

Sous la direction de Valérie Boutin et Laurent Geray
Olivier Monnier • Michael Jentzer • Adrien Flavigny • Jacques Bouffette

Illustrations de Laurent Geray

DÉCRYPTER LES GRANDS PROCESSUS GÉOLOGIQUES

Ce que révèlent les cartes géologiques

LIRE | INTERPRÉTER | RECONSTITUER

+ EN LIGNE

QCM interactifs



OFFERT

deboeck
SUPÉRIEUR



brgméditations

DÉCRYPTER
LES GRANDS
**PROCESSUS
GÉOLOGIQUES**

Sous la direction de Valérie Boutin et Laurent Geray
Olivier Monnier • Michael Jentzer • Adrien Flavigny • Jacques Bouffette

Illustrations de Laurent Geray

DÉCRYPTER LES GRANDS PROCESSUS GÉOLOGIQUES

Ce que révèlent les cartes géologiques

LIRE

INTERPRÉTER

RECONSTITUER

+ EN LIGNE

QCM interactifs



deboeck
SUPÉRIEUR **B**

 **brgm**éditions

Pour toute information sur notre fonds et les nouveautés
dans votre domaine de spécialisation,
consultez notre site web :
www.deboecksuperieur.com

© De Boeck Supérieur s.a., 2026
Rue du Bosquet, 7 – 1348 Louvain-la-Neuve

Illustrations scientifiques : Laurent Geray
Maquette et mise en page de l'intérieur : Laurent Geray
Cartes géologiques avec l'aimable autorisation du BRGM et du parc naturel régional des volcans d'Auvergne
Tous droits réservés pour tous pays.

Il est interdit, sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, de reproduire (notamment par photocopie) partiellement ou totalement le présent ouvrage, de le stocker dans une banque de données ou de le communiquer au public, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit.

Ce livre ne peut être reproduit ni utilisé à des fins d'entraînement de systèmes d'intelligence artificielle. La fouille de textes et de données est interdite conformément à l'article 4(3) de la Directive (UE) 2019/790.

Dans le cas où le livre comporte des ressources numériques en ligne, ces dernières sont des compléments offerts à l'achat du livre. Par respect du droit d'auteurs, ces ressources sont incessibles, interdites de reproduction et réservées à un usage strictement personnel. Elles sont soumises aux conditions d'utilisation en vigueur (CGU) accessibles sur notre site et peuvent, pour des raisons commerciales, légales, d'évolution technique ou de contenu, être supprimées ou interrompues à tout moment, sans garantie de maintien ou de compensation.

Dans le cas où les QR codes et liens hypertextes permettent d'accéder à des sites internet tiers, la responsabilité de De Boeck Supérieur n'est pas engagée, notamment quant à leur éventuel dysfonctionnement ou à leur indisponibilité d'accès.

Dépôt légal :
Bibliothèque nationale, Paris : août 2026
Bibliothèque royale de Belgique, Bruxelles : 2026/13647/125

ISBN 978-2-8073-6456-1

La carte géologique de la France, avec ses aplats de couleurs, ses traits épais et ses petits numéros, est bien plus qu'un simple outil pédagogique affiché sur les murs de nos classes : elle est un objet emblématique des sciences de la Terre. À la fois objet graphique et représentation scientifique, elle est le fruit de plus de deux siècles d'observations de terrain, de mesures rigoureuses et d'analyses en laboratoire. Sa complexité en fait un véritable défi pour l'étudiant, qui doit y décrypter des données, reconstituer des continuités, modéliser des volumes et inférer des chronologies.

Objet de synthèse par excellence, la carte géologique condense en une seule image les informations essentielles d'un territoire, que la pensée scientifique restitue ensuite sous forme de coupes, de schémas structuraux ou de synthèses synoptiques. Mais de quelle carte parle-t-on ? Les échelles, la pétrographie, la tectonique, les ressources : autant de dimensions que les cartes combinent pour offrir aux scientifiques, aux ingénieurs et aux décideurs une vision intégrée des territoires. À travers un jeu d'échelles fractales, elles révèlent les paysages visibles et les structures cachées, transformant ainsi des données brutes en modèles cohérents de compréhension.

Car la carte géologique n'est pas une simple juxtaposition d'informations : elle est une interprétation, une mise en récit des données. Elle propose une vision structurée du réel, un modèle qui donne sens à la complexité du sous-sol.

C'est dans cette perspective que s'inscrit le présent ouvrage, qui développe une approche originale et pédagogique. Au-delà des coupes et schémas structuraux classiques, il invite à une lecture active des cartes, permettant de comprendre les grandes structures et les processus fondamentaux des sciences de la Terre. En établissant un dialogue constant entre les mécanismes géologiques, leur expression dans les paysages et leur représentation cartographique, il offre aux lecteurs les clés pour décrypter les cartes et y reconnaître les dynamiques à l'œuvre dans la lithosphère.

Rédigé et illustré par des enseignants expérimentés, conscients des difficultés rencontrées par les étudiants, cet ouvrage propose une analyse progressive et modulaire des cartes géologiques. Sa clarté et sa rigueur en font un outil précieux pour les étudiants de Licence, de classes préparatoires ou en filière enseignement, ainsi que pour les professeurs en exercice. Il révèle toute la richesse des outils cartographiques et ouvre la voie à une exploration passionnante du monde géologique.

Les auteurs nous convient ici à une aventure intellectuelle : celle de la découverte et de la maîtrise des cartes géologiques, instruments irremplaçables pour comprendre notre planète.

Joseph Segarra

Inspecteur général de l'éducation, du sport et de la recherche

Sommaire

CHAPITRE I - Décrypter les informations d'une carte géologique

Introduction générale page 01

Exploitations de cartes page 05



CHAPITRE II - Reconstituer une chronologie relative

Introduction générale page 17

Exploitations de cartes page 19



CHAPITRE III - Décrypter le phénomène sédimentaire

Introduction générale page 37

Exploitations de cartes page 43



CHAPITRE IV - Reconstituer les processus magmatiques

Introduction générale page 79

Exploitations de cartes page 85



CHAPITRE V - Illustrer les différents types de métamorphisme

Introduction générale page 119

Exploitations de cartes page 127



CHAPITRE VI - Décrypter les déformations

Introduction générale page 159

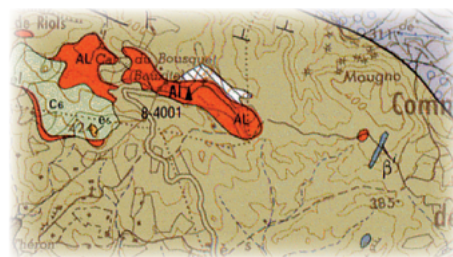
Exploitations de cartes page 167



CHAPITRE VII - Identifier les ressources géologiques

Introduction générale page 189

Exploitations de cartes page 193



LEXIQUE page 203

Introduction générale

CARTE TOPOGRAPHIQUE ET CARTE GÉOLOGIQUE : IGN ET BRGM

La **carte topographique**, telle qu'elle est produite par l'**Institut Géographique National (IGN)**, constitue la base indispensable de toute cartographie scientifique. Elle représente avec précision le relief, les cours d'eau, les infrastructures humaines et les principaux éléments de paysage. Elle traduit la **surface visible** en la représentant en deux dimensions. Les altitudes y sont figurées par des **courbes de niveau**, lignes qui relient tous les points situés à la même hauteur (fig. 1-1).

Toute carte repose toutefois sur des choix techniques : un système de **projection** (en France, la projection conique **conforme de Lambert**) et un système de géoréférencement, c'est-à-dire l'ensemble des coordonnées de référence qui permettent de replacer chaque point de la carte sur la surface terrestre. Ces choix, indispensables à toute représentation cartographique, entraînent des distorsions inévitables, affectant les angles ou les surfaces.

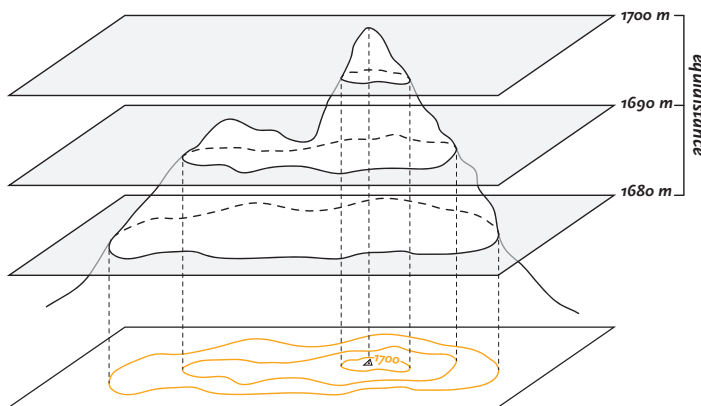


Figure 1-1 – courbes de niveau

Les **courbes de niveau** correspondent à la projection en deux dimensions d'un relief en trois dimensions. Chaque courbe relie l'ensemble des points situés à la même altitude. Sur l'exemple présenté, les plans horizontaux à 1680 m, 1690 m et 1700 m découpent la montagne, et leurs intersections avec le relief définissent des contours fermés. Ces contours sont ensuite projetés sur le plan de la carte pour former des courbes de niveau. L'intervalle régulier entre deux courbes successives s'appelle l'**équidistance** : il indique la différence d'altitude représentée. Ainsi, des courbes très rapprochées signalent une pente raide, alors que des courbes espacées traduisent un relief doux.

La **carte géologique**, produite en France par le **Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)**, repose sur cette base topographique mais lui ajoute une **interprétation géologique** : nature et organisation dans l'espace des terrains constituant le sous-sol, âge des roches, structures tectoniques. Ainsi, là où la carte IGN indiquera une colline boisée, la carte BRGM précisera si cette colline est formée de granite, de calcaires jurassiques ou de coulées volcaniques, mais ne précisera pas la présence d'une forêt.

ATTENTION – ne pas confondre sol et sous-sol



Le **sol**, au sens pédologique, est une mince couche organominérale, épaisse de quelques centimètres à quelques mètres (en climat tempéré). Il résulte de l'altération de la roche mère sous-jacente et de l'activité biologique. C'est le milieu où se développent les racines et où circulent l'eau et les nutriments exploités par les végétaux.

La carte géologique, en revanche, représente uniquement le **sous-sol**, c'est-à-dire les formations géologiques (calcaires, marnes, granites, basaltes, gneiss, alluvions, colluvions etc.). Elle ne renseigne pas sur la composition du sol, qui peut être très différente de la roche sous-jacente (ex : un sol argileux peut se développer sur un sous-sol calcaire).

La carte topographique constitue une « **photographie** » de surface, tandis que la carte géologique est une « **radiographie** », révélant ce qui est masqué par la végétation, les sols et les aménagements humains.

LA CARTE GÉOLOGIQUE : UN MODÈLE INTERPRÉTATIF

Contrairement à la carte topographique, qui résulte de relevés directs du terrain (*photogrammétrie aérienne, lidar, mesures GPS différentielles*), la **carte géologique** ne se contente pas de reporter ce que l'on observe. Elle résulte d'une **démarche scientifique** fondée sur des **relevés de terrain**, directs – observations d'affleurements, ou indirects – résultats de sondages, forages, données géophysiques.

Lors de leurs prospections, les géologues consignent sur des **minutes de terrain** (fig. 1-2) la nature des roches et leurs structures (*plis, failles, pendages*). Ces esquisses cartographiques, établies sur fonds topographiques, consignent les affleurements observés directement sur le terrain. Mais comme les affleurements sont rares et discontinus, il faut ensuite interpoler (*prolonger entre deux points connus*) et parfois **extrapoler** (*proposer une continuité au-delà de la zone étudiée*) afin de produire une carte.

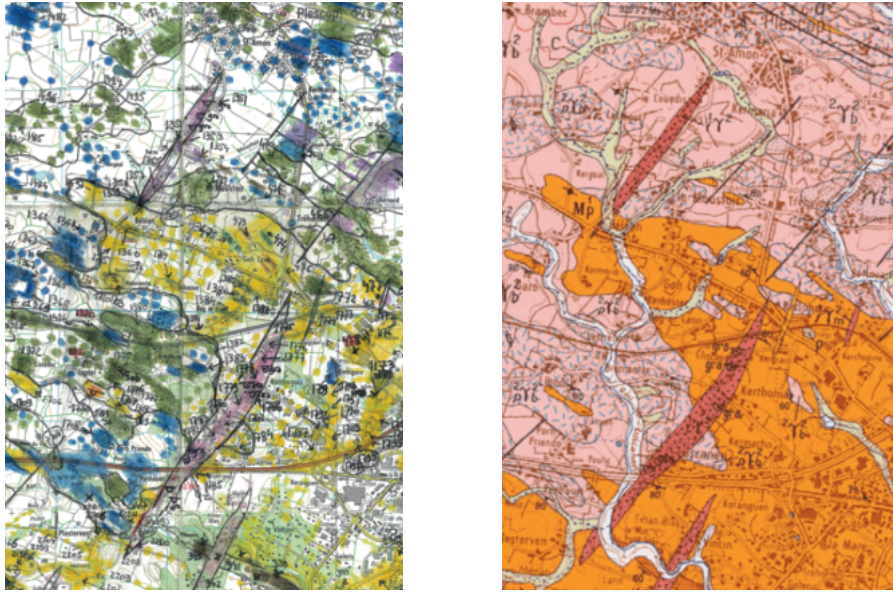


Figure 1-2 – de la minute de terrain à la carte géologique

À gauche, minute de terrain (© Romain Augier, université d'Orléans) ; à droite, extrait de la carte géologique de Vannes (417) au 1/50 000

La carte géologique est donc un **modèle scientifique**, construit à partir de données nécessairement partielles, et révisable au fil des avancées de la recherche. C'est pourquoi plusieurs éditions d'une même feuille peuvent exister : chaque nouvelle édition intègre l'avancée des connaissances et affine le modèle précédent (fig. 1-3).



Figure 1-3 – à gauche, extrait de la carte de Mazamet (1012) publiée en 1979 à droite – même extrait de la carte publiée en 2012

Les deux cartes concordent sur la plaine alluviale au nord, mais diffèrent fortement au sud de Mazamet. Dans la version de 1979, les terrains sont représentés de façon simple : une vaste zone de gneiss (en jaune) est associée à des bandes de calcaires métamorphisés (bleu) et des granites (rouge). L'édition de 2012 propose une représentation plus détaillée : des orthogneiss (en rose) sont distingués des schistes (en bleu) et recoupés par des filons de quartz (en jaune). La carte géologique est un modèle révisable : les données limitées de 1979 imposaient une vision générale, alors que les connaissances et méthodes acquises depuis ont permis de préciser la nature et la structure du sous-sol.

S'ORIENTER SUR UNE CARTE GÉOLOGIQUE : VOCABULAIRE ET CONVENTIONS

Comme tout document cartographique, la carte géologique nécessite que l'on s'oriente.

Dans le cadre de la lecture de carte géologique, cette rose des vents (fig. 1-4) indique que l'on peut décrire une orientation soit avec des notations fines (N, E, NNE, ENE, etc.), soit directement en degrés (angles mesurés dans le plan horizontal, à partir du nord géographique, dans le sens des aiguilles d'une montre). Par exemple, une orientation NE correspond à N45 (45° par rapport au Nord). Il est également possible d'utiliser des adjectifs : **septentrional (N)**, **méridional (S)**, **oriental (E)**, **occidental (O)**.

Remarque : on utilise parfois l'adjectif « **méridien** » pour décrire une orientation N-S. Ainsi, dire que « les volcans sont alignés selon une direction méridienne » signifie qu'ils sont disposés selon un axe nord-sud.

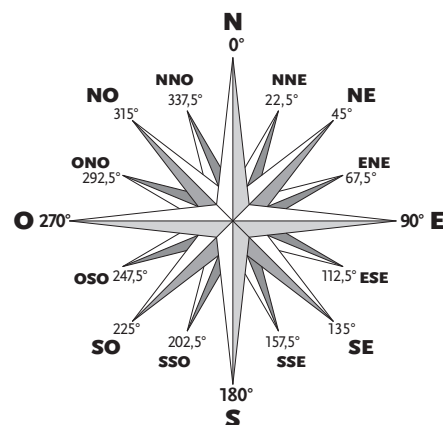


Figure 1-4 – les points cardinaux

MESURER ET COMPARER : L'ÉCHELLE DE LA CARTE

Un autre aspect fondamental de la lecture est l'échelle.

- ♦ **La carte de France au 1/1 000 000 (1 cm = 10 km sur le terrain)** fournit une vision globale des grands ensembles géologiques. Elle ne représente ni les altitudes ni les détails locaux : les unités sont fortement généralisées.
- ♦ **Les cartes au 1/250 000 (1 cm pour 2,5 km)** constituent un intermédiaire utile pour appréhender une région entière comme la Provence, le Massif Central ou la Corse.
- ♦ **Les cartes au 1/50 000 (1 cm pour 500 m)** constituent l'outil de base de la géologie régionale. Elles permettent d'observer en détail la géométrie des formations et d'analyser finement les relations entre relief, lithologie et structures du sous-sol.

ATTENTION – grande échelle ou petite échelle ?



Une échelle correspond à une **fraction 1/X**. Plus le dénominateur est petit, plus l'échelle est dite « **grande** ». Ainsi, une carte au 1/50 000 (1 cm ↔ 50 000 cm = 500 m) est à grande échelle, tandis qu'une carte au 1/1 000 000 (1 cm ↔ 1 000 000 cm = 10 km) est à petite échelle. Dans le langage courant, l'usage s'est inversé (un problème « à grande échelle » signifie « global »). Pour éviter les confusions, on peut parler de cartes locales (1/50 000), cartes régionales (1/250 000) et cartes nationales ou continentales (1/1 000 000 et au-delà).

À petite échelle, les structures locales s'effacent au profit des grands ensembles. À grande échelle, au contraire, apparaissent les détails structuraux et stratigraphiques, souvent invisibles sur les cartes générales.

La **figure 1-5** illustre les résolutions différentes apportées par les différentes représentations cartographiques.

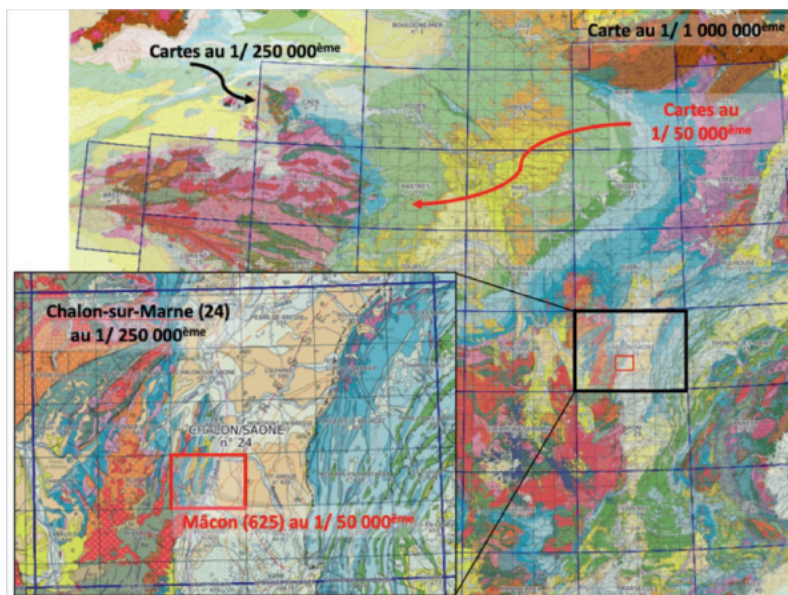


Figure 1-5 – localisation de la carte locale de Mâcon (625) sur la carte régionale de Chalon/Saône (24) et sur la carte de la France au 1/1 000 000

LA NOTICE DE LA CARTE : UN COMPLÉMENT PRÉCIEUX MAIS D'USAGE PARFOIS DÉLICAT

Les cartes du territoire français au **1/250 000** et **1/50 000** sont accompagnées de **notices** : ce sont des livrets qui décrivent :

- ◆ le contexte géologique régional,
- ◆ les **formations géologiques**, décrites l'une après l'autre, avec parfois des compléments (*composition chimique, âges absolus*),
- ◆ les ressources géologiques présentes sur le territoire cartographié (*eau douce, matériaux, minerais*),
- ◆ une bibliographie scientifique qui recense les principales références (*articles, thèses, rapports disponibles au moment de la confection de la carte et de la notice*).

Certaines notices incluent aussi des documents complémentaires : schémas structuraux, cartes paléogéographiques, données géophysiques, résultats de sondages, coupes géologiques au travers de la carte (*permettant de visualiser la structure en profondeur*). Dans les éditions les plus récentes, elles proposent parfois des itinéraires géologiques à parcourir sur le territoire étudié. En règle générale, plus les cartes sont récentes, plus leurs notices sont riches et détaillées.

ATTENTION – la notion de formation géologique



En cartographie, le terme **formation** désigne une unité géologique représentée sur la carte, et non un processus de formation. Pour éviter les confusions, il est donc préférable de préciser « *formation géologique* » ou d'utiliser directement le terme « *unité* ».

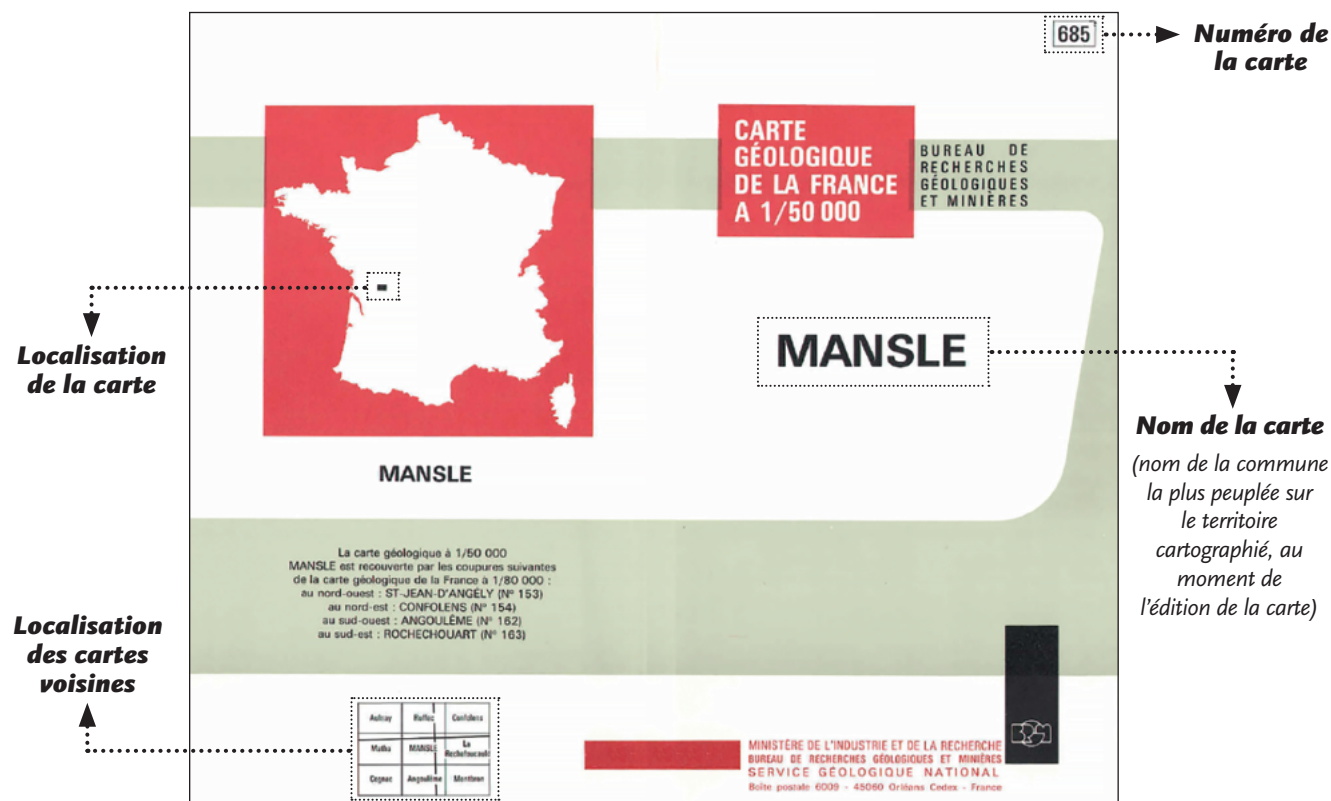


Figure 1-6 – couverture de la notice de la carte géologique de Mansle (685) au 1/50 000

Le numéro (ici **685**) permet de positionner la carte sur le tableau d'assemblage des cartes géologiques au 1/50 000 disponible sur le site du BRGM. Les cartes métropolitaines sont numérotées de **2** (au nord : carte de Calais) à **1127** (au sud : carte de Sotta, au sud de la Corse).

La simple observation de la couverture de la notice permet de localiser la carte (ici, dans le Bassin Aquitain).

La notice n'est pas destinée aux néophytes : elle utilise un vocabulaire technique précis et offre rarement des explications pédagogiques. Elle constitue donc un outil pour lecteurs avertis, dans lequel un débutant peut rapidement se perdre.

Comment décoder et interpréter une carte géologique selon son échelle et son niveau de détail ?

PROGRESSION

I – La carte de France au millionième

- 1 – *La légende des terrains sédimentaires et volcaniques*
- 2 – *La légende des terrains plutoniques*
- 3 – *La légende des terrains métamorphiques*
- 4 – *Les structures tectoniques et éléments morphologiques remarquables*
- 5 – *Deux exemples d'exploitation de la légende de la carte de France au millionième*

II – Les cartes régionales (1/250 000) et locales (1/50 000)

Carte de Mâcon (625)

- 1 – *La légende : les formations sédimentaires sont codées à l'aide de couleurs, de lettres latines et de chiffres*
- 2 – *La carte : les géométries des terrains sédimentaires peuvent être reconstituées en utilisant des critères simples*

La légende se compose de deux parties :

- [illegible]

(figurées par des surcharges sur les couleurs)

 Dunes et cordons littoraux

Sables des Landes
(sur substrat cénozoïque)

 Dépôts fluvio-marins
(du domaine émergé) Dépôts glaciaires
moraines

 Dépôts marins : Sables de Fontainebleau (f) et Pliocène (p) du pourtour méditerranéen

 Brèches marines paléocènes remaniant le Mésozoïque métamorphique des Pyrénées

 Faciès urgonien (c1)
du bassin subalpin

Dépôts continentaux : (m) des bassins de Paris et d'Aquitaine et (k et o) du Massif Armoricain

 Flyschs varisques et alpins (1 : flyschs à blocs, mégaloturbidites, complexes chaotiques)

Argiles à silex (sur c2)
du bassin de Paris

6

1 – La légende des terrains sédimentaires et volcaniques

De part et d'autre des cartouches colorés figurent deux échelles temporelles complémentaires.

À gauche se trouve la succession des **ères géologiques** (*Protérozoïque, Paléozoïque, Mésozoïque, Cénozoïque*), subdivisées en **périodes** (*Cambrien, Ordovicien, etc.*) : c'est l'**échelle chronostratigraphique**.

Remarque : avec cet ouvrage, l'échelle chronostratigraphique est fournie en encart mobile

À droite sont reportés les âges absolus des limites entre périodes ainsi que la chronologie des principales **orogénèses** (*icartienne* : 2100 à 1800 Ma ; *cadomienne* ou *panafricaine* : 670 à 540 Ma ; *varisque* ou *hercynienne* : 435 à 295 Ma ; *alpine* : 96 à 1,75 Ma).

♦ LA LÉGENDE DES TERRAINS VOLCANIQUES RÉCENTS

La légende des terrains volcaniques récents se trouve en position centrale de la carte, dans la colonne de cartouches intitulée « *Volcanisme lié aux rifts péri-alpins* ». Cette localisation rappelle que le volcanisme récent de la France métropolitaine est lié à des rifts continentaux situés à l'ouest des Alpes. Les terrains correspondants couvrent un intervalle d'âges allant du Crétacé supérieur au Quaternaire.

La couleur des cartouches traduit la nature pétrographique des roches (cf. chapitre 4) :

- ♦ « **violet – bleu-vert** » = « *hawaïites - basanites - téphrites* », roches apparentées aux **basaltes**, roches volcaniques pas ou peu différenciées (*volcanisme effusif*).
- ♦ « **tirés colorés sur fond blanc** » = « *mugéarites - trachytes - phonolites* », de roches volcaniques différenciées (*volcanisme extrusif et explosif*).

Enfin, les **notations** associées précisent l'âge : une lettre renvoie à la période géologique correspondante (*par exemple m pour le Miocène, voir échelle chronostratigraphique*), tandis que la position verticale des cartouches dans la colonne respecte l'ordre chronologique.

♦ LA LÉGENDE DES TERRAINS SÉDIMENTAIRES ET VOLCANIQUES ANCIENS

Les deux colonnes de gauche de la légende correspondent à la rubrique **Stratigraphie – Sédimentaire et Volcanisme**.

Les **terrains sédimentaires** y sont représentés **uniquement par leur âge stratigraphique** : chaque cartouche combine une **couleur** et une **notation**, et leur disposition suit un ordre chronologique décroissant, du bas vers le haut.

Par exemple, le bleu clair est associé à la notation **j3** (*Jurassique supérieur*). **Aucune indication n'est donnée sur la nature pétrographique de ces terrains, en raison de leur très grande diversité**. En bas de la légende figurent toutefois des symboles particuliers, qui mettent en évidence d'une part des dépôts récents du Quaternaire (*dunes littorales, moraines glaciaires, dépôts fluvio-marins*), et d'autre part certains faciès sédimentaires régionaux remarquables (*sables de Fontainebleau, flyschs pyrénéens, argiles à silex du Bassin de Paris*).

Les **terrains volcaniques anciens**, antérieurs au Crétacé, sont désignés par les mêmes cartouches que les terrains sédimentaires, mais leur appartenance au magmatisme est signalée par des **symboles en surcharge**. Ces derniers sont explicités dans la **figure 1-8** et feront l'objet d'explications détaillées au début du chapitre 4.

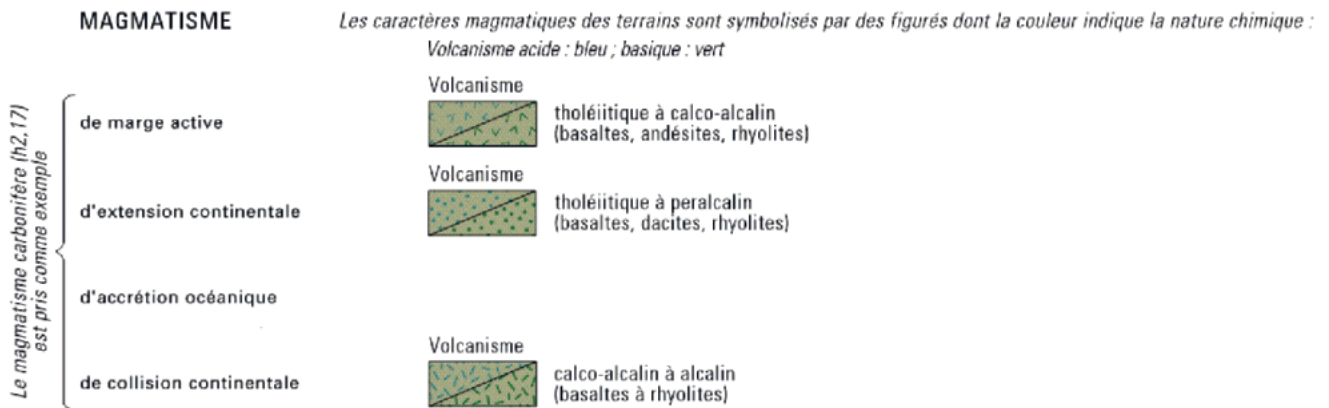


Figure 1-8 – légende de la carte de France au millionième : les surcharges spécifiques aux terrains volcaniques

La couleur du figuré correspond à la chimie du volcanisme :

Bleu = volcanisme acide (*rhyolites, dacites*)

Vert = volcanisme basique (*basaltes, andésites*)

Les **motifs** en surcharge indiquent le **contexte géodynamique** : magmatisme de marge active (*subduction*), magmatisme d'extension continentale (*rifting*), magmatisme de collision continentale.

2 – Les formations plutoniques

Un terrain plutonique est une zone où affleurent des roches cristallisées lentement en profondeur à partir d'un magma (ex. *granite*, *diorite*, *gabbro*).

Dans la légende de la carte, ces terrains apparaissent dans la colonne de droite (fig. 1-7), intitulée **Plutonisme**. Leur représentation combine plusieurs éléments. D'abord une **couleur** associée à un **chiffre**, qui permet de préciser l'âge absolu. Enfin, une **surcharge** graphique peut compléter l'information, dont le code est présenté figure 1-9 (les termes correspondants seront expliqués plus en détail au chapitre 4).

On notera la présence des **orthogneiss** parmi ces cartouches : bien qu'il s'agisse de roches métamorphiques, leur origine de granitoïde justifie leur regroupement avec les plutons, choix dicté aussi par des raisons de lisibilité. L'examen de cette partie de la légende montre que la majorité des terrains plutoniques métropolitains datent du Protérozoïque et du Paléozoïque.

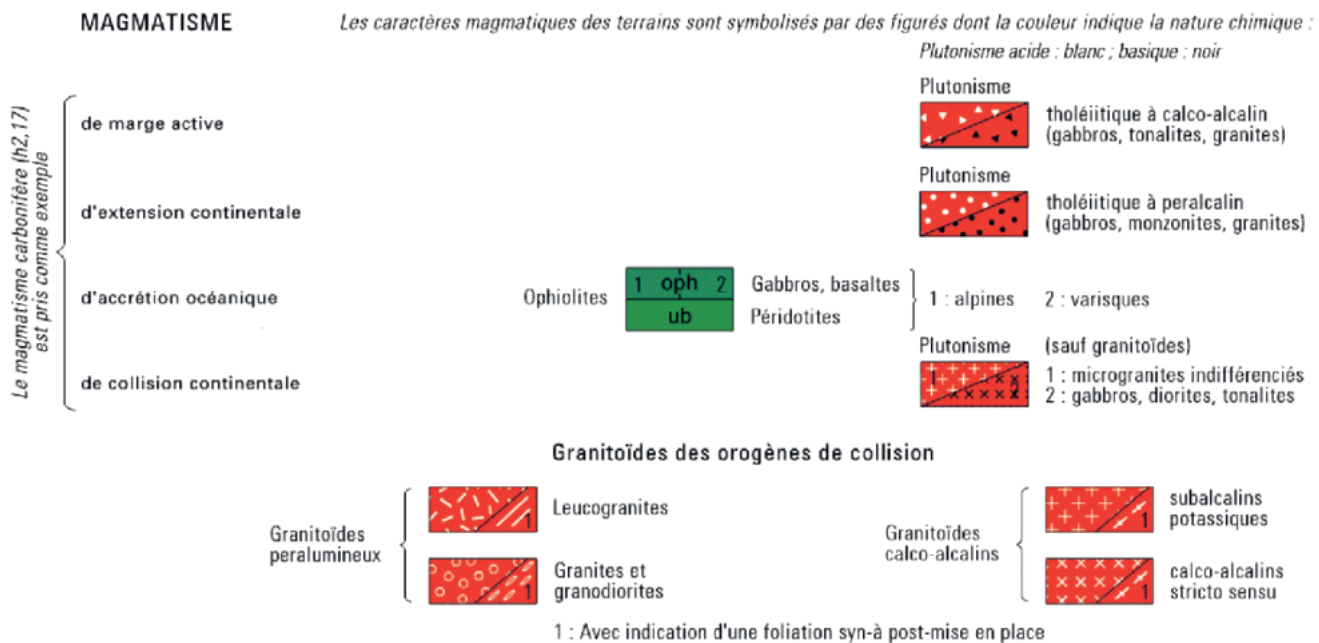


Figure 1-9 – légende de la carte de France au millionième : les surcharges spécifiques aux terrains plutoniques

◆ La **couleur** du figuré distingue le **caractère acide** (blanc) ou **basique** (noir) des roches plutoniques.

◆ Les **motifs** indiquent le **type de magmatisme** :

- de **marge active** (subduction océanique) : plutonisme tholéiitique à calco-alcalin.
- d'**extension continentale** (rifting) : plutonisme tholéiitique à peralcalin
- d'**accrétion océanique** : ophiolites distinguées selon leur âge (1 = alpines, 2 = varisques)
- de **collision continentale** : granitoïdes formés lors des orogénèses de collision.

La légende distingue deux grands types :

- o Les granitoïdes peralumineux, riches en aluminium, résultent en général de l'**anatexie** de la croûte continentale : ils dérivent de la fusion partielle de métasédiments en contexte de métamorphisme profond.
- o Les granitoïdes calco-alcalins (subalcalins potassiques, calco-alcalins stricto sensu) proviennent de la fusion partielle du manteau hydraté, puis de la différenciation du magma au sein de la croûte épaissie, en contexte de subduction continentale ou de collision active.

La légende mentionne également par des figurés déformés la présence d'une « foliation syn- à post-mise en place », qui indique que l'intrusion s'est cristallisée alors que la croûte était encore en cours de déformation. Cela signifie que la mise en place des plutons est contemporaine (syn-) ou légèrement postérieure (post-) aux grandes phases tectoniques compressives.

Ces figurés (fig. 1-8 et 1-9) permettent donc de relier une formation magmatique, qu'elle soit volcanique ou plutonique à la fois à sa composition pétrographique et au contexte géodynamique dans lequel elle s'est mise en place.

3 – Les formations métamorphiques

Un terrain métamorphique est un ensemble de roches ayant subi des transformations minéralogiques et structurales à l'état solide, sous l'effet de variations de pression, de température et/ou de circulation de fluides. De telles roches ont subi une histoire complexe, et les principaux événements de cette histoire peuvent être retrouvés dans la légende.

- ❶ Une roche métamorphique dérive d'un **protolithe** (roche préexistante), qui peut être sédimentaire ou magmatique. Cette origine est représentée par les conventions vues précédemment : couleur/notation pour les protolithes de nature sédimentaire ; couleur/numéro pour les protolithes magmatiques.

Les autres caractéristiques du métamorphisme sont révélées par des **surcharges** (fig. 1-10).

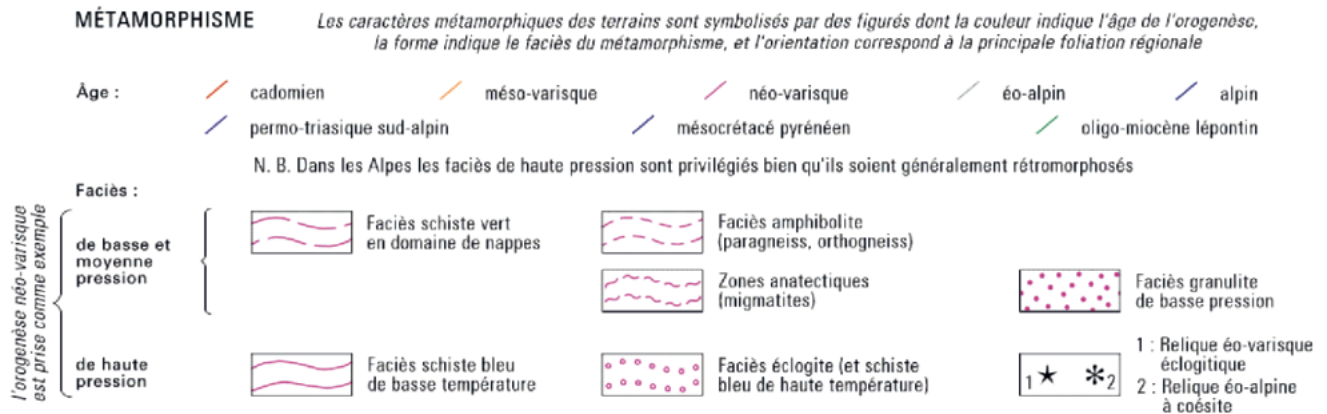


Figure 1-10 – légende de la carte de France au millionième : les surcharges spécifiques des terrains métamorphiques

- ❷ Le métamorphisme a atteint un certain degré (gamme de températures et de pressions maximales) qui peut être décrit par la notion de faciès métamorphique (voir l'introduction du chapitre 5 pour des explications plus précises). Les **faciès métamorphiques** sont représentés par une surcharge linéaire (fig. 1-10) :

- **Faciès de basse à moyenne pression** : schistes verts (conditions modérées), amphibolites (orthogneiss, paragneiss), zones anatectiques (migmatites), granulites (hautes températures). Ces conditions sont obtenues lors de la formation d'une chaîne de montagnes (collision) ou d'extension continentale (rifting).
- **Faciès de haute pression** : schistes bleus (basse température), éclogites (moyenne à haute température). Ces conditions sont obtenues lors d'une subduction.

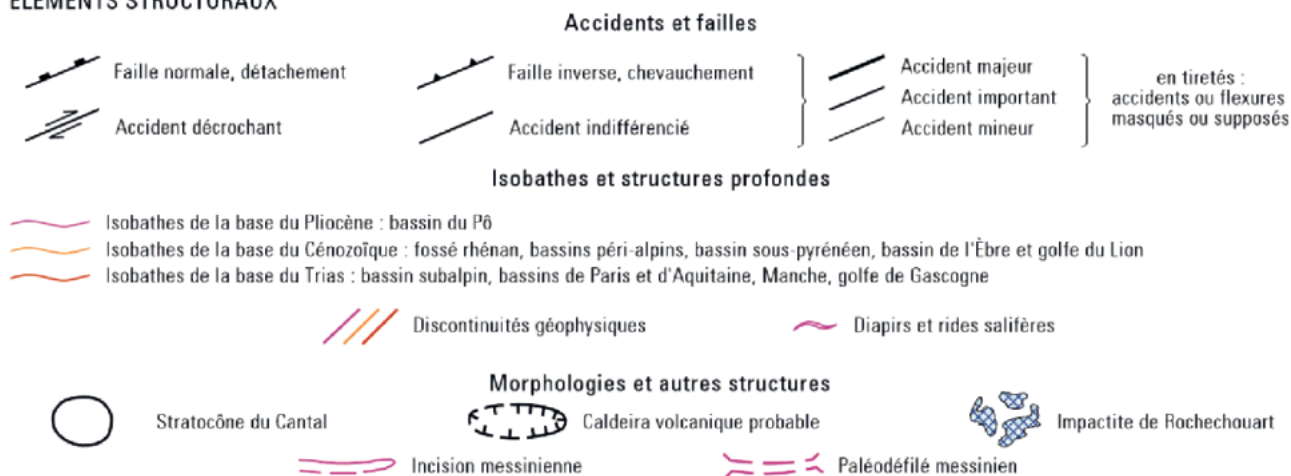
- ❸ Le métamorphisme est daté : l'âge du métamorphisme est indiqué par la couleur de la surcharge évoquée précédemment (ex : rouge pour le métamorphisme néo-varisque, daté de la fin de l'orogénèse varisque, entre 335 et 300 Ma). La carte de France au 1/1000000 utilise des surcharges spécifiques pour représenter le métamorphisme.

- ❹ Le métamorphisme est associé à des déformations d'ampleur régionale. Les surcharges évoquées ci-dessus ne sont pas dessinées avec une orientation aléatoire : leur orientation correspond à la principale foliation régionale. Cela permet de visualiser les directions tectoniques dominantes à l'échelle du massif.

- ❺ Des figurés particuliers signalent des reliques exceptionnelles : reliques éo-varisques éclogitiques et reliques éo-alpines à coésite, témoins exceptionnels d'un métamorphisme de très haute pression (> 2,7 GPa), révélant un enfouissement crustal à plus de 90 km de profondeur.

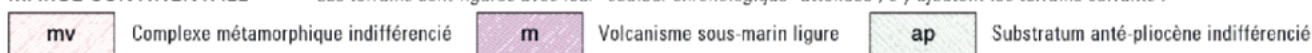
4 – Les structures tectoniques et les éléments morphologiques remarquables

ÉLÉMENTS STRUCTURAUX



MARGE CONTINENTALE

Les terrains sont figurés avec leur "couleur chronologique" atténuée ; s'y ajoutent les terrains suivants :



N. B. Les failles et les figurés du métamorphisme et du magmatisme sont portés en teinte grise

Morphologies et structures sous-marines



Figure 1-11 – légende de la carte de France au millionième : les structures tectoniques et éléments morphologiques

Cette partie de la légende constitue une **rubrique hétérogène**, qui regroupe des éléments structuraux variés.

- ◆ Les **failles** (cf. chapitre 6) sont représentées selon leur type : normales/détachements, inverses/chevauchements ou décrochements. Leur importance (*majeure, importante ou mineure*) est indiquée par l'épaisseur du trait. Les pointillés signalent des accidents supposés ou masqués sous les terrains récents.
- ◆ Les **isobathes** représentent les profondeurs de niveaux de référence (*exemple : base du Trias dans le Bassin de Paris*). Ce sont l'équivalent des courbes de niveau mais en profondeur : elles permettent de visualiser la géométrie des bassins sédimentaires.
- ◆ Les **discontinuités géophysiques** marquent des limites profondes identifiées par la sismique ou la gravimétrie. Elles complètent l'information purement géologique en intégrant des données indirectes.
- ◆ Les **diapirs salifères** indiquent des remontées de sel ancien (*souvent triasique*), mis en place sous l'effet de la faible densité et de la plasticité du sel. Ces structures jouent un rôle notable dans l'architecture des bassins sédimentaires.
- ◆ Les **incisions** et **paléoreliefs messiniens** correspondent aux ravinements creusés lorsque la Méditerranée a été partiellement asséchée, au Messinien (*Miocène supérieur, 5,9 à 5,3 Ma*). Les cours d'eau ont alors profondément entaillé les marges, et ces paléovallées sont aujourd'hui recouvertes par les dépôts pliocènes.

La légende présente également les **morphologies et structures sous-marines**, repérables sur la **marge continentale** qui traduisent des **processus actuels ou récents** : bancs sableux et dômes de sel ; **cicatrices d'arrachement** et **masses glissées**, témoins de déplacements gravitaires sur les pentes continentales ; **éventails sous-marins** construits par les **turbidites** au débouché des fleuves. À noter qu'en domaine marin, les informations reportées étant moins nombreuses qu'en domaine émergé, la bathymétrie est indiquée (*lignes bleues avec des valeurs de profondeur*). Elle permet de mettre en évidence la morphologie des marges en plateau continental, talus, glacis et plaine abyssale.

Enfin, quelques figurés particuliers signalent des **édifices remarquables** : limite du strato-volcan du Cantal (cf. section 4-11-1), et l'impactite de Rochechouart, résultat d'un impact météoritique (cf. section 5-1-3).

II – Les cartes régionales (1/250 000) et locales (1/50 000)

Les formations magmatiques et métamorphiques sont codées par des couleurs et des lettres grecques :

- ◆ Roches magmatiques : α - andésite, β - basalte, τ - trachytes, ρ - rhyolites, γ - granites, etc.
- ◆ Roches métamorphiques : ζ ou χ - micaschistes, ξ - gneiss, etc.

L'étude détaillée des représentations cartographiques en région magmatique ou métamorphique est présentée dans les chapitres 4 et 5.

Les formations sédimentaires sont très détaillées sur les cartes régionales et locales, y compris les plus anciennes. L'extrait de la carte géologique de Mâcon (1/50 000 - 625) reproduit dans la **figure 1-14** servira de modèle dans cette section.

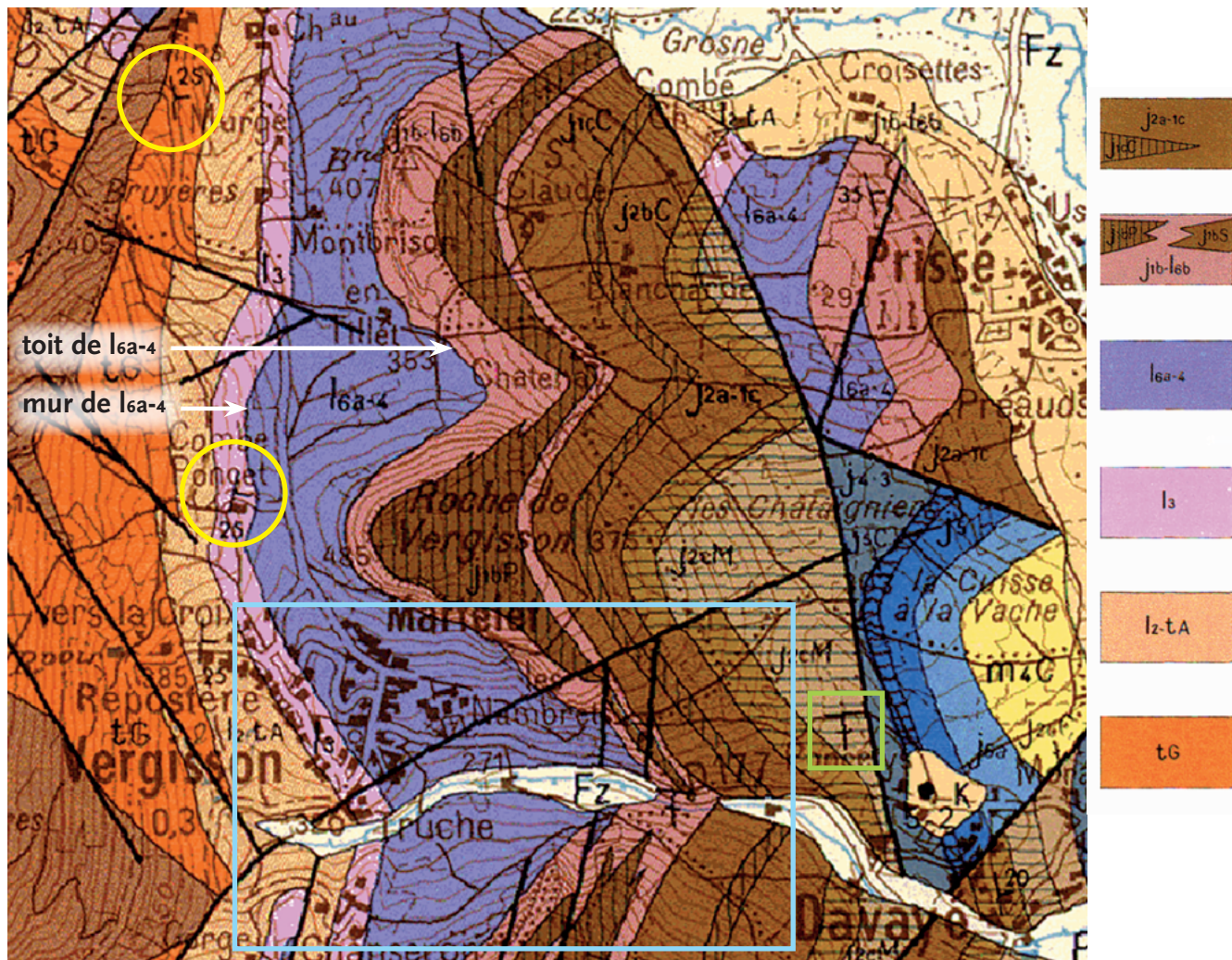


Figure 1-14 – extrait de la carte de Mâcon - 669 et de sa légende

LIRE UNE CARTE GÉOLOGIQUE, C'EST APPRENDRE À VOIR AU-DELÀ DU PAYSAGE

Ce livre explore les **grands processus géologiques** à partir de cartes issues du territoire français. De la lecture des formations à la reconstitution des environnements sédimentaires, des dynamiques magmatiques aux transformations métamorphiques, jusqu'aux styles de déformation et aux ressources géologiques, il offre une approche progressive et appliquée de l'interprétation cartographique.

S'appuyant sur de **nombreux exemples** (Alpes, Bassin parisien, chaîne des Puys, Montagne Noire, littoraux français...), il met en lumière la manière dont les cartes géologiques permettent de comprendre les dynamiques à l'origine des paysages actuels.

Un **outil méthodologique, rigoureux et illustré** pour mobiliser les **concepts fondamentaux** de la géologie et **accompagner l'apprentissage** de la lecture et de l'interprétation des **cartes géologiques**.

- Près de 70 extraits de cartes géologiques exploités et interprétés
- Une démarche progressive de lecture et d'analyse cartographique
- Des études de cas couvrant les grands contextes géodynamiques
- Des synthèses méthodologiques et des QCM interactifs

Cet ouvrage s'adresse aux étudiants de licence et de master, aux élèves des classes préparatoires, ainsi qu'aux candidats aux concours du CAPES et de l'Agrégation. Il constitue également une ressource utile pour les enseignants en sciences de la Terre.

Les auteurs, tous enseignants en géologie à différents niveaux — des classes préparatoires à l'université, en passant par la formation continue des enseignants — s'appuient sur une solide expérience pédagogique. Habituels aux jurys de concours, ils en connaissent parfaitement les exigences spécifiques.

29,90 €

ISBN : 978-2-8073-6456-1



9 782807 364561



www.deboecksuperieur.com

 **brgméditations**