Pécsi Tudományegyetem
Természettudományi Kar
Földrajzi Intézet

Fiatal vulkáni folyamatok Le Puy vidékén (Franciaország), különös tekintettel Chilhac környékének geomorfológiai fejlődésére

Készítette: Fábos Tímea

Témavezető: Dr. Kovács János

2014

TARTALOMJEGYZÉK

ABSZTRAKT **3**

1. BEVEZETÉS **4**

2. CÉLKITŰZÉS **6**

3. KUTATÁSTÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS **7**

4. KUTATÁSI MÓDSZEREK **10**

4.1. PRIMER MÓDSZEREK 10
4.2. SZEKUNDER MÓDSZEREK 11

5. A KUTATÁSI TERÜLET BEMUTATÁSA **12**

5.1. TERMÉSZETFÖLDRAJZI VISZONYOK 12
5.2. GEOLÓGIAI VISZONYOK 14
5.2.1. A francia tűzhányókról tágabban *14*
5.2.2. Chilhac és környékének geológiája (BOIVIN et al. 2010. nyomán) *16*
5.3. DEVÈS VULKÁNI KŐZETEINEK KORMEGHATÁROZÁSA (COUTHURES ÉS PASTRE 1983. NYOMÁN) .. 17

6. EREDMÉNYEK **19**

6.1. SAJÁT RÉTEGTANI VIZSGÁLATOK CHILHAC-NÁL 19
6.2. BLASSAC-LA-GIRONDIE GEOLÓGIÁJA 24
6.3. A KORMEGHATÁROZÁSOK EREDMÉNYEINEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA 25
6.4. A VIZSGÁLT TERÜLET GEOMORFOLÓGIAI JELLEMZÉSE 25
6.5. GRANULOMETRIAI EREDMÉNYEK 30

7. EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA **32**

7.1. TOVÁBBI KUTATÁSI IRÁNYOK 33

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS **34**

IRODALOMJEGYZÉK **35**

ÁBRÁK JEGYZÉKE **40**

MELLÉKLET **41**

Absztrakt

A franciaországi Chilhac településéhez tartozó, a Rabioulet-patak mentén található ásatási területek által feltárt rétegsorok üledékes eredetű kőzetei fontos paleontológiai leleteket foglalnak magukba. Ezeket a fiatal, negyedidőszaki vulkáni működések temették be produktumaikkal, s egyúttal befolyásolták a folyók folyásirányát, illetve a térség geomorfológiájában is meghatározó jelentőségűek. Chilhac-tól északra található két salakkúp, a Pié de Bouillergue és a Le bois du Château, illetve ezektől délkeleti irányban terül el a Pié des Varennes. E tűzhányók kitöréseinek termékei – tefrák, tufák, bazaltsalakok és bazaltfolyások (1. kép) – fedik be a térséget. Az Allier-folyó e szakasza mentén Chilhac-on kívül jelentősek még Le Blot és Blassac-la-Girondie feltárásai, illetve rétegsorai. A növényzet alól kibukkanó, szálban álló, meredek falak rétegei jól reprezentálják a kutatók számára a terület vulkánkitörésekkel tarkított fejlődéstörténetét.

Kulcsszavak: Chilhac, Pié de Bouillergue, Pié des Varennes, Rabioulet, feltárások, geomorfológia, sztratigráfia.

1. kép: A chilhac-i bazaltorgonák. (Fotó: Fábos T. 2013)

1. Bevezetés

A franciaországi Massif Centralt észak-déli irányban átszelő vulkáni kúpok láncához nagyobb és kisebb méretű képződmények is tartoznak. Eltérő koruk és különböző felépítő kőzetük, illetve működési jellemzőik miatt változatos formakinccsel gazdagítják a variszcida középhegység felszínét. E vulkáni lánc a Felső-Loire vidékét is érinti Auvergne-ben, ahol maar-okat, Stromboli-típusú működéssel jellemezhető kúpokat és nagy kiterjedésű bazaltláva-folyásokat is találunk.

Szűkebb vizsgálati területünkön, az Allier-folyó egy szakasza mentén is számos ilyen és ehhez hasonló képződmény jött létre. Ezek térsége kiemelkedő paleontológiai leletekkel szolgálnak, s emiatt működésük kora és jellege sokak által kutatott. A radiometrikus kormeghatározási módszerekkel kapott koreredményeket összevetve a biosztratigráfiai adatokkal mind pontosabb képet kaptak a területet vizsgáló szakemberek az ősmaradványok és a kőzetek képződési koráról. Ezek alapján az itteni vulkáni produktumok és a leletek képződési, illetve betemetődési idejét a késő-pliocénig lehet visszavezetni.

Az általunk vizsgált terület egy, az Allier-folyó jobb partján található bazaltömlésre épült település: Chilhac (1. térkép). A terepi munka a falutól kb. 1 km-rel északra, a Rabioulet-patak két oldalán nyitott feltárásokon (CH2/a, CH2/b, CH3) folyt, egy több évtizedre visszanyúló kutatás keretein belül. A környéken számos, hasonló tulajdonságokkal rendelkező terület van, ilyen például Blassac-la-Girondie és Le Blot. Az előbbihez egy út menti feltárás kapcsolódik, ahol a növényzet alól kibukkanó rétegsorokból jól kiolvashatóak a vulkáni és geológiai folyamatok. A Le Blot látványos bazaltoszlopait is egy út mentén lehet megfigyelni, ahogy meredek falban leszakad az Allier medre felé. Ezen felül mind a két területhez kapcsolódnak paleontológiai leletek is.

2013 augusztusában négy hetes szakmai gyakorlatomat töltöttem Chilhac-ban Dr. Kovács János és Dr. Frédéric Lacombat jóvoltából, s bepillantást nyerhettem az itt folyó, egészen az 1960-as évekig visszanyúló intenzív kutatás folyamatába. A terepi munka fő tevékenysége a Rabioulet bal partján, 1969-ben létesített CH3 nevű feltáráson folyt, mely a rétegsorok további letisztítását és újabb ősmaradványok után való keresést foglalt magába. Ez utóbbiakból sajnos csak apró csontmaradványokat talált a főként fiatal egyetemistákból álló csapat. Mindemellett részt vehettem a leletek restaurációjában, s a munka utolsó napjaiban az a megtiszteltetés ért, hogy a területet szinte a kezdetek óta intenzíven vizsgáló Dr. Odile Boeuf paleontológus asszony maga mesélt nekem az évek során felhalmozódott

ősmaradványokról, és a terület geológiai viszonyairól. Emellett engem kért meg, hogy segítsek neki a rétegsor aljából kissé kiálló nagyobb csontok begipszezésében (terepi konzerválás), ezzel megvédve őket az idő és a természet pusztító hatásaitól. A Franciaországban töltött idő során volt alkalmam kőzetmintákat gyűjteni és fotódokumentációt készíteni a területről, illetve a fent említett Blassac-la-Girondie kőzetfala mellett Puy-en-Velay-t is volt szerencsém meglátogatni.

Jelen munka a fiatal vulkánosságra fókuszál, amely alatt a negyedidőszakon (2,588 millió évvel ezelőttől)[1] belül lezajló működéseket értjük. A korábbi abszolút, és az őslénymaradványokra alapozott relatív kormeghatározások eredményei már a korai kutatások során is ezt a földtörténeti időszakot jelölte meg a kitörések időpontjának. A későbbiekben láthatjuk, hogy ezeket több szakirodalom is megerősítette, illetve hogy a vizsgált térség vulkáni produktumai a késő-pliocéntől kezdve (3,6 Ma) datálhatóak.

1. térkép: Chilhac elhelyezkedése Franciaországon belül. (Szerk.: Fábos T. 2014)[2]

[1] Forrás: http://www.stratigraphy.org/

[2] Forrás: http://www.map-france.com/town-map/43/43070/administrative-france-map-departements-Chilhac.jpg

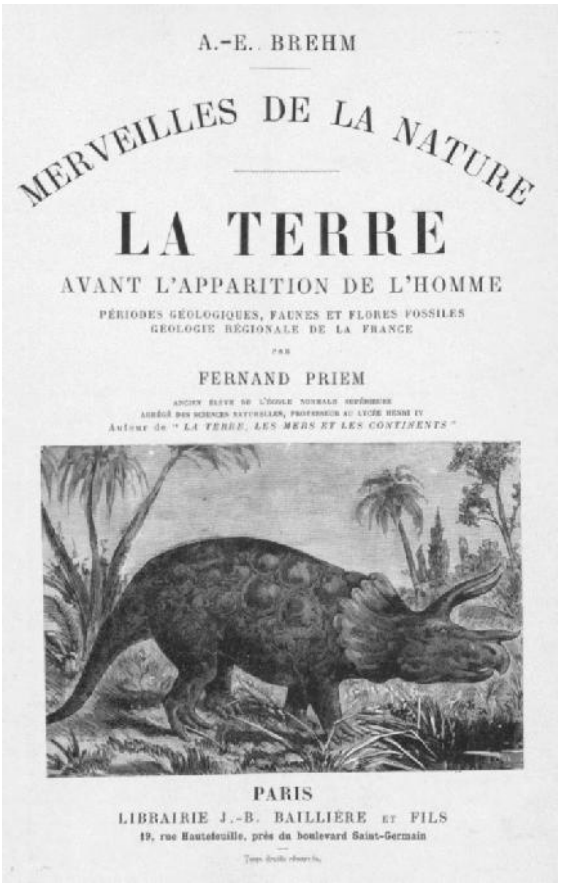
2. Célkitűzés

Jelen munka célja a franciaországi Auvergne tartományban (Felső-Loire vidék) elhelyezkedő Chilhac település vulkáni folyamatainak leírása, illetve koruk meghatározása. A falu észak-keleti határában található két kiemelkedő őslénytani jelentőséggel bíró ásatás, melyek rétegsoraiból következtetni lehet a térség geológiai és geomorfológiai folyamataira. A 2013 augusztusában vett minták az 1969-ben megnyitott feltárásból (CH3) származnak. Célunk ezek radiometrikus módszerekkel történő kormeghatározása, s az eredmények összehasonlítása korábbi vizsgálatokkal, illetve a rétegsorokban található üledékes kőzetek szemcseeloszlásának meghatározása. Emellett egy lehetséges fejlődéstörténetet is felvázolunk a környék domborzatát érintő változások folyamatairól, melyet korábbi munkákra és saját vizsgálatokra alapozunk, ezzel kiegészítve Chilhac környékének geomorfológiai jellemzését.

3. Kutatástörténeti áttekintés

A Chilhac tanulmányozásáról szóló feljegyzések, cikkek kutatását a település paleontológiai múzeumának honlapján kezdtem (www.museechilhac.fr), mivel ez tűnt a legmegbízhatóbb kiindulási alapnak. Itt olvashatjuk, hogy a falu őslénytani leleteiről mikor és hol írtak először. Eszerint az *Annales de la Société d'Agriculture , Sciences et Arts du Puy-en-Velay (Haute-Loire)* folyóirat 1877-es kiadványában találhatjuk meg azt az 1875. november 8-i feljegyzést, amiben leírják, hogy mamut, és más nagy emlősök fog- és csontmaradványait találták meg a chilhac-i pliocén vulkanikus területen. Ezeket a fosszíliákat a település akkori polgármestere felajánlotta egy múzeum számára, s így kerültek nyilvántartásba az itteni első leletek, és indult el a terület paleontológiai és részletesebb geológiai vizsgálata. Ez utóbbihoz kapcsolódik az első részletes leírás, mely BOULE, M. (1892) nevéhez köthető.

A következő fontos forrás a *La Terre Avant l'Apparition de l'Hommes* című kiadvány 1893-as számában (2. kép) található. Itt Franciaország geológiájáról olvashatunk, természetesen régiókra felosztva. Ezen belül írnak Chilhac-ról, a bazaltorgonákról, melyre a település épült, és persze az itt talált fosszíliákról.


A.-E. BREHM

MERVEILLES DE LA NATURE

LA TERRE

AVANT L'APPARITION DE L'HOMME

PÉRIODES GÉOLOGIQUES, FAUNES ET FLORES FOSSILES
GÉOLOGIE RÉGIONALE DE LA FRANCE

PAR

FERNAND PRIEM

Auteur de " LA TERRE, LES MERS ET LES CONTINENTS "

PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

19, rue Hautefeuille, près du boulevard Saint-Germain

2. kép: *La Terre Avant l'Apparition de l'Hommes* c. folyóirat címlapja (1893)

Chilhac-ról említést tesznek még a *La Géographie* című lap 1906. évi első számában is. Egy három részes összefoglalót olvashatunk a francia vulkáni területekről, melyet fotókkal, rajzokkal és térképekkel gazdagított a szerző. BOULE, M. leírja, hogy az itteni bazaltoszlopok korát a nem messze megtalált fosszíliák alapján azonosították be, s eszerint pliocén korúnak.

Az *Almanach de Brioude* 1924. évi számában olvashatjuk a következő feljegyzést. A kiadványban GRENIER, M. (1922) összegyűjtötte Brioude település és vonzáskörzetének főbb felépítő kőzeteit, ásványkincseit, és ásványait, illetve ezek fő felhasználási módjait. A táblázat szerint Chilhac területén a következők találhatóak:

- kristályos kőzetek közül amfibolit, diorit;
- kiömlési kőzetek közül bazalt (porfirit);
- nyersanyagok közül pedig réz (kalkopirit) található itt.

A terület kutatása elsősorban az itt talált fontos ősmaradványokhoz köthető. Az igazán intenzív tudományos munka az 1960-as években kezdődött meg GUTH, C. és BOEUF, O. kezdeményezésével, ekkor egy laboratóriumot állítottak fel az itteni leletek vizsgálatához, illetve további kutatások is indultak a területen. 1968-ban nyitották meg a CH2 feltárást, melyet egy évvel később a CH3 követett. 1974-ben az előbbit CH2/a-ra neveztek át, s ekkor kezdték el ennek észak–északkeleti határában lévő CH2/b-n a munkálatokat. Ettől kezdve számos publikáció (BEDEN, M. 1970; BEDEN, M. – GUTH, C. 1970a/1970b; GUTH, C. 1974, 1979, 1985; BOEUF, O. 1976, 1980, 1983, 1992, 1995, 1996, 1997, 2005; TEXIER, PJ. 1985; CHAVAILLON, J. 1991; BARBET, P. 2006) született Chilhac-ról, illetve a Felső-Loire vidékén megnyitott ásatásokon talált ősmaradványokról, ám ezek főleg a paleontológiai kutatási eredményekre fókuszáltak, s csupán mellékesen tértek ki a térség geológiai, illetve geomorfológiai felépítésére.

BOUT, P. (1970) az Auvergne-Velay területek bizonyos vulkáni formációinak abszolút kormeghatározását írta le, s ehhez kapcsolódóan a térségben található pleisztocén faunáját is datálta. E munkához hasonlóan COUTHURES, J. – PASTRE, J. F. (1983) is kronosztratigráfiával foglalkozott, s a Chilhac környezetében fellelhető összes vulkanikus képződmény (pl. Pié de Bouillergue, Le Blot, Pié des Varennes) korát határozta meg mind radiometrikus (K/Ar, hasadványnyom-analízis), mind pedig paleomágneses módszerekkel.

MARGUERIE, D. (1984) az Allier-folyó alluviális formakincsét vizsgálta a Le Blot környezetében. E munkából információt kapunk a terület geomorfológiájáról és geológiájáról, ezeket szedimentológiai vizsgálatok eredményeivel támasztja alá, emellett a környék ősmaradványainak korára is kitér. MARGUERIE, D. ír az Allier ezen szakaszán található

teraszokról, illetve a pleisztocén mederképződésről és a szedimentációs – eróziós szakaszokról is.

1993-ban jelent meg a *Géologie de la France* című folyóirat harmadik számában MERGOIL – BOIVIN komplex, összegző kutatása, melyben Velay vulkáni vidékének vulkanizmusát, az ahhoz kapcsolódó formakincset, illetve a képződmények korát vizsgálták. A gyűjtött kőzetminták kora mellett azok kémiai összetevőit is meghatározták.

A következő, fontos eredményeket tartalmazó publikáció (BOIVIN, P. et al. 2010) már szűken Chilhac területét, illetve az itteni feltárásokat vizsgálja. A villafrancai megazónába tartozó itteni fosszíliák részletezése, és a hozzájuk kapcsolható koradatok mellett a terület részletes geológiai jellemzését is tartalmazza, melyen belül információt kapunk az itteni jellegzetes kőzetekről, azok felépítő ásványairól; a terület vulkanikus produktumainak kiterjedéséről, jellegzetességeiről; a feltárások környezetében végzett mágneses vizsgálatról; illetve egy lehetséges forgatókönyvet is felvázolnak a szerzők a környék domborzatát érintő akkumulációs – eróziós ciklusairól.

NOMADE, S. et al. (2013) a felső-pliocén – alsó-pleisztocén megafauna bio- és kronosztratigráfiáját, illetve paleokörnyezetének vizsgálatát írta le. A kormeghatározást radiometrikus módszerrel ($^{40}Ar/^{39}Ar$) végezték.

Összességében tehát főként őslénytani munkák készültek a vizsgált térségen belül, s részletesen csak néhány fontosabb szakirodalom tér ki a Felső-Loire vidékén belül, az Allier-folyó tárgyalt szakaszát érintő geomorfológiai és geológiai kérdésekre, elemzésekre. Ez utóbbin belül is legfontosabb kérdés, hogy a térség vulkanikus képződményei mikor és milyen körülmények között rakódtak le, illetve hogy milyen mértékben gyakoroltak hatást az itteni domborzati viszonyokra és az akkori faunára.

A térséget kutató szakemberek közül BOEUF, O., GUTH, C. és BEDEN, M. rendelkezik kiemelkedő szakirodalmi jegyzékkel Chilhac-ról.

4. Kutatási módszerek

4.1. Primer módszerek

A Chilhac-tól északkeletre található ásatási területek általunk történt vizsgálata 2013 augusztusában, egy immáron második évben megrendezett kutatási program keretein belül zajlott. A két nyugatabbi, a Rabioulet-patak bal partjától nem messze található CH2/a és CH2/b feltárás mellett a vízfolyás jobb partján lévő CH3-on is dolgoztunk. A terepi munka első felében az itt lévő fiatal egyetemistákból álló csapat két részre oszlott a CH2/b-nél és a CH3-nál. Ez a két, jelenleg is aktív feltárási zóna, mivel a CH2/a-nál beszüntették a munkálatokat, és a növényzet is benőtte már.

A CH2/b-nél a feladat az idő során a már feltárt rétegekre lerakódott talajszemcsék és növények eltávolítása volt, hogy így azok ismét jól láthatóvá váljanak. A CH3-nál is hasonlóan kezdődött a munka. Ezután egy, a feltárás falának átlagos síkjából térben kiemelkedő területrész szintezése és vizsgálata folyt, s ez a rétegek aprólékos eltávolítását jelentette. Kezdetben a sorozat tetején lévő recens talajréteg letisztítását végeztem, majd az ettől körülbelül 1,8 méterrel lefelé található, finom szemcséjű agyagos/sziltes részhez lettem beosztva. Ezt követően a legalsó helyzetben lévő, szintén agyagos/sziltes rétegen dolgoztam, ám ez már sokkal keményebb szerkezetű volt, mint az előbb említett. A körültekintő, aprólékos munkára az esetleges maradványok megléte miatt volt szükség. Az egy hónap alatt ezekből számosat találtunk, melyek főként kisebb csontdarabok, töredékek voltak.

A rétegtani munkálatok után következett azok leírása és fotódokumentációja. Ezt a CH2/a-nál kezdtük, mivel elvétve még találhatóak itt is a növényzet alól kibukkanó kőzetdarabok, majd a CH2/b és a CH3 következett. Ez utóbbinak környékét is bejártuk – mely egy helyi mezőgazdász területét jelenti –, ahol szintén fellelhetőek felszínen lévő kőzetek.

A feltárásokból három mintát gyűjtöttünk: a CH2/a-ból két bazalt, a CH3-ból pedig egy bazaltbomba vizsgálatát végeztük vékonycsiszolat készítésével és szemcseeolszlás meghatározásával. Ezek a Pécsi Tudományegyetem Szentágothai János Kutatóközpontjának Földtudományi Laboratóriumában történtek.

A granulometriai mérést *Malvern Mastersizer 3000* típusú műszerrel végeztük, mely vörös és kék lézerfényt használ. A vizsgálat menete a következőképp zajlott:

- 5 grammnyi üledékmintát 24 órán keresztül szobahőmérsékleten szárítottunk, s ezután műanyag edényekbe helyeztünk;
- 10 milliliter 20%-os hidrogén-peroxid (H_2O_2) segítségével történt a szerves anyagok eltávolítása;
- a karbonátok oldását 20%-os sósavval végeztük;
- az így fennmaradó mintából 1 grammot diszpergáltunk, azaz 1 liter víz/1 gramm calgon hígítási arányú calgonizált ultradesztillált vízzel szuszpenzióba vittük;
- a mérés előtt és közben 60%-os erősségű ultrahang használatával választottuk szét az összetapadt szemcséket;
- a gépbe töltött ultradesztillált vízhez – melyet a műszer folyamatosan keringet – pipettával adagoltunk adott mennyiségű mintát;
- a gép a keringetett oldatot hétszer vizsgálta vörös, és szintén ötször kék lézerfénnyel.

A kapott adatok kiértékelését a *GRADISTAT 8.0* nevű programmal végeztük.

4.2. Szekunder módszerek

A legfrissebb, kormeghatározással foglalkozó tanulmányban NOMADE et al. (2013) az $^{40}Ar/^{39}Ar$-módszer segítségével határozta meg a térség vulkáni kőzeteinek korát. A mérést a franciaországi Saclay-ben található *OSIRIS* reaktorban[3] végezték. A kutatás célja a vulkáni kőzetek, és a területen talált ősmaradványok korának összehasonlítása, illetve az ekkori paleokörnyezet leírása volt. A feltárások rétegsorában megfigyelhető, ám eddig nem vizsgált trachitos tefraréteg datálásának segítségével pontosították a térség fejlődéstörténetét.

A kutatás alapjául szolgáló szakirodalmak felkutatásában nagy segítségemre voltak a *www.gallica.bnf.fr*, a *www.persee.fr* és a *www.sciencedirect.com* honlapok, melyeken elértem még a legrégebbi forrásokat is. A saját szerkesztésű térképeket az *Inkscape* és *a LibreOffice Draw* programokkal készítettem.

[3] http://www.cad.cea.fr/rjh/Add-On/osiris_gb.pdf

5. A kutatási terület bemutatása

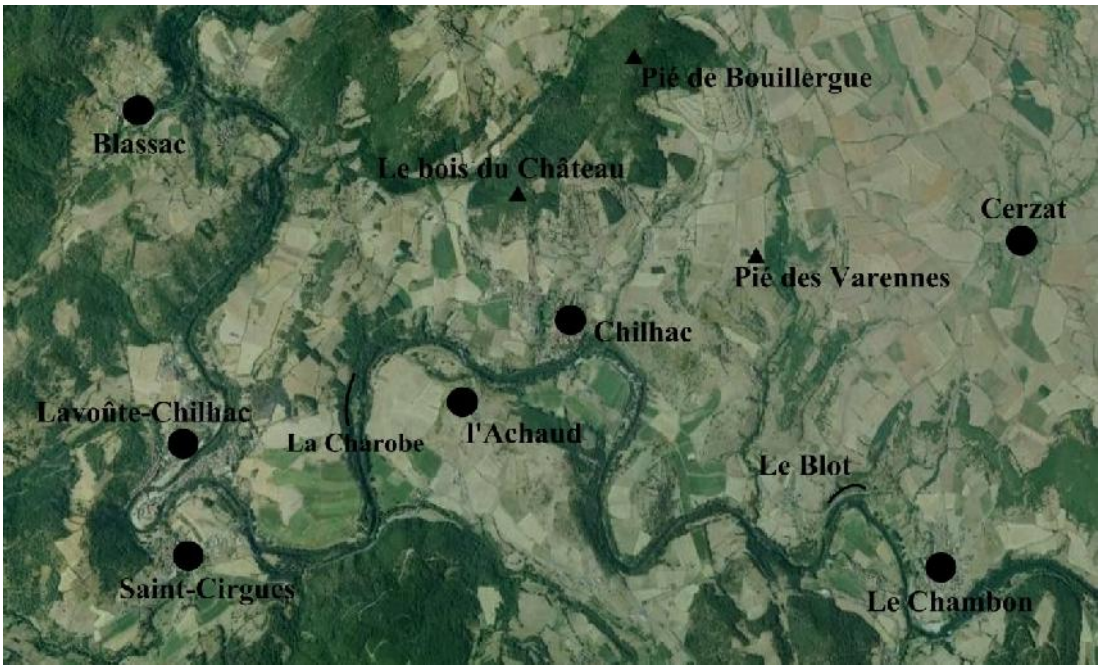
5.1. Természetföldrajzi viszonyok

A jelen munkában bemutatásra kerülő területek a Felső-Loire vidékén (Auvergne, Franciaország), ezen belül is az Allier-folyó felső szakaszának mentén találhatóak. Kutatásunk fókuszában az említett vízfolyás jobb partján, egy bazaltfolyam tetején elhelyezkedő falu, Chilhac őslénytani leletekben gazdag feltárásai állnak, melyek 556 és 571 méter tengerszint feletti magasságban találhatóak. A település Le Puy-en-Velay-től északnyugati irányban körülbelül 50 kilométerre, míg Brioude-tól 20 kilométerrel délre található. Ezen kívül csak szűkebben térünk ki a térség másik két, hasonló tulajdonságokkal jellemezhető pontjára: Blassac-la-Girondie-ra és Le Blot-ra.

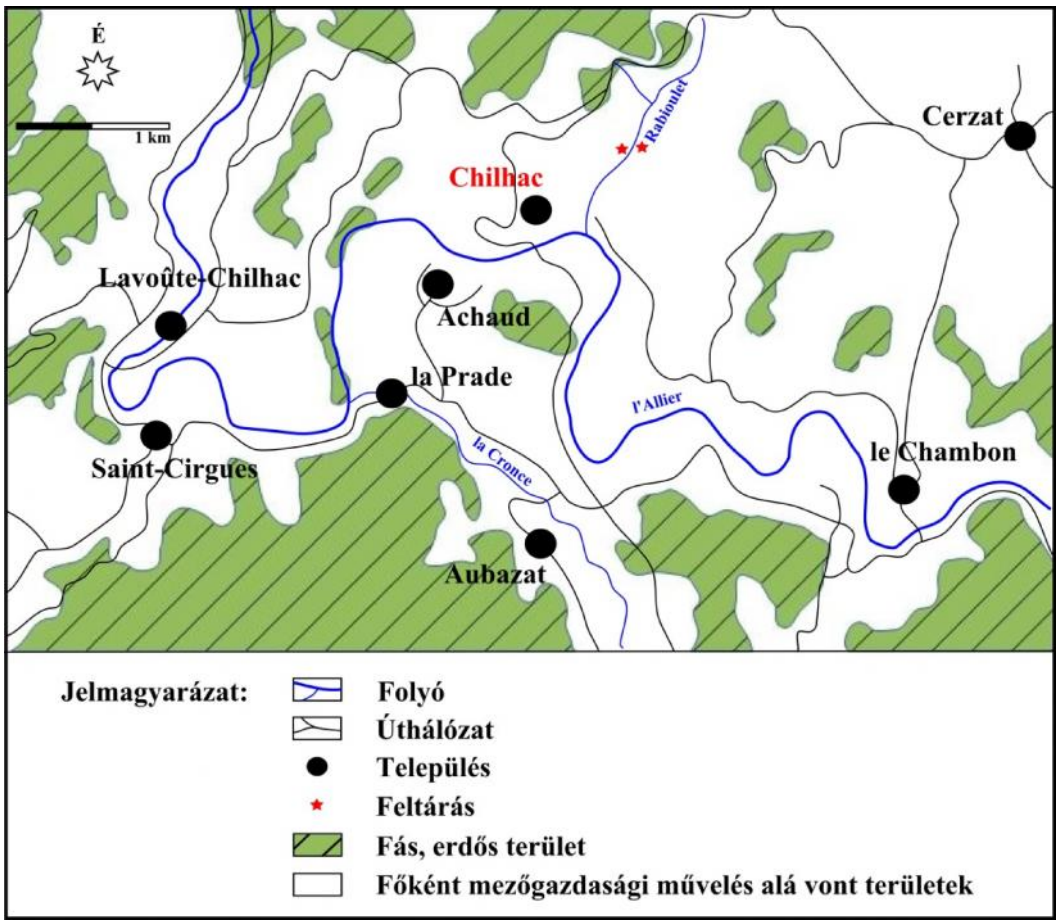
A vidék főként pár száz lelkes, kisebb falvakban gazdag, melyek építése a 12-13. századig is visszanyúlhat, épületeik pedig a helyi nyersanyagokból épültek, ezek különféle vulkanikus kőzetek. A települések egymástól nagyjából 2-3 kilométeres távolságban találhatóak, s a domborzatot követő, kanyargós utak kötik össze őket.

Hidrológiai szempontból az Allier mellett meghatározóak annak mellékfolyói is: jobb oldalán az északi irányból érkező Rabioulet- és Josan-patakok, bal oldalán pedig a La Cronce, mely déli irányból folyva torkollik a fő folyamba. Folyási irányukat nagyban befolyásolják a terület eltérő kőzetminőségei: a metamorf alapkőzetek, a piroklasztitok, illetve a bazaltfolyások. Az alacsonyabb magasságú, kisebb lejtőszögű területeken a mezőgazdasági művelés alá vont területek jellemzőek, illetve a magasabb térszíneket erdőségek jelzik (3. kép, 2. térkép). A tájkép jellemző elemei a vízfolyások medrei, az általuk kialakított völgyhálózat, és itt mindenképp meg kell említeni a patakok melletti legelőkre terelt teheneket, melyek a környék gazdaságának fontos részét képezik, illetve hozzájárulnak a vidéki tájkép jellegéhez.

Chilhac-tól északra két meghatározó, Stromboli-típusú salakkúp található: a Le bois du Château (707 méter) és a Pié de Bouillergue (780 méter), melyek főként bazaltlávával és stromboli produktumokkal fedték be a környéket; illetve északkeletre terül el a Pié des Varennes (665 méter), mely piroklasztikus anyagok mellett bazaltlávából épül fel, (BOIVIN et al. 2010). A településtől nyugat-északnyugatra fekszik Blassac, melyhez egy út menti, kibukkanó rétegoszlop kapcsolódik, csakúgy, mint a délkeletre lévő Le Blot esetében, holott ezek kőzetei különböznek.



3. kép: Chilhac és környéke. (Szerk.: Fábos T. 2014)[4]



2. térkép: Chilhac környékének földrajzi viszonyai (Szerk.: Fábos T. 2014)[5]

[4] Forrás: www.google.com/maps

[5] Forrás: http://www.balado.fr/idee-balade/auvergne/haute-loire/autour-de-lavoute-chilhac/idb/6659

5.2. Geológiai viszonyok

5.2.1. A francia tűzhányókról tágabban

Az európai kontinensen fekvő vulkanikus képződmények kialakulásának kezdete egészen a kainozoikum elejéig, az Alpi-orogenezis megindulásáig vezethető vissza. Franciaország tűzhányókkal szabdalt vidéke nagyfokú heterogenitással jellemezhető, értve ezt a formakincsre, kőzetminőségre és korra egyaránt. Tágabb értelemben, a nagy komplexumokat nézve centrolabiális/hasadék vulkánokról beszélhetünk a Chaîne des Puys, az Aubrac, a Coirons és a Devès esetében. Ezek mellett sztartovulkáni formákkal is találkozhatunk, ilyen a Le Cantal, illetve a Monts Dore – Sancy komplexum. A középhegység vulkánjainak kialakulási körülményei, okai máig kutatottak és számos kérdést vetnek fel, többek között például azt, hogy honnan származott a láva?

Számos kutató a litoszféra elvékonyodását tartja a vulkanizmus fő kiváltó okának, melyért a már említett hegységképződési fázis megindulása a felelős. WYNS – GUILLOCHEAU (1999) szerint a szárazföldi kérgen létrejött egy deformitás az Alpi-ív előtt az eocén-neogén során, mely 500 km hosszan követhető. Eközben vertikális mozgások is történtek, melyek eredménye nyomáscsökkenés/dekompresszió volt, ami az asztenoszféra részleges olvadását váltotta ki.

Az egyik legelterjedtebb elmélet egy forró-pont jelenlétét feltételezi, ennek első említése FROIDEVAUX et al. (1974) munkájához köthető. Eszerint a működés jellege a Hawaii-szigetek létrejöttének mechanizmusához hasonlít, a kontinentális lemez elmozdul a feláramló olvadt kőzetanyag felett, így a földtörténet során egyre fiatalabb vulkánokból álló sorozat épül fel. Az eltérő kőzetminőségekre az anyagok részleges olvadása adhatja meg a magyarázatot, ám a forró-pont modell még így sem ad választ mindegyik tűzhányó létrejöttére (NEHLIG et al. 2003).

A vulkáni működést MICHON – MERLE (2001) három fő szakaszra osztotta fel:

1. prerift-fázis;
2. szinrift-fázis;
3. posztrift-fázis.

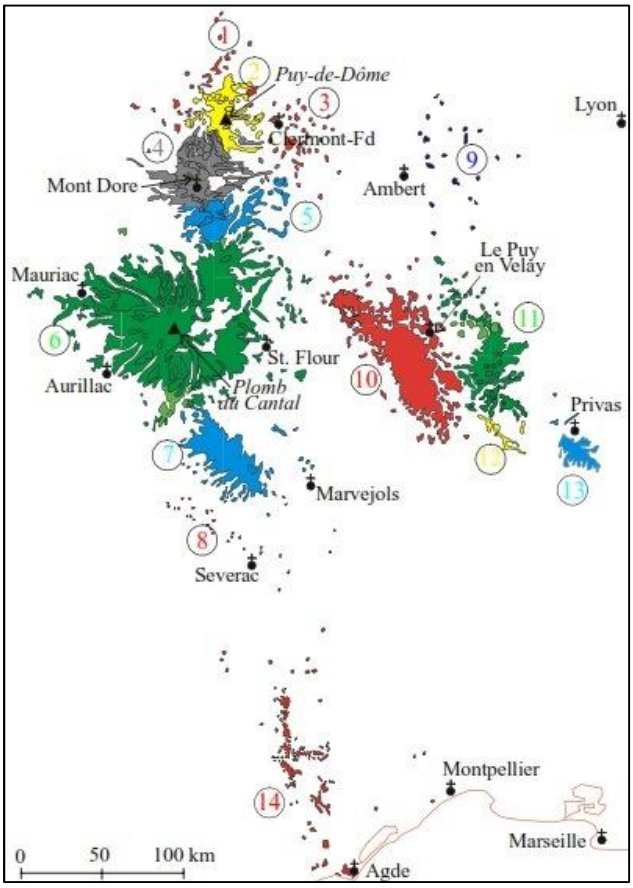
Szerintük a prerift-fázis a paleocéntől az eocén végéig tartott, melynek során az Alpi-hegységképződés kezdetekor az európai lemez litoszférájára ható erő meghajlította azt. A szinrift-fázis a felső-eocéntől egészen az oligocénig folyt, ekkor egy, a köpenyben lejátszódó nyomáscsökkenéssel párhuzamosan végbemenő lemez-elvékonyodási fázis zajlott le az Alpok

előterében. A posztrift-fázis a nagy magmaprovinciákat érintő szakasz volt 15 millió évvel később, s ez a francia vulkanizmus paroxizmusát jelenti. Az ekkor működő tűzhányókat az asztenoszféra egyik feláramlása (köpenycsóva) hozta létre, melyet az Alpok talapzatának/gyökérrégiójának kialakulása idézett elő.

A következő modell megalkotása THOMAS, P. (2001) nevéhez fűződik. A szerző szintén tárgyalja a forró pont kialakulásának lehetőségét, ám ebben már kisebb szerepet kap az Alpi-orogenezis. Elmélete szerint az Európai- és az Afrikai-lemez konvergenciája miatt Európa egy észak-északkelet – dél-délnyugat irányú nyomás alatt van, melynek eredménye egy kelet-délkelet – nyugat-északnyugat irányú extenzió, s ez okozza a litoszféra elvékonyodását a térségben.

Láthatjuk tehát, hogy a francia tűzhányók létrejöttét magyarázó modellek, elméletek közül még egyik sem adott maradéktalan választ a felmerülő kérdésekre. A fő vulkánprovinciák (3. térkép) és koruk NEHLIG, P. (1999) nyomán:

1. Chaîne de la Sioule (5-1 Ma)
2. Chaîne des Puys (150-3,5 Ka)
3. Limagne (15-2 Ma)
4. Monts-Dore (2,5-0,5 Ma)
5. Cézallier (8-3 Ma)
6. Cantal (11-3 Ma)
7. Aubrac (9-6 Ma)
8. Causses (14-2 Ma)
9. Forez (15-13 Ma)
10. Devès (2,7-0,6 Ma)
11. Velay (14-1 Ma)
12. Vivarais (35-10 Ka)
13. Coirons (8-5,5 Ma)
14. Escandorgue-Languedoc (3,5-0,8 Ma)



3. térkép: Franciaország nagy vulkáni vidékei (Szerk.: NEHLIG, P. 1999.)

5.2.2. Chilhac és környékének geológiája (BOIVIN et al. 2010. nyomán)

A település geológiailag a Devès vulkáni komplexum északnyugati határánál található, melynek kora a felső-pliocén – alsó-pleisztocénhez vezethető vissza, és egymásra települő bazaltláva-folyásokból és Stromboli-típusú törmelékkúpokból áll (MERGOIL és BOIVIN 1993). E lávaárak kora 3-2 millió évre datálható, s egy körülbelül 600-680 méter magas platót alkotnak, melyet a földtörténet során az Allier és mellékfolyói felszabdaltak. Az így létrejött hidrológiai rendszer befolyásolta a környék legfiatalabb lávafolyásainak irányát, ezek konzerválták ezt a völgyhálózatot, s koruk 2-1 millió évre tehető. A településtől északra és északkeletre található 707 méter magas Bois du Château és a 780 méteres Pié de Bouillergue, melyek Stromboli-típusú salakkúpok, s ezektől délkeleti irányban terül el a 665 méterig nyúló Pié des Varennes, melynek fő felépítő kőzetei a bazaltok és különféle piroklaszt produktumok.

Chilhac geológiáját részletesen taglaló szakirodalom BOIVIN et al. (2010) munkája, melyben a Rabioulet-patak két partján létesített ásatások rétegsorait vizsgálták, s ez alapján vontak le következtetéseket az itteni földtani viszonyokra. A három feltárás közül kettő a vízfolyás jobb partján található CH2/a és CH2/b, itt a Sognes lávaár bazaltkőzetei az uralkodóak. A Rabioulet bal partján fekszik a CH3 nevű ásatás.

BOIVIN et al. (2010) vizsgálatainak eredményei szerint a térség alján egy vastag, homogén vulkáni tufaréteg található, mely egy freatomagmás kitörést követően rakódott le, s a rétegződése alapján egy sűrű, szemcsés ár volt. Ezt az explóziót egy piroklaszt réteg jelzi, mely szintén vegyes összetételű a benne található metamorf szemcsékkel, idősebb vulkáni kőzettörmelékekkel és peridotit betelepülésekkel. A tufaréteget kisebb energiájú, kelet – nyugat irányú vízfolyások erodálták, az általuk szállított hordalék pedig átdolgozta a vulkáni üledékeket és a már meglévő kollúviumot.

Ezután rövid eróziós és talajképződési fázis zajlott, melyek termékeit stromboli hamuhullás fedte be, s erre ismét egy lávafolyás érkezett. Az ezt követő eróziós-szedimentációs szakaszok nyomai szintén vízfolyásokat jelölnek, ezeket a kavicsok és kövek megléte jelzi, és összekapcsolhatóak a recens völgyhálózat kialakulási folyamataival.

Ezen kívül megadnak lehetséges fejlődéstörténeti elméletet is a CH3 rétegsorainak kialakulására:

1. a metamorf talapzat lepusztulása, melyre finom szemcsés üledékréteg rakódott;
2. vulkánkitörés történt, mely betakarta a völgyhálózatot piroklaszt törmelékekkel;

3. e rétegeket az erózió átalakította, ezután egy lejtős tömegmozgás kialakította a terület kevert rétegsorát.

5.3. Devès vulkáni kőzeteinek kormeghatározása (COUTHURES és PASTRE 1983. nyomán)

A Chilhac közvetlen környezetében található vulkáni produktumokat COUTHURES és PASTRE (1983) vizsgálta abszolút kormeghatározási módszerekkel. Az általuk használt radiometrikus metódusok a hasadványnyom-analízis és a K/Ar kormeghatározás volt. Előbbivel a piroklasztitokat, míg az utóbbival a bazaltokat vizsgálták, s ezek eredményeit paleomágneses adatokkal vetették össze. Az általuk kapott eredményeket az alábbi táblázat (1. táblázat) foglalja össze:

Gyűjtés helye	A	B	C	D
Pié de Bouillergue	3 ± 0,42	1,63 – 1,67	-	1,67 (n)
La Charobe	-	-	-	1,7 (n)
Blassac	-	2,02	2,04	a) 2,2 (n) b) 3,45 (n)
Achaud	-	-	-	2,21 (n)
Mont Coupet	2,01 ± 0,48	3,19 ± 0,05	-	a) 3,12 b) 2,45
Truchon	-	3,22 ± 0,09	3,17 ± 0,06	3,3 (p)
Le Blot	-	2,46 ± 0,04	2,35 ± 0,04	3 és 2,54 (p)
Pié des Varennes	-	2,46 – 2,47	-	2,58 (p)
Senèze	-	2,52	-	2,61 (p)

1. táblázat: A Chilhac környékén lévő vulkanikus kőzetek koradatai millió évben megadva (COUTHURES et PASTRE 1983. nyomán szerkesztette: Fábos T. 2014) Jelmagyarázat: A = Hasadványnyom-analízis; B = K/Ar-módszer szobahőmérsékletű mintával; C = K/Ar-módszer 200°C-ra előmelegített mintával; D = Paleomágneses vizsgálat; a) = Bazalt; b) = Piroklasztikum; n = Negatív; p = Pozitív.

A Pié de Bouillergue, Blassac, Le Blot és a Pié des Varennes produktumainak helyéről a fentiekben már esett szó. Achaud délnyugatra, míg Truchon délkeleti irányban fekvő települések, La Charobe, Mont Coupet és Senèze pedig vulkanikus eredetűek (utóbbi negatív,

maar forma). Az említett szakirodalom vizsgálatai szerint a legidősebbek a blassac-i piroklasztitok.

MERGOIL – BOIVIN (1993) összegző tanulmányában többféle forrásból származó koradatokról is olvashatunk.

6. Eredmények

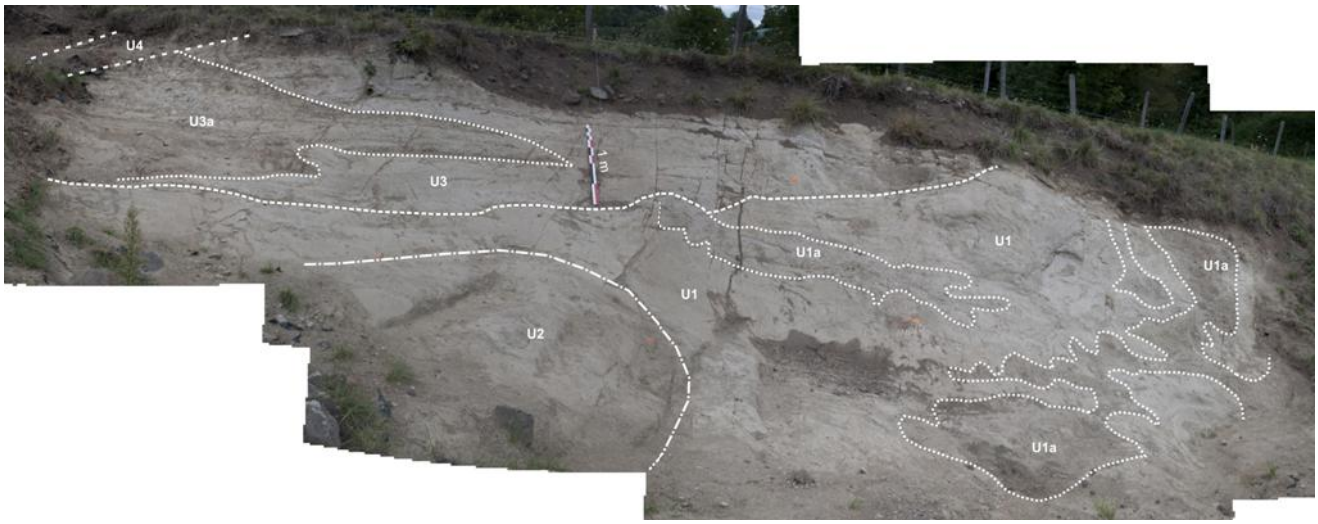
6.1. Saját rétegtani vizsgálatok Chilhac-nál

Mint már a fentiekben említettük, az 1968-ban nyitott CH2/a nevű feltárást bezárták, és mára betakarta a növényzet. Pár nagyobb kőzet mégis kibukkan (4. kép), melyek fő összetétele vulkanikus eredetű, BOIVIN et al. (2010) ezeket bazális breccsaként írta le.

4. kép: Bazális breccsa a CH2/a-nál. (Fotó: Fábos T. 2013)

A CH2/b-re (5. kép) általánosan jellemző a vulkáni és nem vulkáni kőzetek (például: agyag, homok, szilt) keveredése. Ezek az üledékek sekély, víz alatti környezetet jeleznek, s rájuk települtek a vulkáni produktumok. Ezt az üledékes réteget BOIVIN et al. (2010) fosszíliában gazdag homokkőként tüntette fel, jellemző tulajdonsága, hogy szálban áll, porózus, így nagyon könnyű megbontani. A feltárás rétegsora négy nagy egységre, és két kisebb alegységre osztható fel kőzetminőség szempontjából.

- U1: szilárd, nem rétegzett sziltes homok/homokkő, közepes szemcsékkel; színe halványsárga (5Y 8/2) és olívaszürke (5Y 5/2); a homoküledékek lakusztrikus vagy fluviális eredetűek lehetnek.
    - U1a: szilárd, salakos, mátrixvázú, bazalt és homokkő keveredéséből lérejött peperit; finom és közepes nagyságú lapilli építi fel, melyek szemcséses és gyengén koptatottak.
- U2: mátrixvázú, litoklasztos lapilli tufa breccsa, és blokkos hidroklasztikus peperitből áll.
- U3: gyengén rétegzett agyagos homok/homokkő jellemzi.
    - U3a: rétegzett agyagos homok/homokkő.
- U4: rétegzett agyag alkotja.



5. kép: A CH2/b rétegsorai. (Szerk.: Kovács J. 2013)

Összegezve tehát, a szilárd, nem rétegzett üledékeket finom szemcséjű, jól rétegzett agyagos fácies követi, ami egy kisebb energiájú, utolsó szakaszban lévő szedimentációs sorozat végét jelentheti. Ezek a világos színű üledékek víz alatti, oxigén dús környezetet jeleznek, és kis mértékben átalakult ásványi törmelékeket tartalmaznak, mely a metamorf aljzat kőzeteinek felépítésével mutat egyezést. Az is elképzelhető, hogy a szedimentáció e végstádiuma egy anoxikus, lassan mozgó patakban játszódott le, mely a finom szemcsés hordalékát egy majdnem az alapkőzeten lévő, közeli vízgyűjtő anyagéból erodálta le. A Sognes-lávafolyás ebbe a völgybe érkezett és összekeveredett a víz által lerakott hordalékkal, létrehozva ezzel a

peperites vulkanoklasztitokat. A CH2 jelű feltárások legfelső rétegét pados elválású bazaltláva alkotja.

A Rabioulet-patak bal partján lévő CH3-tól északi irányban tovább haladva, szintén találhatunk bazaltos, kevert kőzeteket, melyek ugyanabban a magassági szintben találhatóak, mint az előbb említett feltárásoknál. A peperit kialakulásában nagy szerepet játszik a hő és a magas víztartalom. A benne található bazaltokat, és egyéb vulkáni produktumokat egy sárgás–barnás mátrix cementálja össze. BOIVIN et al. (2010) egy freatikus kitöréssel magyarázta ezek keletkezését, de véleményünk szerint ez a következőképp játszódott le:

- a magas víztartalmú üledékekre – mely valószínűleg valamilyen vízi környezetet, esetleg partot jelölnek – rakódtak le a magas hőmérsékletű lávák, illetve piroklasztok;
- a hő miatt az üledékszemcsék között lévő víz felforrt, mely kisebb freatikus robbanásokat, fröccsöket keltett, ez felkeverte és fragmentálta a szemcséket;
- ez a vizes terület egy eróziós mélyedés lehetett, melyben a magas víztartalmú üledékek oly módon keletkeztek, hogy vagy egy csuszamlás, vagy a vulkáni produktumok elgátolták az itteni vízfolyásokat;
- ezáltal egy kisebb tó jött létre, melyre a kitörés során lerakódtak a piroklasztikus termékek, ezzel létrehozva a fent már említett hialoklasztitokat.

A CH3 (6. kép) felépítésében meghatározóak a blokkok, kisebb-nagyobb kavicsok és homokos üledékek. A legtöbb blokk durva szemcséjű, részlegesen szilárd homokból és kavicsokból áll, néhány különálló 10 centiméteres nagyságú részekkel. Ez utóbbiak anyagukat tekintve törmelékek a metamorf aljzatból, lekerekített és mállott bazaltdarabokból és kemény, freatomagmás bombákból állnak. Néhány blokk a CH2/b-nél (U1, U3, U3a, U4) látotthoz hasonló finom szemcséjű, agyagos homokkőből áll.

- U1: vékonyan települő, keresztrétegzett, törmelékvázas, litoklasztokban gazdag, salakos vulkáni breccsaként jellemezhető, melyet egy freatikus piroklaszt ár terített le; ez az össze nem sült réteg egy blokk és hamu ár terméke.
- U2: összesült, vékonyan rétegzett, törmelékvázas, lapilliben gazdag salakos tufabreccsa alkotja, mely egy piroklaszt törmelékhullásból keletkezett.
    - U2a: megegyezik az U2-vel, viszont azzal ellentétben ez a réteg mérsékelten átalakult/mállott.
- U3: nem összesült, keresztrétegzett (dűne-szerkezet), törmelékvázas, litoklasztokban gazdag lapillitefra építi fel, mely egy piroklaszt árból származik.

- U4: jó példa a piroklaszt termékek laterális (kráter közeli) fáciesére, mely rétegzettsége hullámos szerkezetű, s ez az árra jellemző turbulens mozgásra utal; emellett az U3-hoz hasonló nem összesült, rétegzett, törmelékvázas, litoklasztokban gazdag lapillitefrából áll.
- U5: ez az egység egy tipikus vulkáni eredetű termékekből áll; rosszul rétegzett agyagos, vulkanikus és nem vulkanikus homokszemcsék jellemzik, a jobb felső részén pedig rétegzett, agyagos homok található, mely hasonló a CH2/b-nél megfigyelthez (U1, U3, U3a, U4).

Megállapíthatjuk, hogy a feltárás rétegsorának kialakulása egymást követő fázisok során jött létre:

1. a metamorf alapkőzet mállása és eróziója finom szemcséjű üledékek felhalmozódásához vezetett, mely kis energiájú vízi környezetben (tóban vagy patakban) játszódott le;
2. egy freatomagmás kitörés törmelékhullása lapillitefrával és különféle piroklasztikumokkal borította be a völgyet, mely később tufabreccsaként szilárdult meg;
3. az erózió átdolgozta az üledékeket;
4. a második kitörés során létrejött piroklaszt ár blokkokkal és tefrával fedte be a térséget, mely piroklaszt breccsaként szilárdult meg.

Az ásatásoknál talált őslénymaradványok a vízzel átitatott üledékekben estek áldozatául a vulkánkitöréseknek, melyek produktuma befedte azokat, ezzel megőrizve őket az utókornak.

6. kép: A CH3 rétegsorai (Szerk.: Kovács J. 2013)

6.2. Blassac-la-Girondie geológiája

Chilhactól északnyugati irányban (légvonalban körülbelül 3,5 kilométerre) található Blassac-la-Girondie (7. kép), melyhez egy út menti feltárás kapcsolható. Ezek a rétegsorok hasonló szerkezetet mutatnak, mint a chilhac-i ásatásoké, ebből adódóan fejlődéstörténetük is mutathat hasonlóságot. Az itteni sorozat kialakulása véleményünk szerint a következő lehetett:

- a rétegsor alján rosszul osztályozott, főként szögletes kavicsokból álló réteg található, mely csak kevés jól lekerekített darabot tartalmaz, mely feltehetőleg egy tavi környezet egykori jelenlétét jelzi;
- erre települt egy kitörés piroklasztos produktuma, melyet itt is a hullámos formák jelölnek;
- ezt követően erre egy bazaltláva-folyam terült, mely először keveredett a durva szemcsés piroklasztikummal, majd a következő rétegben már pados, illetve oszlopos elválást mutat.

Ezek mellett egy freatomagmás maar kitörés eshetőségét sem vetettük el.

7. kép: Blassac-la-Girondie rétegsora. (Fotó: Fábos T. 2013)

6.3. A kormeghatározások eredményeinek összehasonlítása

Az Allier-folyó tárgyalt szakasza mentén található számos vulkanogén képződmény korának kutatása nem csak a terület fejlődéstörténete miatt lényeges, hanem az itt élt egykori fauna, azaz a biosztratigráfia miatt is. Chilhac feltárásainak szempontjából legfontosabb a Pié de Bouillergue és a Pié des Varennes termékeinek datálása. A térség eltérő kőzetminőségeit – piroklasztitok, bazaltok – különböző módszerekkel vizsgálták, ezek a hasadványnyom-analízis, a K/Ar- és az $^{40}Ar/^{39}Ar$-módszer. Előbbivel a szórt tefrák, tufák és salakok, míg az utóbbiakkal a bazaltok korát határozták meg.

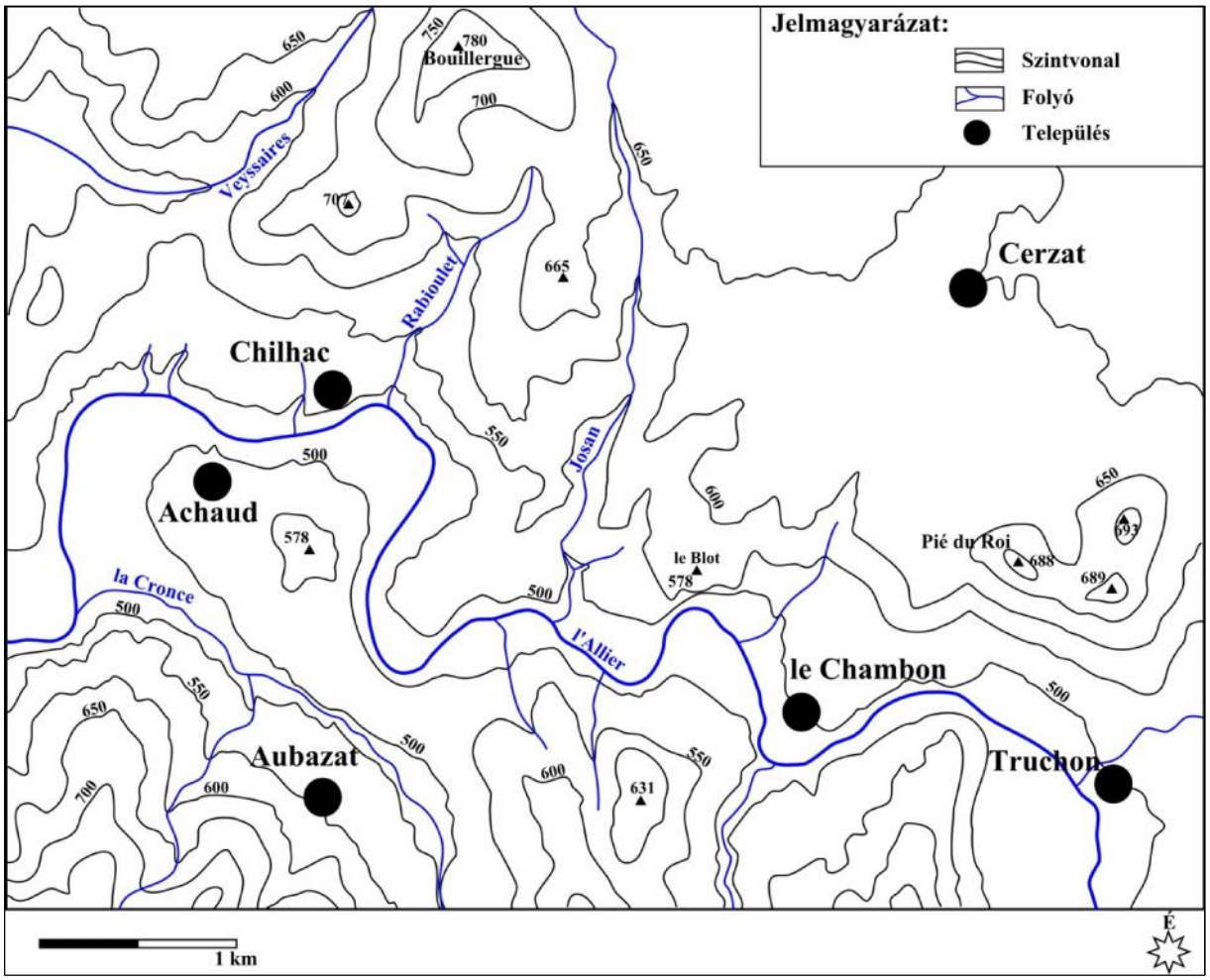
COUTHURES – PASTRE (1983) vizsgálata alapján a Pié de Bouillergue bazaltláva-folyama (azaz a Sognes) 1,63-1,67 millió (középső-pleisztocén, calabriai korszak), a szórt anyagok – melyek a Pié des Varennes termékei – pedig 2,46-2,47 millió évvel ezelőtt (kora-pleisztocén) keletkeztek. Ezek korát hasadványnyom-analízissel becsülték meg. BOIVIN et al. (2010) az előbbieket 1,8±0,2 millió, míg az utóbbiakat 2,47 millió évesnek datálták, mindkét kor a kora-pleisztocént jelöli. E méréseket K/Ar-módszerrel végezték. A legfrissebb kutatás (NOMADE et al. 2013) eredménye szerint a Sognes-bazaltfolyam kora 2,38±0,04 millió év, melyet az izokron kor is megerősít, eszerint 2,36±0,04 millió éves. Ezeket az eredményeket $^{40}Ar/^{39}Ar$-módszerrel kapták, s szintén a kora-pleisztocénhez taroznak.

A vizsgálatok abszolút koradatait összevetve az ősmaradványokkal egy relatív kort is kaphatunk, mely pontosítja számunkra a radiometrikus mérések eredményeit. A területen talált fosszíliák a *villafrancai* megazónába tartoznak, ezen belül is az MN16-17 és MNQ1 zónába. Az ide tartozó élőlények a késő-pliocénben és az kora-pleisztocénben éltek. Ezek az adatok egybevágnak a radiometrikus kormeghatározások eredményeivel, illetve alátámasztják azokat. A chilhac-i ásatások során tizenhat féle emlős – köztük két ormányosokhoz, két páratlan- és két párosujjú patásokhoz, négy ragadozókhoz, és két rágcsálókhoz tartozó faj – illetve három féle madár leletei kerültek elő.

6.4. A vizsgált terület geomorfológiai jellemzése

Chilhac térségének geomorfológiai térképének megrajzolásához alapul MARGUERIE, D. (1984) szintvonalas térképét használtam fel, mely csak a fő szintvonalakat tünteti fel részletesen (4. térkép). A domborzati elemeket viszont így is jelölni tudtam terepbejárásiam során készített fotódokumentációim és emlékeim segítségével. Munkánkban nem térünk ki a

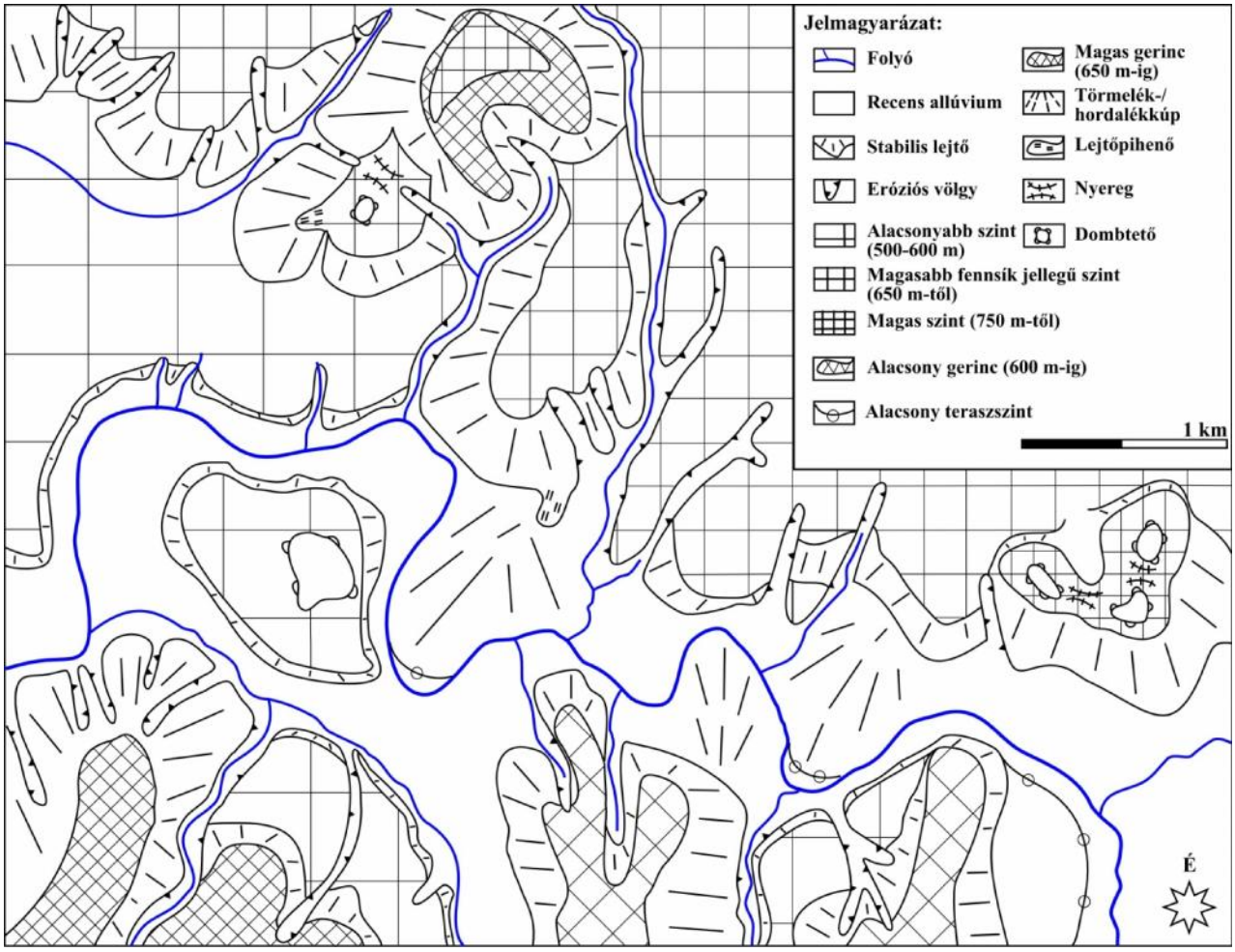
negyedidőszaki klímaváltozások felszínformálására, illetve a terület szedimentációs-eróziós szakaszaira gyakorolt hatásaira.



4. térkép: Chilhac környezetének domborzati térképe (MARGUERIE, D. 1984. nyomán szerk.: Fábos T. 2014)

A terület felszínét a vulkáni kőzetek és a folyóvízi üledékek váltakozása határozza meg. Ezek alatt terül el a kemény, metamorf aljzat, melynek fő felépítő anyaga a gneisz és a különféle amfibolitok. A folyópartok mentén létesített feltárások lehetőséget adnak az egykori medrek kutatására. Alacsony és magas szinteket, hosszan elnyúló, keskeny gerinceket, egykori krátereket, és kis lejtőszögű térszíneket különböztethetünk meg, melyeket eróziós völgyek tagolnak fel. Az antropogén tevékenység nem számottevő, a domborzat jellegét nagymértékben megváltoztató folyamatok – például a folyók szabályozása – nem figyelhetőek meg. Emberi beavatkozásként a falvakat, az ezeket összekötő utakat és hidakat, illetve a mezőgazdasági művelés alá vont területeket említeném meg.

Chilhac környékének morfológiájára (5. térkép) a vízfolyásokkal, illetve az azok által kialakított völgyhálózattal felszabdalt szerkezet jellemző, mely a fent említett eltérő kőzetminőségek befolyásolnak. A legmeghatározóbb folyam az Allier, mely sok kisebb, a meder mentén található hegységekből eredő mellékággal rendelkezik. Jobb partján (északi oldal) jelentősek a Veyssaires-, a Rabioulet- és a Josan patakok, bal partján (déli oldal) pedig a La Cronce és a Peyrousse-patak. A legmagasabb pont a Pié de Bouillergue (780 méter), legalacsonyabban pedig az Allier-folyó medre található, mely az 500 méteres szintvonalak között található. Ez alapján megállapítható, hogy a relatív szintkülönbség körülbelül 300-350 méter. A Rabioulet körülbelül 690 méteres magasságban ered a Pié de Bouillergue-en, és 2 kilométeres útja után 470 méteren torkollik az Allier-be.



5. térkép: Chilhac térségének geomorfológiai térképe (Szerk.: Fábos T. 2014)

A vizsgált terület északnyugati részén, a 650 méteres szintvonaltól kirajzolható egy szint, mely délkeletre tovább folytatódik a Le bois du Château 707 méteres pontja felé is, s e szintet az északkelet irányból érkező Veyssaire-patak két részre osztja. A Pié de Bouillergue elnyúló

gerincei félköríves szerkezetet mutatnak, mely a hegység vulkanikus eredetére utal. Itt ered a Rabioulet, míg a Josan-patak ettől keletebbre folyik. Az említett két hegy Stromboli-típusú salakkúp, működésükre a törmelék- és salakszórás, a lávaszökőkutak és a bazaltláva-folyamok jellemzőek. Tőlük délkeleti irányban terül el, a Pié des Varennes, mely enyhe lejtővel emelkedik ki. A rétegsorok vizsgálatából megállapítható, hogy működésére az izzófelhők voltak jellemzőek, s ezek esetlegesen freatomagmás kitöréseket is kísérhettek, illetve találhatók itt még bazaltkőzetek is. Ezek a vulkáni produktumok nagyban befolyásolták az erre folyó patakok (főként a Rabioulet elődjének) medrének futását. A piroklasztok és bazaltárak elgátolhatták a vizek útját, melynek következménye kisebb tavak, vagy még alacsonyabb energiájú patakok létrejötte is lehetett. A forró vulkanikus anyagok, és a magas víztartalmú üledékek keveredése következményeként peperit és hialoklasztitok képződése zajlott le.

A Pié des Varennes-tól tovább haladva keletre, Cerzat település felé egy alacsony lejtésű térszín található, melyet a 650 méteres szintvonal keresztülmetsz. E területen nagyfokú mezőgazdasági művelés folyik. Ennek az alacsony fennsíknak mondható területnek a déli részén található egy hármas kúppal rendelkező hegy. A nyugatabbi (Pié du Roi) 688 méter, az ettől délkeletre lévő 689 méter, míg ettől északi irányban, a legmagasabb 693 méter magas. A kúpokat nyergek választják el egymástól. Anyagát tekintve ezek is vulkanikus eredetű, Stromboli-típusú kúpok (MARGUERIE, D. 1984), melyről a félköríves szerkezet is árulkodhat.

Nyugati irányban, a Pié des Varennes-tól délnyugatra, az Allier meandere és a La Cronce közrefog egy újabb pozitív domborzati formát, melynek legmagasabb pontja 578 méter. A kirajzolt tetőfelszín északi és keleti irányban meredek lejtővel szakad le, míg dél és délkelet felé kis lejtőszöggel ereszkedik a folyómedrek felé. Az Allier kanyarulatától északra egy 550 métertől lealacsonyodó, kis lejtőszögű felszín rajzolható ki, melyen a Veyssaire-patak folyik tovább nyugati irányba.

A La Cronce-től délre nagyobb kiterjedésű és magasságú formák találhatóak. Ezeket az Allier-be torkolló mellékfolyók felszabdalták, az eróziós völgyek pedig hosszan elnyúló, változó magasságban lévő gerincekig kúsznak fel. A legnyugatabbi 650 méter magasságig nyúlik, csakúgy, mint a tőle elterülő térszín. Ez utóbbi előterében egy alacsony, hegylábi felszín terül el 600 és 500 méter között. Ettől keletre egy alacsonyabb helyzetben lévő gerincet látunk, mely kis lejtőszöggel 600 méterig húzódik. Ennek előterében található az egyik, véleményünk szerinti hordalék- vagy törmelékkúp. Kelet felé tovább haladva a

következő gerinc vonalát szintén a 600 méteres szintvonalig rajzolhatjuk ki, s melynek északi előterében szintén találunk egy alacsonyabb lejtésű, előtéri felszínt is.

Előterükben alacsony lejtésű – véleményünk szerint – folyóvízi hordalékból, vagy a hegyekről leerodált törmelékből felépülő, alacsony szintek terülnek el. Amennyiben alluviális eredetűnek tartjuk a három, térképen jelölt formát (hordalékkúpokat), akkor abban az esetben ezeket az Allier és mellékfolyói építették, ezáltal megváltoztatva folyásirányukat. Másik esetben, azaz ha lejtőalji törmelékkúpoknak tekintjük őket, akkor létrejöttüket magyarázhatjuk a folyóvízi erózió és a gravitáció együttes hatásaival. Ezen kívül MARGUERIE, D. (1984) szerint a folyó e szakaszán található három különálló teraszszint is. Fontos megemlíteni még azt is, hogy az Allier medrének közvetlen közelében található Le Blot, és az a bazaltfal is, melyre Chilhac épült.

A térség geomorfológiájának kialakításában tehát a vízfolyások, és az azokat befolyásoló vulkánkitörések produktumai játszották a fő szerepet. A domborzat tagoltnak mondható, a pozitív formákat felszabdalják a kisebb-nagyobb vizek által kialakított eróziós völgyek. Az ábrázolt területen a nagy kiterjedésű, enyhe lejtőszöggel rendelkező felszínek mellett jellemzőek még a hirtelen lejtések is, ezzel változatos tájképet létrehozva.

6.5. Granulometriai eredmények

Az üledékek szemcseeolszlásának meghatározásához négy mintát gyűjtöttünk 2013 augusztusában (2. táblázat):

- CH2b S1 és CH2b ST1 – ezek a CH2/b feltárás alsó részén található hialoklasztitos rétegből származnak;
- CH3 U1 és CH3 M1 – melyek a CH3 rétegsorában található finomszemcsés üledék anyagából lettek gyűjtve.

Az általunk elvégzett mérés a minták felsorolása szerinti sorrendben történt.

Szemcsetípus	**CH2b S1**	**CH2b ST1**	**CH3 U1**	**CH3 M1**
Durva homok	0,5%	1,5%	1,7%	0,2%
Közepes homok	9,3%	10,2%	10,3%	4,0%
Finom homok	30,0%	27,3%	25,6%	16,8%
Nagyon finom homok	32,8%	30,8%	31,7%	31,8%
Összesen	***72,5%***	***69,7%***	***69,4%***	***52,8***
Nagyon durva szilt	14,1%	15,1%	17,0%	22,3%
Durva szilt	5,8%	7,0%	6,9%	11,0%
Közepes szilt	4,1%	4,0%	3,6%	6,8%
Finom szilt	2,3%	2,3%	1,9%	3,9%
Nagyon finom szilt	1,0%	1,3%	1,1%	2,0%
Összesen	***27,5%***	***30,3%***	***30,6%***	***47,2%***
Agyag	0,2%	0,6%	0,2%	1,1%

2. táblázat: A gyűjtött minták, és a bennük lévő szemcsék típusai, százalékos megoszlásuk (Szerk.: Fábos T. 2014)

A táblázatból látható, hogy a fő felépítő szemcsék a homok- és a sziltfrakcióhoz tartoznak. BOIVIN et al. (2010) ezeket „fosszíliában gazdag hommokkőként” említi, melyben magas az agyagszemcsék aránya, ám vizsgálatunkból kiderül, hogy a réteg agyagtartalma rendkívül

csekély. Emellett viszont kiemelkedő a finom és nagyon finom homokfrakciók, illetve a nagyon durva szilt százalékos megoszlása.

Összefoglalva tehát, az üledék jellemzően bimodális, rosszul osztályozott, iszapos-homokos textúrájú, nagyon finom szemcsés homok, amely gyengén cementálódott.

7. Eredmények összefoglalása

A 2013 augusztusában eltöltött chilhac-i szakmai gyakorlatom során alkalmam volt az ásatások rétegsorainak vizsgálatára, részt vettem a terepi munkálatokban, illetve tapasztalatot szereztem paleontológiai leletek restaurációjában is. Emellett Felső-Loire többi fontos, az Allier-folyó mentén található feltárásait is meglátogattam. Ezekről általánosan elmondható, hogy a vulkáni termékek magas víztartalmú üledékekre települnek. Le Blot rétegsorában különböző, eróziós-szedimentációs szakaszokat különíthetünk el, melyek horizontjait bazaltlávaárak oszlopos elválású kőzetei fedik. Chilhac és Blassac-la-Girondie fejlődéstörténete egymáshoz hasonlónak mondható. Utóbbinál a legalsó helyzetben lévő rétegsor nagy átmérőjű, rosszul osztályozott, többnyire szögletesnek mondható kavicsai felett találhatóak egy piroklaszt ár kőzetei – erre a hullámos formájú település a bizonyíték –, melyeket pados, illetve oszlopos elválású bazaltok követnek. A kavicsok állóvízi, vízparti környezetet jelölhetnek. Chilhac-nál viszont a legalsó, üledékes eredetű, láthatóan nagyon finom szemcsés. Vizsgálatunkból kiderül, hogy a felépítő szemcsék rosszul osztályozottak, illetve, hogy főként szilt- és homokfrakció építi fel. A feltételezésekkel ellentétben viszont agyagtartalma elhanyagolható mértékű. Az erre a rétegre lerakódó, és azzal keveredő vulkáni produktumok a Ch2/b feltárásnál egy vastag hialoklasztitos réteget hoznak létre. Ezen kívül peperit is található itt, illetve a Rabioulet-patak túlpartján is, mely a magas víztartalmú üledékekre érkező forró láva által képződött, felépítő részecskéi fragmentálódtak. A CH3-nál a sziltes-homokos rétegen – csakúgy, mint Blassac esetében – hullámos formával jelentkező piroklaszt ár nyomai láthatóak. A rétegsorban megfigyelhetőek kisebb-nagyobb kavicsok, illetve vulkanikus bombák, blokkok is. A felépítő szemcsék között találhatóak olyanok is, melyek ásványi összetétele a metamorf aljzat tulajdonságaira jellemzőek.

A vulkáni produktumok képződésére radiometrikus módszerekkel kapott abszolút koreredmények alapján azokat kora- és középső-pleisztocénre lehet datálni. Ezeket az adatokat az ásatások során talált fosszíliák ismert kora pontosítja.

Az Allier-folyó vizsgált szakaszának geomorfológiájára a vízfolyásokkal, és az ezek által kialakított eróziós völgyekkel felszabdalt szerkezet jellemző. Emellett magas és alacsony lejtőszögű térszínek váltakozása is megfigyelhető. A folyók futását a vulkanikus kőzetek nagymértékben befolyásolták, a feltárások rétegsorai őrzik a patakok és folyók egykori medrének irányát.

7.1. További kutatási irányok

Úgy gondolom, hogy a téma még sok kutatási lehetőséget foglal magába. Terveim között szerepel, hogy visszatérek Chilhac-ba és lehetőségeimhez mérten folytatom a terület vizsgálatát. A feltárások rétegsorainak további kutatása, azon belül is az üledékes rétegek pontos meghatározása, eredetük tisztázása lenne a cél – tehát, hogy folyóvízi vagy tavi eredetűek-e. Ha ez utóbbi eset forog szóban, az még további kérdéseket vet fel, például, hogy hogyan keletkezett: földmozgással-e, és ha igen, akkor az hol alakult ki, kutathatóak-e nyomai a felszínen. Továbbá fontosnak tartom a térség geomorfológiai vizsgálatát, a teraszrendszerek meglétének felkutatását, illetve, hogy az említett hordalék-/törmelékkúpok létrejöttét, eredetét pontosítsuk.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Dr. Kovács János, a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar, Földrajzi Intézet Földtani Tanszék adjunktusának szakmai segítségét munkám elkészítésében, illetve szakmai gyakorlatom megvalósulásában. Szeretném megköszönni továbbá Dr. Frédéric Lacombat-nak a lehetőséget, és családomnak az anyagi, erkölcsi és lelki támogatást, hogy Chilhac-ban dolgozhattam.

Irodalomjegyzék

ÁDÁM L. – PÉCSI M. 1985. Mérnökgeomorfológiai térképezés. – Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest. pp. 36-42.

BARBET, P. 2006. Approche taphonomique du site, pliocène terminal, de Chilhac (Haute-Loire, France) et, étude paléontologique des Cervidae. – Thèse Doctorat, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. pp. 1-547.

BEDEN, M. 1970. Découverte d'un squelette de *Cervus philisi* dans le gisement villafranchien de Chilhac (Haute-Loire). – Bulletin des Sciences de la Terre, Université de Poitiers, 11. pp. 1-11.

BEDEN, M – GUTCH, C. 1976a. Nouvelles découvertes de restes de mammifères dans le gisement villafranchien de Chilhac (Haute-Loire). – Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 270 (série D), Paris. pp. 2065-2067.

BEDEN, M – GUTCH, C. 1976b. Un nouveau gisement de vertébrés du Villafranchien de la vallée de l'Allier. – Comptes Rendus de l'Académie de Sciences, 271 (série D), Paris. pp. 168-171.

BOEUF, O. 1976. Découverte de deux crânes d'*Archidiskodon* (Elephas) *meridionalis* dans le gisement villafranchien de Chilhac II. (Haute-Loire). – Compte Rendus de l'Académie des Sciences, 283 (série D), Paris. pp. 143-145.

BOEUF, O. 1980. Le premier crâne d'*Anancus arvernensis* dans le gisement villafranchien de Chilhac II. (Haute-Loire). – Compte Rendus de l'Académie des Sciences, 290 (série D), Paris. pp. 659-660.

BOEUF, O. 1983. Le site villafranchien de Chilhac (Haute-Loire, France), étude paléonthologique et biochronologique. – Thèse Doctorat d'État ès-Sciences, Paris. pp. 1-253.

BOEUF, O. 1995. Le *Dicerorhinus etruscus* (Rhinocerotidae, Mammalia) du site pliocène supérieur de Chilhac (Haute-Loire, France) – Geobios 28 (3), pp. 383-391.

BOEUF, O. 1996. Premières empreintes végétales du site Pliocène supérieur de Ch2/b, Chilhac, Haute-Loire. – Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 323 (série IIa), Paris. pp. 965-971.

BOEUF, O. 1997. À propos de Chilhac, Senèze, Blassac-la-Girondie (Haute-Loire, France), gisements du Pliocène terminal, leur intérêt biochronologiue. In: AGUILAR, J. P. – LEGENDRE, S. – MICHAUX, J. (Eds.), European Neogene Mammal Chronologie, Actes du Congrès Biochrom'97. – Mémoires et Travaux de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes de Montpellier, 21. pp. 661-668.

BOEUF, O. – BARBET, P. 2005. Á propos d'Ongulés, premières analyses d'Eucladoceros provenant des sites du Pliocène terminal de Chilhac, Senèze, Blassac-la-Girondie (Haute-Loire, France). In: CRÉGUT-BONNOURE, E. (Ed.), Les Ongulés Holartique du Pliocène et Pléistocène, Actes du Colloque International, Avignon. – Quaternaire H. S. 2. pp. 19-29.

BOEUF, O. – GERAADS, D. – GUTH, C. 1992. Cervidés villafranchien de Blassac-la-Girondie (Haute-Loire). – Annales de Paléontologie, 78 (3), Paris. pp. 159-187.

BOEUF, O. – GILBERT, D. 1997. Présence de Thécamoebiens du genre *Trinema*, au Pliocène supérieur, découverte á Chilhac (Haute-Loire). – Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 325, Paris. pp. 623-627.

BOEUF, O. – MOURER-CHAUVIRÉ, D. 1992. Les Oiseaux des gisements d'âge Pliocène supérieur, de Chilhac (Haute-Loire, France). – Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 314 (série II). pp. 1091-1096.

BOULE, M. 1892. Description géologique du Velay. – Bulletin des Services de la Carte Géologique de la France et des Topographies Souterraines 4 (28). pp. 1-259.

BOULE, M. 1096. L'âge des derniers volcans de la France II. Les dernières eruptions volcaniques du Velay. – La Géographie. Bulletin de la Société de Géographie XIII. pp. 276-300.

BOIVIN, P. – BARBET, P. – BOEUF, O. – DEVOUARD, B. – BESSON, J-C. – HÉNOT, J-M. – DEVIDAL, J-L. – CONSTANTIN, C. – CHARLES, L. 2010. Geological setting of the lower Pleistocene fossil deposits of Chilhac (Haute-Loire, France). – Quaternary International 223-224. pp. 107-115.

BOUT, P. 1970. Absolute ages of some volcanic formations in the Auvergne and Velay areas and chronology of the European Pleistocene. – Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology 8. pp. 95-106.

BREHM, A-E. (Szerk.) 1893. La Terre Avant l'Appariton de l'Homme – http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k2065679

CHAVAILLON, J. 1991. Les ensembles lithiques de Chilhac III. (Haute-Loire): typologie, situation stratigraphique et analyse critique et comparative. In: Les Premiers Européens. – Actes du Congrés National des Sociétés Savantes, 114, Paris. pp. 89-91.

COUTHURES, J. – PASTRE, J. F. 1983. Chronostratigraphie du Plio-Pléistocène d'Auvergne et du Velay nouveaux apports des datations radiométriques et du paléomagmatisme. – Bulletin de l'Association Francaise Pour l'Étude du Quaternaire, 20 (1). pp. 9-18.

FROIDEVAUX, C. – BROUSSE, R. – BELLON, H. 1974. Hot spot in France? – Nature, 248. pp. 749-751.

GRENIER, M. 1922. Tableau des Principaux Minéraux, Roches et Combustibles de la Région de Brioude. – Almanach de Brioude et de son Arrondissement, 1924. Paris. pp. 98-106.

GUTH, C. 1974. Découverte dans le villafranchien d'Auvergne de galets aménagés. – Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 279 (série D), Paris. pp 1071-1073.

GUTH, C. – BOEUF, O. – LATREILLE, G. – MEON, H. 1979. Études paléontologique, sédimentologique et palynologique du gisement Pléistocène inférieur de Chilhac III. (Haute-Loire). – 7ième R.A.S.T. Lyon. Bulletin Société Géologique de France. 244 p.

GUTH, C. – CHAVAILLON, J. 1985. Découverte, en 1984, de nouveaux outils paléolithiques á Chilhac III. (Haute-Loire). – Bulletin de la Société Préhistorique Francaise 82 (2). pp. 55-64.

MARCHESSOU, M-P. (Szerk.) 1877. Annales de la Société d'Agriculture, Science, Arts & Commerce du Puy. 354. p. – https://archive.org/details/annalesdelasoci09puygoog

MARGUERIE, D. 1984. Les formations alluviales de l'Allier dans le gisement préhistorique du Blot (Cerzat, Haute-Loire). Éléments de dynamique fluviale. – Bulletin de l'Association Francaise Pour l'Étude du Quaternaire, 21 (1). pp. 73-78.

MERGOIL, J. – BOIVIN, P. 1993. Le Velay. Son volcanisme et les formations associées. – Géologie de la France 3. pp. 1-96.

MICHON, L. – MERLE, O. 2001. The evolution of the Massif Central Rift: Spatio-temporal distribution of the volcanisme. – Bulletin Société Géologique de France, 172 (2). pp. 69-80.

NEHLIG, P. 1999. Volcanismes, Sédimentations et Tectoniques Cénozoiques Périalpins. – Doc. BRGM, 291. 134 p.

NEHLIG, P. – BOIVIN, P. – DE GOER, A. – MERGOIL, J. – PROUTEAU, G. – SUSTRAC, G. – THIÉBLEMONT, D. 2003. Les volcans de Massif Central. – http://www2.brgm.fr/volcan/papgeologue.pdf

NOMADE, S. – PASTRE, J. F. – GUILLOU, H. – FAURE, M. – GUÉRIN, C. – DELSON, E. – DEBARD, E. – VOINCHET, P. – MESSAGER, E. 2013. $^{40}Ar/^{39}Ar$ constraints on some French landmark Late Pliocene to Early Pleistocene large mammalian paleofaunas: Paleoenvironmenal and paleoecological implications. – Guaternary Geochronology. pp. 1-14.

TEXIER, P. J. 1985. Chilhac III.: un gisement paleontologique villafranchien soliflué? – Bulletin de la Société Préhistorique Francaise, 82 (3). pp. 68-70.

WYNS, R. – GUILLOCHEAU, F. 1999. Géomorphologie grande longueur d'onde, altération, érosion et bassins épicontinentaux. – Doc. BRGM, 293. pp. 103-107.

THOMAS, P. 2001. Le volcanisme d'Auvergne, un point chaud? - http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/auvergne-point-chaud.xml

http://www.stratigraphy.org/

http://www.map-france.com/town-map/43/43070/administrative-france-map-departements-Chilhac.jpg

www.museechilhac.fr

http://www.cad.cea.fr/rjh/Add-On/osiris_gb.pdf

http://www.google.com/maps

http://www.balado.fr/idee-balade/auvergne/haute-loire/autour-de-lavoute-chilhac/idb/6659

Ábrák jegyzéke

1. kép: A chilhac-i bazaltorgonák.
   Forrás: A szerző saját felvétele (2013).
2. kép: La Terre Avant l'Apparition de l'Homme c. folyóirat címlapja (1893).
   Forrás: http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k2065679
3. kép: Chilhac és környéke.
   Forrás: http://www.google.com/maps (Fábos T. szerkesztése.)
4. kép: Bazális breccsa a CH2/a-nál.
   Forrás: A szerző saját felvétele (2013).
5. kép: A CH2/b rétegsorai.
   Szerk.: Kovács J.
6. kép: A CH3 rétegsorai.
   Szerk.: Kovács J.
7. kép: Blassac-la-Girondie rétegsorai.
   Forrás: A szerző saját felvétele (2013).

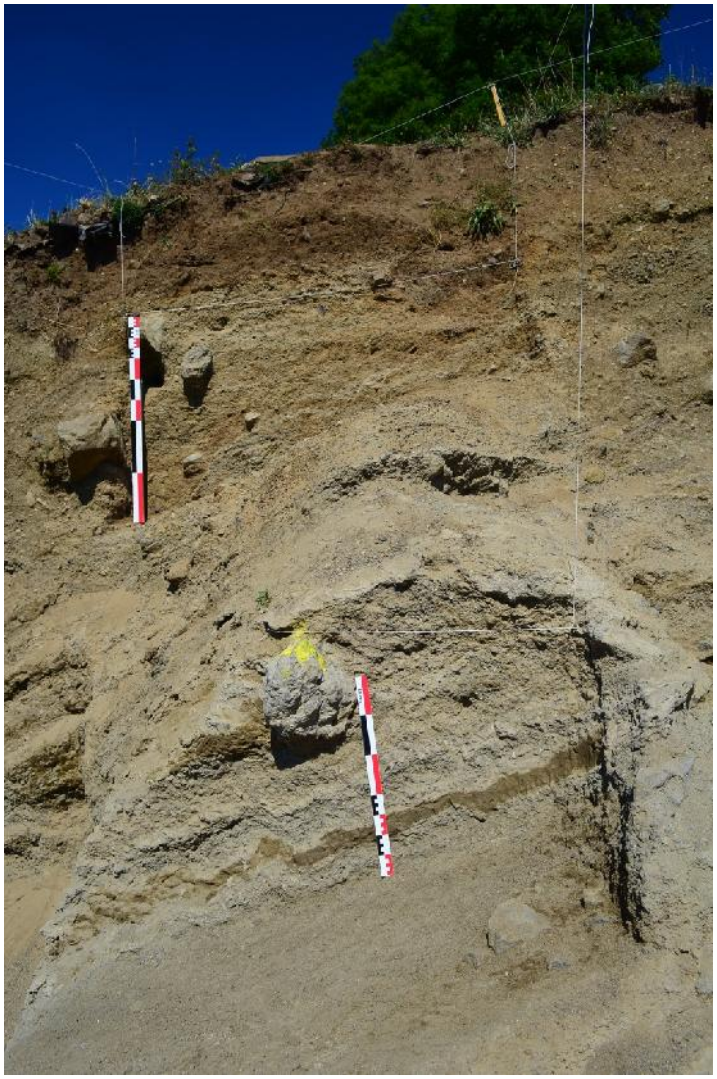
1. térkép: Chilhac elhelyezkedése Franciaországon belül.
   Forrás: http://www.map-france.com/town-map/43/43070/administrative-france-map-departements-Chilhac.jpg (Fábos T. szerkesztése.)
2. térkép: Chilhac környékének földrajzi viszonyai.
   Forrás: http://www.balado.fr/idee-balade/auvergne/haute-loire/autour-de-lavoute-chilhac/idb/6659 (Fábos T. szerkesztése.)
3. térkép: Franciaország nagy vulkáni vidékei.
   Forrás: NEHGLIG, P. 1999.
4. térkép: Chilhac környékének domborzati térképe.
   Forrás: MARGUERIE, D. 1984. (Fábos T. szerkesztése.)
5. térkép: Chilhac térségének geomorfológiai térképe.
   Forrás: A szerző saját szerkesztése.

1. táblázat: A Chilhac környékén lévő vulkanikus kőzetek koradatai.
   Forrás: COUTHURES – PASTRE, 1983. (Fábos T. szerkesztése)
2. táblázat: A gyűjtött minták, és a bennük lévő szemcsék ítpusai, százalékos megoszlásuk.
   Forrás: A szerző saját szerkesztése.

MELLÉKLET

Az Allier-folyó bal partja Chilhac-ról nézve

Blassac-la-Girondie rétegsora



CH3 rétegsorai

Bal oldalt: Peperit; Jobb oldalt: Vízfolyások által kialakított járatok (CH3)

Bal oldalt: Pié de Bouillergue; Jobb oldalt: Pié des Varennes

Chilhac térsége

A bazaltorgonák és Chilhac