

**PATRIMOINE GÉOLOGIQUE**  
**PERSPECTIVES**

E. Le Goff, N. Charles, P. Graviou, F. Simien

# 1- Etat des lieux des actions BRGM



Avant 2008: Actions ponctuelles



Après 2008 – 2020 Participation à l'inventaire national/régional du patrimoine géologique et structuration des actions aux échelles nationale et régionale – Valorisation accrue par la publication de nombreux ouvrages

## 2- Perspectives d'action

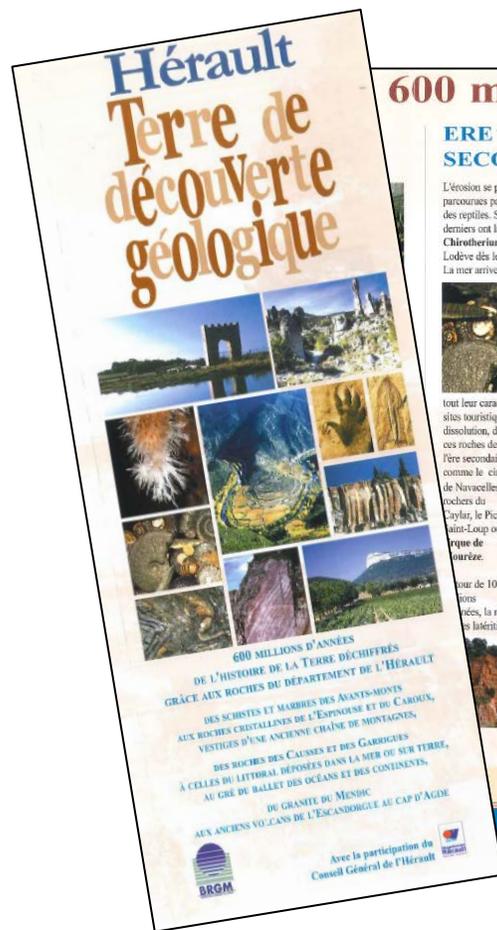
# Avant la réalisation de l'INPN en 2008

Opérations ponctuelles non structurées au niveau national et régional → Quelques exemples

*Pour rappel:*

- *Digne, (1991) – 1<sup>er</sup> symposium international sur la protection du patrimoine géologique, avec actes témoignant d'une prise de conscience concernant **le droit à la protection de l'héritage géologique.***
- *Loi du 27 février 2002 relative à la démocratie de proximité, le patrimoine géologique constitue une composante à part entière du grand inventaire du patrimoine naturel institué pour l'ensemble du territoire national terrestre, fluvial et marin (article L. 411-5 du code de l'environnement). (à comparer aux ZNIEFF qui datent de 1982).*

# 1999-2000



## 600 millions d'années de l'Histoire de la Terre

### ERE SECONDAIRE

L'érosion se poursuit. De grandes plaines sont parcourues par les premiers dinosaures et par des reptiles. Sur des sables à grain fin, ces derniers ont laissé de magnifiques empreintes, appelées **Christherium** (littéralement : "animal-marin"), connues près de Lodève dès le milieu du XIXe siècle.

La mer arrive ensuite et reste pendant une centaine de millions d'années. Nombreux en sont les témoignages fossiles : les plus célèbres sont les **ammonites**, à la coquille enroulée parfois transformée en pyrite (sulfure de fer).

Calcaires et dolomies, anciens dépôts de cette mer, donnent tout leur caractère aux Causse et aux garrigues. De nombreux sites touristiques de l'Hérault ont été sculptés, entre autres par la dissolution, dans ces roches de l'ère secondaire, comme le cinq de Navacelles, les rochers du Caylar, le Pic saint-Loup ou le royaume de Lourde.

Pour de 100 millions d'années, la mer se retire. Un climat tropical génère des sols tropicaux qui deviendront les **bauxites**. De grands cours d'eau étaient argiles et sables dans les plaines peuplées par les premiers dinosaures. Leurs ossements et oeufs ont été trouvés dans l'Hérault, des environs de Montpellier à Saint-Chinian en passant par Méze et Villeveyrac.

### ERE TERTIAIRE

Toujours émergée au début de l'ère tertiaire, la région héraultaise voit se déposer des sédiments fluviaux ou lacustres contenant des **figuier** comme à Saint-Gély-du-Fort. Seule la partie occidentale du département (Minerve et St-Chinian) est largement couverte sur l'Atlantique.

Vers 45 millions d'années, l'émergence devient générale. Des plissements affectent ces roches et une nouvelle chaîne de montagnes se dresse des Pyrénées à la Provence (pli du pic Saint-Loup et chaînon de St-Chinian).

Ses reliefs vont s'effondrer au niveau de ce qui deviendra le golfe du Lion. Une nouvelle mer, ancêtre de la Méditerranée, envahit la façade littorale de l'Hérault. Au milieu des vignes, il n'est pas rare de trouver de grandes huîtres épaisses et des **dentés des requins** qui venaient dans les eaux de cette mer chaude.

Près du littoral, les vagues brisaient les coquillages et les transformaient en sables calcaires coquilliers qui, de Béziers à Castries, ont donné la **Pierre du Nid**. Cette mer quitte provisoirement le Languedoc pour revenir vers 5 millions d'années, déposant en particulier des sables qui contiennent une nappe aquifère importante et que l'on trouve sous Montpellier.

### ERE QUATERNAIRE

Dès la fin de l'ère tertiaire et jusque vers 700000 ans, des volcans crachent cendres, scories et coulées de boue, depuis l'Escandorgue jusqu'au Cap d'Agde, en passant par le Lodévois et Saint-Thibéry.

Au cours du Quaternaire, le refroidissement du climat provoque le retrait de la Méditerranée jusqu'à - 120 mètres pour le dernier maximum glaciaire, soit un retrait du littoral de 40 km vers le large. A partir de -12000 ans, le réchauffement post-glaciaire, entraîne une remontée marine très voisine du niveau actuel et la mise en place des cordons de sables et de galets qui isolent peu à peu les étangs littoraux. Les alluvions du Rhône et des fleuves côtiers sont entraînées par les courants marins.

L'alternance climatique au Quaternaire favorise la dissolution des calcaires et dolomies de toutes époques. L'Hérault est riche de nombreuses grottes et cavités souterraines ornées de **concrétions**.

Les eaux collectées par ces réseaux souterrains, alimentent un grand nombre de sources captées, comme la source du Lez et constituent la principale ressource en eaux souterraines du département.



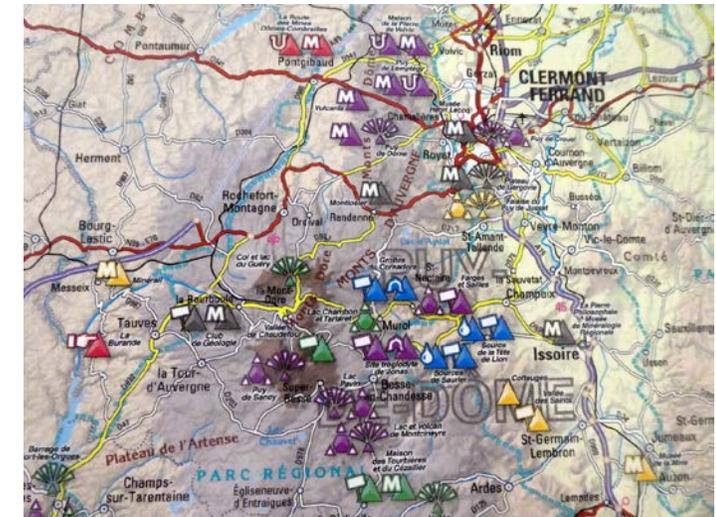
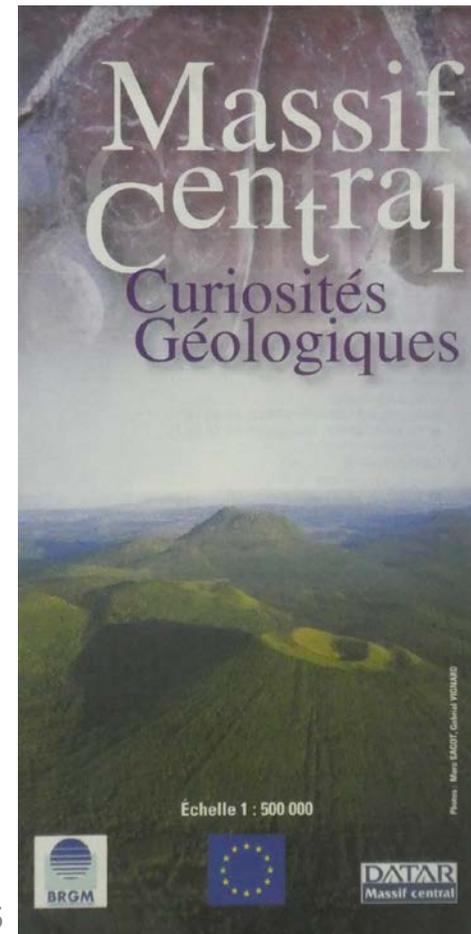
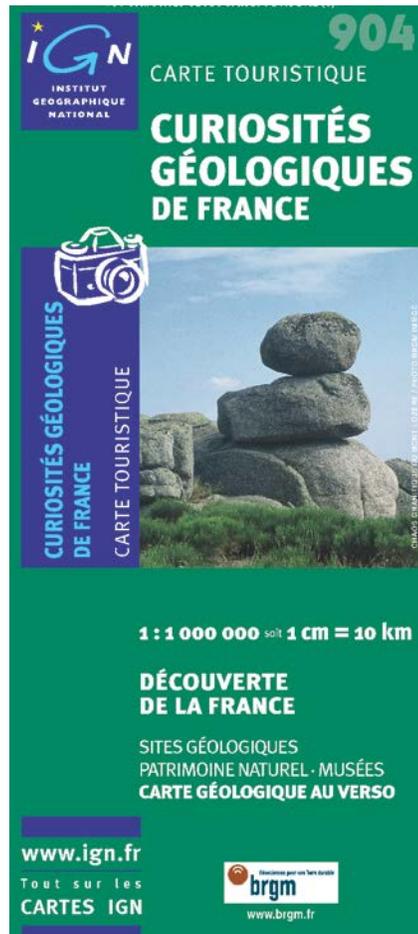
- Début d'inventaire (Bretagne avec la SGMB, Hérault, BRGM-CG34, PNC-BRGM)
- Pour l'Hérault:
  - 40 sites renseignés sur des fiches à partir de 145 sites identifiés
  - Base de données équivalente à celle de l'inventaire Bretagne
- **Plaquette d'information: 1ere valorisation de l'inventaire**



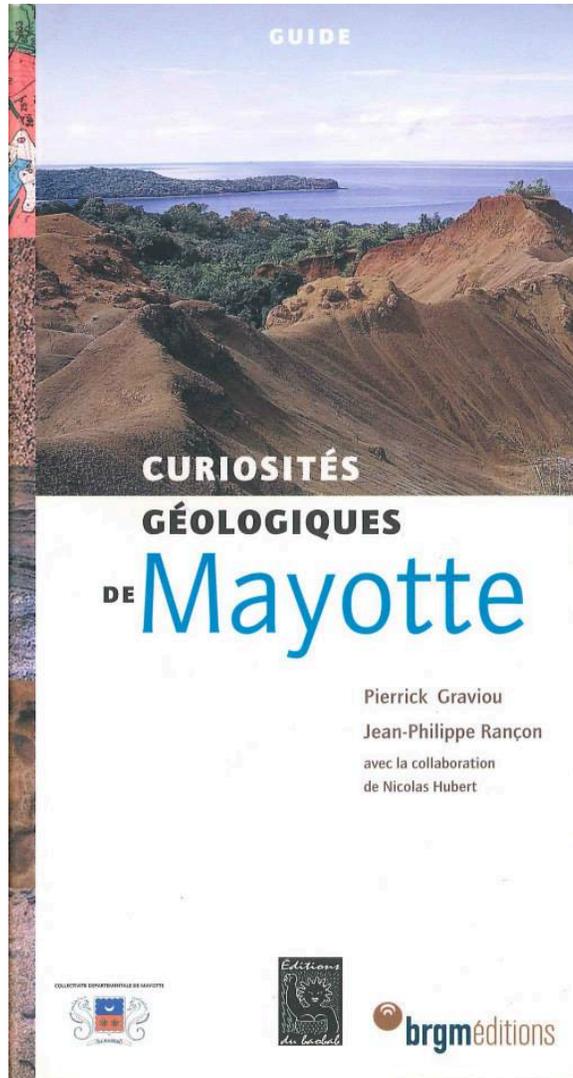
# 2001-2005

- Carte des curiosités géologiques du Massif central (2001) – BRGM-PNC
- Carte des curiosités géologiques de la France

## BRGM-CD34-Universitaires



2005-2006



# 2005-2006

## Expositions / Conférences

### la géologie de l'Hérault

**CHRONOLOGIE**

NOTION

**TECTONIQUE ET EXTENSION**

**Quand « la Terre s'étire »...**

Grâce au cœur chaud, plus ou moins liquide, de notre planète, les plaques tectoniques de nos continents dérivent. Leur poids colossal et leur mouvement continu les obligent soit à se comprimer, soit à s'étirer.

**Comment un terrain peut-il s'étirer ?**

Une seule solution à l'étirement : la **faille normale**. La roche est, comme vous avez pu le remarquer, assez peu élastique. Pour s'étirer, elle doit donc « casser » : ce sont les failles normales.

**De la théorie à la réalité !**

Imaginez maintenant une grande portion de terrain comme représentée ci-contre : essayez de deviner ce qui va arriver si celle-ci est soumise à un étirement...

De nombreuses failles apparaissent alors dans le paysage. Leur succession permet au terrain de s'allonger. Cette disposition est appelée **structuration en « bloc et graben »**, de l'allemand « vers (ind'après) et fossé ».

**VOLCANISME ET EXTENSION**

Du milieu du **Pliocène** jusqu'au Quaternaire (-3,5 à -0,65 millions d'années), la croûte superficielle a été fragilisée de sorte que cette zone est devenue le siège d'une importante activité volcanique.

**ET SI L'EXTENSION AVAIT DURÉ...**

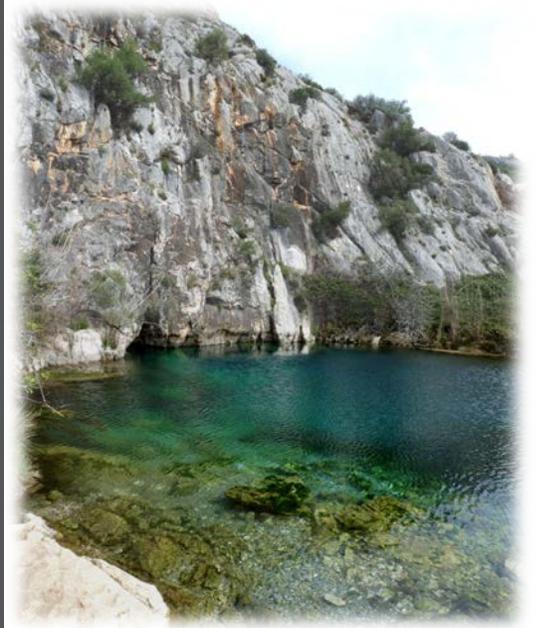
Si l'extension avait duré, un fossé se serait créé au niveau de la plaine de l'Hérault. La mer aurait envahi la vallée actuelle, et le volcanisme aurait pu devenir sous-marin. La Mer Rouge en est aujourd'hui un exemple représentatif.

**GEOQUIZZ**

LA PHOTO "FAILLE EN ARDECHE" CORRESPOND-ELLE A UNE FAILLE NORMALE OU NON ?

(BRGM-CD34-EMA)

### la géologie au quotidien



AMÉNAGEMENT - RISQUES

**ET ENVIRONNEMENT**

**L'EAU**

**L'intrusion saline**

Le développement des zones littorales induit un besoin en eau, accentué par le tourisme en période estivale, dans des zones où l'eau douce est déjà rare.

**Le biseau salé : quand l'eau de mer s'introduit sous les terres...**

Le biseau salé, aussi appelé « intrusion saline », est un phénomène naturel. Rappelons que l'eau de mer contient de nombreux éléments dissous, tels que le sel, qui contribuent à augmenter sa densité. Ainsi, dans les régions de plaine surtout, les eaux salées, plus lourdes, pénètrent elles sous les eaux douces, à l'intérieur des terres, jusqu'à une certaine distance. Autrement dit, l'eau douce semble « flotter » sur l'eau salée.

**Un phénomène naturel amplifié par l'homme...**

L'homme exploite les eaux souterraines pour l'irrigation agricole, pour la consommation d'eau potable et pour les utilisations industrielles. L'exploitation des ressources en eau souterraine contribue à augmenter le phénomène d'intrusion saline : l'eau salée pénètre plus facilement à l'intérieur des terres, en se mêlant à l'eau douce. Il suffit de 2 à 3 % d'eau de mer pour que l'eau douce devienne non potable. Dans le cas d'une surexploitation des ressources en eau souterraine, l'eau peut devenir impropre à la consommation sur plusieurs kilomètres à l'intérieur des terres, comme c'est le cas actuellement dans de nombreux pays méditerranéens.

**Quelles solutions à ce problème ?**

Pour la recherche : la connaissance géologique des zones côtières conduit à la compréhension de la vulnérabilité des ressources en eau souterraine sur le littoral. La gestion de l'exploitation des aquifères littoraux est fondée sur des simulations numériques et des études d'impact.

Pour les collectivités et les usagers : la prise de conscience de la fragilité des aquifères côtiers est devenue nécessaire. Il y a obligation d'optimiser les usages de l'eau potable et de s'assurer la qualité de l'eau en fonction de l'utilisation prévue (piscines, arrosage, nettoyage des voitures). L'utilisation de cultures faiblement consommatrices d'eau est souhaitable.

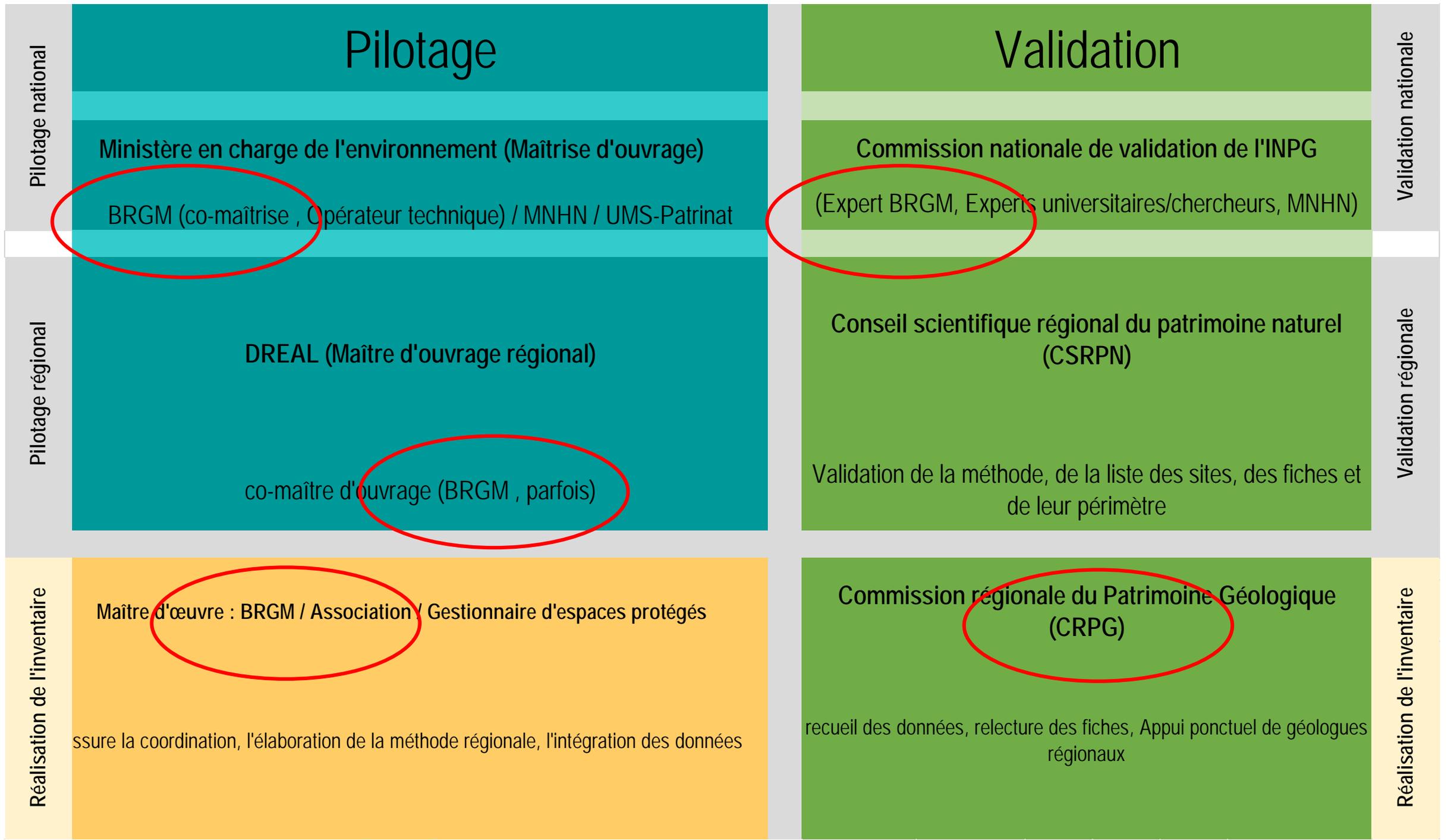
Aujourd'hui, en Languedoc-Roussillon, seules quelques communes littorales sont affectées par les intrusions salines. La région est tout de même sous surveillance en raison de l'augmentation des périodes de sécheresse et du risque d'augmentation du niveau marin dans les années à venir.

# A partir de 2007- Réalisation de l'INPG

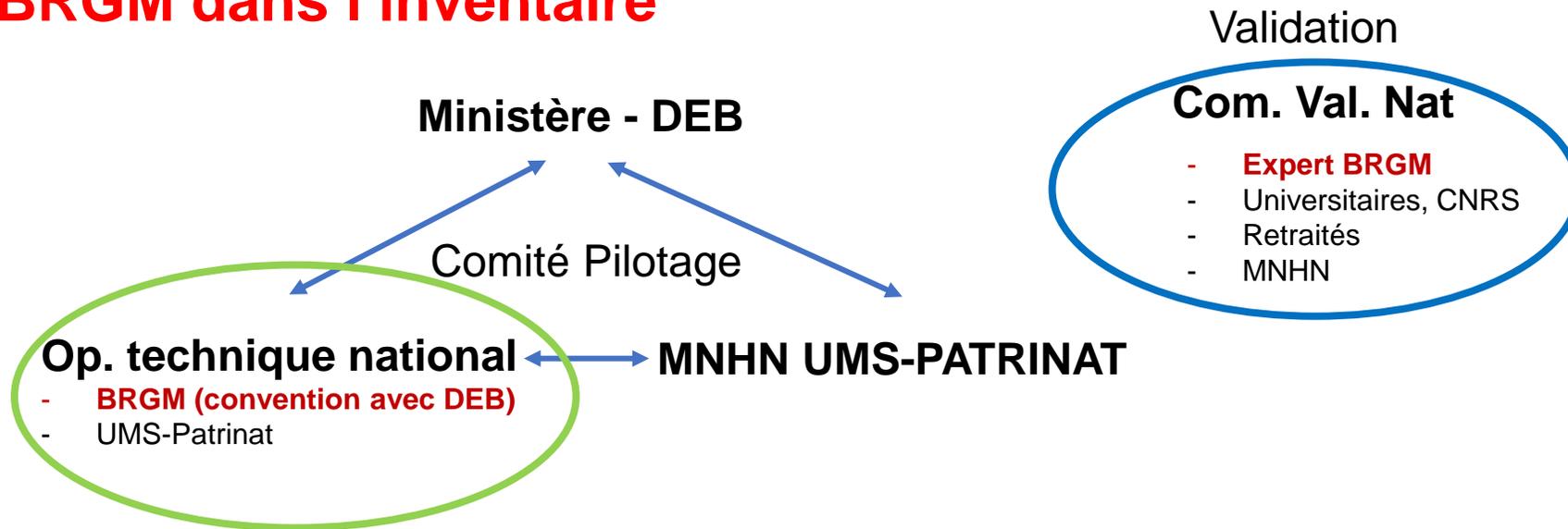
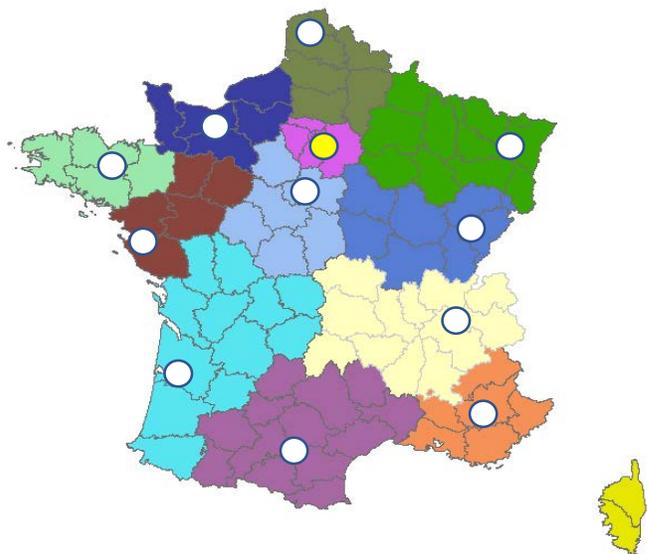
- Partie intégrante de l'INPN
- Concerne sites naturels ou anthropiques (géosites, affleurements, point de vue, carrières, sources....)

## Objectifs:

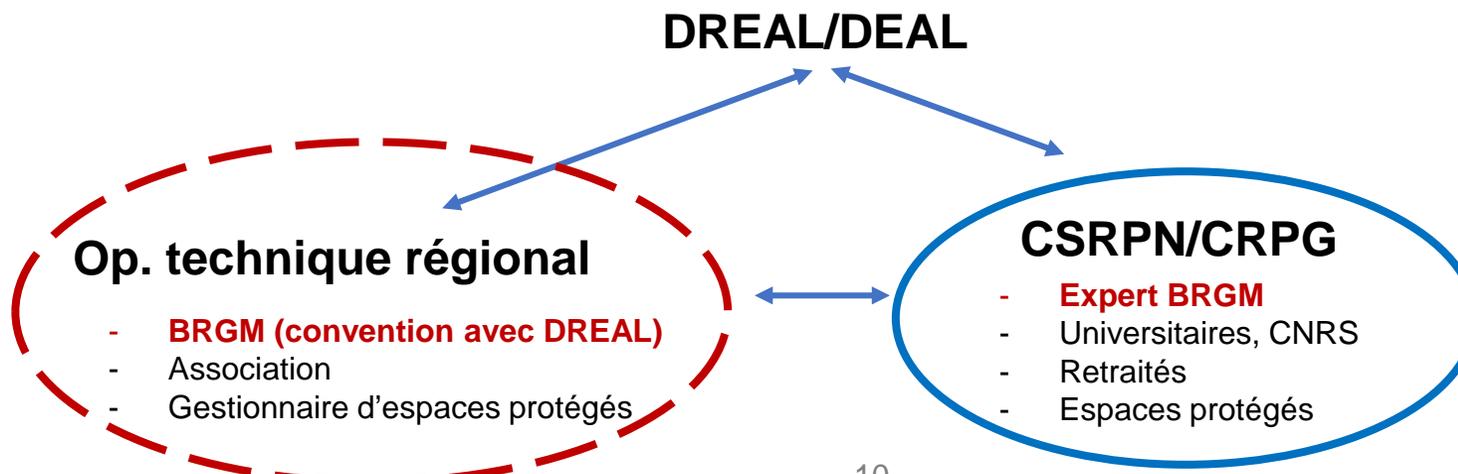
- d'identifier l'ensemble des sites et objets d'intérêt géologique, *in situ* et *ex situ* ;
  - de collecter et saisir leurs caractéristiques sur des fiches appropriées ;
  - de hiérarchiser et valider les sites d'intérêt patrimonial ;
  - d'évaluer leur vulnérabilité et les besoins en matière de protection.



# Implication du BRGM dans l'inventaire



En 2020, l'opérateur technique devient UMS-Patrinat déjà en charge des ZNIEFF

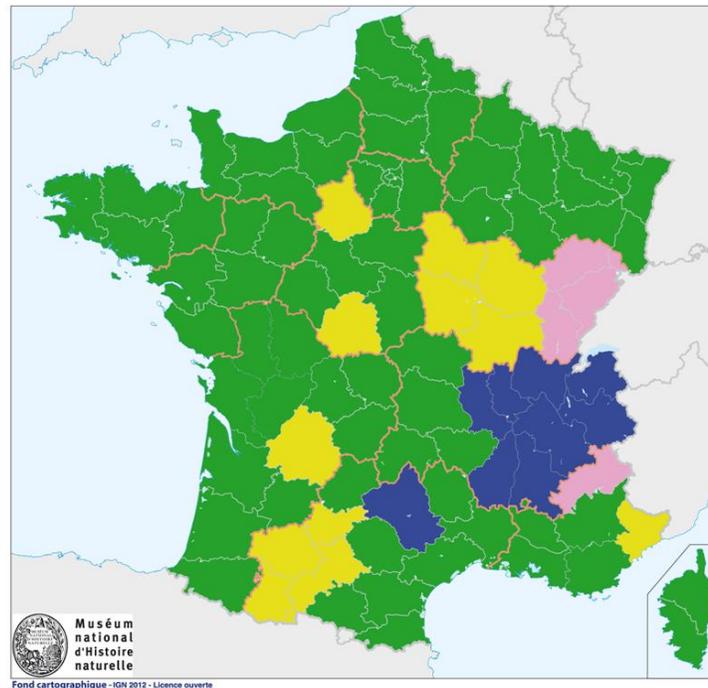
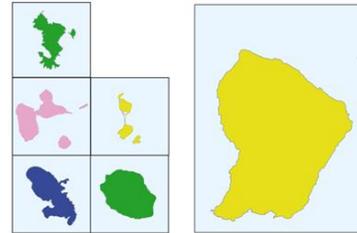


## Etat des lieux 2018

- ▶ **2 400** fiches validées au niveau national
- ▶ **4 417** fiches en cours
- ▶ **5 114** fiches attendues

### État des lieux INPG (Octobre 2018)

- Validé national
- En cours
- En révision
- Examen



▶ **20** (anciennes) régions validées au niveau national en tout ou partie

▶ toutes les régions en cours

▶ environ **600** personnes impliquées, **70** institutions/organismes

**Janvier 2020**

**5007 sites validés + 2374 sites à valider**

**≈ 10 000 sites**

- En 2020, l'opérateur technique devient UMS-Patrinat déjà en charge des ZNIEFF

## Position du BRGM ?

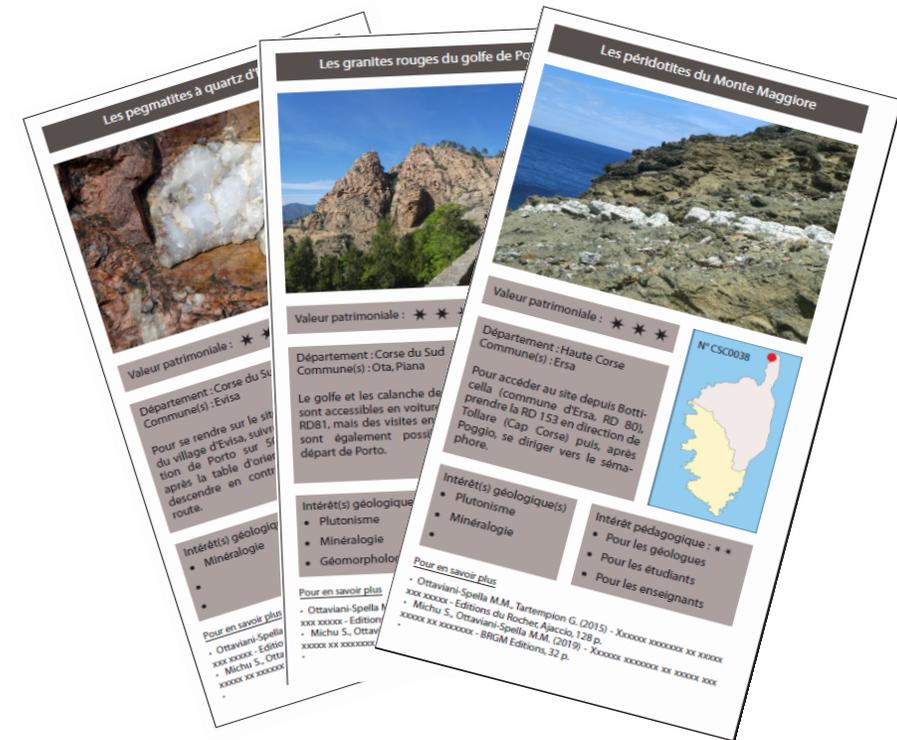
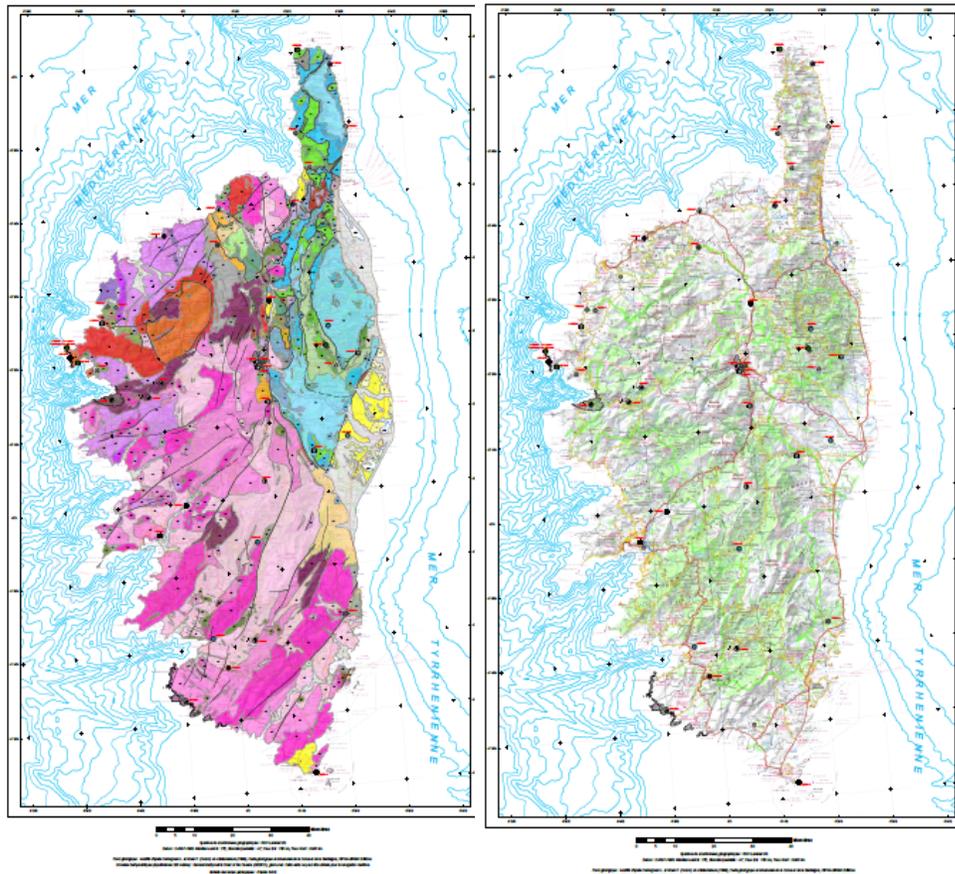
Repositionnement du BRGM dans son cœur de métier demandé par le ministère

- Valorisation du patrimoine
  - porter-à-connaissance auprès des collectivités, public ....
- Fluidifier et accroître la synergie entre les instances « parisiennes » et les CRPG
  - Mais également entre DREAL/DEB
- Propositions du BRGM validée par le MNHN et par la DEB:
- Réalisation d'une carte patrimoniale « prototype » de la Corse

# Carte de valorisation du patrimoine géologique de la Corse : un prototype...

- Au recto : les sites de l'inventaire sur fond de carte géologique simplifiée
- Au verso : les mêmes sites sur fond topographique

Livret-guide



# Patrimoine géologique de la Corse

## *Inventaire National du Patrimoine Géologique de la France*

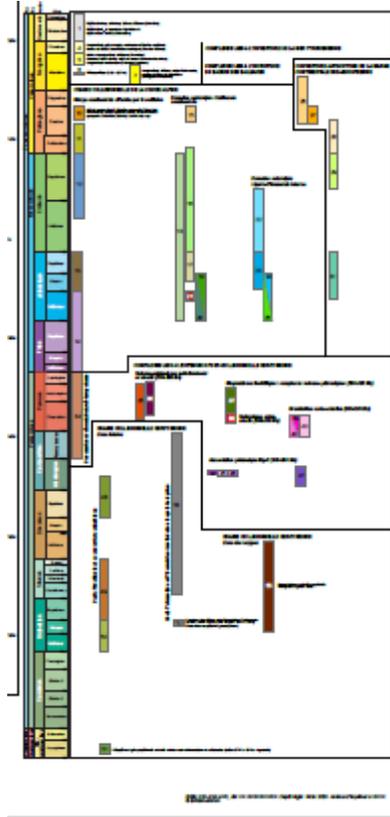
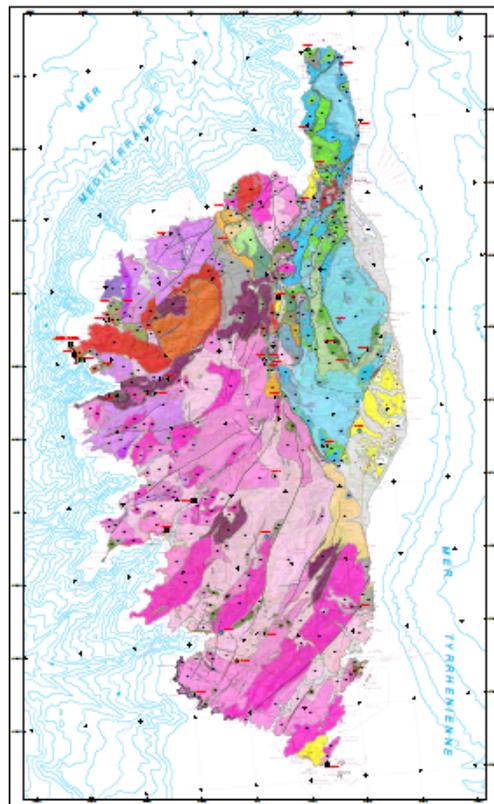
Commission Régionale du Patrimoine Géologique de la Corse :

Virginie Vincenti, Marie-Madeleine Spella, Solange Actis, Marianne Aubret, Patrick Bezert,  
Albert Demichelis, Charlène Coutin, Emilie Garel, Frédéric Huneau, Elisabeth Pereira, Jean-Louis Perez.

Compilation pour la Commission Régionale du Patrimoine Géologique de la Corse : BRGM, MNHN

Echelle de restitution : 1 / 200 000 (1 cm sur la carte équivaut à 2 km sur le terrain)

Copyright © BRGM-Service géologique national, 3 avenue Claude-Guillemain, 45060 Orléans  
© Muséum National d'Histoire Naturelle, 57 rue Cuvier, 75005 Paris



## Inventaire National du Patrimoine Géologique

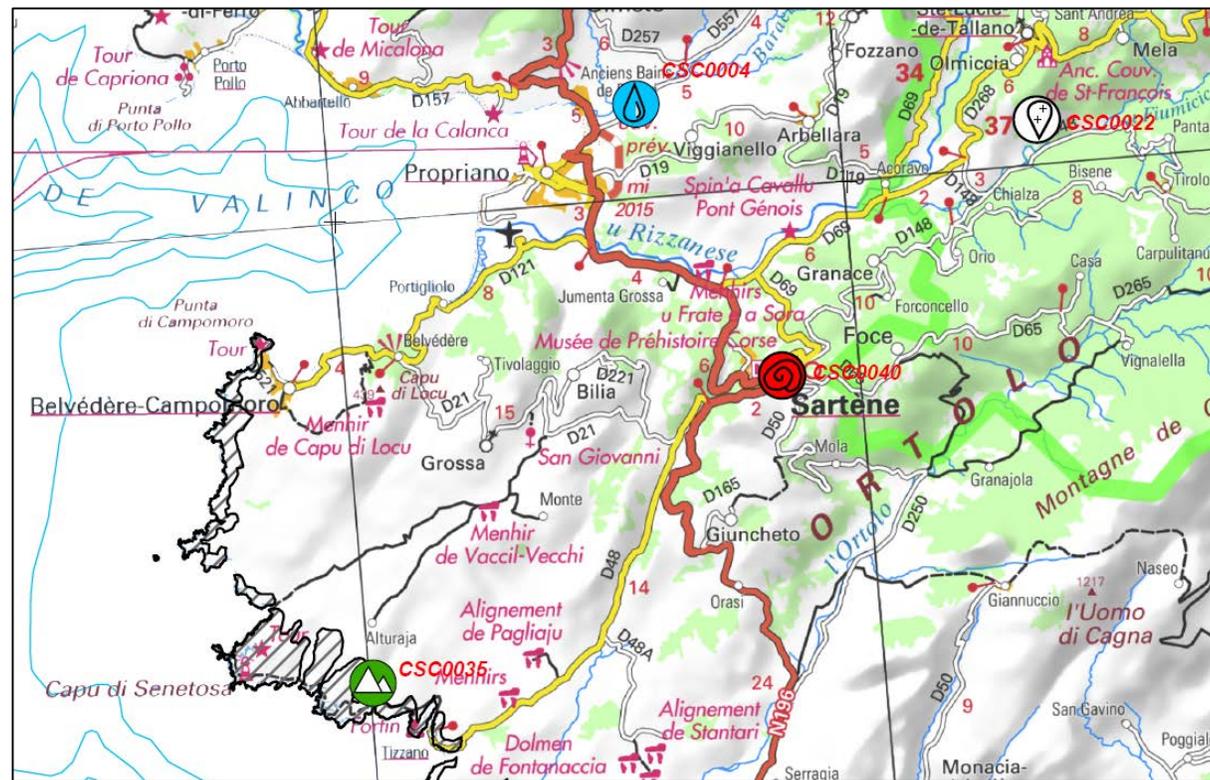
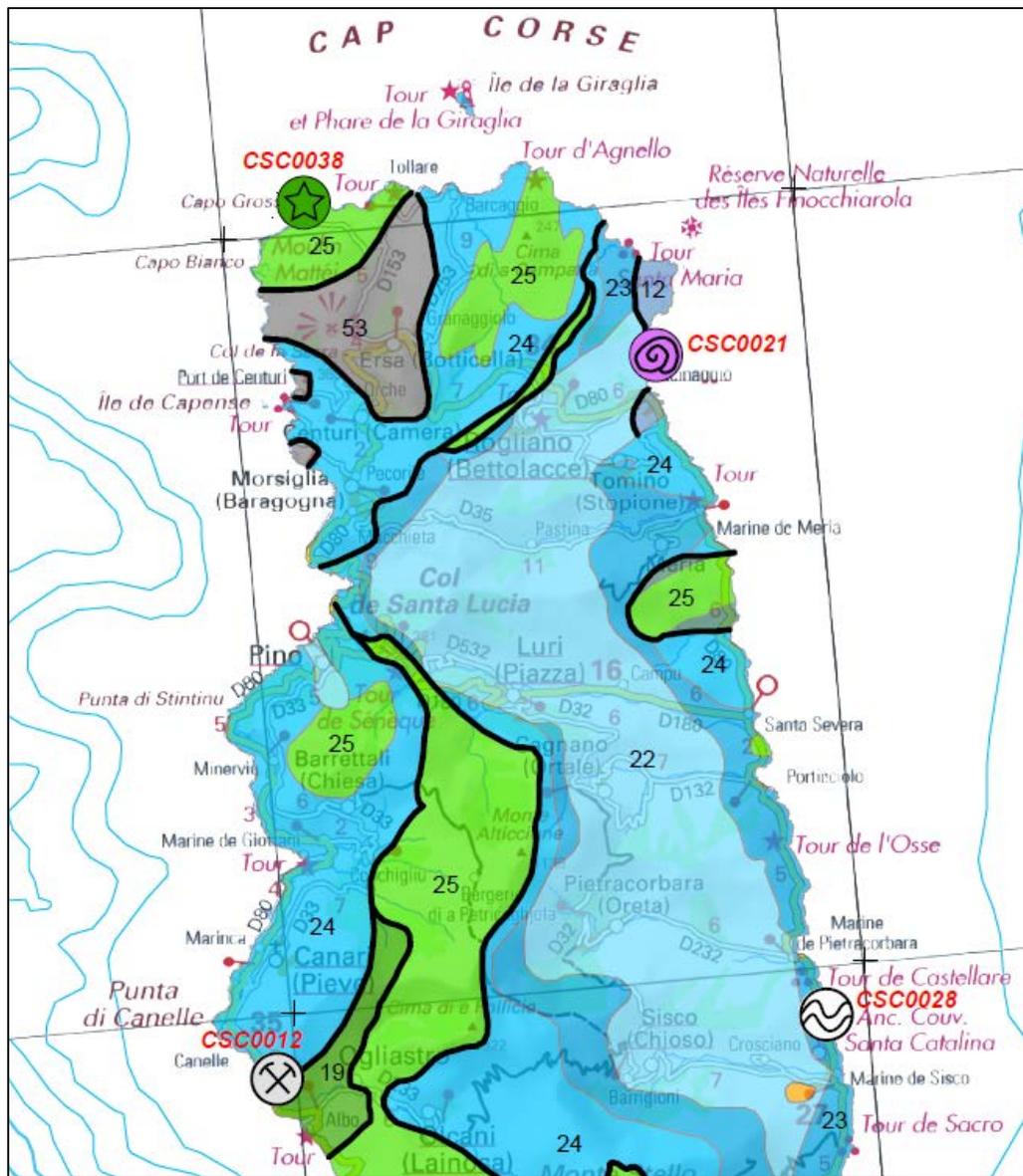
### Thématique du site d'intérêt géologique

-  Hydrogéologie, hydrothermalisme
-  Métamorphisme
-  Paléontologie
-  Plutonisme
-  Ressources minérales
-  Sédimentologie, stratigraphie
-  Tectonique
-  Volcanisme

### Type d'affleurement

-  Affleurement
-  Mine, carrière
-  Grotte, karst
-  Source
-  Point de vue
-  Géosite
-  Musée, site aménagé

 Périmètre d'un géosite



## Les orgues rhyolitiques de Scandola



Valeur patrimoniale : ★ ★ ★

Département : Corse du Sud  
Commune(s) : Osani

L'accès est facile, mais se fait uniquement par voie maritime à partir de Porto, de Calvi ou d'Ajaccio. Le débarquement est soumis à l'autorisation du Parc Naturel Régional de Corse.

N° CSC0002



Intérêt(s) géologique(s)

- Volcanisme
- Tectonique
- Géomorphologie

Intérêt pédagogique : ★ ★ ★

- Pour les enseignants
- Pour les étudiants
- Pour les amateurs

Pour en savoir plus

- Gauthier A. (2006) - Des roches, des paysages et des hommes. Géologie de la Corse - Editions Albiana, Ajaccio, 277 p.
- Cochemé J.J., Cubells J.F. (2012) - Découvrir le patrimoine naturel : Sevi-Sorru, Cruzzini-Cinarcia - CRDP Corse, 43 p.
- Graviou P., Ottaviani-Spella M.M., Pereira E., Vincenti V. (2019) - Explosions et coulées volcaniques - Revue Espèces, p. 90-91.

S'il est un site de la Corse du Sud qui présente à la fois des qualités d'ordre scientifique, patrimonial et esthétique, c'est bien celui de la presqu'île de Scandola, inscrite au patrimoine mondial de l'humanité. Ce site d'exception s'identifie à un vaste complexe volcanique extrêmement diversifié, plus ou moins circulaire et en grande partie noyé. Il s'agit d'une caldeira, structure qui s'est formée par l'effondrement d'un gigantesque réservoir de magma à la suite de sa vidange à proximité de la surface.

Parmi les faciès observés, on peut noter de nombreuses roches d'origine explosive (pyroclastites, ignimbrites, etc.) ainsi que des coulées de lave rougeâtre qui se sont mises en place il y a 255 millions d'années, à la fin du Permien. Ces coulées rubéfiées, qui s'observent surtout depuis la mer, constituent d'impressionnantes falaises pouvant atteindre une centaine de mètres de hauteur. Elles se débitent souvent sous forme de



Falaises constituées d'ignimbrites sur l'île de Gargalu.

prismes à base hexagonale, parfois spectaculaires comme dans le dôme de Punta Palazzo. Des prismes plus connus sous le nom d'orgues qui apparaissent par rétraction de la lave au moment de son refroidissement. Le phénomène est très répandu mais les coulées ont ici deux particularités : elles sont constituées de rhyolite, une roche acide dont la lave est par conséquent visqueuse et s'épanche lentement ; elles montrent des prismes qui peuvent se présenter aujourd'hui en position plus ou moins horizontale après avoir été basculés par des mouvements tectoniques.



Coulée de rhyolite prismée portée en position verticale par la tectonique.

### Les pegmatites à quartz d'Evisa



Valeur patrimoniale : ★ ★

N° CSC006

Département : Corse du Sud  
Commune(s) : Evisa

Pour se rendre sur le site à partir du village d'Evisa, suivre la direction de Porto sur 500 mètres après la table d'orientation et descendre en contrebas de la route.

Intérêt(s) géologique(s)

- Minéralogie
- 
- 

Intérêt pédagogique : ★

- Pour tout public
- 
- 

Pour en savoir plus

- Ottaviani-Spella M.M., Tartempion G. (2015) - *Xxxxxx xxxxxxxx xx xxxxxx xxx xxxxxx* - Editions du Rocher, Ajaccio, 128 p.
- Michu S., Ottaviani-Spella M.M. (2019) - *Xxxxxx xxxxxxxx xx xxxxxx xxx xxxxxx* - BRGM Editions, 32 p.

### Les granites rouges du golfe de Porto



Valeur patrimoniale : ★ ★ ★

N° CSC0015

Département : Corse du Sud  
Commune(s) : Ota, Piana

Le golfe et les calanche de Piana sont accessibles en voiture par la RD81, mais des visites en bateau sont également possibles au départ de Porto.

Intérêt(s) géologique(s)

- Plutonisme
- Minéralogie
- Géomorphologie

Intérêt pédagogique : ★ ★

- Pour les géologues
- Pour les enseignants
- Pour tout public

Pour en savoir plus

- Ottaviani-Spella M.M., Tartempion G. (2015) - *Xxxxxx xxxxxxxx xx xxxxxx xxx xxxxxx* - Editions du Rocher, Ajaccio, 128 p.
- Michu S., Ottaviani-Spella M.M. (2019) - *Xxxxxx xxxxxxxx xx xxxxxx xxx xxxxxx* - BRGM Editions, 32 p.

### Les péridotites du Monte Maggiore



Valeur patrimoniale : ★ ★ ★

N° CSC0038

Département : Haute Corse  
Commune(s) : Ersa

Pour accéder au site depuis Botticella (commune d'Ersa, RD 80), prendre la RD 153 en direction de Tollare (Cap Corse) puis, après Poggio, se diriger vers le sémaphore.

Intérêt(s) géologique(s)

- Plutonisme
- Minéralogie
- 

Intérêt pédagogique : ★ ★

- Pour les géologues
- Pour les étudiants
- Pour les enseignants

Pour en savoir plus

- Ottaviani-Spella M.M., Tartempion G. (2015) - *Xxxxxx xxxxxxxx xx xxxxxx xxx xxxxxx* - Editions du Rocher, Ajaccio, 128 p.
- Michu S., Ottaviani-Spella M.M. (2019) - *Xxxxxx xxxxxxxx xx xxxxxx xxx xxxxxx* - BRGM Editions, 32 p.

# Fiche synthétique à destination des élus:

- Au recto : site choisi pour l'INPN
- Au verso : Vulnérabilité du site et statut de protection

## Falaises calcaires miocènes de Bonifacio à Capo Pertusato



INPN: CS0042

**Situation:**  
**Corse du Sud**  
**Commune de Bonifacio**  
**Superficie : 0,2 km<sup>2</sup>**

**Caractéristique du site:**  
 Site naturel de surface  
 Affleurement

**Intérêt patrimonial: ★★★★★**  
**Besoin de protection du site: Note 4/12**

**Intérêts géologiques : sédimentologie / géomorphologie / paléontologie**

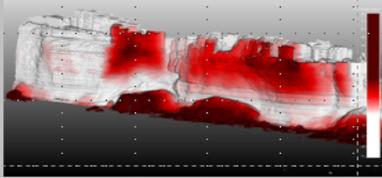
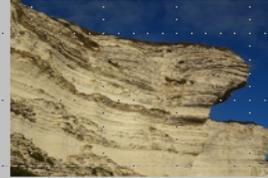
Paysage unique en Corse, les falaises calcaires de Bonifacio à Cap Pertusato mettent en évidence la planitude du causse bonifacien. Ces falaises sont constituées de sédiments déposés sur un rivage littoral il y a 15 à 15 millions d'années. Outre le caractère exceptionnel de la géomorphologie du site, les terrains géologiques contiennent des figures sédimentaires remarquables qui permettent de caractériser l'environnement des dépôts. Ainsi, à la base, la formation de Cala di Labra est une formation récifale. Elle est surmontée par la formation de Bonifacio dont la partie inférieure, épaisse d'une trentaine de mètres, correspond à des dépôts de plage grandement influencés par l'action de la houle et des vagues de tempêtes (de 0 à +10 m de profondeur). La partie supérieure, d'au moins cinquante mètres d'épaisseur témoigne d'un milieu de dépôt légèrement plus profond (0 à -10 m). Cette formation renferme de nombreux foraminifères planctoniques.




### Vulnérabilité du site

**Risques naturels** – Les risques naturels identifiés sont les mouvements de terrain liés au phénomène d'érosion différentielle. Constituée à la base de sables fins peu consolidés, la formation de Bonifacio est une roche tendre, très sensible à l'érosion marine. La partie supérieure, constituée de grès et de calcarénites, correspond à un faciès également tendre, sensible aux érosions météoriques (vents, pluies) érodant particulièrement le niveau gréseux et mettant en surplomb les bancs plus calcaires. A Bonifacio, le surplomb est d'une quinzaine de mètres et il atteint 35 mètres à Suttaroc. Les taux de recul estimés de la falaise varient selon la localisation de 1 à 10 cm/an. Facteurs aggravants : fracturation et karstification.

**Risques anthropiques** : non identifiés

Modélisation du surplomb par microphotographie      Surplomb de Suttaroc

### Statut de protection

Site classé : Falaises et plateau de Bonifacio et plateau de la Trinité  
 Réserve naturelle des Bouches de Bonifacio  
 Zone de protection spéciale (directive « oiseaux »)  
 Zone spéciale de conservation (directive « habitat »)  
 Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres.



### Inventaires

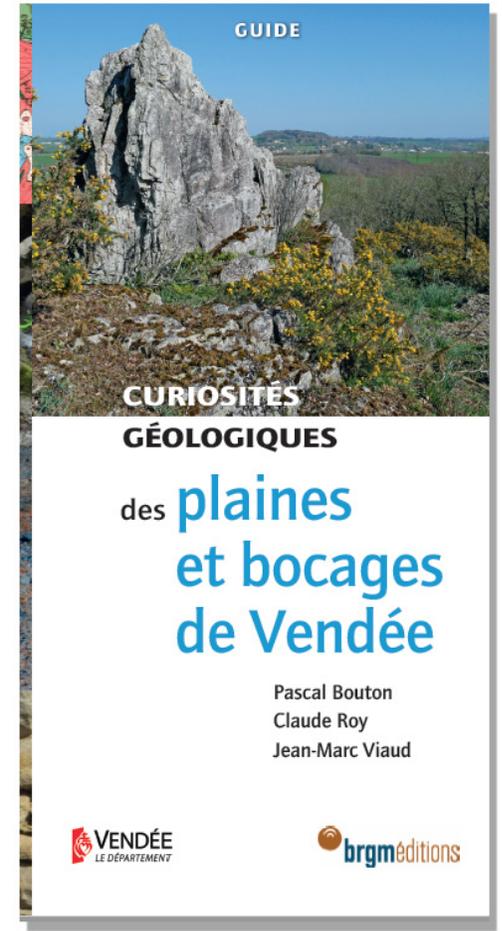
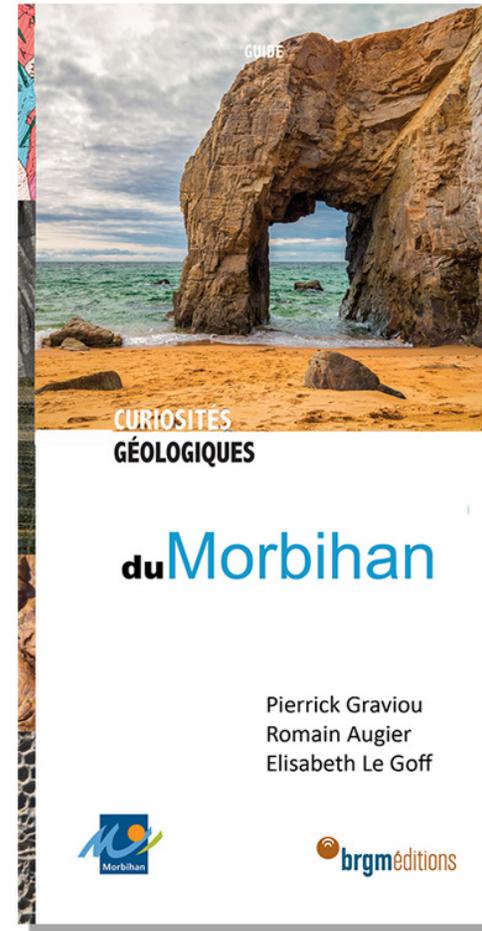
ZNIEFF Type I 940013179  
 ZNIEFF Type II 940004115  
 INPN: CS0042

Introduit par la loi du 27 février 2002 relative à la démocratie de proximité, l'inventaire du patrimoine géologique est un outil qui dresse l'état des lieux des connaissances et en assure la diffusion. Il n'a pas de portée juridique mais il constitue la composante géologique du grand inventaire du patrimoine naturel institué pour l'ensemble du territoire national terrestre, fluvial et marin (art. L. 411-5 du code de l'environnement) et signale la présence de sites géologiques remarquables qui requièrent une attention particulière. Il a à ce titre la même portée juridique que l'inventaire des Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF).

## Position du BRGM pas tout à fait consolidée

### Atouts du BRGM:

- Intervient à tous les niveaux dans la mécanique de l'INPG (contrairement au MNHN)
- Forte expérience en matière de valorisation
- Implantations régionales et relations avec les gestionnaires d'espaces protégés, sociétés savantes, collectivités, Services déconcentrés etc...
- Projets internationaux



**Fin 2019: 27 guides des curiosités géologiques & 21 guides rouges**

## En France:

- Participation à l'inventaire continu à tous les niveaux (Commission de validation nationale / CRPG et co-maîtrise d'ouvrage avec les DREAL)
- Développer les relations DAT/DREAL pour produire des cartes patrimoniales et selon les cas ouvrages
- Participation accrues à la valorisation du patrimoine avec l'ensemble des acteurs de la société civile (parcs, réserves, géoparcs), organismes très demandeurs.

## A l'international

- Dans les projets à l'international, sessions de formation des homologues à l'instar de c qui a été fait dans PanAfGeo (Maroc + Madagascar)
- Participation au Comité des Géoparcs UNESCO