

Carte géomorphologique de la France à 1/1 000 000*

Fernand JOLY ⁽¹⁾

Geomorphological map of France (1:1 000 000 scale)

Géologie de la France, n° 2, 1994, pp. 39-44, 2 fig.

Mots-clés : Cartographie, Relief continent, France.

Key words: Mapping, Landforms, France.

Résumé

Réaliser une carte géomorphologique de la France à 1/1 000 000 se justifiait par la nécessité de tenir compte des progrès accomplis tant en géomorphologie que dans les techniques de la cartographie. La carte présentée est une oeuvre collective, directement inspirée des principes généraux de la cartographie géomorphologique à moyenne échelle préconisés et expérimentés depuis 1970 par les géomorphologues français : confronter les formes du terrain avec les facteurs de leur genèse et de leur évolution. L'exécution technique a bénéficié de la collaboration entre la cartographie assistée par ordinateur pratiquée à l'IGN et la cartographie manuelle classique effectuée au Laboratoire IMAGEO du CNRS. La carte à 1/1 000 000 est une carte synoptique dont le mérite essentiel est de fournir une vue globale de la géomorphologie de la France. Elle permet néanmoins, en lecture rapprochée, de poser un grand nombre de problèmes de détail dont la solution dépend d'une cartographie à plus grande échelle. Elle apparaît surtout, parmi l'ensemble des cartes existantes à la même échelle, comme un des chaînons nécessaires à la connaissance des caractères physiques du territoire français.

Abstract

The geomorphological map of France on the scale of 1:1 000 000 brings up to date the map on the same scale published by Emm. de Martonne in the Atlas de France in 1942. It takes into account the progress in geomorphological research, geomorphological knowledge of France, and in remote-sensing and cartographical techniques. The map results from collective work applying methods tested since 1970 by French geomorphologists in medium-scale geomorphological mapping. Its purpose is to compare the landforms with genetic and evolutive factors. The coloured lithological and structural background shows the major morphostructural areas (ancient massifs, sedimentary basins, active mountain ranges, volcanic edifices). The morphodynamic systems and the surficial deposits are represented by different colours (e.g. fluvial green, glacial purple, eolian yellow, coastal blue). The landforms are shown by spot, linear or zonal symbols in the colour of their geomorphological system. The technical realization combines the computer aided mapping (SEMIO process) used by the Institut géographique national (IGN) with the conventional manual cartography carried out in the IMAGEO (CNRS) laboratory. A short analysis and critical examination of the map are presented. The map is synoptic showing a general

view of the geomorphology of France. Nevertheless, more detailed study reveals numerous problems, the solution of which lies in larger scaled mapping. The geomorphological map of France on 1:1 000 000 naturally takes its place among the other maps on the same scale as a contribution to the knowledge of the physical features of the France

Introduction

Longtemps la seule carte géomorphologique d'ensemble de la France à l'échelle de 1/1 000 000 a été celle élaborée par E. de Martonne et publiée en 1942 dans l'Atlas de France du Comité national français de Géographie ⁽¹⁾.

Réaliser une nouvelle carte à cette échelle s'imposait donc pour tenir compte des progrès accomplis dans la problématique de la géomorphologie, dans la connaissance géomorphologique du territoire français et dans les techniques de la cartographie. Il s'agissait notamment, au-delà des données classiques de la géomorphologie structurale, d'intégrer celles, plus neuves, issues d'une analyse plus poussée de la géomorphologie dynamique et des formations superficielles. Parallèlement, l'essor de la télédétection et de la cartographie assistée par ordinateur promettait un meilleur

(1) Pl. 8, "Morphologie", en 4 feuilles, in Atlas de France, CNG, Paris, 1942.

* Communication orale présentée à la réunion "Géologie de la France", Paris, 14-15 décembre 1993. Manuscrit reçu le 14 février 1994, accepté définitivement le 8 juin 1994.

(1) Professeur honoraire, Université Paris 7, Institut de Géographie, 191 rue Saint Jacques, 75005 Paris.

traitement cartographique des observations de terrain.

La principale difficulté résidait dans le fait que, à la différence de la géologie, la géomorphologie ne dispose pas d'une base cartographique détaillée à moyenne ou à grande échelle couvrant la totalité du pays ⁽²⁾. Il a donc fallu faire appel à la fois à l'expérience des géomorphologues régionaux et à l'exploitation d'une documentation riche, mais inégale et dispersée: bibliographie, travaux originaux, cartographies locales à diverses échelles et images de télédétection.

La carte géomorphologique de la France ici présentée ⁽³⁾ résulte ainsi de la collaboration d'une soixantaine de chercheurs, pour la plupart universitaires, et de plusieurs organismes scientifiques ou techniques comme le CNRS, l'IGN ou le BRGM. Telle, elle paraît répondre correctement à ce qu'on peut attendre d'une carte synoptique à l'échelle de 1/1 000 000.

Conception et préparation de la carte

Les principes adoptés pour la rédaction de la carte de France à 1/1 000 000 dérivent directement des principes généraux de la cartographie géomorphologique à moyenne échelle élaborés et testés depuis 1970 par les géomorphologues français ⁽⁴⁾. L'objectif reste le même : confronter les formes du terrain avec les facteurs de leur genèse et de leur évolution. Mais la réduction nécessite une généralisation. Cette généralisa-

tion touche principalement le dessin : schématisation des tracés et adaptation des symboles. Les taxons trop encombrants ou thématiquement négligeables sont éliminés ou regroupés en taxons d'ordre supérieur. En revanche, tous ceux qui sont compatibles avec l'échelle sont conservés et disposés dans leur implantation naturelle (fig. 2).

La légende de la carte (fig. 1) s'inspire de la légende générale (actuellement en cours de révision), mais envisagée du point de vue régional et national, à l'échelle de l'imagerie satellitaire. Dans ce cas, bien des détails s'atténuent ou disparaissent au profit des grands ensembles et des formes majeures de la morphologie.

Le fond coloré est un fond lithologique et structural. Il révèle l'influence de deux groupes de facteurs :

Facteurs structuraux (traités en couleurs "chaudes")

L'affleurement des formations lithologiques du substratum suggère une dominante des processus d'érosion. La teinte dans la couleur est en principe d'autant plus foncée que la résistance de la roche est plus grande.

De grands domaines morphostructuraux sont mis en évidence : massifs anciens (roches cristallines, carmin ; roches sédimentaires, mauve) ; bassins sédimentaires méso-cénozoïques (brun) ; chaînes actives (autochtones, vermillon ; allochtones, violet-parme) ; édifices volcaniques (basaltiques, bleu foncé ; autres, orangé).

Facteurs dynamiques (exprimés en couleurs "froides")

Les formations superficielles, considérées par leur nature et leur disposition comme témoins des processus dynamiques, jalonnent les différentes étapes de la morphogénèse : altération, ablation, transport et accumulation. Ne figurent sur la carte que celles dont l'épaisseur ou l'extension sont significatives à l'échelle. La teinte dans la couleur est d'autant plus foncée que l'âge est plus récent.

Des domaines morphodynamiques, plus ou moins morcelés, sont mis en valeur. Ils sont caractérisés par l'intervention, unique ou combinée, des divers systèmes morphogéniques : héritages antéquatéraux (altérations in situ, bleu gris ; formations détritiques déplacées, bleu pétrole) ; systèmes quaternaires (fluvial, vert émeraude ; glaciaire, violet ; karstique, bleu turquoise ; éolien, jaune ; littoral, bleu outremer ; sous-marin, bleu clair).

Les formes du terrain, objet principal de la géomorphologie, sont représentées par des signes ou des graphismes ponctuels ou linéaires, plus rarement zonaux, dans la couleur du domaine morphostructural ou morphodynamique auquel elles appartiennent.

Chaque collaborateur a, pour son territoire, rédigé à l'aide d'une légende provisoire une minute composée de deux planches (formes et formations) à l'échelle de 1/500 000. Les vides subsistants ont été comblés par des recherches bibliographiques et par l'interprétation des cartes existantes : topographiques, géologiques ou géomorphologiques, supervisées par les vues du satellite Landsat. La mise à l'échelle, la généralisation et la coordination des documents de base ont été effectuées au Centre d'études et de réalisations cartographiques géographiques (CERCG) du CNRS. Le dessin manuscrit de la maquette a été établi par F. Joly sur un fond orohydrographique fourni par l'IGN.

Réalisation technique

La réalisation technique de la carte a pu être menée à bien grâce à la collaboration entre le Laboratoire IMAGEO (CNRS), successeur du CERCG et la Cellule de cartographie thématique de l'IGN. Elle a consisté à combiner la technique assistée par ordinateur pratiquée à l'IGN (C. Vuillecot, F. Le Cordix) avec la technique manuelle classique d'exécution des cartes effectuée au Laboratoire IMAGEO (J. Bessac-Giraudet).

L'IGN a fourni un fond numérisé unique à 1/1 000 000 comportant le réseau hydrographique, les côtes et le relief. Les courbes de niveau, conservées

(2) Il n'existe que 18 cartes géomorphologiques détaillées à 1/50 000, publiées par le CERCG/CNRS et diffusées par la Librairie du CNRS : Béziers, Brest, Breteuil-sur-Iton, Castellane, Courville-sur-Eure, Chartres, Dreux, Evreux, Grenoble, Les Andelys, Narbonne, Nogent-le-Roi, Saint-André-de-l'Eure, Saint-Chély-d'Apcher, Saint-Chinian, Saint-Girons, Saugues, Strasbourg.
(3) F. Joly, Carte géomorphologique de la France à 1/1 000 000, GIP RECLUS, Montpellier, coll. RECLUS Modes d'emploi : n° 11, Quart NW, 1987 ; n° 13, Quart NE, 1988 ; n° 19, Quart SE, 1992 ; n° 20, Quart SW et Corse, 1993. Ces cartes sont en vente au GIP RECLUS, Maison de la Géographie, 17 rue Abbé-de-l'Epée, 34000 Montpellier.

(4) Cartographie géomorphologique. Travaux de la RCP 77, Doc. de Géographie, n°série, 12, CNRS Paris, 1971, 2 vol. : texte et cartes h.t.

dans un premier temps comme repères pour la rédaction de la maquette, ont été supprimées au moment du tirage et remplacées par un semis assez dense de cotes d'altitude. Chaque plage définie par une couleur, un poncif ou la superposition des deux, a été limitée par un contour fermé numérisé, puis effacé à l'impression. Les graphismes retenus, établis à partir des fichiers de la charte SEMIO-IGN, ont été automatiquement positionnés puis restitués sur les trois films cyan, jaune et magenta nécessaires à la composition trichrome. Les tracés linéaires ou ponctuels (formes) et la mise en place des lettres et cotes d'altitude, exécutés manuellement, ont fait l'objet de huit autres films repérés avec les précédents: rouge, brun, vert, orangé, bleu clair, bleu foncé, violet et noir. Soit au total 11 passages (3 + 8) en machine.

L'impression définitive en offset a été faite au CERCG-IMAGEO (R.Cohen). Pour des raisons techniques et financières, la carte n'a pas pu être tirée en une seule feuille et en une seule fois. Un montage en quatre feuilles a été étudié de manière à obtenir un recouvrement assez large pour ne pas sacrifier sur une feuille isolée une part trop grande d'un groupement significatif (Bassin parisien, Massif central, Pyrénées notamment). C'est le GIP-RECLUS de Montpellier qui a assuré la publication de l'ensemble, chacune des quatre feuilles étant incluse dans un fascicule descriptif (3).

La numération des contours et l'utilisation du système SEMIO ont par ailleurs permis de concevoir et de réaliser une carte dérivée à 1/2 500 000 destinée au nouvel Atlas de France envisagé par le GIP-RECLUS.

Ce qu'on peut voir sur la carte à 1/1 000 000

Le choix du millionième pour une carte de France n'est pas indifférent. C'est une échelle à la fois pertinente et commode. La carte tient dans un carré d'environ un mètre de côté et elle peut sans nuire à la lisibilité traiter une appréciable quantité d'informations. Sur le plan pratique, elle se prête aux comparaisons avec d'autres cartes publiées à la

même échelle : hypsométrie, gravimétrie, géologie, pédologie, quaternaire, glissements de terrain, végétation, population, paysages ruraux...

Au niveau de lecture général, comme sur une carte murale, un observateur éloigné découvre facilement les traits caractéristiques d'ensemble de l'architecture de la France, qui rappelle celle de l'Europe :

- Au nord de l'Artois et de l'Ardenne, la plaine de Flandre, avec ses sédiments marins et fluviatiles et sa couverture de loess, termine la grande plaine du nord de l'Europe.

- Au sud-est et au sud, l'Europe alpine se manifeste dans les chaînes plissées des Alpes et des Pyrénées.

- Entre deux, sur la plus grande partie du territoire, la France des grands bassins sédimentaires et des massifs anciens prolonge et amplifie l'Europe hercynienne.

D'un point de vue plus strictement géomorphologique, l'impression dominante est celle d'une nette opposition nord-sud :

- Au nord (feuilles NW et NE), un vaste bassin sédimentaire souligné par une convergence hydrographique remarquable s'appuie par une série de cuestas et de dépressions subséquentes monoclinales sur un entourage de plateaux, de collines et de moyennes montagnes hercyniennes.

- Au sud (feuilles SE et SW), un lourd massif central, cristallin et volcanique, éventré par des vallées profondes et divergentes et par des fossés tectoniques, s'élève au-dessus des plateaux sédimentaires et des plaines alluviales qui le séparent des moyennes montagnes pyrénéo-alpines.

Cette vision d'ensemble des grands domaines morphostructuraux et des effets conjoints de la lithologie et de la tectonique n'est pas le seul avantage qu'on puisse retirer de la carte à 1/1 000 000. Une lecture rapprochée montre encore bien d'autres caractères,

souvent moins évidents mais tout aussi significatifs. Par exemple :

- Les anomalies du réseau hydrographique. Ainsi l'inadaptation des hautes vallées alpines et pyrénéennes, ou l'épigenie des vallées armoricaines, ou celle des percées conséquentes à travers les cuestas du Bassin parisien. Ou encore les captures de rivières en Champagne et en Lorraine, le déversement de la Loire en Orléanais, la dissymétrie des bassins-versants du Rhône, de la Garonne, des fleuves côtiers de Picardie, etc.

- Les contrastes morphologiques, riches en conséquences humaines. Ainsi l'opposition entre la rigidité massive de la barrière pyrénéenne et la diversité structurale et topographique de l'arc alpin. Ou la variété régionale du Massif central comparée à la relative simplicité du Massif armoricain.

- Le jeu complexe des systèmes morphodynamiques révélé par l'extension plus ou moins considérable des formations superficielles. Qu'il s'agisse de formations héritées : altérites comme les argiles à silex et les argiles à meulière, grands épandages fluviatiles tertiaires et quaternaires, loess périglaciaires du Bassin parisien ; formations détritiques (sidérolithiques) issues du Massif central, déjections pyrénéennes (Lannemizan) et sables éoliens (Landes) du Bassin aquitain ; débordements glaciaires et fluvio-glaciaires des Alpes sur le Dauphiné et les Dombes. Ou qu'il s'agisse de formations récentes : plaines alluviales fluviatiles ou marines, dépôts de pentes, dunes de rivages, etc.

- La répartition et l'importance relative des formes d'érosion dues aux processus dynamiques quaternaires et actuels : formes fluviatiles, glaciaires, karstiques ou littorales. L'appréciation de leur impact sur le relief ressort de l'intensité des signes et, accessoirement, de la lecture des cotes d'altitude dispersées sur toute la surface de la carte.

Telle quelle la carte est loin d'être sans défauts. On a souligné le caractère "expérimental" de l'entreprise. Plusieurs critiques ont été faites par des lecteurs, et les auteurs en ont eux-mêmes formulé

LITHOLOGIE DU SUBSTRATUM

Socle

Granite, anatexite

Gneiss, migmatites

Micaschistes, schistes cristallins

Sédimentaire paléozoïque

Schistes et grès

Houiller

Volcano-sédimentaire

Couverture méso-cénozoïque

Arkoses

Calcaires et/ou dolomies

Calcaire faciès urgonien

Marnes et marno-calcaires

Grès ou calcaires gréseux

Sables, argiles et marnes

Molasse sableuse

Molasse conglomératique

FORMATIONS SUPERFICIELLES

Arènes généralisées

Formations plio-pléistocènes

Formations lacustres

Sables et cailloutis fluviatiles

Cailloutis alpins

Formations quaternaires

Plaines alluviales holocènes

Terrasses alluviales

Colluvions, dépôts de pentes

Formations morainiques

Formations fluvioglaciales

Formations glacio-lacustres

Loess remanié fluviatile

Loess remanié glaciaire

TECTONIQUE

Les accidents tectoniques ne sont représentés qu'à titre indicatif, lorsqu'ils ont une incidence directe sur le relief

Faillle directrice

Chevauchement

MORPHOLOGIE

Formes structurales

Talus d'érosion, corniche

Escarpement monoclinale

Escarpement de faille

Relief anticlinal, mont

Dépression synclinale, val

Alvéole granitique

Formes volcaniques

Plateau de laves basaltiques

Plateau de laves acides

Coulée de lave perchée

Formes fluviatiles

Vallée encaissée

Rebord de terrasse

Cône de déjection

Formes glaciaires

Cirques glaciaires

Vallée glaciaire, auge

Ancien passage glaciaire

Vallum morainique

Formes karstiques

Surface karstifiée

Vallée karstique, canyon

Source, résurgence

Aven, perte

Surfaces et sommets

Surface d'érosion tertiaire

Haute surface polygénique

Crête d'intersection

Sommet isolé

Risques naturels

Epicentre macrosismique

Eboulements, chute de blocs

Glissements

Coordination scientifique: F. Joly,

Cartographie automatique: SEMIO IGN

Cartographie manuelle: J. Giraudet, IMAGEO

Edition: GIP RECLUS, Montpellier

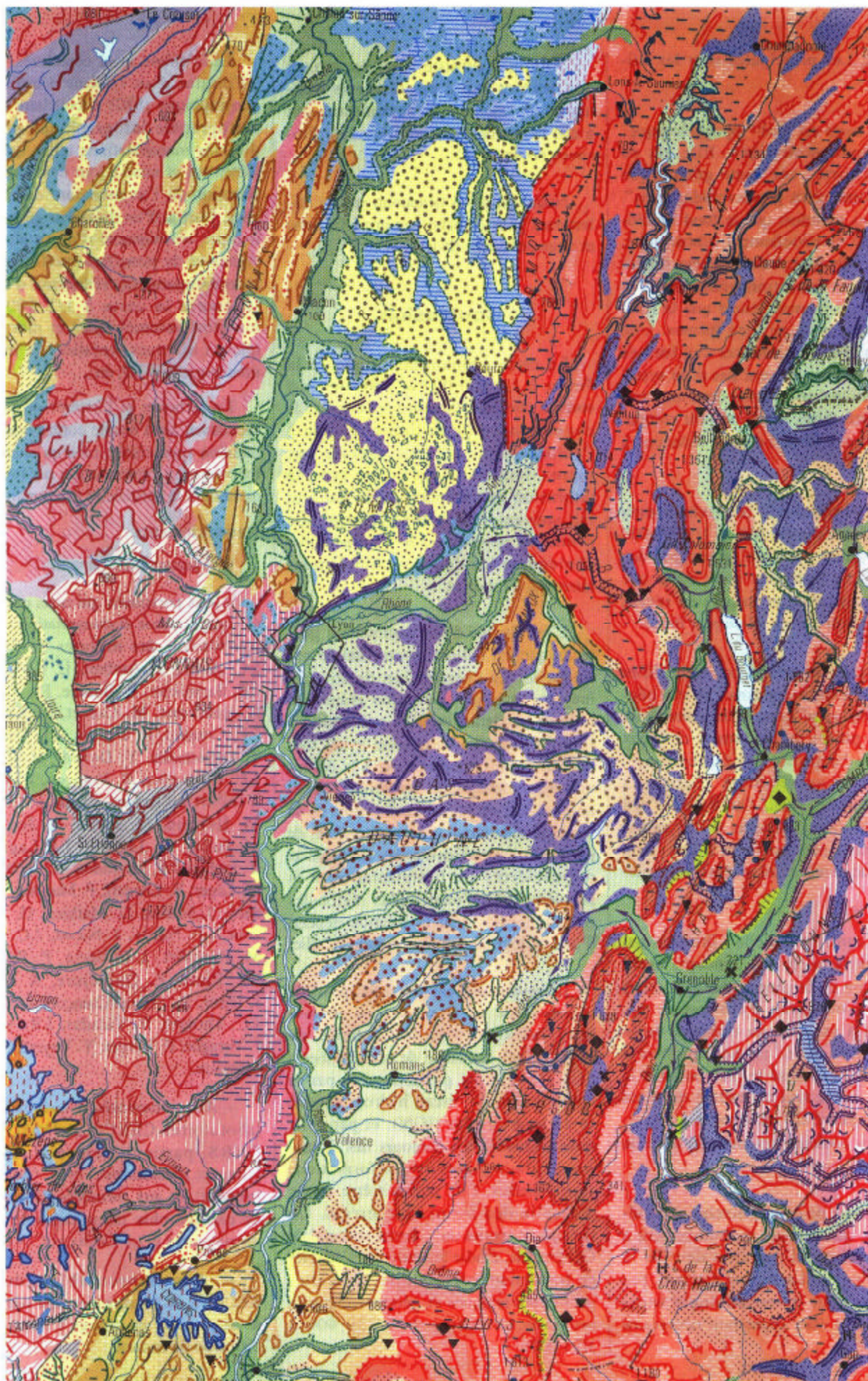
Impression offset: R. Cohen, IMAGEO

Fig. 1. - Extrait de la légende correspondant à la carte.

Fig. 1. - Extract from the legend of the map.

Fig. 2. - Extrait de la Carte géomorphologique de la France à 1/1 000 000. Exemple du Couloir de Saône et Rhône.

Fig. 2. - Extract from the geomorphological map of France at the 1:1 000 000 scale - the Saône-Rhône corridor.



d'autres. Les principales sont les suivantes :

– La carte est plus "topogéologique" que géomorphologique. Elle est en quelque sorte "une carte géologique dotée d'ornements géomorphologiques". Rappelons toutefois que le fond "géologique" est essentiellement lithologique, et que la lithologie est un facteur fondamental de l'évolution géomorphologique. Il est pourtant exact que le fond coloré écrase un peu les formes. Une solution consiste à traiter ces formes (quand elles ne dérivent pas d'un système dynamique spécifique) dans une couleur neutre: brun foncé ou noir rompu. C'est ce qui a été fait dans la réduction à 1/2 500 000.

– La chronologie des événements n'est pas identifiable. Mais à 1/1 000 000 il n'est guère possible (sinon par des indices ?) de distinguer autre chose que l'ancien (inactuel et passif) du récent (actuel et actif ; ici en teinte plus forte).

– La carte ne permet pas de qualifier convenablement certains "objets géomorphologiques" complexes comme les surfaces planes ou les formes en creux du genre "dépression périphérique", "dépression subséquente", "graben", "mont dérivé", "val"... Outre qu'il s'agit d'une question d'échelle, il faut savoir que le parti pris est celui d'une carte analytique et non d'un inventaire typologique.

– La carte est difficile à lire pour qui n'est pas familier des concepts et du vocabulaire de la géomorphologie. Mais simplifier obligerait à changer de critères ou à sacrifier la richesse de la documentation. C'est pourquoi on a détaillé et rationalisé le plus possible la légende. Il est vrai cependant qu'il est parfois malaisé de reconnaître les symboles (les couleurs notamment) entre la légende et la carte.

– Il existe un certain nombre de déséquilibres, qui tiennent essentiellement à la diversité et à l'inégale valeur de la documentation. Le cas est flagrant, par exemple, pour la morphologie sous-marine qu'il était cependant nécessaire d'intégrer.

– Enfin il subsiste aussi des erreurs qui tiennent soit à des incidents techniques (de contours ou de couleurs), soit à des fautes de rédaction (karst de Provence notamment).

Nous comptons beaucoup sur les utilisateurs pour détecter ces imperfections et nous permettre de les corriger.

Conclusion

La carte géomorphologique de la France à 1/1 000 000 se présente ainsi comme une contribution importante à la connaissance du milieu physique à l'échelon national. Elle apporte aux autres documents de même type la dimension géomorphologique qui leur fait souvent défaut. Inversement, elle permet de projeter sur le fond géomorphologique les données complémentaires qui l'éclairent.

L'éventualité d'une exploitation géotechnique est naturellement limitée par l'échelle. La compilation de sources inégales et la généralisation graphique nuisent au détail et à la précision de l'information. La carte reste avant tout une carte d'inventaire propre à la définition de grandes unités territoriales. Tout au plus peut-on lui demander, hors de sa fonction didactique, non négligeable, de participer à la réflexion des stratèges et des décideurs sur l'implantation et la problématique d'études plus régionales ou plus locales dont la solution dépend d'une cartographie à plus grande échelle.

En revanche il est tout à fait possible d'extraire de la carte une base de données informatisées à l'échelle de 1/1 000 000. La saisie de ces données a déjà été réalisée partiellement par la numérisation du réseau hydrographique et du trait de côte (IGN), et par celle (non archivée) des contours des formations lithologiques et des formations superficielles. Elle pourrait être suivie par celle des formes du terrain. Un Groupe de travail du Comité national de Géographie étudie les moyens d'adapter ce traitement informatique aux cartes géomorphologiques et géodynamiques à moyenne échelle (de 1/250 000 à 1/25 000).

Les fichiers ainsi constitués seraient à l'origine d'un système d'information géographique (SIG) débouchant sur une cartographie infographique propre à diverses manipulations telles que complètement et mise à jour des données en fonction de l'avancement des recherches, gestion d'un thésaurus géomorphologique accompagné d'un catalogue de signes et de poncifs à mettre en place automatiquement, réduction d'échelle (exemple la carte à 1/2 500 000), mesures cartométriques et morphométriques diverses, création de modèles numériques en 3D, etc....

La richesse et l'intérêt de la documentation ainsi réunie contribuent d'une manière appréciable, bien qu'encore trop méconnue, à l'information sur l'environnement et la spécificité des territoires.

Remerciements

Nos remerciements vont :

– Aux personnes qui nous ont apporté une précieuse documentation en nous fournissant des minutes de terrain : J.C. Aloisi, P. Ambert, L. Barthélémy, J.P. Barusseau, Y. Baticle, Ph. Bouysse, R. Bozonnet, M. Calvet, M. Chardon, J.P. Coutard, P. Daniou, J.J. Delannoy, T. Desurmont, Y. Dewolf, B. Etlicher, J.C. Flageolet, B. Francou, P. Freytet, J. Gabert, J. Garreau, J. Gras, P. Guérémy, M. Helluin, M. Jorda, A. Journaux, M. Julian, R. Lacotte, J.J. Lagasquie, Y. Lageat, J.P. Lautridou, C. Lechevalier, M. Léger, R. Lhenaff, P. Mandier, A. Marnezy, J. Martin, D. Mathieu, G. Monjuvent, J.P. Nardy, J. Nicod, J.C. Ozouf, M. Paccalet, J. Pellerin, P. Pelletier, J.P. Pinot, E. Quinejure, A. Reffay, J. Riser, R. Simon-Coinçon, J. Sommé, J.C. Thouret, B. Valadas, J.R. Vanney, J. Verague, F. Verger, Y. Veyret, G. Viers, L. Voisin.

– Aux personnels et techniciens des laboratoires CERCG et IMAGEO du CNRS, particulièrement J. Bessac-Giraudet (dessinatrice) et R. Cohen (imprimeur), et aux membres de la Cellule de cartographie thématique de l'IGN, spécialement F. Le Cordix et C. Vuillecot.

– Aux responsables du GIP RECLUS de Montpellier, qui ont accepté de prendre en charge l'édition et la diffusion de la carte.