

**Synthèse et possibilités d'exploitation des données
géologiques et pédologiques de l'Espace Naturel
Sensible du Bois du Marilhou
(Commune de Trizac, Cantal)**

Premières pistes de valorisation



Sols et environnement Cantal et Terra Mater

Octobre 2012

Introduction

A – Synthèse bibliographique des données géologiques et pédologiques du secteur

I – Géologie

1 – Historique bibliographique

2 – Synthèse géologique et état des connaissances actuelles

2.1 – *Les grandes lignes de l'histoire géologique du massif Cantalien*

2.2 – *Géologie de l'ENS du Bois du Marilhou*

II – Pédologie

1 - Introduction

2 - Etats des connaissances des sols dans le Cantal :

3 – Pédologie des sols de L'ENS du bois du Marilhou

B – Validation des données bibliographiques sur le terrain

I – Géologie

1 - Localisation des affleurements

2 – Données complémentaires

3 – Hypothèses envisageables

4 – Hydrogéologie

II – Pédologie

1 – Sondage et localisation des sols de l'ENS

2 – Cas des formations rouges : peuvent-elles être des paléosols ?

C – Compléments d'études nécessaires

D – Premières pistes de valorisation

I – Pistes de valorisation à court terme

1 – Des matériaux et des hommes : Reconnaître une roche volcanique, comprendre sa mise en place et l'usage que peut en faire l'homme.

2 – Des sols et des hommes

II – Pistes de valorisation à plus long terme

1 - L'histoire géologique de l'ENS du Bois du Marilhou

2 - Paléosols ou altérites : l'effet des changements climatiques

3 - La naissance d'un ruisseau

III – Pistes de valorisation en sortant du périmètre de l'ENS

1 - L'érosion glaciaire

Introduction

Le Conseil Général s'est engagé dans un programme de gestion et de valorisation des milieux naturels en initiant la politique en faveur des Espaces Naturels Sensibles (ENS) sur son territoire.

La mise en œuvre de cette politique a permis de mettre en valeur et préserver la richesse et la diversité des milieux. L'ENS du Bois du Marilhou fait partie de l'un des 14 sites sélectionnés par le conseil général du Cantal.

L'étude demandée ici fait suite au schéma directeur de gestion et de valorisation sur le site des bois du Marilhou, qui a été établi par le CEPA/CPIE. Il préconisait des actions concernant la synthèse des connaissances et les possibilités de valorisations envisageables pour l'aspect géologique de ce site.

Il nous est apparu utile de joindre l'aspect pédologique à la géologie pour avoir une information complète de l'état des connaissances du volet minéral de cet ENS. La démarche adoptée pour cette étude s'organise autour de l'axe :

Synthèse des connaissances bibliographiques / validation de celles-ci sur le terrain / premières propositions de valorisation.

Il faut noter qu'il ne nous a pas été demandé d'acquérir de nouvelles données, mais nous verrons que le travail de validation terrain nous amène des informations complémentaires inédites remettant en cause une partie de la représentation cartographique et nécessitant probablement de compléter certaines interprétations établies jusque-là.

A – Synthèse bibliographique des données géologiques et pédologiques du secteur

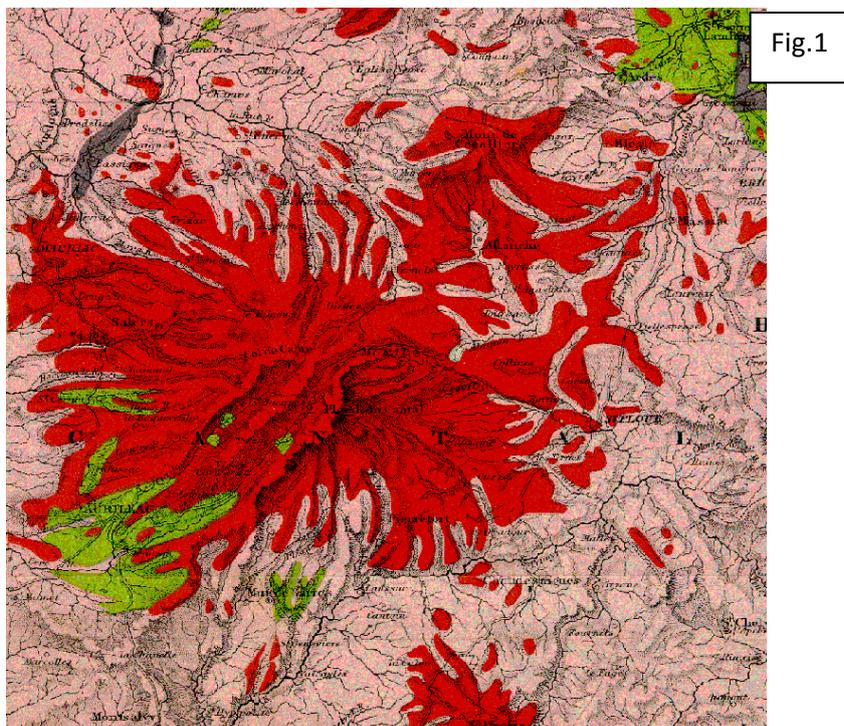
I – Géologie

1 – Historique bibliographique

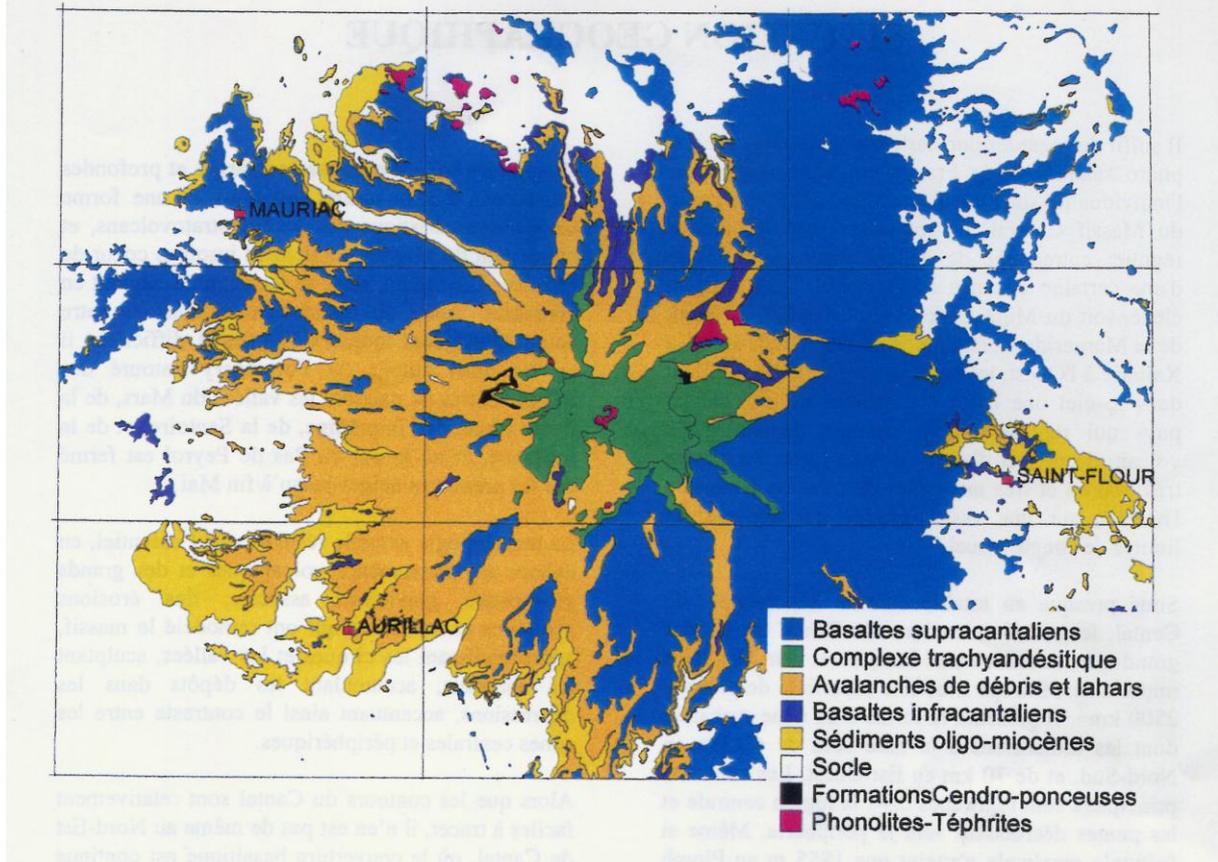
L'ENS du Bois du Marilhou ne couvre qu'une toute petite surface du massif cantalien et il est normal que peu de travaux lui soient directement consacrés. Mais pour comprendre la géologie de ce secteur, il faut aborder les travaux effectués sur l'ensemble du massif. Cependant nous ne rentrerons pas dans le détail de leurs contenus mais nous les survolerons pour montrer comment la connaissance scientifique du massif en est arrivée à ce qu'elle est aujourd'hui.

L'histoire de la « découverte » de la géologie cantalienne débute dans la période allant de la seconde moitié du XVIII^{ème} siècle au début du XIX^{ème} avec des auteurs comme Guettard (1751, 1759), Desmaret (1769), Dolomieu (1796), D'Aubuisson (1803), Steininger (1823), Poulett Scrope (1825 jusqu'en 1864), Bouillet (1832, 1834), Amédée Burat (1833), Dufrénoy et Elie de Beaumont (1833), Ruelle (1842), Raulin (1842), Baudin (1843), Julien (1869).

Très tôt, les roches composant le massif du Cantal ont été identifiées comme d'origine volcanique, on parlait de basalte, de tuf ou conglomérat, de trachyte, de phonolite, de lapillis, mais là où les divergences existaient, c'était sur le mode de formation de ces roches. Certains pensaient qu'elles se formaient dans l'eau, d'autres qu'elles avaient une origine interne à la terre. Finalement, vers le milieu du XIX^{ème} siècle, la théorie de l'origine interne commence à s'imposer et les travaux de Poulett Scrope deviennent de première importance avec une carte géologique (Fig. 1) montrant bien les trois grandes familles de roches présentes sur le territoire cantalien : les formations du socle en rose (granitoïdes, roches métamorphiques), les roches sédimentaires (en vert) et les roches volcaniques (en rouge).



Histoire géologique simplifiée du Cantal



Le Cantal, tout comme le Massif Central possède un socle (sorte de soubassement affleurant quelque fois ou masqué par tout ce que l'on voit en surface) formé de roches métamorphiques et granitiques. Les premières sont d'anciennes roches ayant subi d'importantes modifications lors de leur enfouissement. Celui-ci s'est produit lors de la formation d'une ancienne chaîne de Montagne (Chaîne Hercynienne) qui était équivalente à l'actuelle chaîne alpine mais il y a 500 à 300 millions d'années (Ma). Ces roches sont, ici, principalement des gneiss ou des micaschistes. Elles peuvent plus ou moins ressembler à des granites mais sont feuilletées et plissées ou déformées. Les roches granitiques sont issues du refroidissement de magmas qui sont restés en profondeur. Elles sont les témoins de la fusion des roches de la croûte terrestre lorsque celles-ci sont portées à de trop fortes températures ou subissent des dépressurisations. Elles se forment souvent au sein de chaînes de montagne. Ce sont essentiellement des granites mais de minéralogies diverses, nés vers 300 Ma.

Sur ces roches anciennes, sont venues se déposer des roches sédimentaires à l'époque tertiaire (de l'oligocène au miocène, soit entre 35 et 15 Ma). Ce sont des sables, argiles, calcaires ou marnes mis en place dans des lacs occupant des bassins d'effondrement. Ceux-ci sont dus à des extensions de la croûte terrestre ayant provoqué ces affaissements. Les dépôts sont visibles essentiellement en périphérie du massif cantalien, ils sont probablement aussi présents ailleurs mais masqués par les roches volcaniques ultérieures.

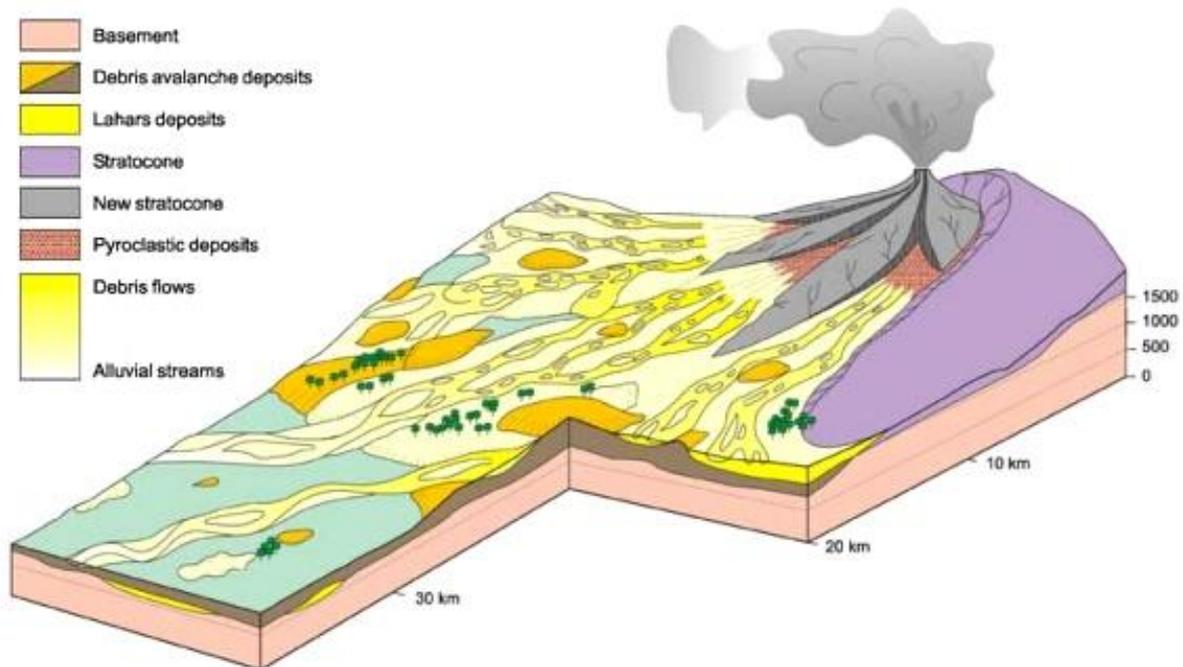
Enfin les roches volcaniques appartiennent aux roches magmatiques mais sont issues d'un refroidissement rapide associé à des liquides magmatiques plus fluides capables d'atteindre la surface. Dépendant du type de magmas en jeu lors d'une éruption (fluidité, richesse en gaz, température etc.), les roches volcaniques pourront s'épancher sous forme effusive (coulées) ou sous forme explosive (tuf, brèche, projection, écoulement pyroclastique etc.). Les grands types de roches volcaniques

cantaliennes vont des basaltes aux trachytes en passant par les trachyandésites et si la richesse en silice est moindre, des basanites aux phonolites en passant par les trachyandésites à hauïyne ou téphrites (anciennement ordanchites).

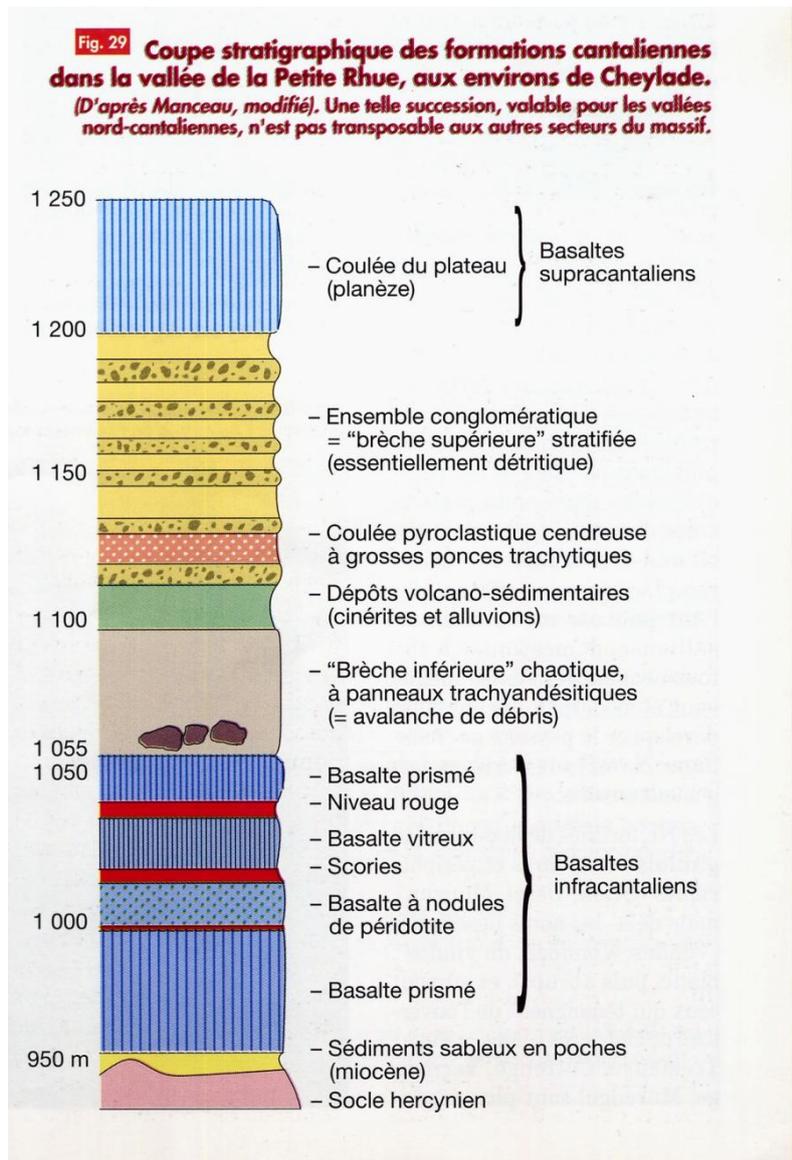
Le volcanisme cantalien se sépare en trois grandes étapes :

Entre 13 et 9 Ma, il y a mise en place d'épanchements de basaltes de manière éparse dont il ne reste aujourd'hui que des restes de coulées de lave souvent masquées par les roches issues des évènements postérieurs. Ces basaltes sont appelés infracantaliens.

Entre 9 et 6 Ma, une activité volcanique très importante émet de gros volumes de roches et dépôts pyroclastiques dans la partie centrale du massif. C'est ce qui est souvent appelé « complexe trachyandésitique » mais qui comprend également l'épisode « phonolitique » et des formations « cendro-ponceuses ». C'est durant cette phase que se forment d'imposants édifices coniques (ayant pu atteindre probablement 3500 m d'altitude) qui s'autodétruisent par glissements en masse à au moins 3 reprises (avalanches de débris). C'est ce qui va produire l'effet très étalé du massif cantalien comme le présente le schéma interprétatif de Nehlig et col. ci-dessous, Fig. 4.



Entre 6 et 2 Ma, les épanchements laviques basaltiques reprennent leur place et ils forment des plateaux par empilements de coulées appelés « planèzes ». Ce sont les basaltes supracantaliens.



Une coupe synthétique (Fig.5 ci-contre) réalisée par A. Goër de Herve (EAVUC), d'après celle effectuée par Manceau, a été reprise dans la dépêche du Parc (PNRVA). Elle permet de reconstituer globalement l'empilement auquel l'on peut s'attendre lorsque l'on explore la géologie cantalienne.

Le complexe trachyandésitique est ici constitué des ensembles situés entre 1055 et 1200 m sur la coupe.

En-dessous, ce sont les basaltes infracantaliens et au-dessus les basaltes supracantaliens.

Les dépôts glaciaires ne sont pas représentés.

Plus tard, alors que l'activité volcanique s'est arrêtée, le massif cantalien va, à nouveau, changer d'aspect mais cette fois-ci par l'action des glaces. Plusieurs glaciations ont affectées le massif dans les 2 derniers millions d'années, mais nous observons essentiellement les traces de la dernière, celle du Würm, active entre 60 000 et 12 000 ans. Ce sont les grandes vallées glaciaires en auge, des cirques, des dépôts morainiques, des blocs erratiques, des formes moutonnées etc. qui sont typiques des formes du relief actuel.

2.2 – Géologie de l'ENS du Bois du Marilhou

Bien qu'étant situé dans la périphérie nord ouest du massif cantalien, le secteur de Trizac montre des témoins de toutes les phases ayant affectée le Cantal. Il suffit de regarder la carte géologique de Riom-es-Montagne pour s'en apercevoir (voir carte géologique BRGM, 1972 ci-dessous, Fig.6).

Comme cela a été dit précédemment, cette carte reprend celle établie dans la publication de Thonon (1967). C'est donc vers ce travail qu'il faut se tourner pour avoir le détail de la géologie de l'ENS du Bois du Marilhou. La carte et sa légende (carte géologique de Thonon, 1967, Fig.7) sont présentées ci-dessous.

Ce document nous indique que le secteur est constitué de coulées de basalte, des restes d'un dépôt scoriacé basaltique près de la zone des sources au SE et de dépôts glaciaires dans le lit NW du Marilhou. On note également un petit dépôt non identifié sur la carte de Thonon localisé au niveau du bois de Freydefont au-dessus de la D30 et qui est considéré sur la carte géologique BRGM comme un éboulis de basalte.

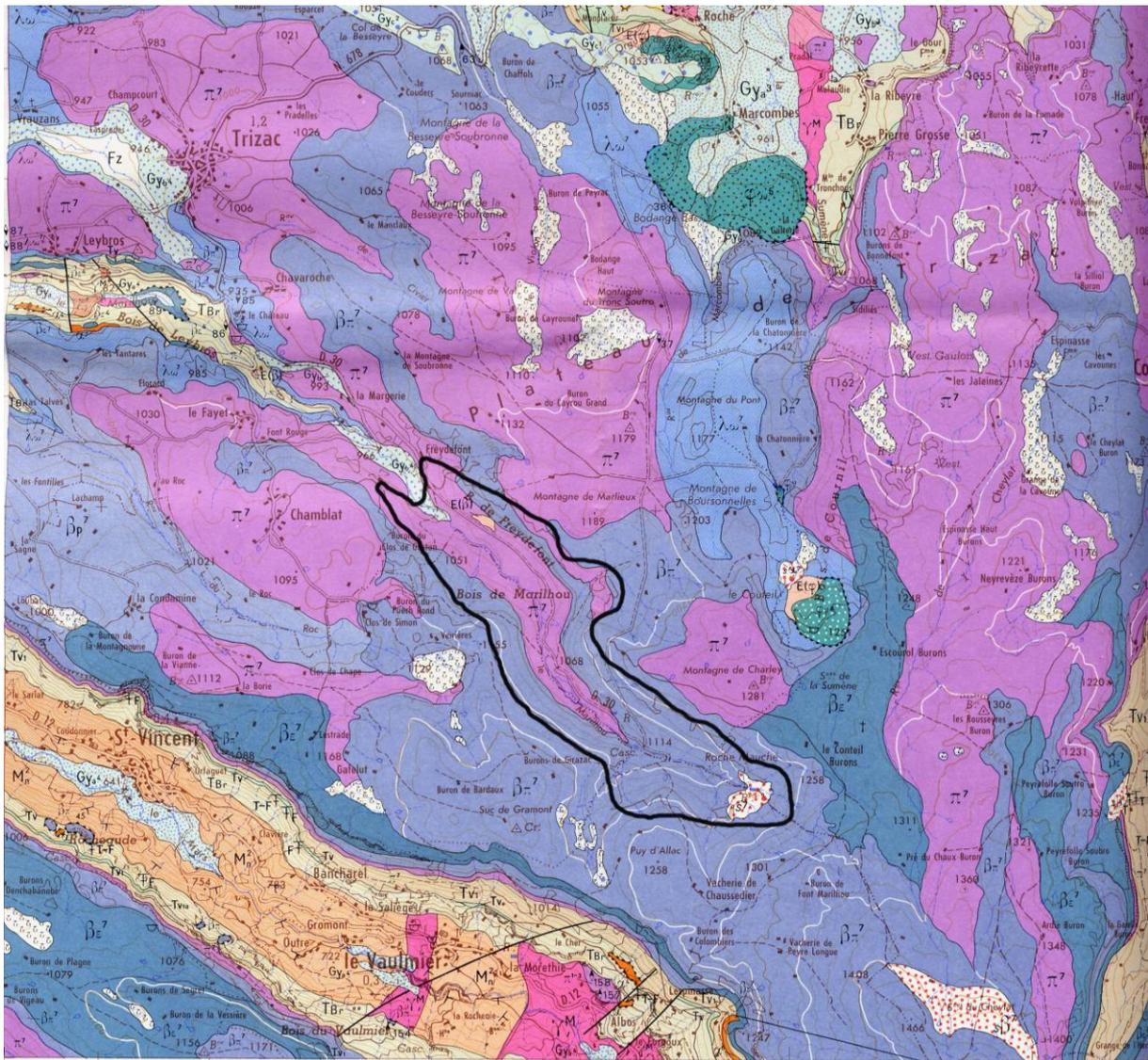


Fig. 6 : La carte géologique : Feuille de Riom-ès-Montagnes, BRGM, Publiée en 1972 et reprenant le travail de Thonon (1967)

TERRAINS SÉDIMENTAIRES

E(γ) E(β)
Eboulis avec indication de la roche éboulée

Fz
Fz Alluvions récentes
z.c. Tourbe

Fy
Alluvions anciennes (environ 20m)

Gy_s
Gy_m
Gy_c
Glaciaire
Gy_s Position basse (vallée)
Gy_m Position moyenne (pente)
Gy_c Position haute (plateau)
1 - Clapiers
2 - Moraines
3 - Fluvio-glaciaire
4 - Limnoglaciaire

m_c
Pontien

m
Miocène
b - Argile fauve sidérolithique
a - Sable, arkose

gz
Stampien
gz₂ Calcaire induré à Limnées, Planorbis, Helix
gz₃ Argile sableuse
gz₄ Gravier

TEPHROCHRONOLOGIE

Tv₁
Tv₁ Complexe conglomératique sup.
a-b-Nappe de ponces

Tv₂
Tv₂ Nappe de ponces pyroclastique

Tv₃
Tv₃ Nappe de ponces épicyclastique

Tv
Terrain volcano-sédimentaire

Tbr
Brèche inférieure

SOCLE MÉTAMORPHIQUE ET GRANITIQUE

γ²
γ¹
Gneiss à deux micas-(para)
Gneiss rythmé à deux micas (faciès flysch)

γ¹
γ²
γ³
γ⁴
γ⁵
γ⁶
γ⁷
γ⁸
γ⁹
γ¹⁰
γ¹¹
γ¹²
γ¹³
γ¹⁴
γ¹⁵
γ¹⁶
γ¹⁷
γ¹⁸
γ¹⁹
γ²⁰
γ²¹
γ²²
γ²³
γ²⁴
γ²⁵
γ²⁶
γ²⁷
γ²⁸
γ²⁹
γ³⁰
γ³¹
γ³²
γ³³
γ³⁴
γ³⁵
γ³⁶
γ³⁷
γ³⁸
γ³⁹
γ⁴⁰
γ⁴¹
γ⁴²
γ⁴³
γ⁴⁴
γ⁴⁵
γ⁴⁶
γ⁴⁷
γ⁴⁸
γ⁴⁹
γ⁵⁰
γ⁵¹
γ⁵²
γ⁵³
γ⁵⁴
γ⁵⁵
γ⁵⁶
γ⁵⁷
γ⁵⁸
γ⁵⁹
γ⁶⁰
γ⁶¹
γ⁶²
γ⁶³
γ⁶⁴
γ⁶⁵
γ⁶⁶
γ⁶⁷
γ⁶⁸
γ⁶⁹
γ⁷⁰
γ⁷¹
γ⁷²
γ⁷³
γ⁷⁴
γ⁷⁵
γ⁷⁶
γ⁷⁷
γ⁷⁸
γ⁷⁹
γ⁸⁰
γ⁸¹
γ⁸²
γ⁸³
γ⁸⁴
γ⁸⁵
γ⁸⁶
γ⁸⁷
γ⁸⁸
γ⁸⁹
γ⁹⁰
γ⁹¹
γ⁹²
γ⁹³
γ⁹⁴
γ⁹⁵
γ⁹⁶
γ⁹⁷
γ⁹⁸
γ⁹⁹
γ¹⁰⁰

γ¹ Gneiss fin à biotite et sillimanite-(para)
γ² Gneiss rythmé à biotite et sillimanite (faciès flysch)
γ³ Micaschiste à biotite-(para)
γ⁴ Gneiss à nodules de sillimanite-(para)
γ⁵ Gneiss à biotite et à amphibole-(para)
γ⁶ Gneiss œillé à biotite et sillimanite-(para)
γ⁷ Gneiss fin leptynique-(para)
γ⁸ Leptynite-(Ortho)

δ Amphibolite
γ Diorite quartzique
σ Serpentine

M₁²
M₂²
M₃²
M₄²
M₅²
M₆²
M₇²
M₈²
M₉²
M₁₀²
M₁₁²
M₁₂²
M₁₃²
M₁₄²
M₁₅²
M₁₆²
M₁₇²
M₁₈²
M₁₉²
M₂₀²
M₂₁²
M₂₂²
M₂₃²
M₂₄²
M₂₅²
M₂₆²
M₂₇²
M₂₈²
M₂₉²
M₃₀²
M₃₁²
M₃₂²
M₃₃²
M₃₄²
M₃₅²
M₃₆²
M₃₇²
M₃₈²
M₃₉²
M₄₀²
M₄₁²
M₄₂²
M₄₃²
M₄₄²
M₄₅²
M₄₆²
M₄₇²
M₄₈²
M₄₉²
M₅₀²
M₅₁²
M₅₂²
M₅₃²
M₅₄²
M₅₅²
M₅₆²
M₅₇²
M₅₈²
M₅₉²
M₆₀²
M₆₁²
M₆₂²
M₆₃²
M₆₄²
M₆₅²
M₆₆²
M₆₇²
M₆₈²
M₆₉²
M₇₀²
M₇₁²
M₇₂²
M₇₃²
M₇₄²
M₇₅²
M₇₆²
M₇₇²
M₇₈²
M₇₉²
M₈₀²
M₈₁²
M₈₂²
M₈₃²
M₈₄²
M₈₅²
M₈₆²
M₈₇²
M₈₈²
M₈₉²
M₉₀²
M₉₁²
M₉₂²
M₉₃²
M₉₄²
M₉₅²
M₉₆²
M₉₇²
M₉₈²
M₉₉²
M₁₀₀²

M₁² Gneiss hétérogène à biotite
M₂² Gneiss nébultitique rubané à biotite
M₃² Gneiss hétérogène à amphibole
M₄² Gneiss hétérogène leptynique
M₅² Gneiss hétérogène œillé

M₁¹ Anatexite nébultitique à biotite et sillimanite
M₂¹ Anatexite grenue

γ¹ Granite nébultitique à biotite, autochtone

γ² Granite à grain fin, à biotite, tardimigmatitique

FILONS

γ¹ Aplite

Q_g Quartzite à grenats

Mylonite

9 Basaltes des vallées
8 Intrusions recoupant les laves des plateaux
7 Laves des plateaux recouvrant le complexe conglomératique
6 Intrusions recoupant le complexe conglomératique
5 Intrusions dans le volcano-sédimentaire
4 Intrusions recoupant la brèche inférieure
3 Laves post-pontiennes
2 Laves sur les argiles fauves
1 Laves sous les argiles fauves

SÉRIE BASALTE-PHONOLITE

φ₁
φ₂
φ₃
Phonolite agpaïtique
Phonolite miaskitique
Phonolite à amphibole

τ
Trachyte

λ_ω
Labradorite basanitique

β_c
β_π
π
π_σ
Basalte trachydoléritique
Basalte porphyroïde
Ankaramite
Basalte et ankaramite à nodules de péridotite

SÉRIE BASALTE-RHYOLITE

τ_p
τ_a
Trachyandésites
Sancyste
Doréite

α
Andésite à hypersthène

λ_α
Labradorite

β_p
Basalte pauvre en olivine

π
Ankaramite

TÉPHRA ASSOCIÉS

s Scories, projections
S_s Scories soudées
T_s Tufs soudés (piperno)
Br Brèches intrusives

Gisements fossilifères
TL Lignite **TT** Bois (tronc) **TF** Feuilles

∠³⁰
Pendage avec valeur en degrés

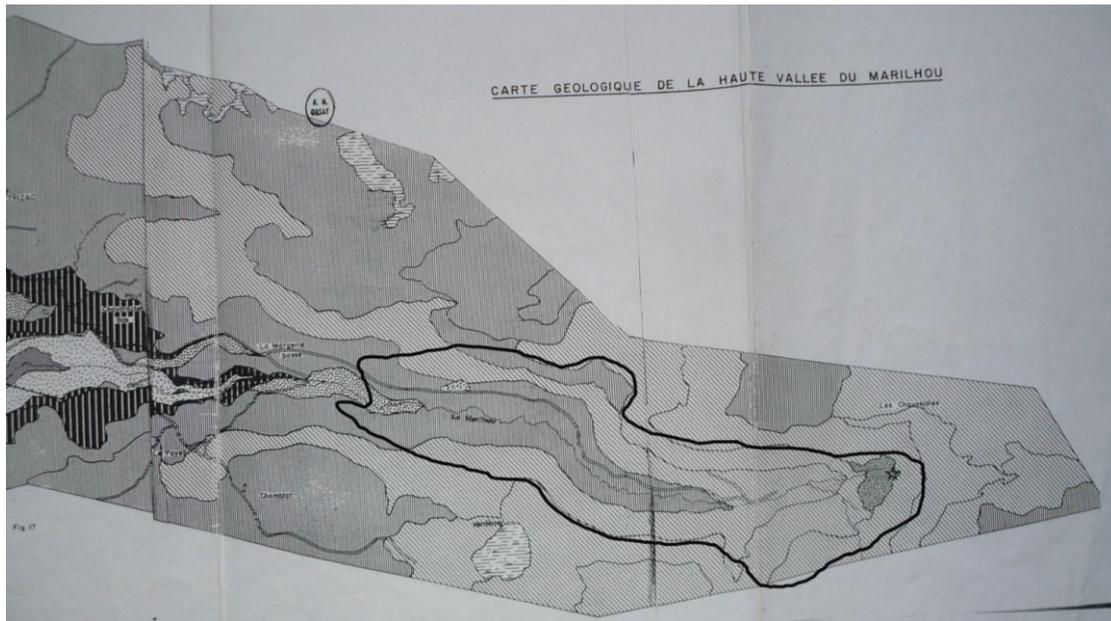


Fig. 7 : Carte géologique et légende de Thonon 1967

Si l'on passe en revue le détail de ces roches, on trouve :

- Une coulée de basalte « ankaramite » que l'on suit dans le fond du ruisseau et de part et d'autre dont notamment le long de la D30 et dans laquelle a été ouverte la carrière. Ce basalte est assez sombre et dense et présente deux types de minéraux visibles à l'œil nu : les olivines (ressemblant à des éclats de bouteille de verre verdâtres) et des pyroxènes noirs.
- Probablement deux coulées superposées de basalte à olivine que l'on observe de part et d'autre du ruisseau mais au-dessus de l'ankaramite.
- Les scories de la zone des sources sont également de nature basaltique, mais il n'est pas indiqué si leur nature les rapproche de l'ankaramite, des basaltes à olivine ou d'un autre type de basalte.
- Les dépôts glaciaires sont présents dans le lit de la rivière, aux alentours de Freydefont. Ils ne sont pas décrits en détail mais semblent apparaître comme des dépôts fluvioglaciaires.

Par contre ces dépôts glaciaires peuvent servir à retrouver les paléo lits des rivières, ainsi, il semble bien que, dans le passé, le Marilhou continuait sa course en direction de Trizac pour rejoindre l'actuel Civier (voir Fig.6). De probables éboulements l'ont contraint à se déplacer légèrement vers le sud et à creuser son cours actuel.

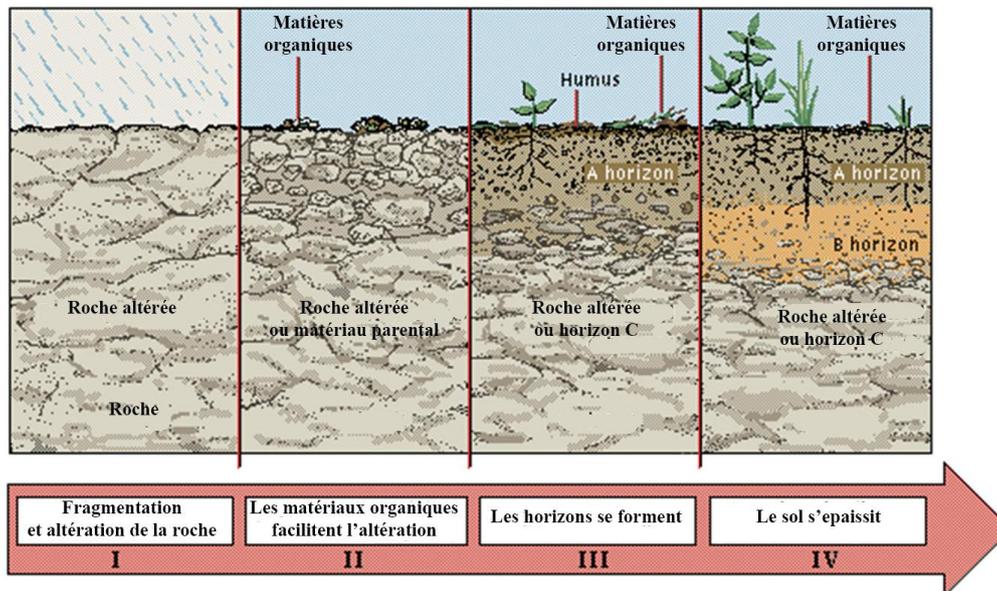
Plus globalement, Thonon et les membres de la carte géologique ont estimés que les basaltes présents dans la haute vallée du Marilhou (et donc dans l'ENS) appartiennent à la phase supracantaliennne. Ils ont trouvé plus en aval les produits de brèche et conglomérats qu'ils ne savaient pas être à l'époque des avalanches de débris. En effet ces phénomènes ont été observés pour la première fois en détail lors de l'éruption du Mont St Helens en 1980 aux Etats Unis. Ainsi, en aval de l'ENS, la carte géologique indique la présence des dépôts d'avalanche de débris (brèche) vers la côte 950 m dans le ruisseau, puis un petit affleurement de socle granitique existe à 825 m d'altitude, toujours dans le lit du ruisseau à hauteur de Leybros. Par extrapolation et compte tenu des connaissances actuelles (voir précédemment la coupe de synthèse, Fig.5), on peut envisager que sous les basaltes supracantaliens de l'ENS du Bois du Marilhou on puisse trouver des dépôts d'avalanche de débris, puis peut-être des basaltes infracantaliens et enfin soit des sédiments oligo-miocènes puis le socle, soit directement le socle.

II – Pédologie

1 - Introduction

Un sol prend naissance à partir du matériau sur lequel il va se développer (roches dures, meubles ou déplacées), il va évoluer au cours du temps sous l'influence des facteurs du milieu tels que le climat (température, pluviométrie, alternance des saisons) mais aussi sous l'influence de la végétation, de la faune du sol, de la topographie (pente, cuvette) et de l'action de l'homme (terrasse, érosion).

Les matériaux sur lequel se développe le sol vont s'altérer, se fragmenter et se mélanger aux matières organiques mortes pour former un biotope dans lequel s'installent la faune et la flore du sol. Ce milieu devient alors un « **réacteur bio-géo-chimique** » alimenté par des apports d'eau (pluviométrie), des apports de matières organiques ou minérales (végétation ou action de l'homme, altération des roches) ou des exportations (consommation de la végétation, érosion, lessivage). Il va être soumis à des variations des conditions climatiques (température et saisons) et à l'action de la faune et la flore du sol. Tous ces processus vont être à l'origine de la pédogénèse c'est-à-dire la formation d'un sol au cours du temps (Fig. 8 ci-dessous).



L'origine et les processus de formations des sols vont entraîner à la surface du globe une diversité importante des types de sol et de leurs fonctionnements. Chaque sol aura ainsi des propriétés spécifiques. Par exemple : les rankosols sableux qui se laisser circuler l'eau facilement et être très séchants. Par contre, les andosols qui se développent sur des roches volcaniques vont être épais et très poreux stockant ainsi beaucoup d'eau.

Fig. 9 : Illustration de divers types de sol



2 - Etats des connaissances des sols dans le Cantal :

De nombreux types de sol communs au climat tempéré sont connus dans le Cantal mais il n'existe pas de cartographie de ces formations à l'exception d'un petit débordement sur la carte de Brive au (1/100 000^{ème}) et d'une carte en noir et blanc réalisée par J.M. Hétier sur le triangle Saignes, Riom-ès-Montagnes et Suc de Rond en 1975.

Dans la zone qui fait l'objet de notre étude aucune carte n'est disponible cependant les travaux de J.M. Hétier nous apportent des éléments de connaissance précieux.

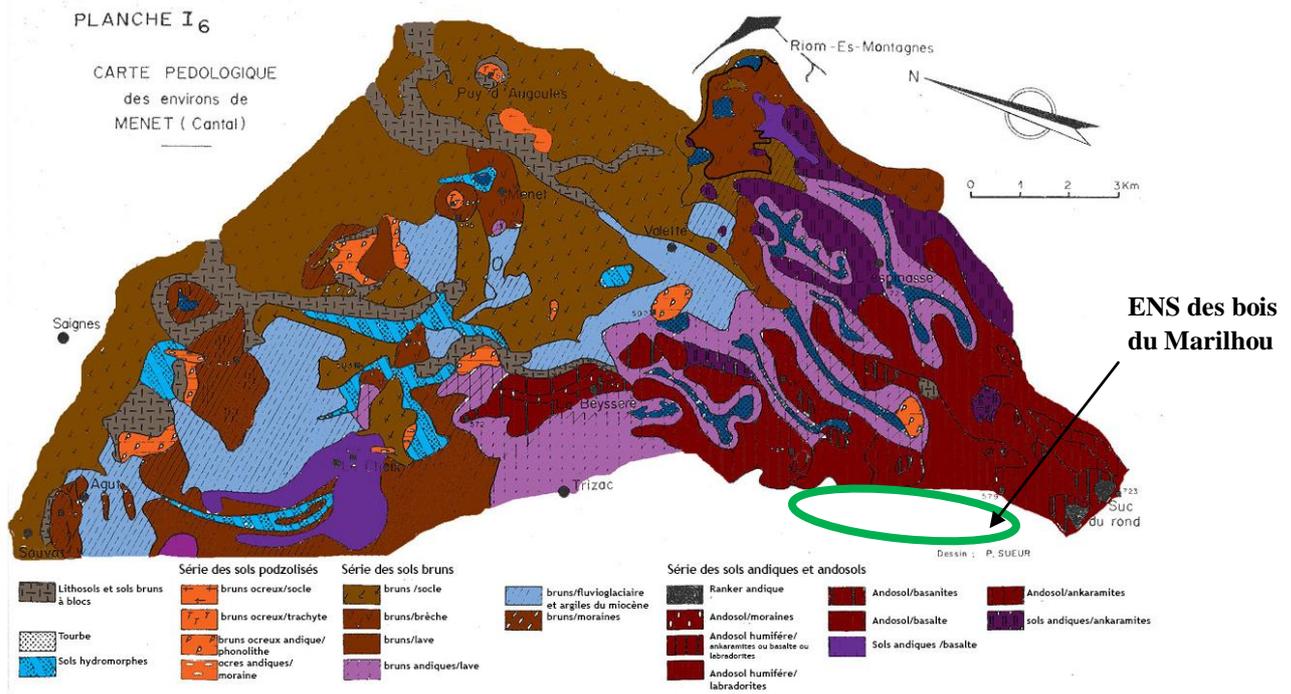


Fig. 10 : Carte colorisée (2012) de Jean Marie Hétier 1975. Nous avons colorisé la carte afin de la rendre plus lisible. Les sols en rouge, en violet correspondent à des andosols et des sols andiques et ceux en rose aux sols bruns andiques.

Les informations climatiques et la carte géologique dont nous disposons nous permettent également de transposer ces connaissances au site des bois du Marilhou.

3 – Pédologie des sols de L'ENS du bois du Marilhou

Les facteurs importants dans la formation des sols sont :

- Les types de roche sur lesquelles les sols vont se développer.
- Les conditions climatiques.
- La topographie.

En étudiant la carte géologique on s'aperçoit que les formations géologiques du bois du Marilhou en violet et en rose sont de même nature que celles étudiées et cartographiées dans le cadre de la carte pédologique. Ces formations correspondent à des coulées de lave de type basaltique.

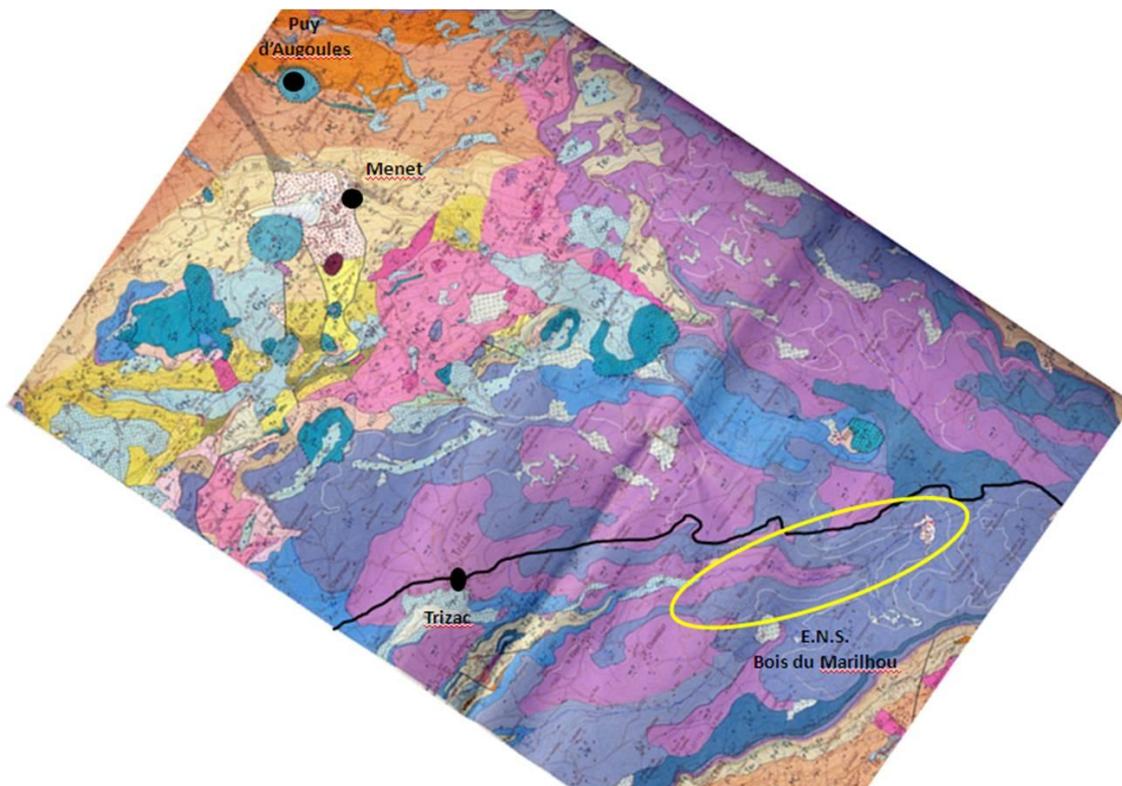


Fig. 11 : Carte géologique du secteur et limite en noir de la carte pédologique de Hétier.

En ce qui concerne les données météorologiques nous nous situons dans les mêmes conditions pluviométriques aux alentours des 1400 à 1800 mm par an et à la même altitude que le secteur étudié par Hétier. La topographie est un peu différente puisqu'on se trouve dans une petite vallée légèrement encaissée alors que les sols cartographiés par Hétier se trouvaient sur des plateaux et des versants moins pentus.



Fig. 12 : Normales annuelles de précipitations (1971-2000) données météo France

Au regard des informations (géologie, climat, topographie) dont on dispose, on peut faire l'hypothèse que les sols présents sur le site de ENS des bois du Marilhou sont de nature plutôt acide et peuvent être :

- **Des redoxisols-reductisols.** Ce sont des sols qui présentent des caractères attribuables à un excès d'eau. La saturation par l'eau limite les échanges gazeux entre le sol et l'atmosphère. Il peut en résulter un déficit en oxygène plus ou moins prolongé. L'anaérobiose (déficit en oxygène) provoque alors un ralentissement et une modification de l'activité biologique.

Cela se traduit par une production de substances propres à ces milieux saturés par l'eau et par une augmentation des teneurs en matières organiques.

- **Des rankosols** Ce sont des sols peu épais < à 35 cm. Pour certains, la faible évolution est liée uniquement à une situation sur pentes fortes qui génère des remobilisations fréquentes et empêche l'épaississement du sol. Pour d'autres, ce sont des conditions climatiques qui ralentissent l'activité biologique et les processus biochimiques d'altération.
- **Des colluviosols (au bas et à mi pente) à caractères andiques.** Ils résultent de l'accumulation progressive de matériaux pédologiques, d'altérites ou de roches meubles arrachées plus haut dans le paysage. Ces matériaux ont été transportés le plus souvent par ruissellement sur de courtes distances.
- **Des andosols et des sols bruns andiques.** Ces sols sont très peu représentés en France, ils sont associés aux massifs volcaniques et à des conditions climatiques humides et froides. Les analyses chimiques et granulométriques nécessaires à la caractérisation des andosols sont particulières et ne se font pas dans les laboratoires en routines.

Fig. 13 : Analyses nécessaires à la caractérisation des andosols selon le Référentiel Pédologique Français 1998.

Distinctions entre les horizons spécifiques des andosols

Critères	VITRANDOSOLS	Silandosols		Alandosols	
	Avi	And	Snd	Alu	Su
Densité apparente	0,9 à 1,2	< 0,9		< 0,9	
Rétention en phosphore	25 à 85 %	> 85 %		> 85 %	
Capacité de rétention en eau à 1500 kPa (1)	< 25 %	> 25 %		> 25 %	
$[Al_{ox} + 1/2 Fe_{ox}]$	0,4 à 2 %	≥ 2 %		≥ 2 %	
Test NaF	Négatif ou imparfait	Positif		Positif	
Al_p/Al_{ox}		< 0,5		> 0,5 %	
Si_{ox}		≥ 0,6 %		< 0,6 %	
pH eau		≥ 4,5	≥ 5,0	< 4,5	< 5,0
Carbone organique	0,6 à 25 %	3 à 25 %	0,6 à 3 %	3 à 25 %	0,6 à 3 %
CEC (à pH 7,0) $cmol \cdot kg^{-1}$	< 20				
Al^{3+} (KCl) en $cmol \cdot kg^{-1}$		< 1		≥ 2	
Al^{3+}/CEC (à pH 7,0)		< 1 %		≥ 5 %	
Taux d'angle	< 20 %				
C_p/C_{p2}				< 0,5	
Verres et minéraux primaires résiduels (2)	> 60 %				
Taux de verres inaltérés (2)	> 20 %				
Structure	Micro-grumeuse très friable	Grumeuse très fine en polyagrégats biologiques très friables	Massive de micro-agrégats friables ou polyédrique subanguleuse fine et friable	Grumeuse très fine en polyagrégats biologiques très friables	Macro-structure polyédrique moyenne ou continue et cohérente

Remarque : les propriétés andosoliques, communes aux silandosols et aux alandosols, sont consignées dans les cinq premières lignes du tableau (cellules en gris plus soutenu).

(1) Humidité au point de flétrissement sur échantillon conservé humide.

(2) En % de la fraction 0,02 à 2 mm.

Les andosols sont des sols épais et très poreux qui peuvent retenir une quantité importante d'eau (plus de 100 % de leur poids). On ne retrouve cette capacité exceptionnelle de rétention que pour les sols tourbeux. Les propriétés chimiques de ces sols rendent parfois difficile l'assimilation du phosphore et de l'azote par les plantes surtout lorsque l'andosol est acide comme c'est le cas dans nos régions. Ce sont des sols qui sont également très sensibles à l'érosion éolienne lorsqu'ils s'assèchent ou à la liquéfaction s'ils sont très humides. Ils induisent des problèmes d'orniérage important lors de l'exploitation forestière.

B – Validation des données bibliographiques sur le terrain

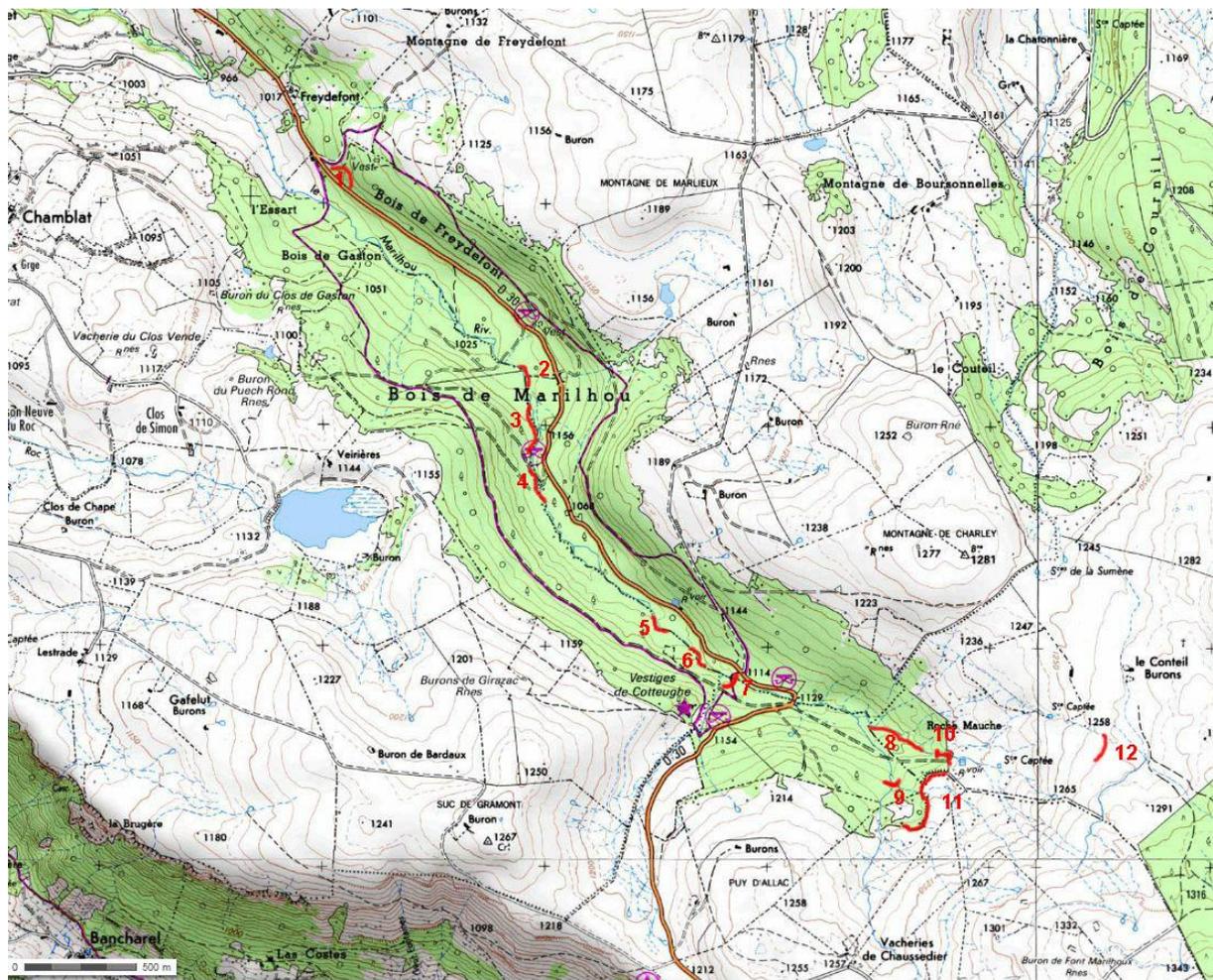
L'objet de cette partie de l'étude est de vérifier si les observations contenues dans les données bibliographiques dont les cartes géologiques, sont effectives sur le terrain et permettent de valider les hypothèses de formation des éléments géologiques et pédologiques de l'ENS du Bois du Marilhou.

I – Géologie

Nous nous sommes restreints au territoire de l'ENS, même si nous avons pris la liberté de déborder des limites lorsque cela était nécessaire pour comprendre les relations entre les formations. Cependant, notre but n'était pas de réaliser une étude ou une cartographie géologique détaillée qui aurait nécessité d'autres moyens que ceux engagés.

1 - Localisation des affleurements

L'ENS est très boisé et ne présente pas de fortes pentes si ce n'est dans sa partie SE correspondant à l'amont du Marilhou près de la zone des sources. Ceci ne favorise pas l'apparition d'affleurements, mais en remontant le lit de la rivière, nous avons pu en retrouver quelques uns qui sont localisés sur la carte d'affleurements ci-dessous (Fig. 14).



Description des affleurements :

1 : altitude : 1020 m ; Situé le long de la D30, près de l'entrée dans l'ENS, présence d'une ancienne carrière accolée à une plus récente ouverte dans une coulée de basalte à olivine et pyroxène et

comprenant des petits nodules de péridotite (voir photo 1). Cette coulée montre une prismation frustrée légèrement inclinée avec une zone à débit en dalles grossières. Il semble que l'extraction la plus récente ait été faite pour réaliser un dallage sur la place de l'église de Trizac.



Photo 1 : carrière à l'entrée de l'ENS



Photo 2 : dépôts fluvio-glaciaires

2 : altitude : 1040 m ; Situé le long de la berge droite du ruisseau du Marilhou, on observe un dépôt d'aspect « terreux » argileux, brunâtre contenant des blocs plus ou moins roulés. On retrouve des affleurements équivalents près du réservoir contenant le système de filtration de l'eau, le long de la D30, ou encore sur le chemin montant au réservoir près des sources (voir photo 2). Ce sont des dépôts fluvio-glaciaires bien identifiés en aval et dans le secteur de Trizac.

3 : altitude : 1050/1060 m : Situé dans le lit du ruisseau, essentiellement sur la berge gauche, on observe un dépôt montrant un matériel d'aspect argileux (ou cendreux argilisé ?) de couleur rouge brique. Il est assez résistant et se débite en parallélépipèdes d'une dizaine de centimètres de côté. On peut suspecter une stratification frustrée, mais la fracturation perturbe fortement l'observation.



Photo 3 a



Photo 3b

Photo 3 C

Il contient de nombreux pyroxènes et olivines mais également des granules ou petits blocs de lave basaltique (avec olivine et probable pyroxène) plus ou moins scoriacés comportant des auréoles sombres. Ces dépôts sont d'origine volcanique, mais il est difficile de connaître leur mode de mise en place, projections ou écoulements ? Par endroit ils ont des similitudes avec des hyaloclastites (projections mises en place dans l'eau lors d'éruptions subaquatiques) ou des projections sédimentées ? On note localement des contacts avec une lave massive basaltique assez altérée (coulée ou dyke (filon d'alimentation magmatique) ?) montrant des zones bréchifiées. Par contre leur coloration rouge indique une forte oxydation du fer, mais une fois de plus, son origine reste énigmatique (recuison, fumerollisation ou pédogénèse ?). Vu l'épaisseur importante (plusieurs mètres), le fait que l'on n'ait



pas toujours le contact avec une coulée ou un dyke, et que la zone bréchifiée au contact ne soit pas systématiquement rouge, le phénomène de recuisson semble peu probable. Malheureusement les affleurements ne permettent pas d'avoir une coupe suffisamment importante pour pouvoir comprendre ce dépôt car le ruisseau ne les entame pas assez, il coule dessus. Plusieurs photos (3a à 3c) sont jointes pour illustrer les différentes observations.

4 : altitude 1065/1070 m ; Toujours dans le lit de la rivière, on observe une lave massive basaltique ressemblant fortement à celle vue à l'affleurement 1. Elle forme une sorte de dallage continu sur lequel coule la rivière. Sa présence explique le replat formé par le fond de vallée sur plusieurs centaines de mètres. L'affleurement est de mauvaise qualité et ne permet pas un bon échantillonnage.

5 : altitude 1080 m ; On observe une masse lavique sur la rive gauche du ruisseau formée par un basalte à olivine et pyroxène très altéré avec un débit partiellement en boules (voir photo 4). Il s'agit probablement d'un lambeau de coulée de lave mais la possibilité d'un dyke n'est pas complètement à exclure. Cette roche montre des similitudes avec celle observée aux affleurements 1 et 4.



Photo 4

6 : altitude 1100 m ; Sur la rive gauche de la rivière, on observe des dépôts très ressemblants à ceux vus à l'affleurement 3 ; si ce n'est la couleur qui, ici, va du brun au beige. On note la présence de niveaux grossiers non oxydés contenant beaucoup de granules et blocs de lave basaltique très altérée, des pyroxènes et des niveaux argileux blanchâtres à beiges. Quelques granules montrent des auréoles plus claires, c'est néanmoins un basalte à olivine et pyroxène très altéré et dont la couleur est devenue gris clair au lieu de noir à l'origine. Certains blocs inclus dans ce dépôt sont des basaltes mieux conservés, toujours à olivine et pyroxène et ressemblant au basalte formant la petite cascade sous le réservoir (affleurement 10). Globalement ces dépôts forment une brèche volcanique dont une fois de plus on ne peut déterminer l'origine sans plus de travail.

7 : altitude 1110 m ; zone de la cascade, formée par une coulée de lave basaltique à olivine, pyroxène et feldspath. La roche présente une tendance doléritique (trame de minéraux blancs feldspathiques et de minéraux noirs pyroxènes et d'olivine donnant à la roche un aspect plus cristallisé). On observe notamment une plus grande richesse en petits cristaux de pyroxène que dans la roche de l'affleurement 1. Par contre la roche est une fois de plus très altérée. Néanmoins, ces deux basaltes sont

définitivement différents. Quelques dizaines de mètres en aval, sur la rive gauche, on retrouve une brèche plus ou moins scoriacée et rougeâtre rappelant une semelle de coulée. Il est possible que l'on soit près de la base d'une coulée de lave, mais est-ce bien celle de la cascade ou une associée aux brèches rencontrées jusque là ?

8 : altitude 1140 à 1160 m ; dans le lit de l'affluent passant tout près du réservoir et sur les deux rives, on observe une alternance de dépôts pyroclastiques équivalents ce que qui a été vu aux affleurements 3 et 6. Ils sont tantôt rouges, tantôt bruns et comportent des niveaux scoriacés. On note, vers 1050 m, un niveau très localisé constitué de lave basaltique massive très altérée contenant des olivines déstabilisées aux allures de « minéraux fantômes ». Ce peut être un filon d'alimentation magmatique ou un lambeau de coulée de lave. Voir photos 5a à 5d.



Photo 5 a



Photo 5b



Photo 5 C niveau scoriacée et 5D basalte altéré

9 : altitude 1165 m ; Dans le lit d'un autre affluent venant du sud, on observe à nouveau des dépôts similaires à ceux vus aux affleurements 3 et 6. La zone constitue une petite cascade en escaliers où l'on trouve du haut vers le bas (voir photos 6 a et b): un basalte massif similaire à celui vu au niveau de la cascade de l'affleurement 10, puis en-dessous une brèche grossière de couleur brun à beige mais non oxydée affleurant sur environ 1.2 m d'épaisseur, puis en-dessous un niveau rouge brique très fins contenant des pyroxènes et des granules de lave et des blocs de 10 à 20 cm de basalte altéré. Cet affleurement nous permet de constater qu'il ne peut pas y avoir recuisson des niveaux fins rouges par les coulées ou filons que l'on observe à proximité, puisque entre les deux les dépôts sont bruns à beiges. Ce ne peut pas être non plus une fumerolisation « à la carte », il faudra donc chercher une autre explication à ces niveaux bréchiques tantôt rouges tantôt bruns.



Photo 6 a

Photo 6 b

10 : altitude 1180 m ; Le lit du ruisseau forme une cascade créée par une coulée de lave basaltique contenant des olivines, quelques pyroxènes et feldpaths (présence possible d'un quartz inclus dans la roche mais hérité du socle). Cette rupture de pente se prolonge en direction du sud. En-dessous, se trouve le même dépôt que celui observé en 3, 6, 8 et 9 (voir photos 7 a et b). La hauteur de cet ensemble de cascades en escalier est d'environ 7 à 8 m.



Photo 7 a et b

11 : altitude 1190/1200 m ; On retrouve un affleurement assez similaire à celui vu en 6, avec de nombreux blocs basaltiques très altérés inclus dans le dépôt bréchiq. Une partie du dépôt est peut-être même constitué d'un lambeau de coulée de lave complètement altéré et difficilement identifiable. Au-dessus, la rupture de pente matérialise le rebord de la coulée vue en 10 (photo 8).



Photo 8

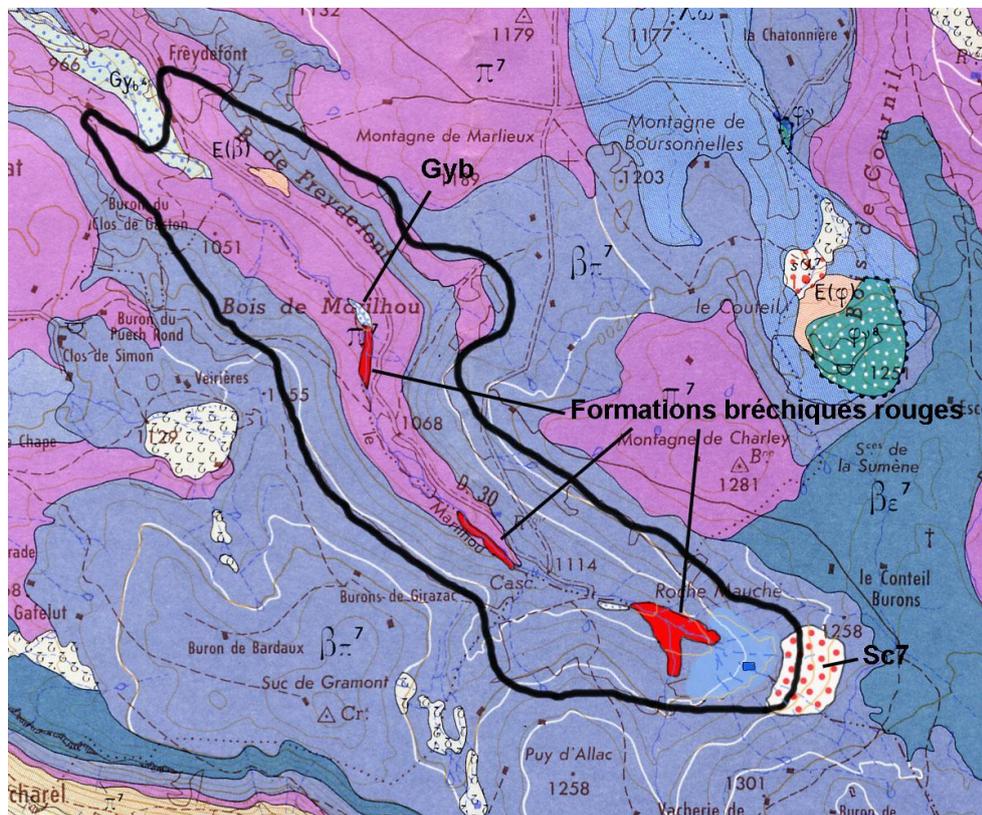
12 : altitude 1260 m ; Dans la prairie d'estive, au-dessus de la galerie de captage, on observe un dépôt rougeâtre scoriacé, comportant des bombes volcaniques basaltiques décimétriques (photo 9a, b, c). L'ensemble du dépôt est relativement soudé et montre une stratification très frustre. Le basalte contient de l'olivine et du pyroxène. Ces dépôts appartiennent probablement à un ancien édifice volcanique, probable restes d'un cône de scories ou spatter cône ou à des dépôts de fontaine de lave issue d'éruption fissurale. Nous sommes ici près d'un ancien événement volcanique, malgré l'absence de cratère, probablement comblé par les épanchements de lave postérieurs.



Photos 9 a à c

2 – Données complémentaires

Les données issues de notre reconnaissance de terrain montrent que la cartographie géologique actuelle est incomplète et ne fait pas apparaître tous les dépôts rougeâtres et bréchiés que l'on observe essentiellement dans le fond de la vallée du Marilhou. Il nous paraît donc utile de reconsidérer le dessin de la carte géologique et d'y adjoindre nos observations. Malheureusement notre travail ne permet pas de produire une interprétation définitive qui nécessiterait des analyses plus poussées, d'où le regroupement de ces « formations bréchiées rouges » sous la même appellation signifiant que des formations pyroclastiques plus ou moins bréchiées indéterminées souvent rougeâtres sont présentes dans ce secteur.



La carte géologique modifiée (Fig. 15 ci-dessus) est représentée à partir d'un fond à l'échelle 1/50 000, mais pour une meilleure représentation, un travail plus précis serait nécessaire pour réaliser une carte au 1/25 000.

3 – Hypothèses envisageables

Nos observations de terrain ont mis en évidence des formations bréchiques souvent rougeâtres d'origine pyroclastique. Trois aspects posent un problème d'interprétation pour ces formations : leur origine dynamique, leur couleur et leur âge.

Les données issues de notre reconnaissance de terrain restent très succinctes et ne permettent pas de proposer des interprétations définitives mais certaines pistes peuvent être envisagées.

Concernant leur origine dynamique :

Ces formations pourraient être en lien avec des éruptions hyaloclastiques :

C'est-à-dire des bouches éruptives situées sous une faible tranche d'eau (lac ou glace ?) ce qui produit un dynamisme éruptif explosif mais donnant des dépôts bréchiques montrant souvent des blocs ou granules auréolés d'une frange « dévitrifiée » mais aussi des projections cendreuse qui se sédimentent en bancs. Ces deux aspects ont été observés à plusieurs reprises.



Fig. 16 : Schéma d'une éruption hyaloclastique (le puy de Saignes dessin JM Morel/P.Pavoni) et photographies d'une forme et d'un produit associé.

Ou bien

Des éruptions fissurales :

Produisant des fontaines de lave s'accompagnent souvent de dépôts grossiers rougeâtres issus de fortes oxydations engendrées par la richesse en vapeur d'eau des fumerolles et de la forte température souvent observée lors de ces éruptions. Ceci pourrait expliquer une bonne part de nos données.



Fig. 17 : Morphologie et dépôts actuels liés à des éruptions fissurales

Ou bien

Ces formations pourraient être associées aux dépôts d'avalanche de débris :

Connus plus en aval ou latéralement dans la vallée du Mars, ce qui expliquerait leur aspect bréchiq ue et la difficulté à identifier un type d'éruption pouvant expliquer nos observations. En effet l'avalanche de débris reprend et « mélange » toutes les formations contenues dans le flanc de l'édifice volcanique s'écroulant, ce qui met en contact des formations très différentes sans continuité apparente. Ceci pourrait expliquer nos observations montrant des dépôts tantôt bréchiq ues colorés ou non en rouge en contact franc et rapide avec d'autres plus fins ou avec des panneaux de coulées de lave ou de dyke. Cet ensemble étant très complexe et ne semblant pas montrer une logique évidente.



Fig. 18 : Schéma d'une avalanche de débris et photographie et d'un produit associé

Concernant leur couleur :

La couleur rougeâtre très marquée et souvent présente peut être la conséquence de trois phénomènes :

Une recuisson des produits situés à la base des coulées de lave, mais ceci est généralement sur de faibles épaisseurs de quelques dizaines de centimètres et non sur des mètres comme observé ici. De plus l'intercalation de niveaux non recuits entre la coulée de lave et les produits rouges ne peut pas s'expliquer par ce phénomène. Nous ne retiendrons donc pas ce phénomène pour expliquer nos observations.

Les éruptions fissurales et/ou hyaloclastiques peuvent aussi expliquer cet aspect rouge très fréquent des dépôts observés. En effet des actions hydrothermales associées à la présence d'eau et de chaleur peuvent produire des oxydations importantes. De même les amas laviques pourraient être expliqués par des intrusions de lave dans les dépôts pyroclastiques en formant des dykes ou des « sills » (masse plus ou moins tabulaire de lave venant s'insérer dans les produits préexistants sans arriver en surface).

Enfin une fersiallisation ou ferrallitisation des dépôts volcaniques est envisageable tout comme la genèse d'altérites (action chimique d'altération des roches par des circulations d'eaux plus ou moins acides). En effet sous un climat tropical subtropical ou méditerranéen, l'humidité associée aux fortes chaleurs crée une altération très poussée des roches en produisant une forte oxydation du fer. Ce sont alors des mètres de roches de toute nature qui subiront ce phénomène et prendront cette couleur rouge brique comme celle que l'on connaît bien actuellement dans des régions tropicales.

Concernant l'âge de ces phénomènes :

Dépendant des choix que l'on fait dans les deux aspects précédents, les âges de ces formations pourront être :

D'âge infracantalien si on opte pour la fersiallisation/ferrallitisation car c'est ce que l'on observe fréquemment dans les basaltes de cette génération. Ces basaltes ont pu aussi se développer à partir d'éruptions fissurales voire hyaloclastiques.

D'âge intermédiaire associé au complexe trachyandésitique si ce sont les avalanches de débris qui sont à l'origine de ces dépôts. Mais rien n'empêche d'envisager que ce sont des formations infracantaliennes qui ont été reprises et déplacées par les avalanches de débris.

D'âge supracantalien si ce sont des éruptions fissurales voire hyaloclastiques issues de la dernière phase volcanique du massif cantalien.

4 – Hydrogéologie

Nos reconnaissances de terrain nous ont amené à aborder l'aspect hydrogéologique de la partie amont de l'ENS car nous avons appris qu'une galerie avait été creusée dans les dépôts scoriacés près des sources du Marilhou et nous espérons pouvoir observer ces dépôts en place et les éventuels contacts avec d'autres formations (voir figure ci-dessous).

Les divers rapports hydrogéologiques consultés et une visite de la galerie nous permettent de retenir les informations suivantes :

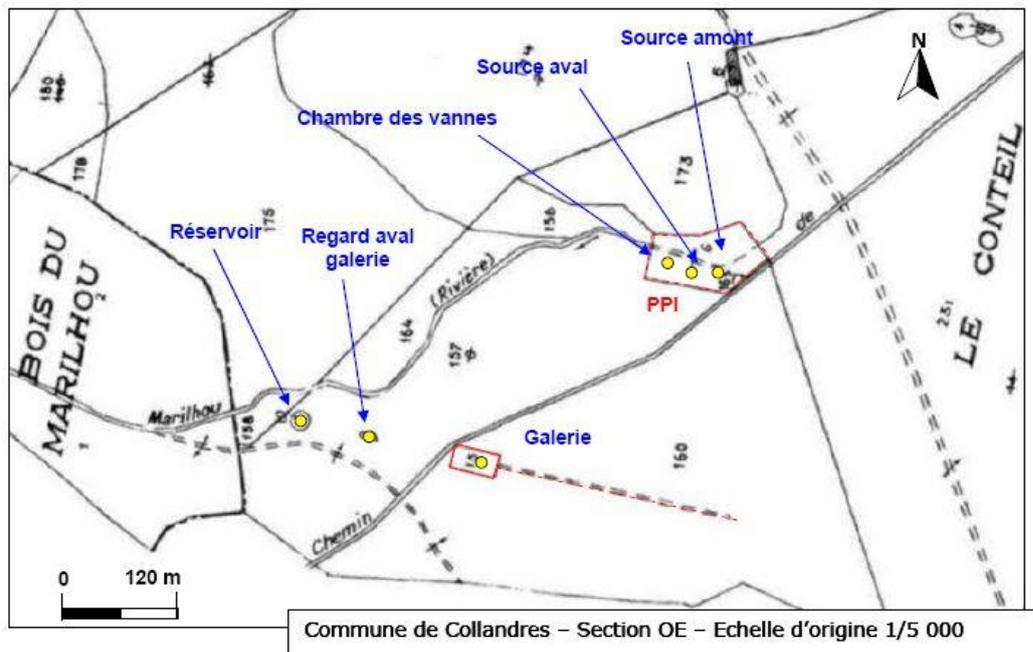
La galerie orientée à N110° est accessible sur 173 m mais est entièrement maçonnée si bien qu'aucune information géologique ne peut être recueillie. Au-delà de ces 173 m se trouve une porte blindée (voir photo) représentant la « retenue » des 75 m suivants (la galerie atteindrait environ 250 m d'après sa représentation sur le cadastre).

C'est probablement à l'issue de cette partie que des observations pourraient être faites mais cela est actuellement impossible, d'abord car il faudrait vidanger la retenue et ensuite car il n'est pas sûr de pouvoir refermer la porte de façon étanche après son ouverture. Au fond de ces 250 m de galerie il semble que nous soyons à 20 m de profondeur, mais nous ne savons pas si nous sommes au contact entre les dépôts scoriacés et une coulée de lave ou encore entièrement dans les scories.



Cette zone représente une ressource en eau non négligeable avec des débits d'étiages (données de novembre 85 et 89) de l'ordre de la centaine de m³/h si l'on cumule les sources, la galerie et le ruisseau. La galerie seule donnait 48 m³/h en novembre 1985. Le bassin versant topographique est difficile à limiter car un axe part en direction du Suc du Rond, mais il semble compris entre 1.5 et 2 km². Le bassin versant drainant peut être plus vaste dépendant de l'orientation d'écoulement des coulées, de leur nombre et de l'étendue des formations scoriacées.

Ces données sont très insuffisantes pour en déduire un potentiel hydrogéologique de ce secteur et elles ne permettent pas d'en estimer l'importance des parties scoriacées comme nous aurions pu l'espérer.



II – Pédologie

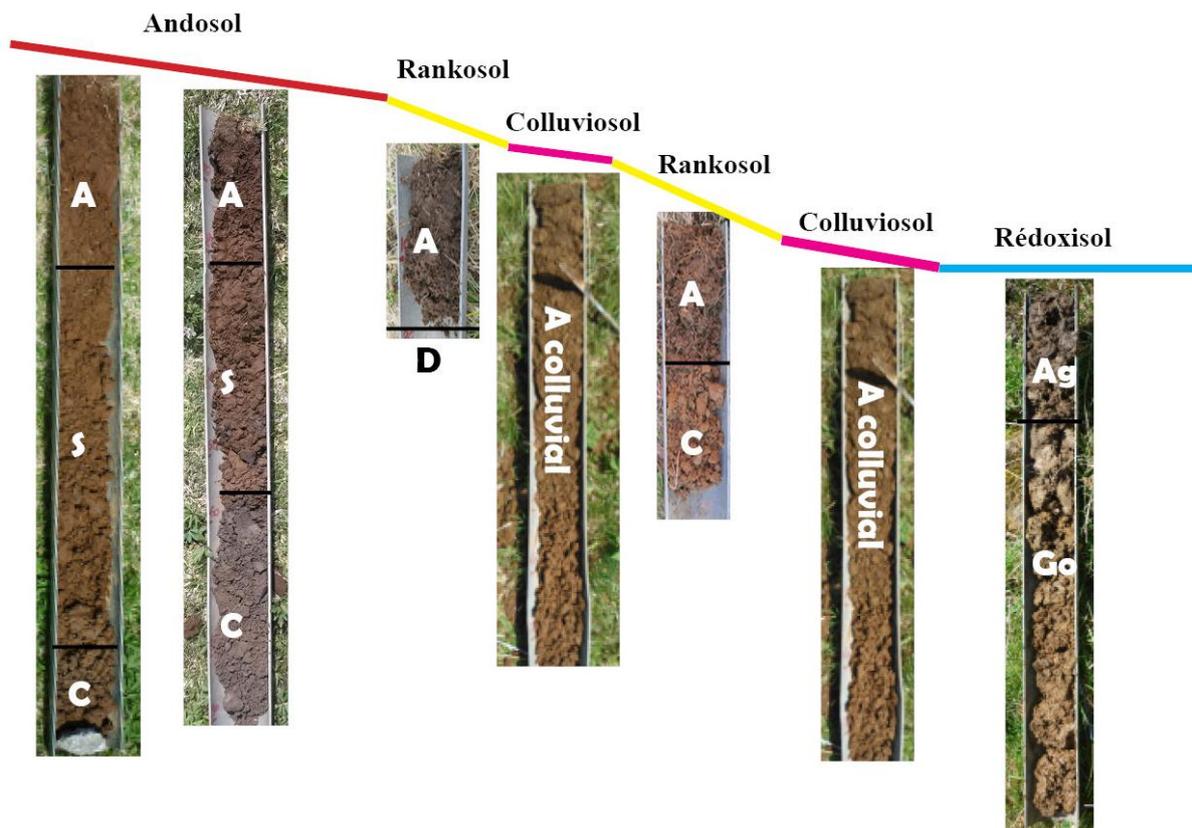
Une prospection de terrain par sondage à la tarière a été effectuée afin d'identifier les types de sol présents dans ce secteur. Il ne s'agit pas d'une cartographie car des descriptions de fosses pédologiques et des analyses auraient été nécessaires.

Les analyses permettant la caractérisation des andosols sont très spécifiques par rapport aux autres types de sol (mesure de l'aluminium au pyrophosphate, du fer et de l'aluminium à l'oxalate...). Actuellement seul le laboratoire d'Arras de l'INRA effectue ces analyses mais uniquement dans le cadre de recherche ou pour la réalisation de cartes pédologiques. Sur le terrain et lorsque l'on soupçonne la présence d'un andosol on peut utiliser un test colorimétrique à base d'une solution de « NaF » qui permet d'identifier la présence d'alumino-silicate dans les sols.

Nous avons également réalisé quelques mesures de pH à l'IUT d'Aurillac dans le cadre de travaux pratiques avec des étudiants.

1 – Sondages et localisation des sols de l'ENS

La partie en amont du réservoir a fait l'objet d'une prospection un peu plus fine et a permis de caractériser l'organisation des sols le long d'une toposéquence (Fig. 19). Les andosols et les colluviosols ont une épaisseur variant de 70 à 120 cm de profondeur. Le pH de ces sols est acide et varie de 4.5 à 5 dans les horizons de surface A, alors qu'il se situe aux environs de 6 dans les horizons plus profonds.



D'autres observations ponctuelles (Fig. 20) ont permis de confirmer la liste des sols probables sur le site de l'ENS du Bois du Marilhou et qui sont des redoxisols-reductisols, des rankosols, des colluviosols avec parfois de gros blocs, et enfin des andosols ou des sols bruns andiques.

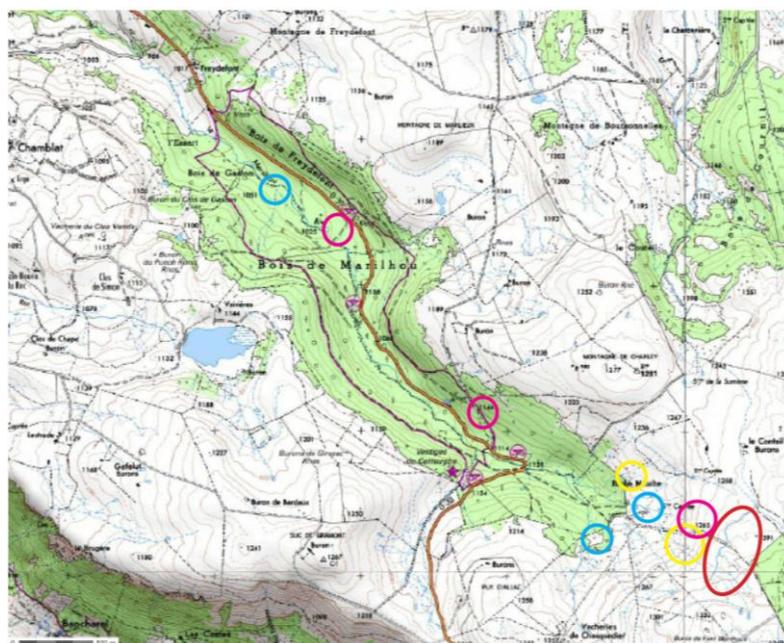


Fig. 20 : Carte des observations pédologiques : En rouge les andosols, en rose les colluviosols, en jaune les rankosols, en bleu les redoxisols-réductisols.

2 – Cas des formations rouges : peuvent-elles être des paléosols ?



Formations rouges au Marilhou



Au Puy Courny



Au Monteil

Des formations rouges ont été observées sur le site. L'hypothèse que ce soient des paléosols (*Sols dont les caractères sont dus à une évolution ancienne dans des conditions de climat et de végétation différentes de celles qui prévalent actuellement*) peut être envisagée. En effet quelques études ont mis en évidence la présence de paléosols sur ou sous des coulées de laves dans le massif central Moinereau 1966, Dejou et Chesworth 1982 , Gaiffe et al. 2000.

Au départ ce sont surtout leur couleur qui attire l'œil car ils sont souvent très rouges. Les sols se développant dans nos climats tempérés sont plutôt jaune-marron-chocolat. Cette couleur rouge indique la présence d'oxydes de fer qui ne se forment pas sous nos climats.

L'étude de ces paléosols apporte des indications sur les conditions climatiques de l'époque à laquelle ils se sont développés. En effet la couleur mais aussi les minéraux d'altération indiquent dans de nombreux cas que ce sont des pédogenèses de type fersiallitique et proche du type ferrallitique qui sont à l'origine de ces formations.

- La pédogenèse fersiallitique se forme le plus souvent en milieu subtropical à saison sèche chaude, en milieu à climat méditerranéen et en milieu tropical (Fig. 21).
- Les couvertures pédologiques ferrallitiques ont une extension géographique extrêmement importante dans la zone tropicale humide et sont observées en Afrique, à Madagascar, en Amérique du Sud ou centrale, dans le Pacifique, en Australie, en Asie (Fig. 21).

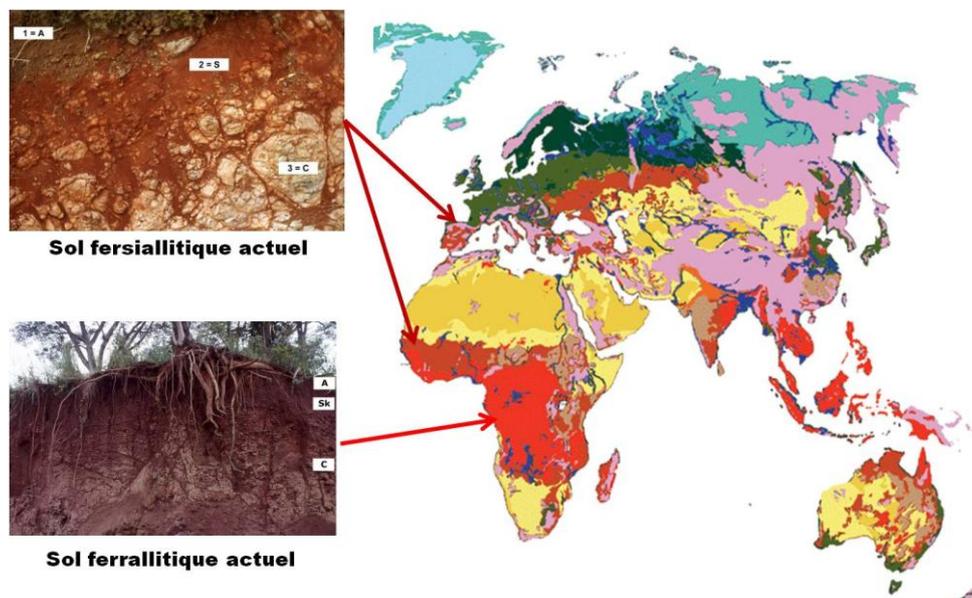


Fig. 21 : Photo AFES et carte des sols du monde

Dans les études citées plus haut, ils correspondent généralement à des périodes datées du miocène entre 21 Ma et 6.5 Ma.

Cependant même si certaines formations rouges peuvent être interprétées comme des paléosols, d'autres sont parfois plus complexes. G. Pierre et J. Dejou 1990 montrent que la signification paléoclimatique est parfois à prendre avec précautions. En effet, d'autres phénomènes peuvent entraîner la formation de produits d'altération que l'on retrouve dans les sols. Ces formations peuvent alors être uniquement des altérites (la roche s'altère sans qu'il y ait formation d'un sol) ou dériver d'une altération hydrothermale du matériau basaltique.

C – Compléments d'études nécessaires

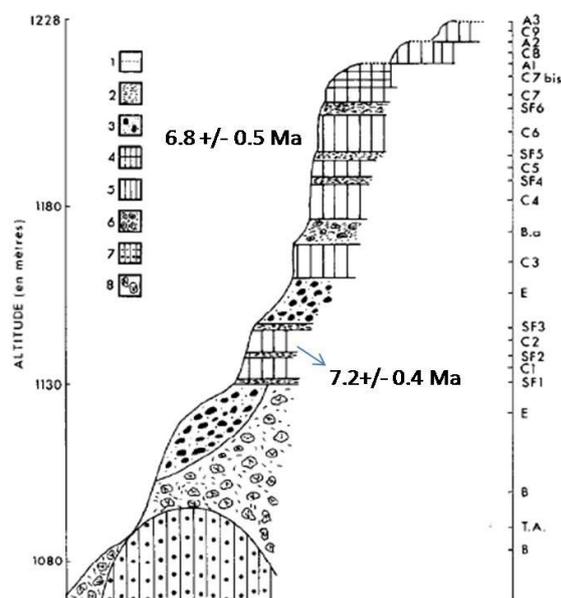
Comme en témoigne le paragraphe précédent, nous disposons de nombreuses hypothèses qui amènent une vision assez différente de l'histoire géologique et pédologique de l'ENS du Bois du Marilhou. Pour espérer pouvoir envisager une explication plus argumentée de ce territoire, il sera nécessaire de réaliser des études géo-pédologiques plus poussées comprenant :

- Une cartographie géologique plus détaillée avec un échantillonnage approprié permettant de préciser les dynamismes envisageables
- Des lames minces permettant de classer et identifier les roches échantillonnées et les sols
- Des analyses chimiques permettant de préciser et de classer les roches et les sols voire de lever le doute sur les roches ou sols n'ayant pas pu être individualisés par lames minces
- Des analyses chimiques et minéralogiques très ciblées pour déterminer et reconnaître la marque de phénomènes d'altération de type fersiallitique ou ferrallitique (caractérisation des argiles et des formes du fer).
- Des datations permettant de se repositionner dans l'histoire géologique du massif

Ces études peuvent être réalisées en une seule fois ou fractionnées en fonction de la budgétisation possible.

Il serait intéressant d'étudier le protocole utilisé par G. Pierre qui, dans le cadre de sa thèse (1989), a abordé le sujet « des altérites fossilisées par des coulées de lave : valeurs paléo climatiques et implications géomorphologiques ». Si ce protocole paraît adapté à notre problématique, il pourrait être réutilisé pour réaliser les études complémentaires sur la partie pédologique, sachant qu'une partie de ses données concerne les formations rouges des parties sommitales présentes au col d'Aulac.

De même pour la géologie, la coupe de Chesworth et al (voir coupe ci-dessous), retraçant l'empilement volcanique sur le flanc nord de la vallée du Mars à hauteur du col d'Aulac/Suc de Rond devra être étudiée pour chercher les points communs, voire les différences, avec les données sur la partie nous concernant.



Des travaux plus récents (Chesworth et al, 1983) mais en dehors de la zone d'étude (Col d'Aulac/Suc de Rond)

FIG. 2. - Coupe du Col d'Aulac, sur la route du Falgoux à Trizac (Cantal).

- 1 - Andosols actuels (A1 A2 et A3)
- 2 - Sols fersiallitiques (SF1 à SF6)
- 3 - Eboulis de pente
- 4 - Coulée basaltique altérée (C7 bis)
- 5 - Coulées basaltiques plus ou moins fraîches
- 6 - Brèches autoclastiques (Ba)
- 7 - Intrusion de trachyandesite (TA)
- 8 - Brèches volcaniques (B)

D – Premières pistes de valorisation

En avant propos, il faut noter que les affleurements ne sont pas très pédagogiques et spectaculaires, que les hypothèses d'interprétations géologiques à venir ne seront pas forcément très originales et enfin que la morphologie de l'ENS très boisée et sans point de vue, font qu'à priori le développement d'une valorisation « géologique à des fins touristiques » ne paraît pas être évident sur cet ENS.

On peut, peut-être, espérer plus de l'aspect pédologique, car peu de sites pensent à valoriser les sols et qu'il en découle une parfaite ignorance de la part du grand public sur ce sujet. On n'imagine pas la diversité des sols qui se trouvent sous nos pieds et encore moins que nous possédons, dans les massifs volcaniques d'altitude, un sol très particulier et peu répandu en France (l'andosol).

Par contre il est clair que scientifiquement il reste des points d'ombre sur ce secteur qui mériteraient des études complémentaires. Elles ne révolutionneront pas forcément l'histoire géologique du massif cantalien, mais elles permettront certainement de l'enrichir. La question de l'existence de vrais paléosols rouges demeure en suspens et sa confirmation ou son infirmation constituerait un plus incontestable qui pourrait dépasser largement le cas du secteur de l'ENS, voire du massif cantalien.

Nous vous proposons cependant des pistes de valorisation, mais compte tenu des incertitudes qui existent sur le déroulement de l'histoire géologique de l'ENS du Bois du Marilhou, il nous a paru souhaitable de distinguer ce qui peut être fait à court terme avec les données « sûres » et ce qui pourra peut-être s'envisager à plus long terme après acquisition des informations permettant de préciser la connaissance du site.

La zone susceptible d'être valorisée sur les thèmes concernant la pédo-géologie et l'hydrogéologie concerne la partie de l'ENS située en amont du pont sur la D30 et incluant le site de Cotteughe. En effet pour des raisons pédagogiques, c'est la zone où sont situés les meilleurs affleurements, la plus grande diversité des sols et les meilleures observations sur la naissance d'un ruisseau.

Seul deux sites peuvent faire l'objet d'une valorisation ponctuelle, ils se situent à l'entrée de l'ENS sur la D30 (carrière) et concerne l'aspect géologique et au niveau du site de Cotteughe pour un aspect pédologique.

Plus globalement, cette valorisation pourra s'envisager le long d'un circuit à créer (voir Fig. 22) aménagé en pontons, ponts de singe, sentier etc. et parcourant la zone en question. Ce circuit permettrait d'aborder les différents thèmes aux meilleurs endroits lors d'arrêts équipés de mobilier. Une autre possibilité consisterait à réaliser un petit livret-guide basé sur un équipement en mobilier minimaliste positionné le long du circuit (voir exemple de Chastel Marlhac).

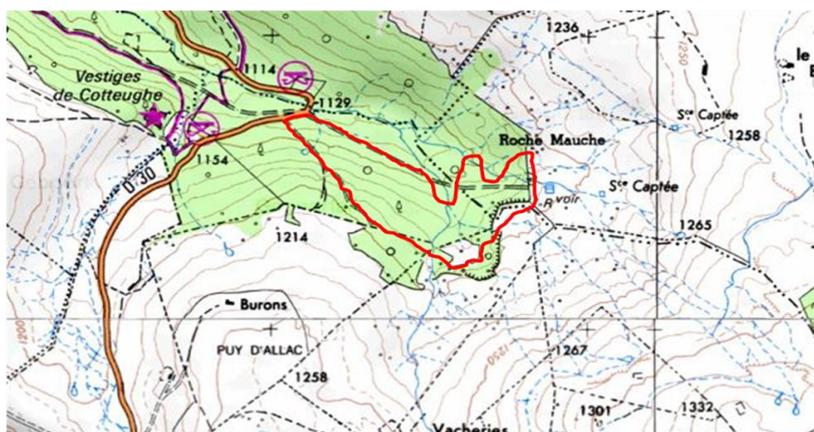


Fig. 22

I – Pistes de valorisation à court terme

1 – Des matériaux et des hommes : Reconnaître une roche volcanique, comprendre sa mise en place et l'usage que peut en faire l'homme.

Ce thème a pour but de valoriser la carrière qui est sur le bord de la D30 à l'entrée de l'ENS (voir photo ci-dessous). Grâce à la carrière, l'affleurement permet de voir une coupe dans une partie de la coulée de basalte « ankaramitique ».



Il permet d'aborder les points suivants :

Comment le géologue identifie-t-il une roche ? Qu'est ce qu'une roche volcanique ? Comment peut-on envisager sa mise en place ? Pourquoi parler ici d'une coulée de lave ? Pourquoi existe-t-il un débit en dalles ? Que faire avec un tel matériau ?

Cette valorisation est un peu isolée du reste des zones potentiellement valorisables, elle ne peut donc pas s'intégrer dans un circuit, il semble plus raisonnable d'envisager un panneau d'information où le visiteur pourra mettre en pratique l'information qui lui est délivrée pour identifier la roche et sa mise en place puis comprendre quel usage l'homme en a fait. Nous vous proposons donc ci-dessous, une sorte de « trame » avec les contenus envisageables, ce n'est, bien sûr, pas la fiche terminée et prête pour l'impression sur un panneau.

Propositions de titres : **Comment apprendre à parler le langage des roches ? Et Que faire avec cette roche ?**

Tout d'abord l'on montre comment utiliser ses 5 sens pour chercher des indices dans la roche qui permettront de la classer dans une des 3 grandes familles de roches connues à la surface de la Terre. Ainsi faudra-t-il observer les minéraux présents, l'agencement interne de la roche, sa couleur, sa dureté, son odeur etc. pour obtenir de l'information. C'est comme cela que l'on va initier une sorte de langage où l'on questionne la roche qui par les caractéristiques qu'elle nous dévoile, nous répond et nous permet de la comprendre. Pour cela il faudra être capable de la casser et de l'observer, ainsi un marteau et une petite loupe de terrain devront être placés près du panneau et fixés à lui avec une chaîne. Un petit guide très simple de détermination des différents minéraux et des différents aspects possibles pour des roches permettra au visiteur de déterminer qu'il est face à une roche volcanique. Il pourra ainsi donner un nom à sa roche : basalte.

Cette phase pourra prendre l'aspect d'une table de détermination à plusieurs entrées illustrée de photos dont celles tirées du site d'observation.

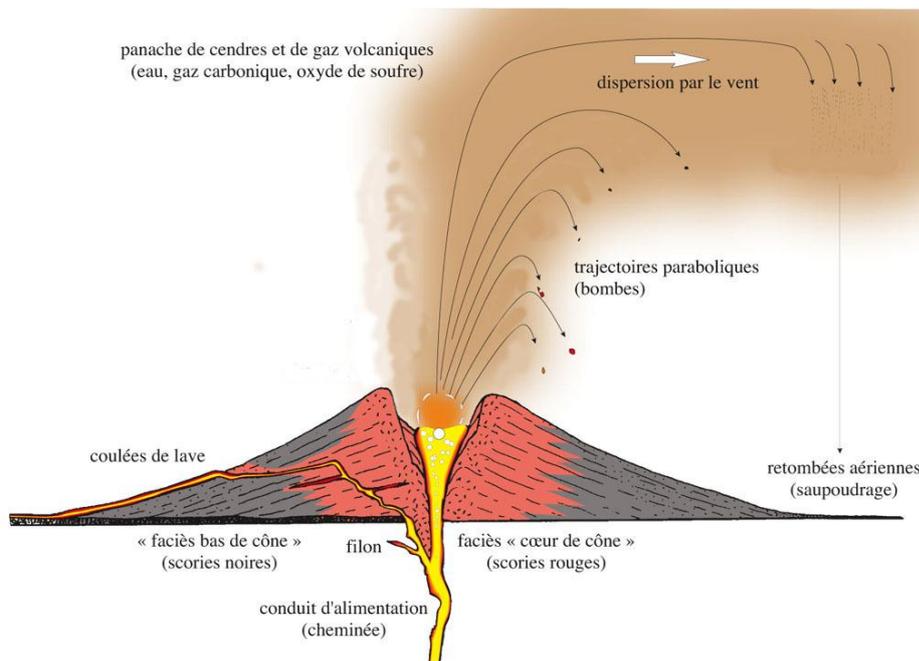
La table jointe permet de rendre compte de la démarche utilisée pour arriver à déterminer une roche et connaître son origine sans avoir besoin de connaissances poussées en géologie, mais juste en utilisant

ses observations. Elle doit être travaillée sur l'aspect esthétique et convivial pour ne pas apparaître trop rébarbative.

Observations	Roches magmatiques				Roches sédimentaires			Roches	
	plutoniques	volcaniques			sable	argile	calcaire	Métamorphiques	
	granite	basalte	Trachy- andésite	Trachy- phonolite				gneiss	micaschiste
couleur	Très variable (gris, rouge vert etc.)	noir	gris	gris	Variable	Variable	Souvent beige	Gris plus ou moins sombre	Sombre mais très brillant
Agencement interne	Très riche en cristaux	Quelques cristaux dans un fond noir	Quelques cristaux dans un fond gris	Quelques cristaux dans un fond gris	Que des grains ronds libres	Peu ou pas de minéraux visibles	Pas de minéraux visibles	Très riches en cristaux trapus et allongés	Très riches en minéraux formant des lamelles
Aspect roche	Dur et massif	Très dur et massif	Dur et massif	Dur et massif	Meuble pas de tenue	Molle sorte de pâte à modeler si ajout d'eau	Dur et massif	Dur et massif feuilleté avec des ondulations	Moyennement dur, très feuilletée avec ondulations possibles
Minéraux les plus présents	Gris translucide d'aspect gras : quartz Blanc laiteux : feldspath Noir en feuillets : mica noir	Vert bouteille : olivine Noir : pyroxène	Noir : pyroxène ou amphibole Blanc brillant feldspath	Noir : pyroxène ou amphibole Blanc brillant feldspath Bleu ou rouge: haüyne-noséane	Tous types	Rare : Gris d'aspect gras : quartz Blanc laiteux : feldspath	pas	Gris d'aspect gras : quartz Blanc laiteux : feldspath Noir en feuillets : mica noir	Surtout des noirs en feuillets : micas noir et des argentés en feuillets : muscovites, quelques gris d'aspect gras : quartz, quelques blancs laiteux : feldspath
Si l'on verse du vinaigre blanc	Rien ne se passe	Rien ne se passe	Rien ne se passe	Rien ne se passe	Rien ne se passe	Rien ne se passe	Une mousse blanchâtre apparaît	Rien ne se passe	Rien ne se passe
Photo de la roche									
Comment se forme cette roche (les explications ci-contre seront complétées de schémas simples)	Par fusion de la croûte terrestre et refroidissement lent en profondeur à une dizaine de km sous la surface	Par fusion du manteau de la terre et refroidissement rapide en surface	Par évolution du basalte dans des chambres magmatiques	Par évolution du basalte dans des chambres magmatiques	Par érosion en surface, transport par ruissellement et dépôt en milieu agité	Par érosion en surface, transport par ruissellement et dépôt en milieu calme	Par érosion en surface, transport par ruissellement et dépôt par précipitation chimique en milieu très calme	Par transformation de granites ou de sédiments grossiers lors d'enfouissement à grande profondeur dans la création des chaînes de montagnes	Par transformation de sédiments très fins argileux lors d'enfouissement à grande profondeur dans la création des chaînes de montagnes

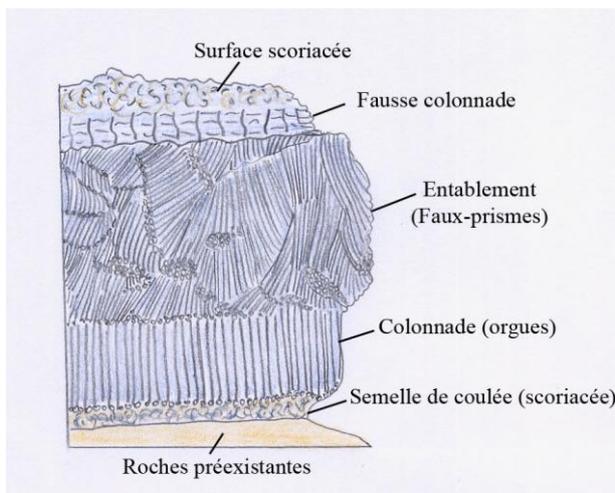
Une fois la roche volcanique basaltique identifiée, il faudra se demander comment elle est arrivée là :

Type de schéma simplifié d'une éruption à magma basaltique qui pourra être utilisé



Ce schéma montre que deux phases sont présentes dans une éruption : l'explosive et l'effusive. La première disperse des projections alors que la seconde fait s'écouler un liquide qui en se refroidissant donne une roche massive. Nos observations précédentes auront montré que la roche est dure et massive, donc nous avons ici une coulée de lave et non des grains séparés résultant de projections.

Coupe dans une coulée de lave :



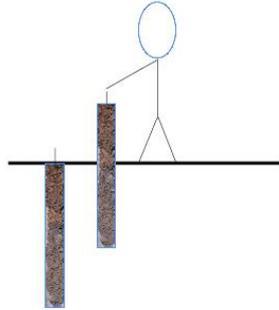
Après explication des différentes parties d'une coulée de lave, le visiteur pourra comparer ses observations sur site et la coupe et constater qu'ici il y a essentiellement un débit en dalles, c'est que nous sommes probablement dans la partie de la fausse colonnade de la coulée, voire dans la partie supérieure de l'entablement.

Mais que faire de ce matériau ?

Le débit en dalles de cette roche très dure est intéressant pour extraire ces dalles épaisses et les poser à terre. On peut facilement marcher et rouler dessus, de plus, leur taille ne nécessite pas de recoupes trop importantes. C'est ce qui a incité les hommes à utiliser cette roche pour faire le dallage de la place de l'église de Trizac. On peut également parler des lauzes phonolitiques et faire observer les toits du secteur de Trizac.

2 – Des sols et des hommes

Le but est de rendre actif les visiteurs en plaçant dans le sol des bornes qu'il faudrait retirer du sol (comme le ferait un pédologue) et qui feraient apparaître des sondages correspondant à différents sols. Ces carottes devront être imprégnées avec de la résine afin de rester stables dans le temps. La technique mise au point par le musée des sols de Wageningen au Pays-Bas pourrait être utilisée.

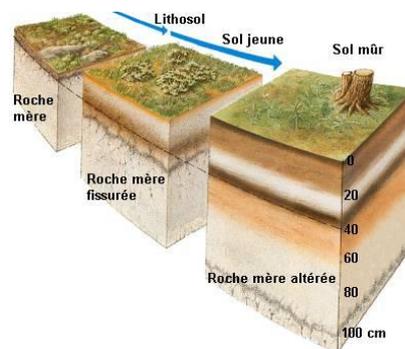


Des panneaux d'interprétations devront être associés à ces bornes afin d'y apporter les éléments de compréhension. Une tarière de petite taille pour les enfants pourrait également être fixée à une chaîne afin qu'ils découvrent par eux-mêmes les sols.

La thématique « de la roche au sol » permettant de comprendre comment se forme et évolue un sol et ce qu'il apporte à la végétation et à l'homme, peut être abordée soit sur le secteur de Cotteughe soit le long du nouveau sentier :



Coulée de lave altérée, le sol se développe pour arriver à un sol épais un andosol



On pourrait installer 3 bornes l'une proche d'un bloc de roche qui lorsque l'on la retirerait, ferait apparaître une roche altérée, puis une deuxième borne avec un sol de 30 cm, le rankosol, et enfin

l'andosol profond avec ses horizons. Sur les panneaux associés, des dessins expliqueraient comment s'approfondit un sol et surtout comment cela va augmenter la quantité d'eau retenue et comment le garde-manger du sol va devenir plus intéressant pour les plantes et l'homme.



En s'épaississant le sol accumule des nutriments pour les plantes et stocke de plus en plus d'eau. Les plantes peuvent se développer plus facilement et d'une pelouse sèche à graminées on passe à un couvert forestier plus dense.

Associé à ces trois bornes et pour que le visiteur comprenne par le toucher la spécificité des andosols, il faudrait lui donner la possibilité de comparer avec un sol se développant sur une autre roche. On peut aisément installer une sorte de coffre dans lequel on placerait un sol issue d'un granite que l'on inciterait le visiteur à toucher et à comparer. L'un serait doux et sombre (l'andosol), l'autre plus granuleux et plus jaune (l'alocrisol sur granite).



L'alocrisol jaune et rugueux, l'andosol doux et sombre

II – Pistes de valorisation à plus long terme

Ces pistes de valorisation n'ont pas été développées ici sous forme de fiches pédagogiques car elles nécessitent des données complémentaires.

1 - L'histoire géologique de l'ENS du Bois du Marilhou

Ce thème pourrait permettre d'aborder l'histoire de la formation géologique du territoire de l'ENS en repositionnant les différents événements dans l'histoire du massif cantalien. Chaque grand événement pourrait être vulgarisé et observé le long du circuit créé puis regroupé sur un panneau final permettant de faire le lien entre les différents événements. L'idée générale étant que le visiteur puisse lire et comprendre facilement les affleurements en étant acteur de sa découverte (utilisation du toucher, de petits tests de reconnaissance, de loupe et de marteau etc.). Mais pour arriver à ce que le visiteur refasse le cheminement du géologue, il faut que les affleurements s'y prêtent et certains devront être préparés.

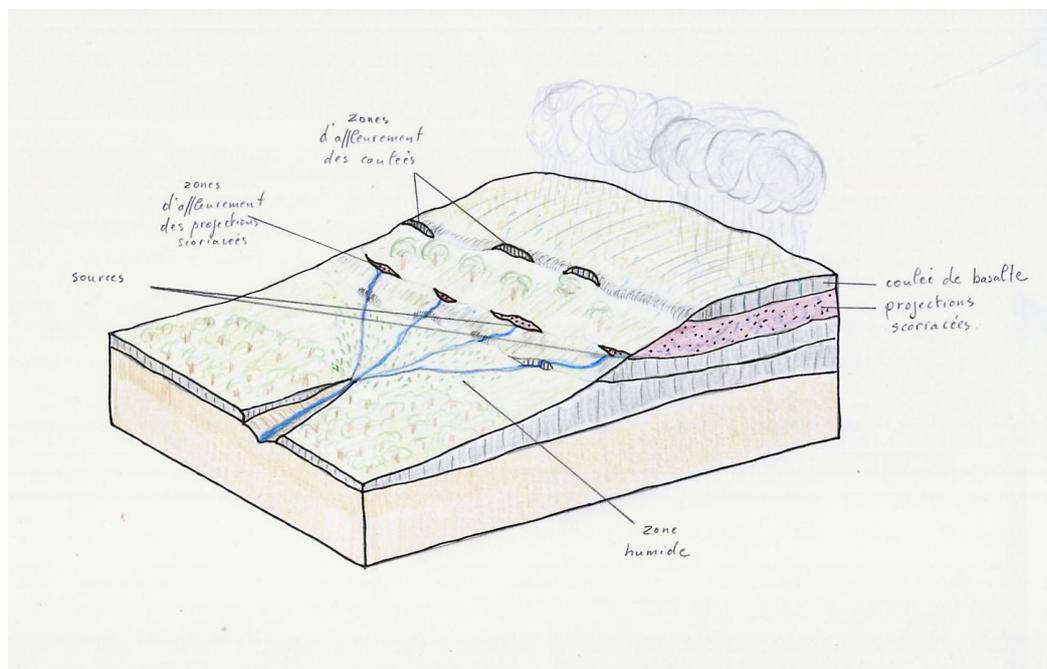
2 - Paléosols ou altérites : l'effet des changements climatiques

S'il s'avère que les formations rouges sont de réels paléosols, ceci impliquera d'envisager qu'à certaines époques le climat a pu être subtropical voire tropical. Ce pourrait être l'occasion d'aborder la notion de changement climatique au cours des temps par l'intermédiaire des sols. Ce thème étant assez complexe, une réflexion plus poussée serait nécessaire pour trouver le meilleur équilibre entre information et aspect ludique accessible à tout public. Il serait peut-être envisageable sur le circuit proposé plus haut d'utiliser les affleurements pédo-géologiques pour retracer les changements climatiques. Par exemple, les visiteurs pourraient partir à la recherche de trois indices : les andosols qui sont typiques de notre climat actuel tempéré froid et humide, des dépôts glaciaires associés à une période de grands froids (glaciation) et les formations rouges représentatives d'un climat chaud et humide à saisons contrastées (subtropical ?). Cette démarche permettant d'aborder les mécanismes menant à des changements climatiques « naturels » (déplacements graduels des pôles magnétiques) face à celui qui nous concerne (action de l'homme).

3 - La naissance d'un ruisseau

Ce thème pourrait permettre de faire comprendre aux visiteurs, comment l'eau qui tombe sur le massif, s'infiltré et ruisselle. Puis d'expliquer comment l'eau souterraine circule et va ressortir sous forme de sources. Celles-ci, en regroupant leurs écoulements, vont former un ruisseau. On parlerait alors d'hydrogéologie et de l'image de Château d'eau de l'Auvergne qui dans le Cantal est souvent plus un mythe qu'une réalité... Cependant cette approche nécessiterait de visiter les zones des sources en restant dans les parties basses près du réservoir et en évitant de remonter en direction des zones de captage.

L'infiltration et la perméabilité des niveaux scoriacés permettent de servir de réservoir filtrant qui représente une « réserve » d'eau qui s'écoule gravitairement jusqu'à atteindre des niveaux peu perméables (coulées de lave) la forçant à sortir à la base de la formation scoriacée et à former une source. Le ruisseau régule son cours grâce à ces sources mais s'alimente aussi des précipitations qui ruissellent d'où les variations de son niveau d'eau entre les périodes humides et celles plus sèches.



III – Pistes de valorisation en sortant du périmètre de l'ENS

1 - L'érosion glaciaire

Le territoire de l'ENS n'est pas muni de très beaux affleurements concernant les dépôts glaciaires, ni de morphologies très marquées, par contre à proximité, se situe le secteur du col d'Aulac, qui permet une très belle vue sur la morphologie glaciaire typique d'une vallée en auge (vallée du Mars). De même, la zone de Trizac (col de la Besseyre) peut aussi amener des observations sur des dépôts glaciaires. Pour aborder ce thème il sera alors nécessaire de pouvoir se déplacer dans ces secteurs et créer des contacts avec la Maison de site du Falgoux.