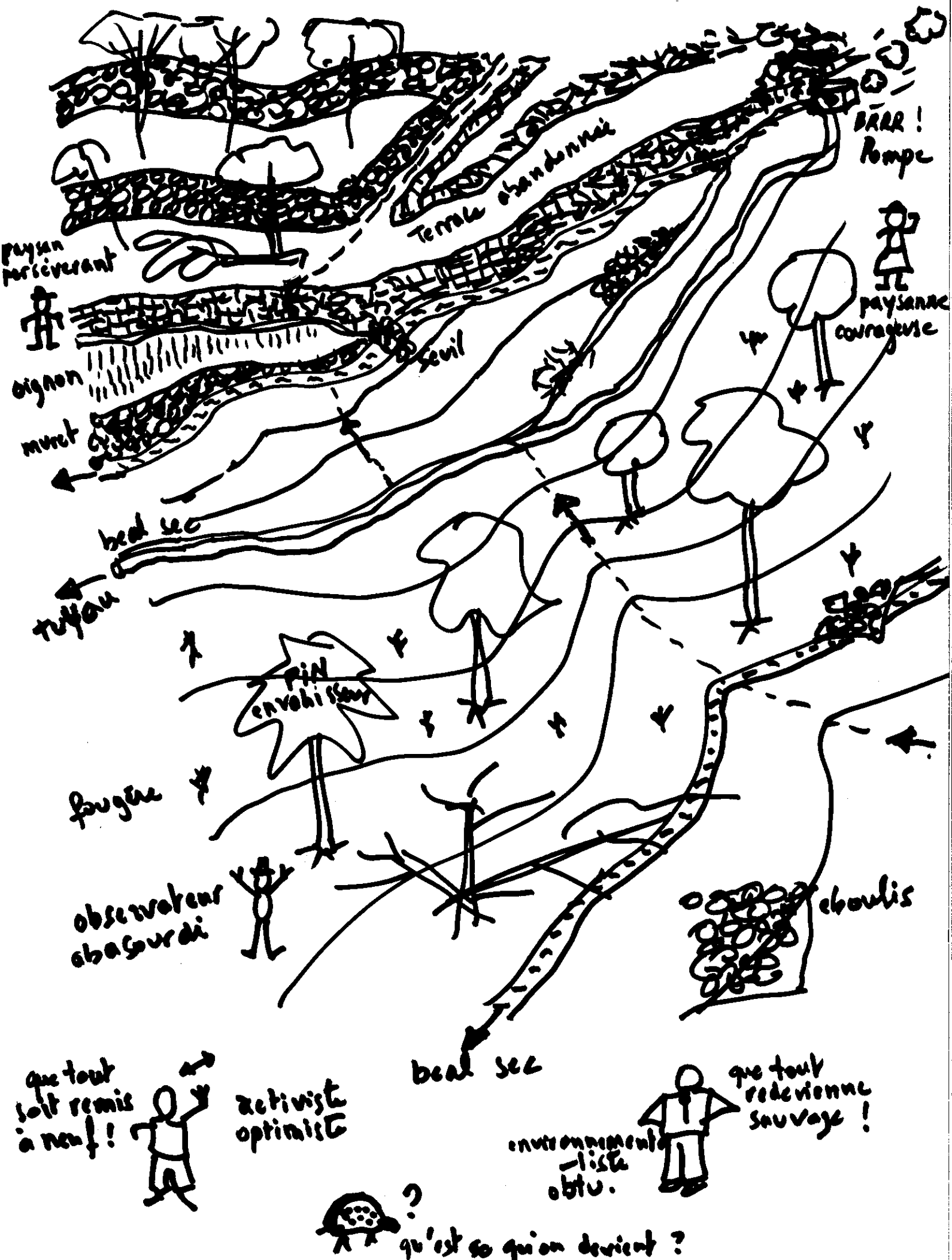


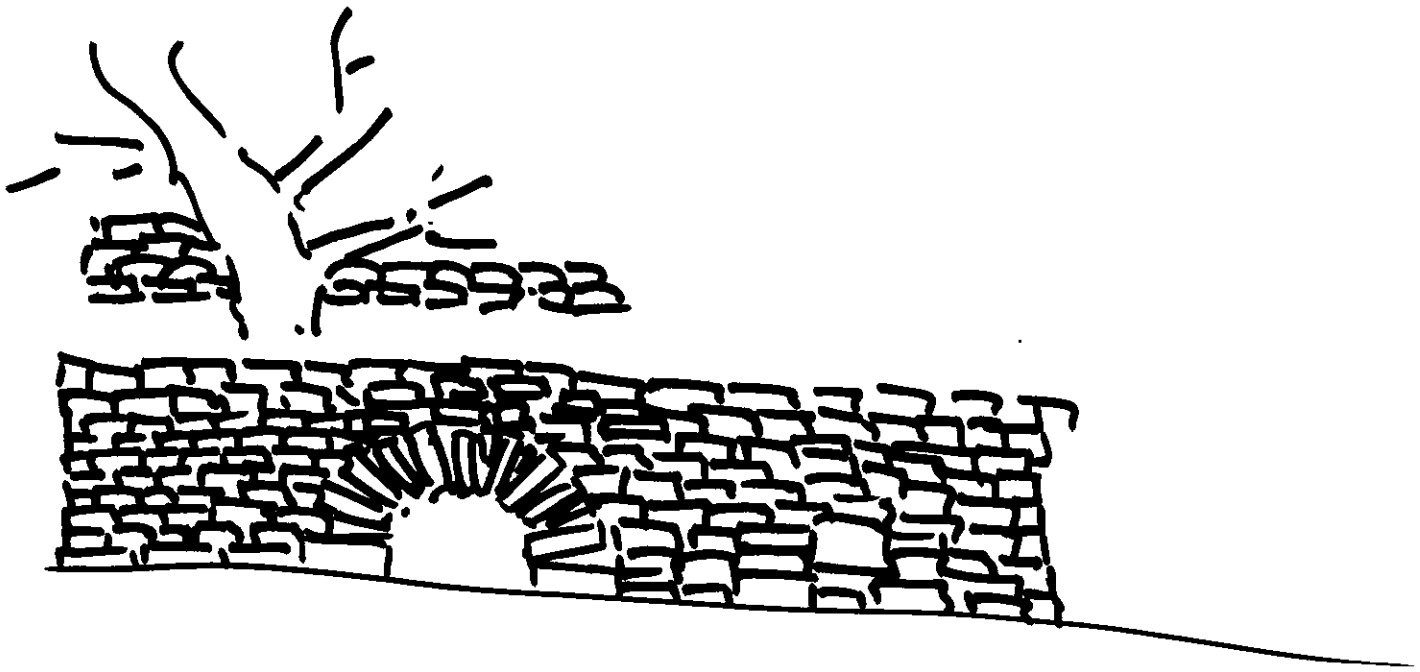
« The figure shows: (a) a shaded relief map obtained by a 1 m LiDAR-derived DTM; (b) drainage area calculated according to the d-infinite algorithm (Tarboton 1997). Yellow arrows indicate the water surface flow direction deviations due to the presence of terraces. (LiDAR data were provided by the Italian Ministry of the Environment and Protection of Land and Sea, within the framework of the Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale, PST-A). »

Annexe 11. Atelier collectif d'illustration et échange autour des terrasses de Tourgueille (Saint-André-de-Valborgne). Date : 2021.06.22.

Participants : Anne-Laure, Camille, Christine, Fabienne, Frédéric, Ghita, Marie-Jeanne, Pierre-Alain, Régis, Thierry, Yannis.


Symbiose
Nature culturalisée
Spiritualité
Epaisseur des héritages.
Racines
Sensibilité : Son de l'eau
Nature cultivée.
Espace méditatif
verticalité
horizontalité


BRRR ! Rempe
Terres abandonnées
paysan persévérant
paysanne courageuse
seuil
oignon
muret
bed sec
tuyau
pin envahisseur
fougère
observateur observateur
éboulis
bed sec
que tout soit remis à neuf !
activiste optimiste
environnementaliste obtu.
que tout redevienne sauvage !
?
qu'est ce qui on devient ?

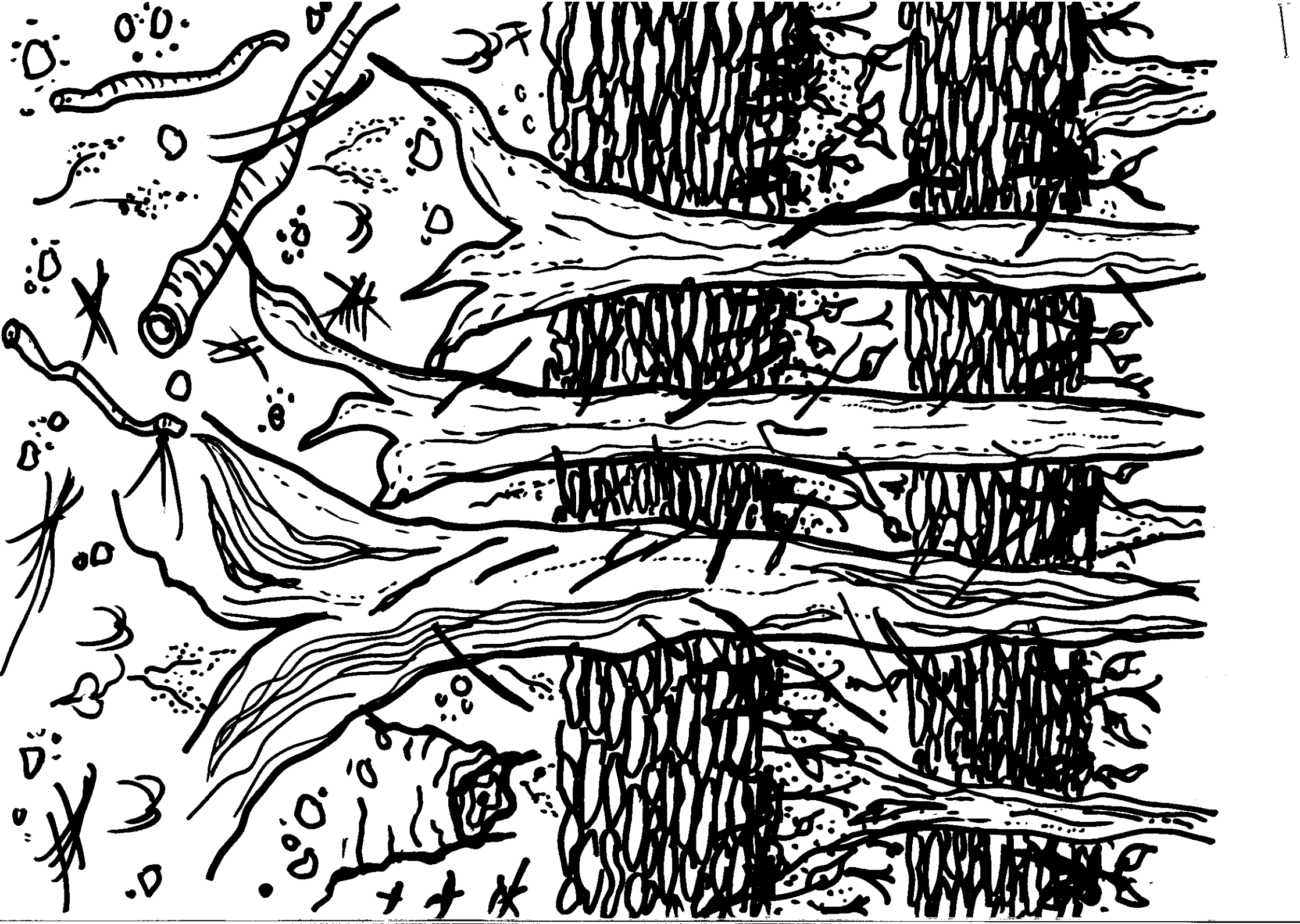


1) Respect pour le travail réalisé, ici des centaines d'heures pour survivre ...

2) La source, .. certainement l'origine de tout le complexe de tuncas

3) Elle est présente avec les premiers murs qui tombe sous l'action de l'eau en attendant les autres

favoriser la mise
perspective. ~~[illegible]~~ en valeur de quelques
uns de ces titres par des sentiers de
randonnées associés à la vente
directe des agri locaux



ruines
humilité
minutieux
Ø calme / bruyant

on a vu des auteurs pour eux-mêmes,
pq pas autant pour un territoire ?

Journée d'échange du 22 juin 2021
Atelier terrain autour des terrasses de Tourgueille en vallée Borgne

L'objectif de l'atelier est d'initier des échanges croisés sur les systèmes de terrasses cévenols en utilisant le dessin comme levier à l'observation et la compréhension.

Contexte : La vallée de Tourgueille se caractérise par sa localisation en tête de bassin et une forte déprise des pratiques agricoles de culture sur terrasse. Les terrasses encore actives se concentrent pour l'essentiel au plus proche des hameaux mais le site révèle une très grande densité de terrasses à l'abandon dont l'état de dégradation pose question.

I. Dessin

Chaque participant de façon individuelle ou en binôme parcours le site et trace un croquis du système de terrasse par une vue en plan, en coupe ou bien en perspective voir un story board.

Inutile d'avoir du talent pour le dessin vous ne serez pas juger pour votre trait ! La phase de dessin et d'arpentage permet essentiellement à chacun de prendre le temps de l'analyse. C'est un outil puissant pour focaliser l'attention sur les détails et les organisations spatiales.

II. Annotations

Nous vous demandons ensuite d'annoter les croquis avec selon **3 axes d'observations** :

- Perception sensible

Il s'agit de mettre des mots sur les sensations ressenties lors de votre parcours. La perception sensible est propre à chacun, elle se nourrit de notre culture et de notre sens de l'esthétique. Loin d'être une science molle, l'approche sensible permet de mettre en exergue les valeurs paysagères et patrimoniales communes que l'on pourra à posteriori rattacher à des caractéristiques objectives. La clé de voûte de exercice est d'évoquer sans filtre tous les aspects relevant de l'affect.

- Approche fonctionnelle

Ici il s'agit d'identifier les éléments constitutifs du système de terrasses observé (accès, ouvrages associés...), de se faire une idée des caractéristiques qui influent directement sur la bonne exploitation agricole de l'ensemble, de s'interroger sur logiques d'implantation à l'œuvre, de construction et de dimensionnement ou encore de gestion des eaux.

- Dégradations

agro - sylvo - pastoralisme

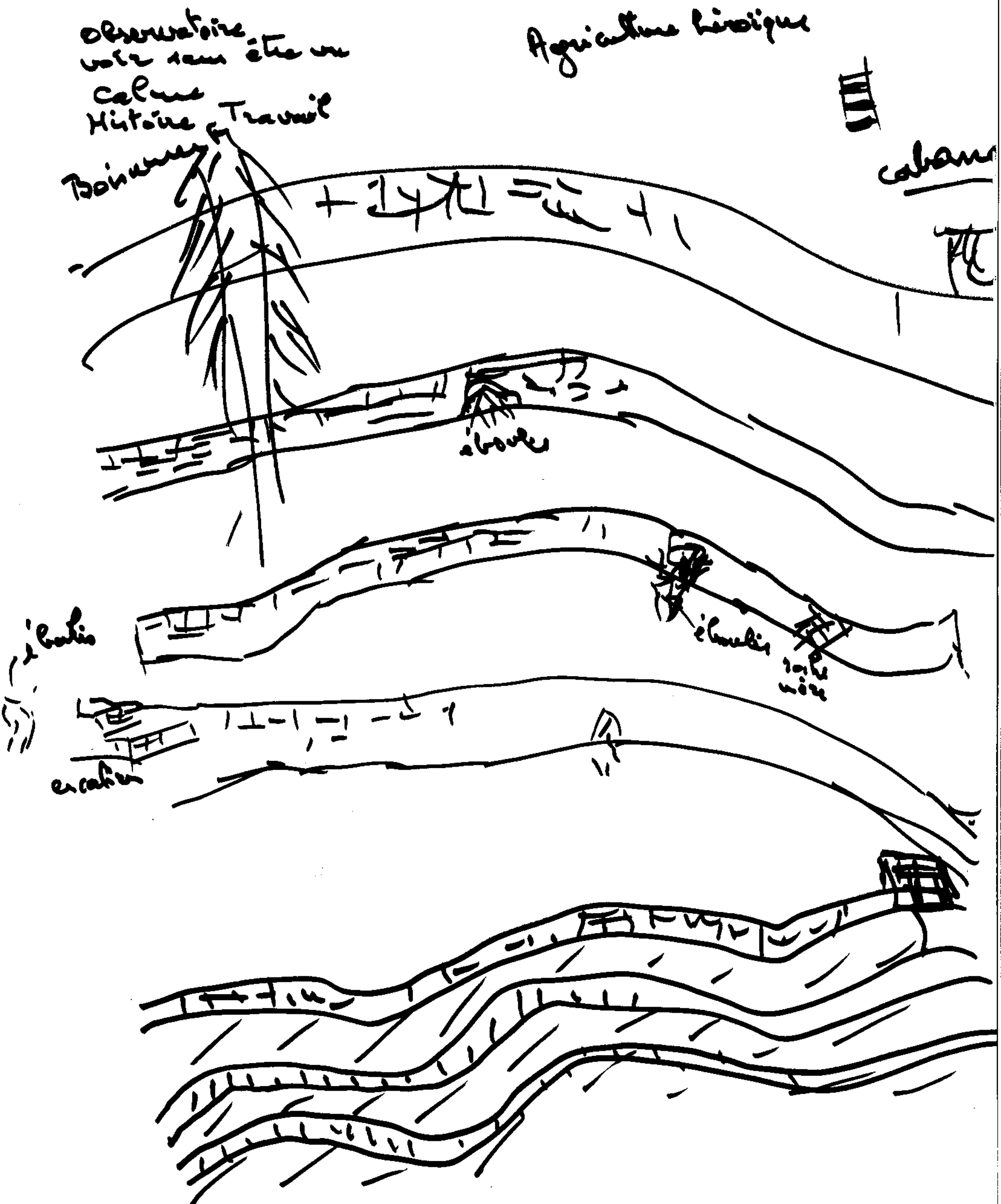
Le dernier axe d'observation se focalise sur les dégradations. Les ouvrages en pierre sèche nécessitent un entretien régulier or aujourd'hui la déprise agricole, la perte de savoir faire et le renforcement des extrêmes climatiques accélèrent l'effacement progressif des paysages de terrasses. L'exercice ici est donc d'essayer d'identifier et de caractériser les différents type de dégradation. De s'interroger sur l'origine des dégâts, la suite du processus, le niveau gravité et la capacité de restauration.

"un bon pin est un pin mort"

III. Perspectives

Afin d'ouvrir la réflexion nous vous demanderons à partir de ces observations :
- de vous interroger sur les services écosystémiques rendus par les systèmes de terrasses
- de faire un exercice de prospective : quel avenirs possibles pour ces attributs patrimoniaux, quelles conséquences à leur perte, quelles solutions ?

Les participants seront ensuite amenés à restituer leur travail au reste du groupe nourrissant ainsi les échanges.



Observatoire
voir sans être vu
calme
Histoire
Travail
Boisement
Agriculture héroïque
cabane
éboulis
éboulis
éboulis
escalier

Formation à la relance de la technique de la pierre sèche.

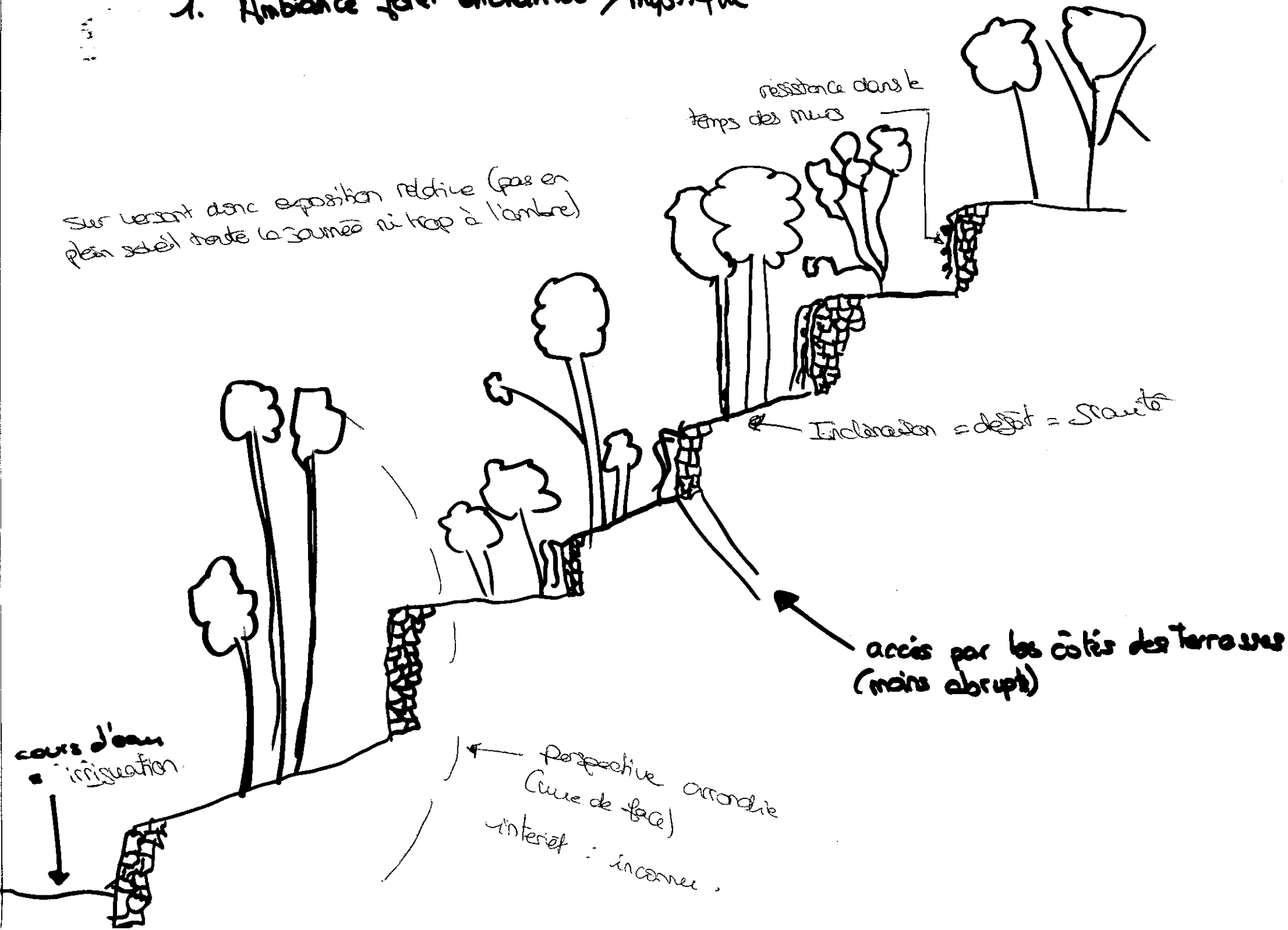
- Eau
- Pierre
- Terre

Lutte contre l'érosion

Zone de culture : ne pas dilapider

Retrouver des terres productives.

1. Ambiance forêt enchantée / mystique



Savoirs - faire :

- cours d'eau à proximité pour irrigation
- Etagement des cultures en fonction des besoins en eau ? celles plus gourmandes en eau en bas, celles moins en haut.
- Dimensionnement pas trop élevé pour faciliter les récoltes ?

+ ruissellement des eaux de pluie —
+ Béal pour irrigation

Dégâts :

- Terrasses plus exploitées = affaissement dû à la gravité
- Murs relativement bien mais végétation abondante montre que plus d'entretien / abandonnées depuis longtemps
- "Erosion" / glissements des abords des terrasses (à côté)
- Effondrement de certains murs en vue droite
- Bois morts

Evolution :

- la gravité va continuer d'agir mais la végétation ralentit le processus d'affaissement
-

Services écosystémiques :

- ralentit l'érosion des versants et donc l'apport sédimentaire / embâcle de bois

perspectives :

- avenir touristique, de sensibilisation
- restauration de certaines terrasses à des fins agricoles ? Non

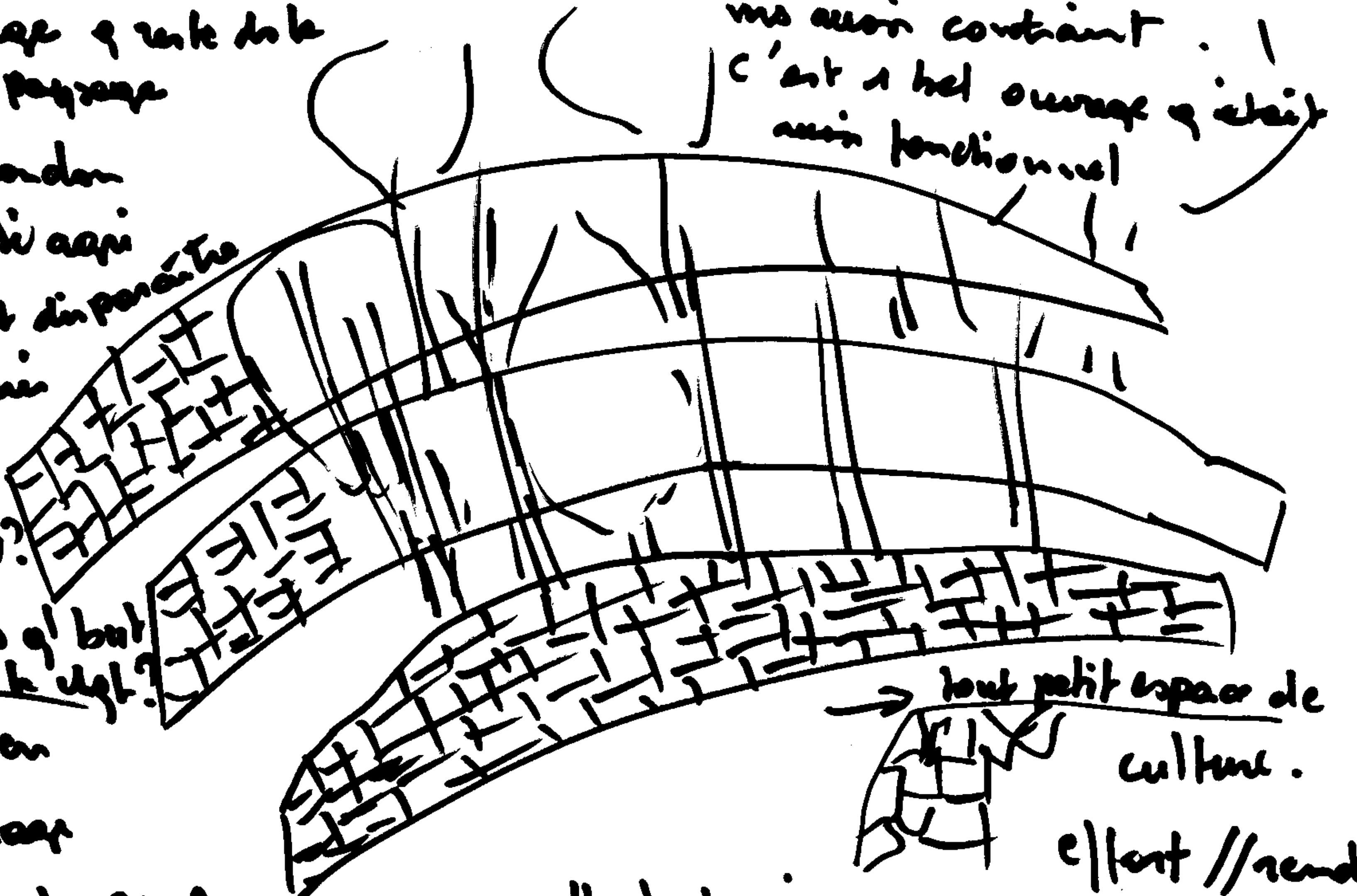
Conséquence perte : érosion + perte de patrimoine

Peu sensible : ouvrage imposant lié à 1 recherche de mise en culture sur 1 milieu difficile → travail courageux volontaire

- 1 témoignage q reste de la
- dégradat° paysage
→ départ/abandon de l'activité agri
- les terrasses vont disparaître qui pour fournir u tel effort ?
- gravure ? O/N ?
- retourner ? ds q' but la vie c'est le chgt ?
- ouvrage en lien avec le courage

des paysans du coin affronter la nature et s'en accommoder malgré l'effort à fournir

mes avoir contraint . C'est 1 tel ouvrage q était aussi fonctionnel

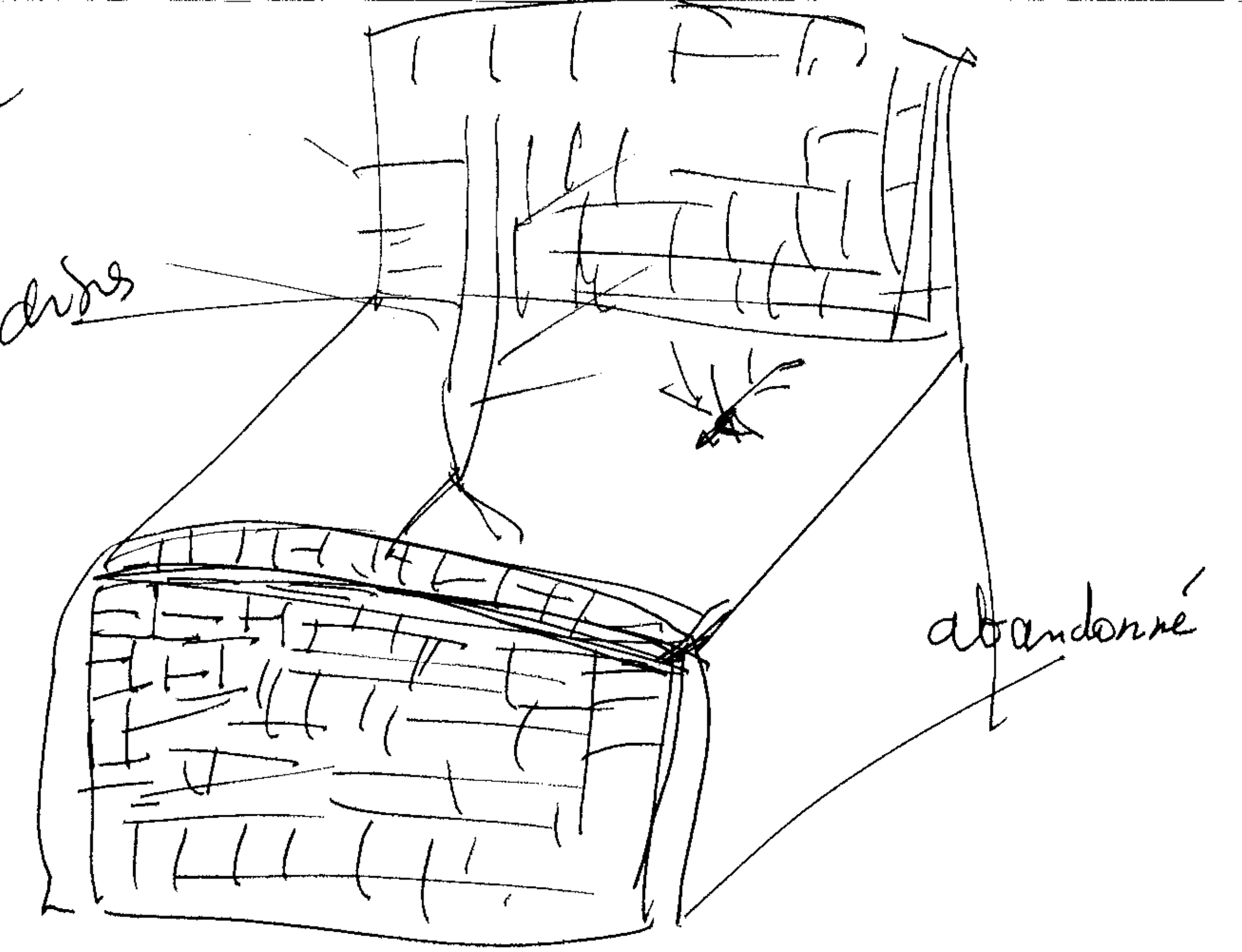


→ tout petit espace de culture.

effort // rendu

- se mettre tout prêt pour monter cet aspect. imposant ⇒ qui écrase un peu
- lien du travail agri et esthétique de l'ouvrage.

Dessin



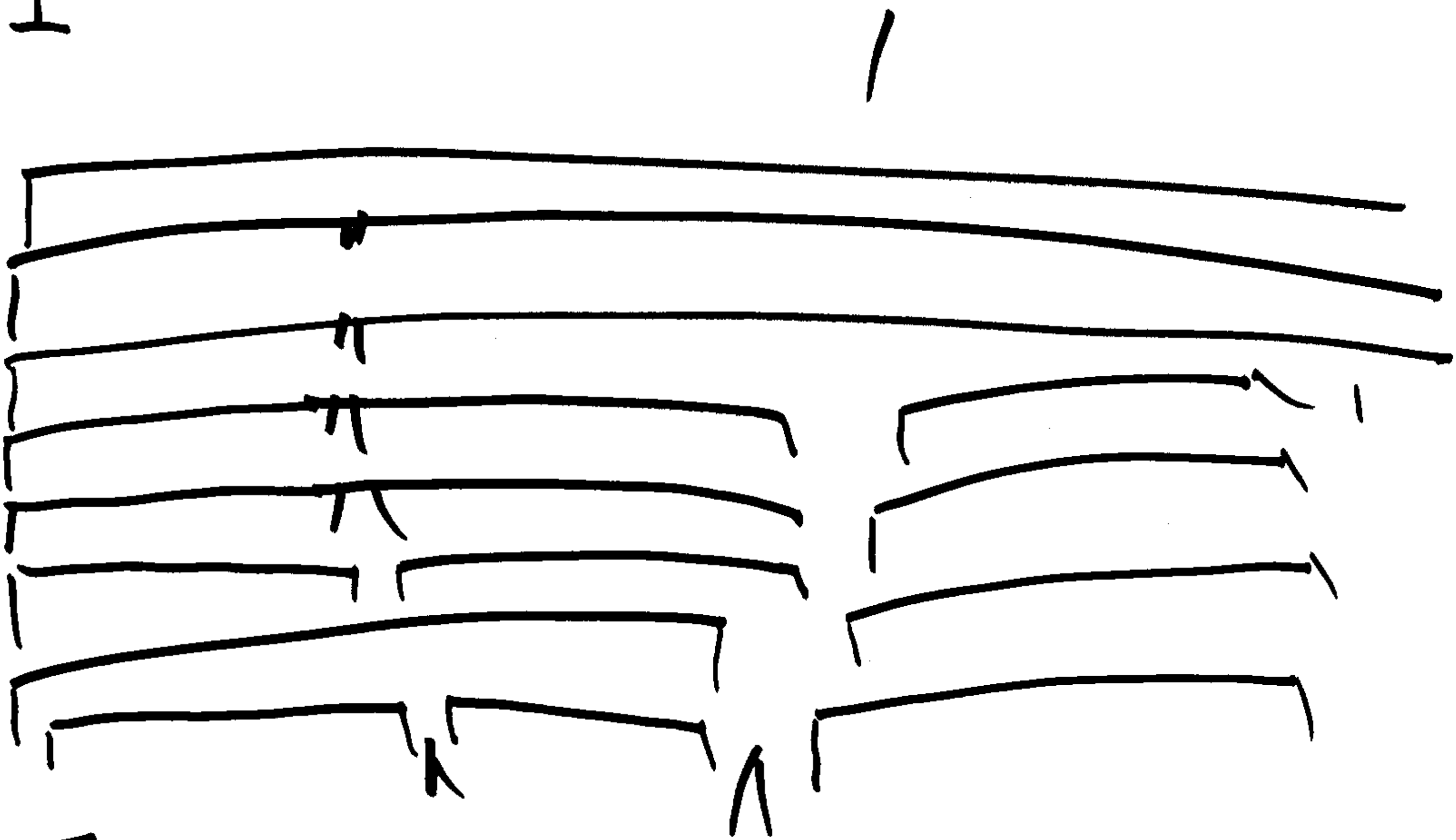
~~agriculture~~ accès?
× murs de soutènement écroulés par endroit (dans de l'eau)

× empêche l'érosion (plans importants si gérés)

↓ de l'agriculture vivrière locale
et de l'autoconsommation

× réseau anarchique avec des espaces divers et réserves (incendie)

I



II A.

Ruine, archéologie, mystère, ombre, fraîcheur

incongrues.

Amphitéatre

II B. × Pourquoi là ?

× Discontinuité ? Nobles [illegible]

Dans le Tolvas, dans humide ?

× créat° du cours d'H_2O

II C. Sur ce massif elles me semblent en la état !

. Resteront-elles en déboisement ?

. Ps grand chose à ~~[illegible]~~ entretenir

III.

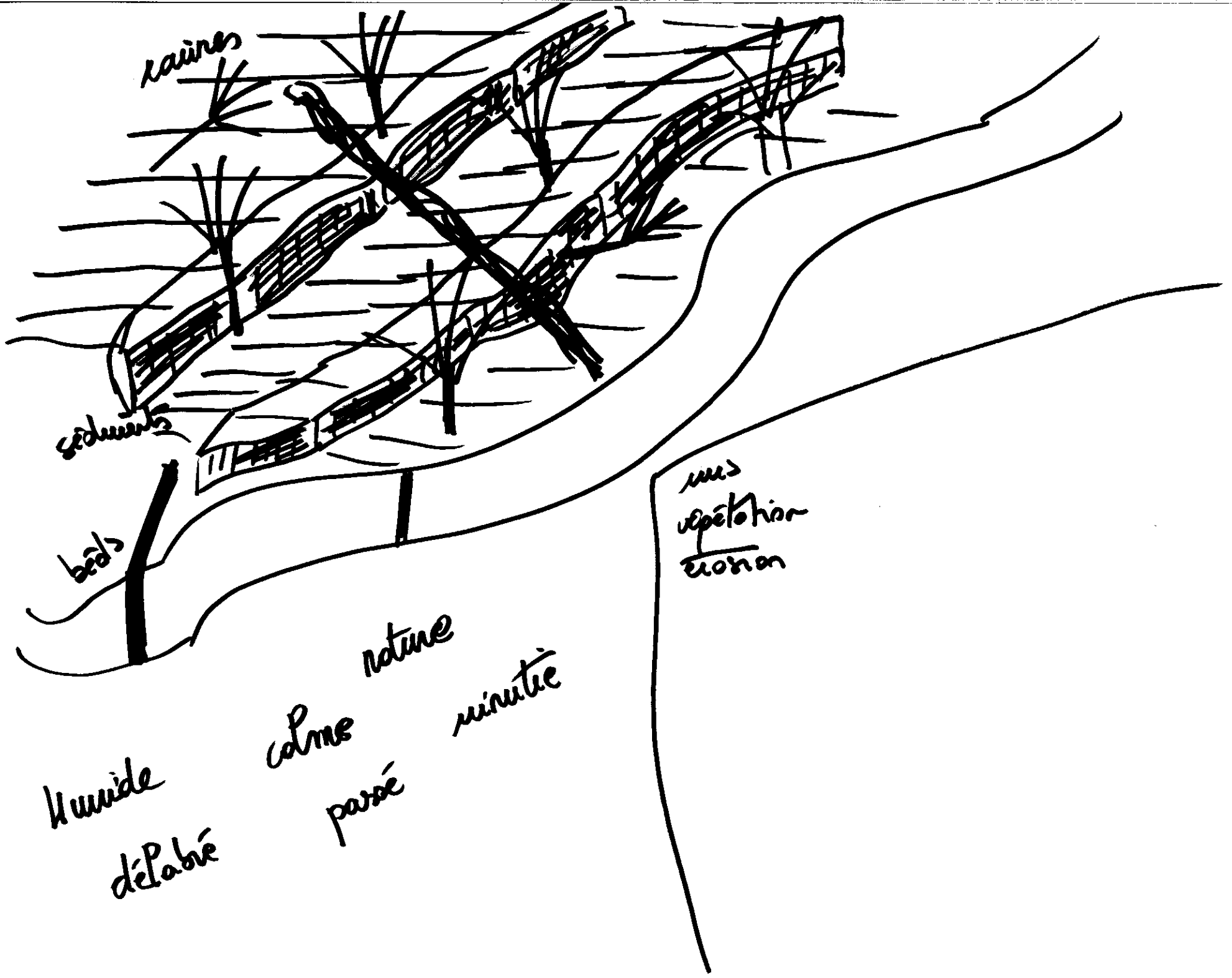
x Musée à ciel ouvert

x chantier école → Pierre Sèche
→ Agro

x Agro Sylvo Pastorale :

Deboisé / cultivé.

x Rencontre calendrier → effort collectif
→ chantier de Master


racines
sédiments
lits
nues
végétation
érosion
nature
calme
minutie
humide
passé
délabré