

欧洲西部的南北向拉张构造

THE N-S TRENDING EXTENSION STRUCTURES IN WEST EUROPE

宁崇质 邓乃恭 易明初

(中国地质科学院 地质力学研究所)

内容提要: 在法国东部的大范围内,有很多走向南北的拉张构造。包括被渐新统充填的同沉积地堑,它们至今内外高程对比仍很强烈;南北走向的正断层,切割了更新统;南北向分布的新生代基性到酸性的各种火山岩,喷发最盛期在上新世,最新喷发距今仅数千年,最新的火山锥和低平火山口保存完好,排列成规整的南北方向。区内还有一些北东和北西向断裂,由一些迹象看,它们是南北向拉张构造的两组剪切构造。从地质环境分析,它们都只能是在东西向拉张情况下产生的。新生代以来在大西洋东岸这样大范围的、强烈的东西向拉张,显然和南北向延长的大西洋起源的海底扩张假设不相容,看来,大西洋起源的拉张说更符合于已有的各种资料。

在欧洲的西部,有很多由东西向拉张而形成的南北向构造。它们主要分布在法国的东部。主要由被渐新统充填着的同沉积地堑、正断层和早第三纪以来喷发的南北向火山岩带组成。其东西最大宽度达300km,南北长近500km。若加上东北侧的莱茵地堑,其范围更大。在大西洋东岸这样大范围的新生代东西向拉张,与现在流行的大西洋起源的海底扩张说确实很不一致。

渐新统充填的南北向地堑群

法国东半部渐新统充填的南北向地堑成群出现(图1)^[1]。最西侧有中部高原北缘蒙吕松向北的地堑^①,依次向东有克勒蒙菲朗到纳韦尔的 Limagne 地堑、沿卢瓦尔河上源的地堑以及沿索恩河—罗讷河的 Bresse 地堑等,其东北侧的莱茵地堑也属此类。从 Limagne 地堑就可看出这些地堑的一般特征。

^① 为阅读方便,法国地名凡有中文正式译名者,均用译名;否则,均用原文。

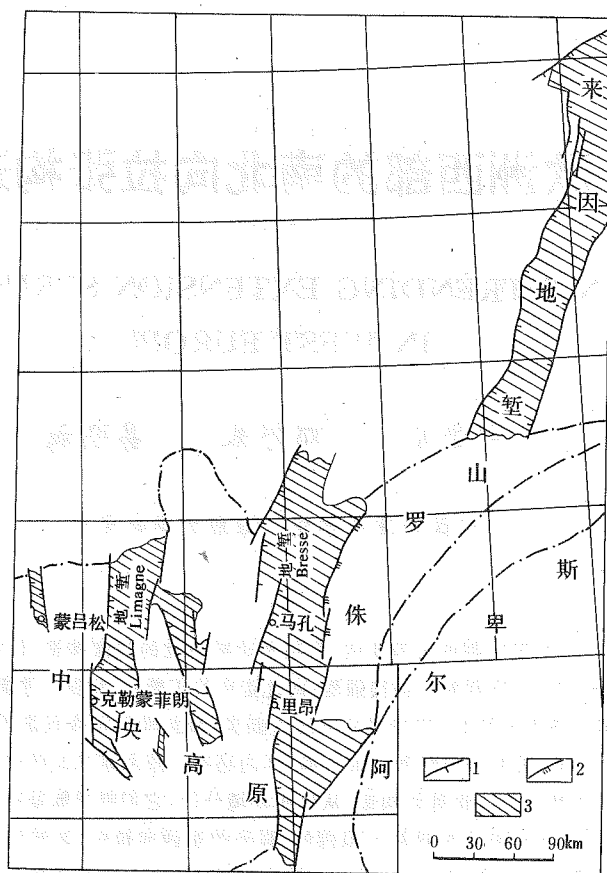


图1 欧洲西部的南北向地堑群(据1:150万法国地质图编)

Fig. 1 The N-S trending grabens in Western Europe

Limoigne 地堑差不多位于法国的中心部位。从南端的布里乌德到北端的德西兹长约 170km, 卢瓦尔河上源支流阿利埃河南北向纵贯其中。宽度一般约 30km。由于地堑边缘断裂追踪了高原区极为发育的北西和东北向两组断裂, 其边缘(尤其是东侧边缘)显得参差不齐。它的南端布里乌德到朗德的 20—30km 地段, 完全追踪着北西向断裂。地堑两侧高出地堑区数百米, 地堑区形成明显的槽形地^[2]。

由里翁附近的资料看, 地堑中的渐新统很不对称^[3]。在厚度上西部远较东部为厚, 里翁附近超过 2500m, 最厚处几乎靠在断层面上。里翁东南约 7km 的 St. Beauzire 有一钻孔穿到基底, 渐新统厚 1598m。大体从中心部位向东, 厚度变化很小, 一直在 500—600m, 甚至中部厚度较两侧还稍小, 在 Lezoux 厚仅 500m 左右。地堑两侧都被明显的断层所限制(图 2)。西缘断裂的一些地段, 如木兰及里翁附近, 重力异常显示明显。

在岩性上地堑两侧都有边缘相。岩性上的沉积中心就在 St. Beauzire 附近。它与西缘和东缘距离之比约为 1:3。整个沉积下粗上细。下部有含砾粗砂岩, 向上主要为泥岩、粉砂岩、泥灰岩等, 夹膏盐层。在地堑南端西侧的 St. Germain-Lembron 西南 5km 处所见的基底片麻岩风化很深, 与其上之含砾粗砂岩无明显分界, 由下而上分层逐渐明显, 全为红色, 产渐新世的田

螺 *Striatella fasuata* 和 *S. barjacensis*。在克勒蒙菲朗城西近断层处,渐新统为灰绿色含砾粗砂岩,含较多的长石,砾石棱角状,砾径约1cm。整体上层理清楚,走向北15°东,向东南倾,倾角约45°。而在城西南断层处附近渐新统为钙质泥岩、泥岩和细砂岩,层理细而稳定。在距露头仅300m处即出露断层下盘的花岗岩。

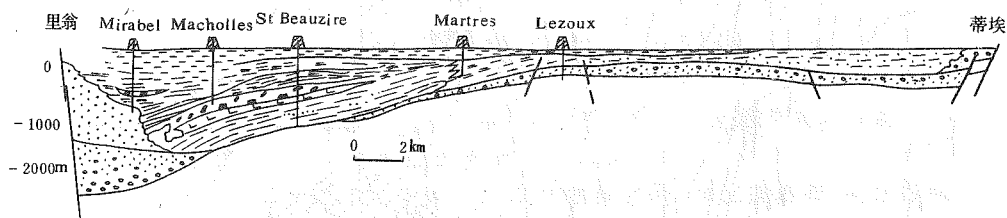


图2 里翁—蒂埃横跨 Limagne 地堑的剖面

(据法国合作者提供的图件)

Fig. 2 A cross section of Limagne graben between Riom and Thiers, France

在克勒蒙菲朗城东飞机场南开挖的露头上,主要为泥质灰岩、灰岩,偶夹硅质层及一稳定的迭层石层,迭层石层富含沥青。整个岩层层理整齐,近于水平。克勒蒙菲朗东南约15km的 St. Maurice 处于地堑近中心部位,所见为很薄的泥岩层,含石膏,并有很薄的白垩夹层,据说其中含鱼和昆虫化石。有些厚层泥岩层面上有龟裂。法国地质学家们认为是有时被暴露在海面之上的海相沉积。它们也近于水平产出。

地堑两侧的断层明显,沉积物在两侧都有较粗的边缘相,因而地堑控制了渐新统的沉积,边缘断层是同沉积断层。边缘断层附近沉积的某些层,质细而稳定,加之中部高原上同一时代的沉积星罗棋布,时有海相夹层,看来边缘断层并不是连续活动的,有时地堑内外可能连接成较大片的沉积区。沉积岩性和厚度都说明地堑西侧的边缘断层远较东侧的边缘断层活跃。由靠近边缘断层处渐新统较陡的倾向地堑内侧,而靠近中心部位地层都近于水平的情况看,边缘的陡倾主要与拖拉有关。地堑内外,高程对照明显,显然边缘断层在近期仍有明显的活动。

南北向正断层

从1980年出版的一百万分之一法国构造图看,法国东半部的南北向正断层很发育,尤其在中部高原的北侧(图3)。东到莱茵地堑的东侧,西到奥尔良至布尔日一带,宽300km有余。最西的正断层出露于奥尔良之南约30km处,长约10km,其附近及其南延还有一些南北向断层,地球物理显示的南北向断层延长则在100km以上。

由蒙塔尔纪之南延到桑库昂是东侧的另一南北向正断层带,沿阿利埃河西侧延长150km以上,带宽仅3—5km。它的南端伸入中部高原又继续延长了20—30km。其南部在构造图上没有标明断层形态,但据 L. Clozier 的资料^[4],在纳韦尔附近确实是正断层,并切过了上新一更新统。其北段与前一带间有不少南北向断层。

这一带向东到托内尔之间是南北向正断层最发育的地带之一。有时几公里就有一条。它

们向南正对着 Limagne 地堑。虽然具体断层向南延入 Limagne 地堑者并不明显,但在地堑内渐新统中的小型南北向正断层在野外多处见到。

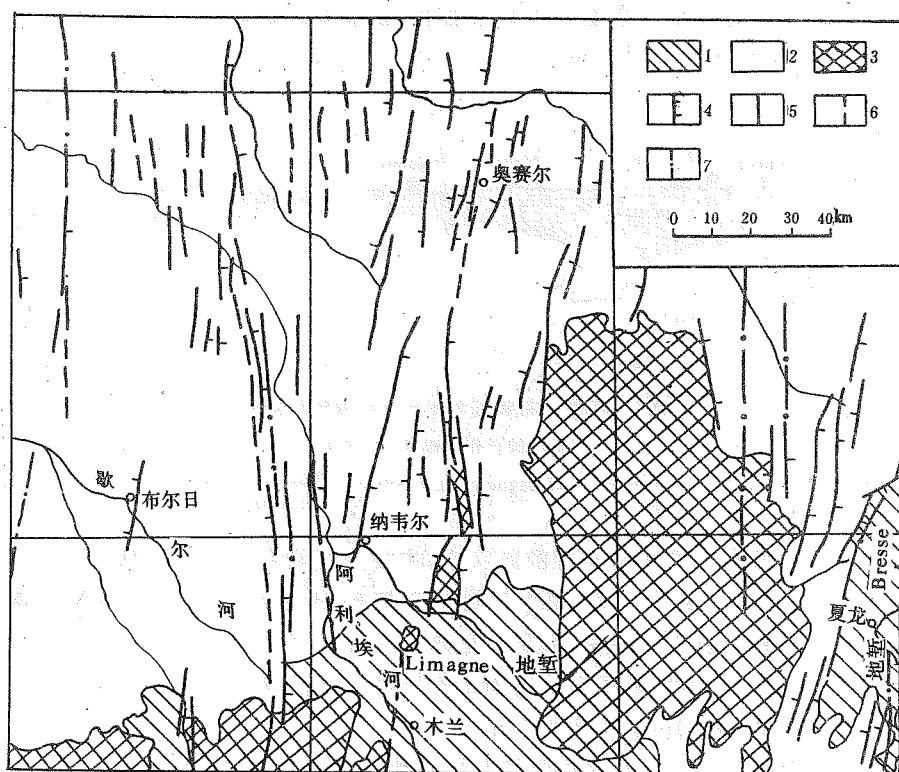


图3 法国中部高原北侧的南北向断层

(据法国1:1,000,000构造图简化缩编)

- 1—渐新世地堑沉积;2—中生界;3—中生代以前的地层和岩石;
4—正断层;5—断层;6—推测的断层;7—地理物理资料反映的断层

Fig. 3 The N-S trending faults in the northern part of the Central Plateau, France

中部高原的东边向北伸出一个地垒(?)。这个地垒的北延部分南北向正断层不发育。但在其东侧与 Bresse 地堑间近南北向正断层密集,由于紧贴着 Bresse 地堑,其方向与地堑边缘断层之走向一致,略偏北北东向。Bresse 地堑西缘断层明显,地貌上形成陡坎。地堑东缘据法国合作者介绍,侏罗山的中侏罗统向西逆掩在地堑中的渐新统之上,同时又被上新统不整合覆盖。

在莱茵地堑内及其附近,南北向正断层又大量出现。它们有时成折线状弯折,这显然是南北向正断层局部追踪其他方向(主要是北东方向)的断层所致,这些断层向南有的插入侏罗山。它们与侏罗山的构造相互切割。

上述断层主要穿插在中部高原以北的中生界中。在高原内部除形成一些南北向地堑的边缘断层为南北向正断层外,其它的断层性质不明确。如盖雷向南的石炭纪花岗岩附近,除个别标明为韧性正断层外,其它都未标明特征。作为一个带来看,它们向南可以延出高原,向北可与奥尔良以南的南北向断层带相呼应。Limagne 地堑的南延线上这类断裂也有出现。

在中部高原上北东及北西向断层常有见及,一些地带甚为发育。由这些断层的平直延伸,有时被南北向正断层追踪(尤其是被地堑边缘断层所追踪)、或被总体成南北向分布的新

生代火山岩所充填等情况看,它们很可能就是南北向拉张构造的一对共轭剪切断层。

高原南侧有少量南北向正断层。如尼姆以东及 Causses 地区等,一般表现的短而零散。

总的来看,这些南北向正断层在高原以北发育较好。主要断在中生界中,有时切过渐新统及上新一更新统。在高原内除构成南北向地堑的边缘断层外,在这一南北带上还有一些零星的南北向断层。另外还有一些北东及北西向断层,它们很可能是与南北向拉张构造相伴随的一对剪切断层。高原南侧的南北向正断层则远不如高原北侧者发育。

南北向分布的新生代火山岩带

法国中部高原的新生代火山岩是举世闻名的。它们的成分从酸性到基性都有。其分布也不限于中部高原,在高原之南和莱茵地堑都能零星见到。

这些火山岩最南端见于地中海的贝济埃与塞特之间,南北向展布,向北断续相循,延长40—50km后直角状折向西,再延长15km后,又直角北折。在 Causses 区虽然只有几个点出露,但严格成南北向直线状,在高原上又断续出现,向北直对 Limagne 地堑之轴线。在 Limagne 地堑内也断续分布着一些火山锥体(图4)。

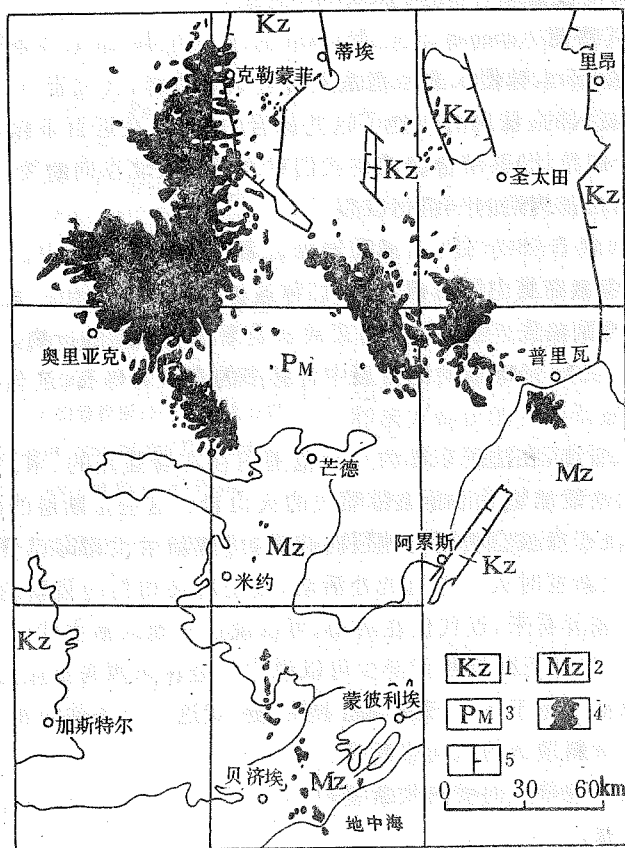


图4 法国中部新生代火山岩的分布

(据1:1,500,000法国地质图简化缩编)

1—新生界;2—中生界;3—中生代以前的沉积与岩石;4—新生代火山岩;5—正断层

Fig. 4 The distribution map of the Cenozoic volcanic rocks in the middle of France

火山锥沿南北向分布最明显的莫过于 Limagne 地堑两侧的 Chaîne des Puys。在距地堑西缘断裂约 7—8km 有保存完好的、南北向的密集火山锥带,带宽约 4km,在南北长约 25km 一段内,大大小小的火山锥有 50—60 个(图 5)^[5]。锥径常在 1km 左右。火山锥一般为标准的锥体,有的一侧被岩流冲开成缺口,留下了马蹄形的火山锥,缺口流出的岩流长距离流动,有的流入地堑;有的火山岩从锥顶向四周溢流,形成了所谓的火山穹窿,如 Grand Sarrouy。有的没有锥体,只在地面上留下了火山口湖,如 Gour Tazenat,湖径近 1km,最深可达 70m。所有这些几乎完全保持着其原始状态。

Chaîne des Puys 带实际上是地堑西侧的另一带火山岩,它与其西南侧的 Monte Dore 和 Monté Cantal 等连成一带,西班牙靠近地中海边缘的赫罗纳附近的火山岩,也在这一带的延线上。地堑东侧勒浦伊附近的火山岩区向北去与零散的火山岩体组成了东侧的又一带。在莱茵地堑东缘科耳马尔以东也有新生代火山岩体。地堑在美因兹附近因边缘断裂追踪北东向断裂而转成北东向,在其北侧仍有火山岩出露。它们可能都与南北向拉张构造有关。

在克勒蒙菲朗以东飞机场之南的开挖露头上,见火山岩呈厚 1—2m 的直立的脉状充填于渐新统的灰岩中,脉壁整齐,呈直线状延伸。火山岩这种成脉状产出的情况,在高原东南侧罗纳河西岸普里瓦以南被玄武岩覆盖的 Coirons 高原

表现更为明显。在其西侧 Aubenas 以东约 10km 的小河谷中,即见多条被玄武岩充填的北 45°西向的裂隙,厚约 0.5m,被侵入的白垩系灰岩有烘烤边缘,玄武岩有冷却边缘,脉中央有气孔带,说明岩流是贯入的。法国有人作了这些脉岩的统计。在近百条脉岩中 70% 以上走向 N30—70°W(以 20°分组统计)。结合着前述我们对北西向及北东向断裂的看法,也说明这些北西向断裂是南北向拉张构造的一组扭破裂。

在克勒蒙菲朗东南 7—8km 处,见玄武岩成岩席产于上渐新统中,其上为灰岩,其中含很多玄武岩碎屑,很像撒在其中的胡椒粉,人们称这种岩石为 Peperite。其中之玄武岩碎屑随着层位升高而渐减,直到消失。可见此处的玄武岩是渐新世末期的产物。在中部高原东南侧 Montelimar 西侧山上,见约 7Ma 前的砾石层中含甚多的玄武岩砾石。这些都为玄武岩的年代提供了地质依据。

由上述资料可以看出,在法国东部的广阔范围内存在着强烈的、南北向延伸的正断层,和由正断层控制的渐新统地堑及沿断裂带喷发的火山岩。这些正断层的时代由其所控制的火山作用时期、地堑沉积和被它切割的地层时代看,可能新生代初即已开始,渐新世时即已很活跃而形成地堑,上新世时火山作用到处活动,被正断层切割的最新地层可达更新统,由地堑内外高程的明显差异看来,近代仍在活动。可以说这一地区新生代以来都是在南北向正断层活动下渡过的。对这些正断层我们至少可以说它们是在东西向张应力作用下产生的。对这种东西向张应力只能产生于下述三种可能条件之一或这三个条件的相互联合作用:

1. 南北向大型背斜顶部的纵向张断裂;
2. 东西向挤压构造带上的横向张断裂;
3. 东西向的拉张。

对于第一方面的可能性来说,我们在这一带找不到南北向延长的隆起带。再说它如果是南北向隆起带上的纵张断裂,它就只能发育在隆起带的中性面之上。而在本区它控制了大量火山岩的喷发,据法国学者的研究这些玄武岩来自上地幔,这显然已远超过了中性面的界限。也就是说这种可能性不成立。从第二方面的可能性来看,在法国南部蒙彼利埃一带确实

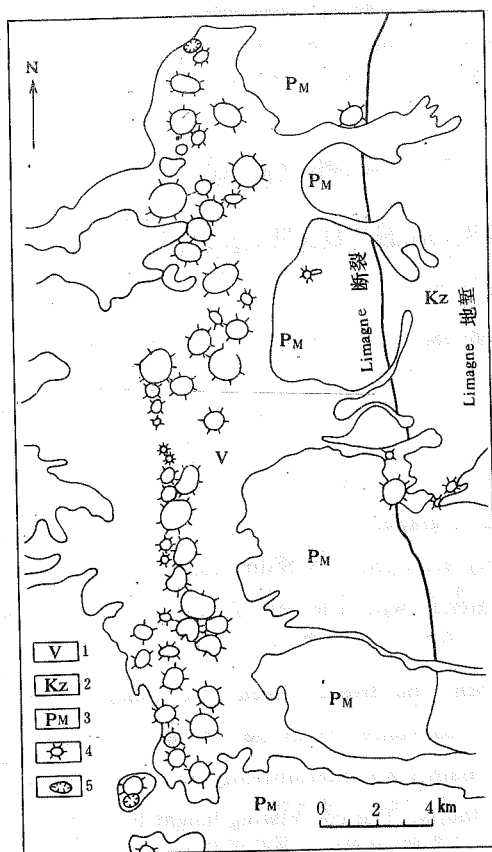


图 5 Chaîne des Puys 带上火山锥的平面分布图
(据法国合作者提供的图改编而成)

1—新生代火山岩; 2—新生界; 3—中生代以前的地层及其他岩石; 4—火山锥投影; 5—低平火山口

Fig. 5 The distribution map of the Cenozoic volcanic cones in Chaîne des Puys of France

存在着强烈的东西向挤压构造。再说, 在法国与西班牙界上就是著名的比利牛斯东西向挤压构造带。但在这个强烈的东西向挤压构造带上, 南北向正断层、地堑和火山岩并不显著。相反的在此东西向挤压构造带以北几百公里外无东西向挤压构造带的地方, 南北向的正断层、地堑和火山岩才最发育。显然, 这种可能性也是不大的。这样, 我们就不能不说这些南北向正断层及与其相关的地质现象是地球表层受到东西向拉张造成的。对这种可能性, 至少现在还未发现与其不协调的自然现象。

我们再把这个拉张带和它周围的构造现象加以协调, 显然它与现在流行的认为大西洋是在其中脊海底扩张而成的假设无法一致。因为扩张在这一带只能造成东西向挤压。如果我们再加上扩张说者无法解释的一些其它地质资料, 看来现在的扩张说还不如 70 多年前魏格纳提出, 后来李四光又一再强调的对大西洋形成的拉张说更为合理^[6,7]。因为它既能说明扩张说者的事实依据, 也能说明扩张说者所无法说明的地质现象。

本文是根据作者们参加中法合作“渭河地堑新构造研究”在法国考察时的野外观察和法方提供的资料写成的。考察中巴黎南方大学的 J. 麦尔西叶教授、P. 韦日利博士和 P. 托马斯博士对野外工作的安排、资料准

备、情况介绍、生活方面都给予了周详的安排, 并陪同野外观察, 作者们在此对他们表示衷心的感谢。

参 考 文 献

- [1] Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 1980, Carte Géologique de la France et de la marge Continentale 1/1,500,000
- [2] Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 1980, Carte Tectonique de la France, 1/1,000,000
- [3] André Morange et al., 1971, Contribution de l'exploration pétrolière à la connaissance structurale et sédimentaire de la limagne, Dans le Massif Central. Géologie Geomorphologie et structure profonde du Massif Central Français. P. 295—308.
- [4] L. Clozier et Y. Gros, 1985, Presence de failles normales dans les sables et argiles du Bourbonnais d'âge pliocène supérieur (Nord du Massif Central) Essai d'interprétation. Géologie de la France. N°4, P. 295—298.

- [5] Alain de Goer der Herve et Jean Mergoil, 1971, Structure et dynamique des edifices volcaniques tertiaires et quaternaires. *Geologie Geomorphologie et structure profonde du Massif Central Francais*. P. 345—376.
- [6] J. S. Lee, 1939, Continental drift, *Geological Magazine*, Vol. LXXUI, No. VII, P. 289—293.
- [7] 李四光, 天文·地质·古生物. P. 83—115, 1972.

THE N-S TRENDING EXTENSION STRUCTURES IN WEST EUROPE

Ning Chongzhi Deng Naigong Yi Mingcu

(*Institute of Geomechanics, CAGS*)

Abstract

In West Europe, there are a number of intense N-S trending extension structural features, distributed mainly in East France. They are composed of grabens, normal faults and volcanic rock zone. The latest volcanic cones and maars are regularly arranged in N-S direction. The widest one measuring about 300 km, lies north of the central plateau, with a length of nearly 500 km. The Rhine graben northeast of this area is not counted.

The N-S trending grabens include the Rhine graben, the Bresse graben, the Limagne graben and other small ones. They are all filled with Oligocene sediments. From the lithofacies distribution of the Oligocene, the boundary faults of these grabens mainly are intermittently active synsedimentary normal faults. Sometimes trailing NE- and NW- faults. The contrasting height of the graben and the neighbouring land indicates its current activity.

N-S normal faults are well developed north of the Central Massif, often concentrated in to zones. Sometimes they cut the Pleistocene rocks. In the Central Massif, there are a few N-S faults, but NE and NW faults are well developed instead. Although the geometric features of nearly all the faults in the Central Massif are unknown on the surface, they are thought to be continuations of the normal faults on the northern side. From their location trailing features of the boundary faults. The NE- and NW- trending faults are two sets of conjugate shear features. On the southern side of the Central Massif, the N-S normal faults are poorly developed.

Cenozoic volcanic rocks range from acidic to basic. They are well developed in the Central Massif, and extend discontinuously south-ward to the coast of the Mediterranean. They are distributed in N-S direction. The latest volcanic cones and maars are well preserved, and arranged in a N-S direction. In some places, basic volcanic rock were intruded in to the Cretaceous and Oligocene to form NW-trending dykes. Volcanism began in early Tertiary and continued to Holocene, with a culmination in the Pliocene. The latest eruption took several thousand years ago.

All these features are found in the eastern coast of the Atlantic suggesting an E-W tensile stress field since early Tertiary.