

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT
DU JURA

4, RUE DU CURÉ MARION
39 000 - LONS-LE-SAUNIER

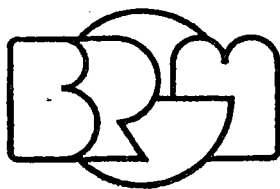
TÉL. : (84) 24.12.94

CARTE DES RISQUES
LIES AUX PHENOMENES GEOLOGIQUES
DE LA REGION DE SAINT-CLAUDE (39)
NOTICE EXPLICATIVE

PAR C. JAVEY

80 SGN 854 FRC

DÉCEMBRE 1980



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B. P. 6009 - 45018 ORLÉANS CEDEX - Téléphone (38)63.80.01 - TELEX : BRGM 780258 F

Service géologique régional FRANCHE-COMTÉ

1, SQUARE CASTAN - 25000 BESANÇON - Téléphone (81)83.20.98

CARTE DES RISQUES LIES AUX PHENOMENES GEOLOGIQUES

DE LA REGION DE SAINT-CLAUDE (39)

NOTICE EXPLICATIVE

80 SGN 854 FRC

RÉSUMÉ

La carte des risques liés aux phénomènes géologiques a été établie par le Service géologique régional FRANCHE-COMTE du B.R.G.M., à la demande de la Direction Départementale de l'Équipement du JURA. La région concernée couvre une superficie de 160 km² environ, autour de SAINT-CLAUDE.

Réalisée suivant les mêmes principes que les cartes ZERMOS, la carte des risques de la région de SAINT-CLAUDE est, toutefois, plus orientée vers les problèmes d'aménagement car le zonage prend en compte, à côté des risques naturels, un facteur supplémentaire qui est "la sensibilité des terrains aux travaux d'aménagement".

Le document cartographique établi, basé sur l'exploitation de la documentation existante, résulte de la superposition de la carte lithologique et de la carte morphologique, complétée par les observations faites sur le terrain.

Quatre couleurs (vert, jaune, orange, rouge) ont été utilisées, qui permettent de localiser les zones d'intensité de risque croissante. Chaque catégorie de zone a été subdivisée en plusieurs sous-zones suivant la nature des terrains et l'importance de la pente. Des figurés en noir permettent d'identifier et de localiser les différents types de mouvements, observés ou potentiels, ainsi que les désordres naturels d'origine karstique.

Le présent rapport constitue la notice explicative de la carte des risques :

- dans la première partie, sont décrites les différentes composantes du cadre naturel de la région (géologie, morphologie, hydrologie...),
- dans la deuxième partie, on expose les principes de réalisation de la carte,
- la troisième partie donne la description et la répartition géographique des différentes zones de risques,
- enfin, dans la dernière partie, d'orientation géotechnique, on évoque les principaux problèmes qui peuvent se présenter et les précautions à prendre en matière d'aménagement (fondations, terrassement, V.R.D.), ainsi que les moyens de reconnaissance à mettre en oeuvre pour différents types d'aménagement, suivant la nature des terrains.

Ingénieur responsable et auteur de l'étude.....	C. JAVEY
Dessinateur.....	A. CATELIN
Secrétaire.....	M. TERREAUX

Cette notice comprend : 1 résumé, 45 pages de texte, 4 figures.

TABLE DES MATIERES

	<u>pages</u>
1 - INTRODUCTION-----	4
1.1 - BUT DE L'ETUDE-----	4
1.2 - TRAVAUX EFFECTUES-----	4
2 - CADRE DE L'ETUDE-----	7
2.1 - LOCALISATION-----	7
2.2 - GEOLOGIE-----	7
2.2.1 - Stratigraphie et lithologie-----	7
2.2.2 - Morphotectonique-----	11
2.2.3 - Morphologie-----	13
2.2.4 - Hydrologie-----	15
2.2.5 - Climatologie-----	19
2.2.6 - Occupation du sol et activités humaines-----	20
3 - PRINCIPES DE REALISATION DE LA CARTE DES RISQUES-----	22
3.1 - LES DIFFERENTS TYPES DE MOUVEMENTS PRIS EN COMPTE-----	22
3.1.1 - Glissement-----	22
3.1.2 - Affaissement et effondrement-----	22
3.1.3 - Ecoulement-----	23
3.1.4 - Chutes de pierres et de blocs-----	23
3.1.5 - Ravinement-----	23
3.1.6 - Affouillement-----	24
3.1.7 - Erosion régressive-----	24
3.2 - FACTEURS D'INSTABILITE PRIS EN COMPTE DANS LE ZONAGE-----	24
3.2.1 - Nature des terrains et structure géologique-----	24
3.2.2 - Pente du terrain naturel-----	25
3.2.3 - Présence d'eau-----	26
3.2.4 - Pente des rivières-----	26
3.2.5 - Sensibilité des terrains aux travaux d'amé- nagement-----	26
3.2.6 - Cas des routes existantes-----	26
3.3 - SIGNIFICATION DES TEINTES ET DES FIGURES-----	26
3.3.1 - Les teintes-----	26
3.3.2 - Les figurés en noir-----	27

4 - DESCRIPTION ET LOCALISATION DES DIFFERENTES ZONES DE RISQUES-----	28
4.1 - ZONES DE RISQUE NUL A TRES FAIBLE (VERT)-----	28
4.1.1 - Définition-----	28
4.1.2 - Description et localisation-----	28
4.2 - ZONES DE RISQUE FAIBLE (JAUNE)-----	29
4.2.1 - Définition-----	29
4.2.2 - Description et localisation-----	29
4.3 - ZONES DE RISQUE MOYEN (ORANGE)-----	30
4.3.1 - Définition-----	30
4.3.2 - Description et localisation-----	31
4.4 - ZONES DE RISQUE ELEVE (ROUGE)-----	32
4.4.1 - Définition-----	32
4.4.2 - Description et localisation-----	32
5 - RECOMMANDATIONS RELATIVES A L'AMENAGEMENT-----	34
5.1 - ZONES A SUBSTRATUM ROCHEUX AFFLEURANT OU SUB-AFFLEURANT-----	34
5.1.1 - Constructions-----	34
5.1.2 - Terrassements et V.R.D.-----	35
5.1.3 - Reconnaissance-----	35
5.2 - ZONES A SUBSTRATUM ARGILEUX OU MARNEUX, AFFLEURANT OU SUB-AFFLEURANT-----	36
5.2.1 - Constructions-----	36
5.2.2 - Terrassements et V.R.D.-----	36
5.2.3 - Reconnaissance-----	37
5.3 - ZONES A SUBSTRATUM AFFLEURANT OU SUB-AFFLEURANT, CARACTERISE PAR UNE ALTERNANCE DE BANCS CALCAIRES ET DE BANCS MARNEUX-----	38
5.3.1 - Constructions-----	38
5.3.2 - Terrassements et V.R.D.-----	38
5.3.3 - Reconnaissance-----	39

5.4 - ZONES A SUBSTRATUM RECOUVERT PAR DES FORMATIONS SUPERFICIELLES D'EPAISSEUR IMPORTANTE-----	39
5.4.1 - Constructions-----	40
5.4.2 - Terrassements et V.R.D.-----	41
5.4.3 - Reconnaissance-----	41
6 - CONCLUSION-----	43
LISTE DES AUTEURS ET DES DOCUMENTS CONSULTES-----	45

TABLE DES FIGURES

Figure 1 - PLAN DE SITUATION DE LA REGION ETUDIEE (extrait de la carte MICHELIN n° 70, à 1/200 000è)-----	5
Figure 2 - SERIE STRATIGRAPHIQUE ET LITHOLOGIQUE DE LA REGION DE SAINT-CLAUDE - LA PESSE (d'après J. MUDRY et P. ROSENTHAL)-----	6
Figure 3 - PRINCIPAUX TYPES MORPHOLOGIQUES DU RELIEF JURASSIEN-----	14
Figure 4 - SCHEMA MONTRANT DIFFERENTS TYPES D'ECOULEMENT EN PAYS CALCAIRE-----	17

1 - INTRODUCTION

1.1 - BUT DE L'ETUDE

La région de SAINT-CLAUDE est caractérisée par un relief très accusé, modelé par l'érosion, dans des formations géologiques variées. Les ruisseaux et les rivières coulent au fond de vallées profondes aux versants abrupts, dominés par des falaises parfois imposantes.

La Direction Départementale de l'Équipement du Jura a demandé au Service Géologique Régional FRANCHE-COMTE du Brgm, d'établir un document cartographique de synthèse localisant les zones de risques naturels dont il est nécessaire de tenir compte dans tout projet d'aménagement.

1.2 - TRAVAUX EFFECTUES

L'étude a comporté trois phases de travaux :

- une recherche documentaire qui a consisté à collecter et analyser les données et les documents existants traitant de la géologie, de l'évolution morphologique locales, ou concernant les mouvements de terrains connus dans la région,
- une étude photogéologique à partir de la couverture aérienne de l'I.G.N. à 1/30 000è (mission de 1971),
- une reconnaissance sur le terrain qui a permis de mettre en évidence les principaux facteurs d'instabilité (nature des terrains, structure, pentes, indices de mouvements, présence d'eau...)

La synthèse des résultats de ces travaux est matérialisée par la carte des risques liés aux phénomènes géologiques de la région de SAINT-CLAUDE, à 1/25 000è, sur laquelle les couleurs permettent de localiser différentes zones d'intensité de risque identique, tandis que les symboles renseignent sur la nature des terrains et celle du risque.

Le présent rapport constitue la notice explicative de ce document et comporte un chapitre consacré aux recommandations relatives à l'aménagement.

Figure 1 - PLAN DE SITUATION DE LA REGION ETUDIEE

(extrait de la carte MICHELIN n° 70, à 1/200 000è)

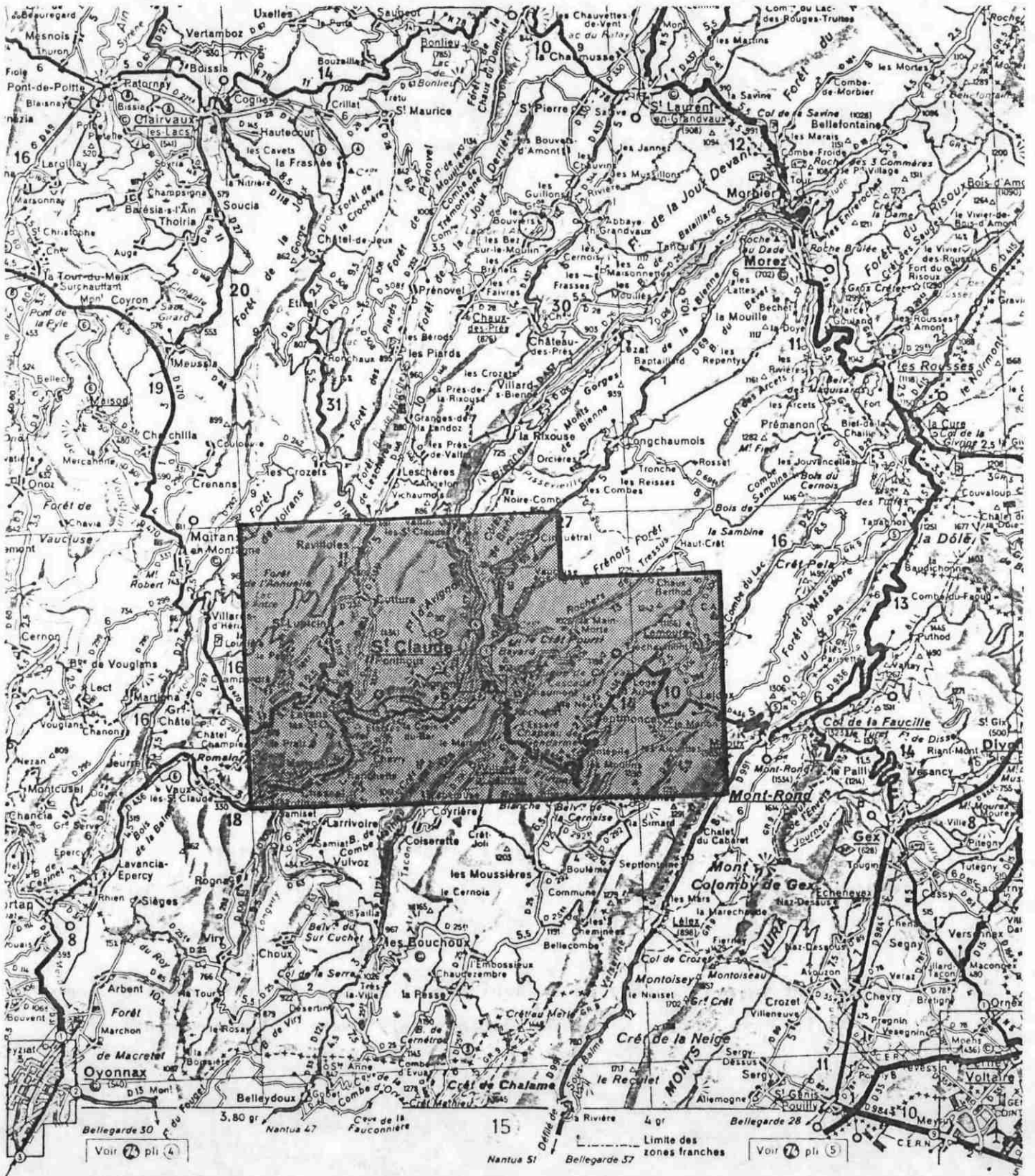
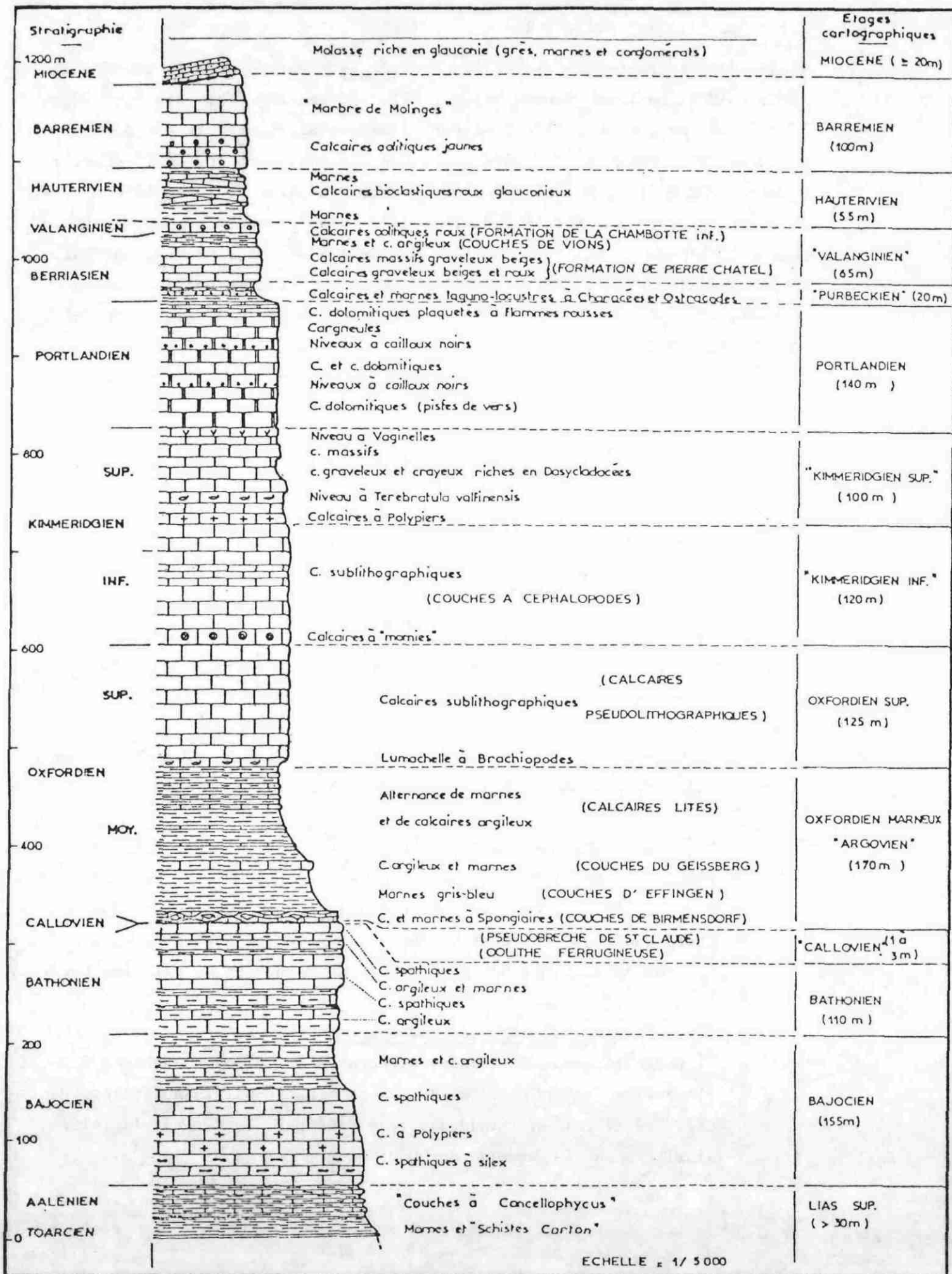


Figure 2 - SERIE STRATIGRAPHIQUE ET LITHOLOGIQUE

DE LA REGION DE SAINT-CLAUDE - LA PESSE

(d'après J. MUDRY et P. ROSENTHAL)



2 - CADRE DE L'ETUDE2.1 - LOCALISATION (figure 1)

Située dans le Haut-Jura, la région étudiée est centrée sur l'agglomération de SAINT-CLAUDE. De forme rectangulaire, elle s'étend sur 5 km vers le Nord et le Sud, et sur 8 km vers l'Est et vers l'Ouest. Sa superficie est de 160 km² environ. Elle couvre la totalité de la feuille topographique de l'I.G.N. : SAINT-CLAUDE n° 1-2, à 1/25 000^e, et l'angle Sud-Ouest de la feuille n° 3-4. Elle englobe la quasi totalité du territoire des communes de SAINT-CLAUDE, CUTTURA, AVIGNON, SAINT-LUPICIN, LAVANS-LES-SAINT-CLAUDE, CHEVRY, CHASSAL, VILLARD-SAINT-SAUVEUR, CHAUMONT, SEPTMONCEL et, partiellement, celles de MOIRANS, RAVIVOLLES, VALFIN-LES-SAINT-CLAUDE, LAMOURA, LAJOUX, LES MOLUNES, RANCHETTE, PRATZ, MOLINGES.

2.2 - GEOLOGIE2.2.1 - STRATIGRAPHIE ET LITHOLOGIE

La série stratigraphique des terrains affleurant dans la région étudiée est continue depuis le sommet du Jurassique inférieur ou Lias (Aalénien) jusqu'au Crétacé inférieur (Barrémien) (figure 2). Le Tertiaire est très peu représenté et n'existe que sous forme d'affleurements dispersés et exigus. Les dépôts quaternaires, d'origine essentiellement glaciaire ou fluvio-glaciaire, forment des placages plus ou moins étendus et épais qui masquent les terrains plus anciens sur lesquels ils reposent.

2.2.1.1 - Lias

. Aalénien - C'est le terrain le plus ancien connu dans la région de SAINT-CLAUDE. Le seul affleurement d'importance notable se trouve immédiatement à l'Est de CHAUMONT, entre cette localité et le lieu-dit "La Chassine". Deux petits pointements sont également cartographiés, l'un à l'extrémité sud-ouest du pont de ROCHEFORT, en bordure du CD 124, l'autre, en rive gauche de la Bienne, au lieu-dit "Grange de Chateland", au Sud-Ouest de CHEVRY. L'Aalénien est représenté par une alternance de bancs hétérométriques de marnes et de calcaire gréseux.

2.2.1.2 - Jurassique moyen ou Dogger

Il forme le noyau de grandes structures anticlinales érodées : Forêt d'Annuelle, RANCHETTE, CHEVRY, entre VILLARD-SAINT-SAUVEUR et "Haut Crêt" où il est en grande partie masqué par des dépôts glaciaires, ainsi que sur la commune des MOLUNES.

.../...

. Bajocien - D'une épaisseur totale de 150 m environ, il comporte deux ensembles distincts : un Bajocien inférieur essentiellement calcaire (calcaires spathiques, calcaires à polypiers) ; un Bajocien supérieur plus argileux, caractérisé par une alternance de bancs de marnes et de calcaires argileux.

. Bathonien - Epais d'une centaine de mètres, c'est un ensemble essentiellement calcaire (calcaires graveleux, oolithiques et à entroques) avec quelques intercalations de calcaires argileux et de marnes, dans la partie inférieure.

2.2.1.3 - Jurassique supérieur ou Malm

Il forme la voûte de grandes structures anticlinales : LAVANS-LES-SAINT-CLAUDE, Forêt d'Avignon, Crêt de Surmontant, Forêt du Frénois, etc.. Il affleure sur de larges étendues.

. Callovien - Le Callovien n'est représenté que par quelques mètres de calcaires à oolithes et à entroques (faciès "Dalle Nacrée") surmontés par des calcaires argileux à oolithes ferrugineuses, l'ensemble à moins de 10 m d'épaisseur.

. Oxfordien - Il comporte deux ensembles distincts : une partie inférieure, épaisse de plus de 150 m principalement marneuse, avec quelques intercalations de calcaire argileux (Oxfordien marneux correspondant au faciès "Argovien") ; une partie supérieure calcaire (calcaires sublithographiques) épaisse de 120 m environ.

. Kimméridgien - C'est un puissant ensemble calcaire (200 m, environ) comportant des calcaires sublithographiques avec de rares intercalations de calcaires argileux dans la partie inférieure, et des calcaires oolithiques, bioclastiques à polypiers, avec quelques niveaux de calcaires crayeux, dans la partie supérieure.

. Portlandien - Epais de 140 m environ, il est constitué par des calcaires sublithographiques, des calcaires plus ou moins dolomitiques et des cargneules.

2.2.1.4 - Crétacé inférieur

Il affleure plus ou moins largement dans des structures synclinales qui séparent les anticlinaux de Jurassique supérieur : RAVIVOLLES,

.../...

Bois de Lesigna, SAINT-LUPICIN, Bois de Marignat, CINQUETRAL, SEPTMONCEL, LAMOURA, etc.. Il est souvent plus ou moins recouvert par des dépôts glaciaires.

. Berriasien - D'une épaisseur totale de 80 m environ, il débute par une vingtaine de m de calcaires et marnes laguno-lacustres (Purbeckien") se poursuit par des calcaires graveleux, des marnes et des calcaires argileux et se termine par des calcaires oolithiques roux ("Valangien").

. Hauterivien - Calcaire dans sa partie moyenne (calcaires bioclastiques, roux, glauconieux), il est marneux dans ses parties inférieure et supérieure. Son épaisseur totale est d'une cinquantaine de mètres.

. Barrémien - Il atteint localement 100 m d'épaisseur, mais sa puissance est très variable en raison de l'érosion qui l'a entamé à différentes reprises, postérieurement à sa génèse. Il comporte : à la base, des calcaires jaunâtres, oolithiques et graveleux ; au sommet, des calcaires clairs, d'aspect crayeux, parfois marmoréen, exploités comme pierre marbrière à CHASSAL.

2.2.1.5 - Tertiaire

Les deux seuls affleurements de quelque importance se trouvent sur la commune de SEPTMONCEL, au lieu-dit "sur le Coulou" en bordure du CD 25, le premier, un peu avant le premier virage en épingle, à gauche, le second au niveau du deuxième virage en épingle, à droite, derrière les gabions de protection. Il s'agit de marnes versicolores, rouges et vertes, attribuées à l'Oligocène recouvertes par des éboulis. Quelques autres affleurements sont signalés dans les synclinaux crétacés mais leur extension est insignifiante (quelques m² à quelques dizaines de m²).

2.2.1.6 - Quaternaire

. Glaciaire - Des formations morainiques d'âge Würmien, parmi lesquelles dominent les moraines de fond, occupent de vastes espaces dans les dépressions synclinales et les combes anticlinales. Ces dépôts, très hétérométriques et non stratifiés, sont caractérisés par la présence d'éléments calcaires de toutes tailles (pouvant atteindre 1 m³), d'origine locale, emballés dans une matrice argileuse abondante, consti-

tuée par des marnes altérées et remaniées (argiles à blocs). Ils renferment fréquemment des lentilles franchement argileuses ou argilo-sableuses. D'épaisseur variable, ils sont particulièrement développés à l'Est de SAINT-CLAUDE, depuis VILLARD-SAINT-SAUVEUR jusqu'à "Vaucluse", en passant par CHAUMONT, entre "Granges de Tressus" et "Haut Crêt", entre SEPTMONCEL et LAMOURA, dans la région de RAVIVOLLES.

. Fluvio-glaciaire - Les formations fluvio-glaciaires ont pour origine un remaniement, sous régime torrentiel, des moraines würmiennes. Le matériel morainique a été lessivé, émoussé, plus ou moins bien calibré et étalé par les eaux de fonte, au voisinage du front des anciens glaciers. Ces dépôts sont grossièrement stratifiés, de nature essentiellement sablo-graveleuse, et se rencontrent sous deux formes :

- dans la vallée de la Bienne, il s'agit d'une terrasse assez élevée, surtout bien développée en aval de SAINT-CLAUDE (Etables, MOLINGES),
- dans les basses vallées du Tacon, du Flumen, du Grosdar, ils constituent des cônes d'accumulation parfois très épais (Pré Martinet, l'Essard, Rochefort). Le matériau est généralement plus riche en cailloux, plus grossier.

Le fluvio-glaciaire est exploité pour la construction et les Travaux Publics à MOLINGES et à l'Essard.

. Alluvions anciennes - De nature argileuse ou argilo-limoneuse, on les trouve sous forme de placages peu étendus et vraisemblablement peu épais dans le fond de certains vallons et de dépressions d'origine karstique, ou creusés dans les marnes de l'Oxfordien inférieur.

. Eboulis anciens ("groise") - Ils sont rares à l'affleurement, mais peuvent être masqués par des éboulis récents, au pied des falaises calcaires. Ils résultent de la désagrégation des roches sous l'effet des cycles de gel et dégel en climat périglaciaire. Ce sont en général des dépôts calibrés, à pente assez forte, à stratification oblique soulignée par des hétérogénéités granulométriques (lits ou lentilles). Les éléments calcaires, issus des falaises sus-jacentes sont anguleux, de dimension centimétrique à décimétrique et sont enrobés dans une matrice jaunâtre argileuse. Ils sont parfois plus ou moins consolidés.

. Alluvions modernes - Les cours d'eau ont tous un caractère torrentiel et coulent dans des vallées encaissées. Les alluvions modernes des rivières principales (Bienne, Tacon, Flumen) sont donc fort peu développées. Elles sont constituées essentiellement de galets provenant du remaniement des dépôts glaciaires ou fluvio-glaciaires.

. Tourbes - Des tourbières se sont développées localement dans des points bas, mal drainés, à substratum peu perméable (moraines, marnes de l'Oxfordien inférieur). Les principales tourbières se trouvent à l'Ouest de RAVIVOLLES, au Sud-Ouest de VALFIN-LES-SAINT-CLAUDE (Combe du Grand Essart) et dans le secteur de LAJOUX.

. Eboulis récents - Le pied des falaises calcaires est très souvent encombéré par un talus d'éboulis peu ou pas consolidés, constitués par des cailloux et des blocs de toutes tailles, anguleux. Les éboulis sont surtout développés au pied d'importantes falaises taillées dans les calcaires du Malm ; ils masquent le substratum constitué par les marnes de l'Oxfordien inférieur ("Argovien"). Ils sont généralement stabilisés et colonisés par la végétation (Bois du Plan d'Arcier, Sous les Roches, versant oriental du Mont Chabot, sous la Roche Blanche, etc.)

Les éboulis vifs, sans matrice argileuse, non consolidés, non fixés par la végétation, sont peu développés. Les placages les plus étendus se rencontrent dans les gorges du Flumen ("Montbrillant", "Sur les Grès", "la Roche Blanche"), sur le versant oriental du Mont Chabot et autour du Mont Bayard.

2.2.2 - MORPHOTECTONIQUE

Le Jura est considéré comme une "chaîne de couverture", résultant du décollement et du plissement de la couverture secondaire sur son socle hercynien, par l'intermédiaire du Trias supérieur salifère.

Après le dépôt des terrains secondaires, des mouvements se manifestent à l'Oligocène, qui ébauchent les grandes structures que l'on connaît actuellement. Les jeux de fractures de socle induisent, dans la couverture secondaire, des accidents d'orientation subméridienne déterminant des compartiments qui se plissent de façon indépendante. Les déformations sont relativement modérées et engendrent des plis amples. Suit une phase d'éro-

.../...

sion active qui rabote les reliefs. Les dépôts paléogènes et crétacé supérieur sont en grande partie décapés ; les voûtes et les flancs des anticlinaux sont érodés jusqu'aux calcaires du Jurassique supérieur.

Au Vindobonien, le Haut Jura, dont fait partie la région de SAINT-CLAUDE, se présente comme une succession de chaînons émergés, plus ou moins parallèles, séparés par des zones déprimées envahies par la mer.

A la fin du Miocène (Pontien), se produit l'épisode orogénique majeur. Des déformations intenses affectent la région. La couverture se désolidarise du socle et se déplace (relativement) vers le Nord-Ouest. Ces phénomènes se traduisent par le rejeu des accidents préexistants, l'apparition de nouvelles failles et le chevauchement des anticlinaux sur les flancs orientaux des synclinaux.

Pendant le Pliocène et le Quaternaire ancien, l'érosion nivelle les plis et les accidents nouvellement formés, tandis que les vallées se creusent. Aux périodes glaciaires qui suivent, l'érosion se poursuit et les vallées sont empâtées par des dépôts morainiques qui seront, plus tard, partiellement décapés, au cours des épisodes périglaciaires. Le réchauffement post-glaciaire s'accompagne d'un nouvel enfoncement des eaux dans les séries calcaires ; l'érosion karstique s'intensifie avec, comme conséquence, le développement des réseaux souterrains.

La région de SAINT-CLAUDE se présente donc, actuellement, comme une série de plis anticlinaux et synclinaux qui se succèdent ou se relaient, du Nord-Ouest au Sud-Est. Deux grands accidents subméridiens : la faille de CUTTURA et celle de SAINT-CLAUDE divisent la région étudiée en trois compartiments principaux dans lesquels on distingue les unités structurales suivantes, du Nord-Ouest au Sud-Est :

- A l'Ouest de la faille de CUTTURA :
 - . l'anticlinal de la forêt d'Annuelle, à coeur de Dogger
 - . le synclinal crétacé de RAVIVOLLES
 - . l'anticlinal de LAVANS, à coeur portlandien
 - . le synclinal crétacé de PONTHOUX-CHASSAL
 - . l'anticlinal de CHEVRY-RANCHETTE, à coeur de Dogger

.../...

- Entre les failles de CUTTURA et de SAINT-CLAUDE :
 - . l'extrémité méridionale du synclinal crétacé de LESCHERES
 - . l'anticlinal du bois de CUTTURA, à voûte de Portlandien
 - . le synclinal crétacé du bois de Lésigna
 - . l'anticlinal de la forêt d'Avignon, à voûte de Portlandien
(prolongement vers le Nord-Est de l'anticlinal de CHEVRY-RANCHETTE)
 - . le synclinal crétacé du bois du Biolet
 - . l'anticlinal de VILLARD-SAINT-SAUVEUR, à coeur de Dogger

- A l'Est de la faille de Saint-CLAUDE :
 - . l'anticlinal des Côtes, prolongement vers le Nord de l'anticlinal d'Avignon
 - . le synclinal crétacé de CINQUETRAL - SAINT-CLAUDE
 - . l'anticlinorium de la forêt du Frénois, à voûte de Kimméridgien supérieur et à noyau de Dogger, et même de Lias supérieur à proximité de CHAUMONT
 - . le synclinal crétacé de SEPTMONCEL
 - . l'anticlinorium des MOLUNES, à noyau de Dogger.

2.2.3 - MORPHOLOGIE

La région étudiée présente une morphologie typiquement jurassienne qui résulte d'une longue évolution pendant toute l'époque où le Jura a été émergé.

Pendant très longtemps, un climat chaud a régné, qui a permis l'élaboration de grandes surfaces d'érosion (pediplaines). Puis le climat s'est refroidi ; les vallées ont été creusées par les eaux courantes avant d'être envahies par les glaciers qui y ont déposé les moraines.

L'érosion la plus récente a fini de modeler le relief pour lui donner son aspect actuel. Les eaux courantes, en mettant en relief les parties les plus dures (calcaires) et en creusant des combes dans les terrains tendres (calcaires argileux, marnes), ont dégagé une morphologie structurale illustrée par la figure 3, ci-après, tirée de l'ouvrage "LE JURA", par P. CHAUVE, publié dans la série des guides géologiques régionaux (MASSON et Cie, éditeurs - 1975).

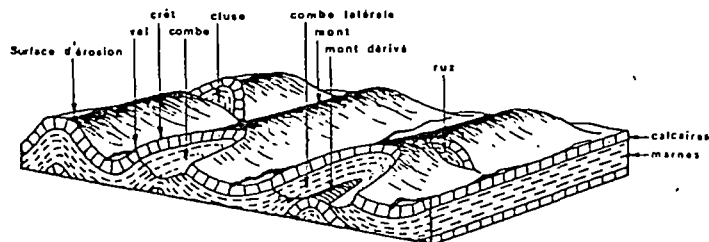


Fig. 3 - Principaux types morphologiques du relief jurassien.

C'est surtout dans la Haute-Chaine que se rencontrent les formes classiques du relief jurassien. Les monts et les vaux jalonnent les plis anticlinaux et synclinaux. Dans les voûtes calcaires des anticlinaux crevés par l'érosion, s'épanouissent des combes qui affouillent les marnes sous-jacentes, des crêts calcaires les dominent. Des ruz peuvent entailler les flancs des anticlinaux et des cluses traverser complètement un pli permettant aux cours d'eau de passer d'un val à l'autre.

Mais les plis sont souvent tranchés ou arasés (comme le sont aussi les plateaux) par des surfaces d'érosion qui se sont établies avant le dégagement des formes structurales sous l'action de l'érosion plus récente.

Toutes les formes de relief décrites peuvent être observées dans la région étudiée.

L'existence d'épaisses séries calcaires a favorisé une évolution karstique marquée par l'action très importante des circulations d'eau souterraines. D'une manière générale, les réseaux souterrains se sont enfoncés progressivement au cours des temps et, encore actuellement, une grande partie des eaux de pluie s'infiltrer et subit un parcours souterrain avant de ressortir à l'air libre, dans les points bas, sous forme de sources. Ainsi, une expérience de coloration a montré que la source de l'Enragé qui sort au pied de la falaise de Jurassique supérieur, en rive droite de la Bienne, sur la commune de CHASSAL, est alimentée en partie par des eaux qui s'infiltreront à 20 km au Nord-Est (perte du lac de l'Abbaye).

Les principales formes d'érosion karstique sont :

- les grottes et les gouffres - Nombreux à l'intérieur du périmètre étudié, ils ont généralement un développement assez modeste (quelques dizaines de mètres). Les deux réseaux reconnus, les plus importants, sont celui des Foules qui développe ses galeries sur près de 6 000 m, au pied de la corniche de "Sur la Roche", au Sud-Est de SAINT-CLAUDE, et celui des "Moulins de Montépile" (1 000 m de développement), à l'origine de la rivière le Flumen.

- les lésines - Ce sont des crevasses profondes, largement ouvertes, qui résultent d'un élargissement par dissolution d'une diaclase ou d'une fracture.

.../...

- les dolines - qui sont des dépressions fermées, rondes ou ovales, dont la taille va de quelques mètres à quelques dizaines de mètres, à bords plus ou moins abrupts et dont le fond est tapissé d'argiles de décalcification. Elles apparaissent surtout dans les zones très fracturées et jalonnent parfois des accidents ou le trajet de réseaux souterrains. Dans la région, les dolines sont moins nombreuses qu'en d'autres parties du Jura et beaucoup d'entre-elles ont une forme d'entonnoir à pente douce.

- les lapiez - qui sont de profonds sillons de même orientation que les diaclases, creusés par les acides humiques et les eaux chargées de gaz carbonique. On les trouve souvent sur les grandes surfaces structurales calcaires. La dissolution de la roche se fait suivant les principaux plans de fissures, ce qui donne une forme d'érosion caractéristique, constituée de lames ou crêtes rocheuses séparées par des crevasses plus ou moins béantes, profondes parfois de plusieurs mètres. De beaux exemples de lapiez s'observent sur les calcaires du Berriasien supérieur de la région de SEPTMONCEL, sur les calcaires portlandiens qui forment la voûte et le flanc oriental du pli de "Sur-les-Grès", sur les calcaires bathoniens du noyau anticlinal des Molunes.

- les vallées sèches - Les cours d'eau qui les ont creusées se perdent aujourd'hui à l'amont. Ainsi, entre le lac de Lamoura et le ruisseau de Chapy, l'écoulement superficiel disparaît à deux reprises : une première fois immédiatement en aval du lac, sur une longueur de 3 km, une seconde fois au lieu-dit "Clavières", sur une longueur de 0,7 km. Il peut arriver que certaines vallées sèches redeviennent momentanément actives en période de forte crue.

2.2.4 - HYDROLOGIE

Toute la région étudiée est drainée vers le Rhône par la Bienne qui collecte les eaux du Lison, en rive droite, et, en rive gauche, les eaux de la Blénière, de l'Abîme, du Tacon, recevant lui-même les eaux du Flumen, du Grosdar et du Bief des Foules.

Les ruisseaux et les rivières sont alimentés :

- soit par des eaux de ruissellement ou émanant de zones à substratum marneux ou argileux (la Bienne, la Blénière, le Grosdar, le ruisseau de Chapy, le Lison),

.../...

.../...

- soit par des eaux d'origine karstique, issues d'exurgences ou de résurgences (l'Abîme, le Flumen, le Tacon).

Sur les vastes structures anticlinales calcaires les écoulements superficiels sont insignifiants. Les eaux de pluies s'infiltrant rapidement et circulent en profondeur avant de réapparaître sous forme de résurgences au-dessus des niveaux marneux, au pied des falaises calcaires souvent encombré par des éboulis.

Dans les séries marno-calcaires (crétacé inférieur), les cheminements sont plus complexes en raison de l'alternance de niveaux calcaires perméables karstiques et de niveaux marneux imperméables. Les exutoires sont fréquents au contact des deux faciès, mais généralement de faible importance. La présence d'eau favorise l'altération des faciès marneux, ce qui a pour conséquence d'affecter les caractéristiques mécaniques de l'ensemble.

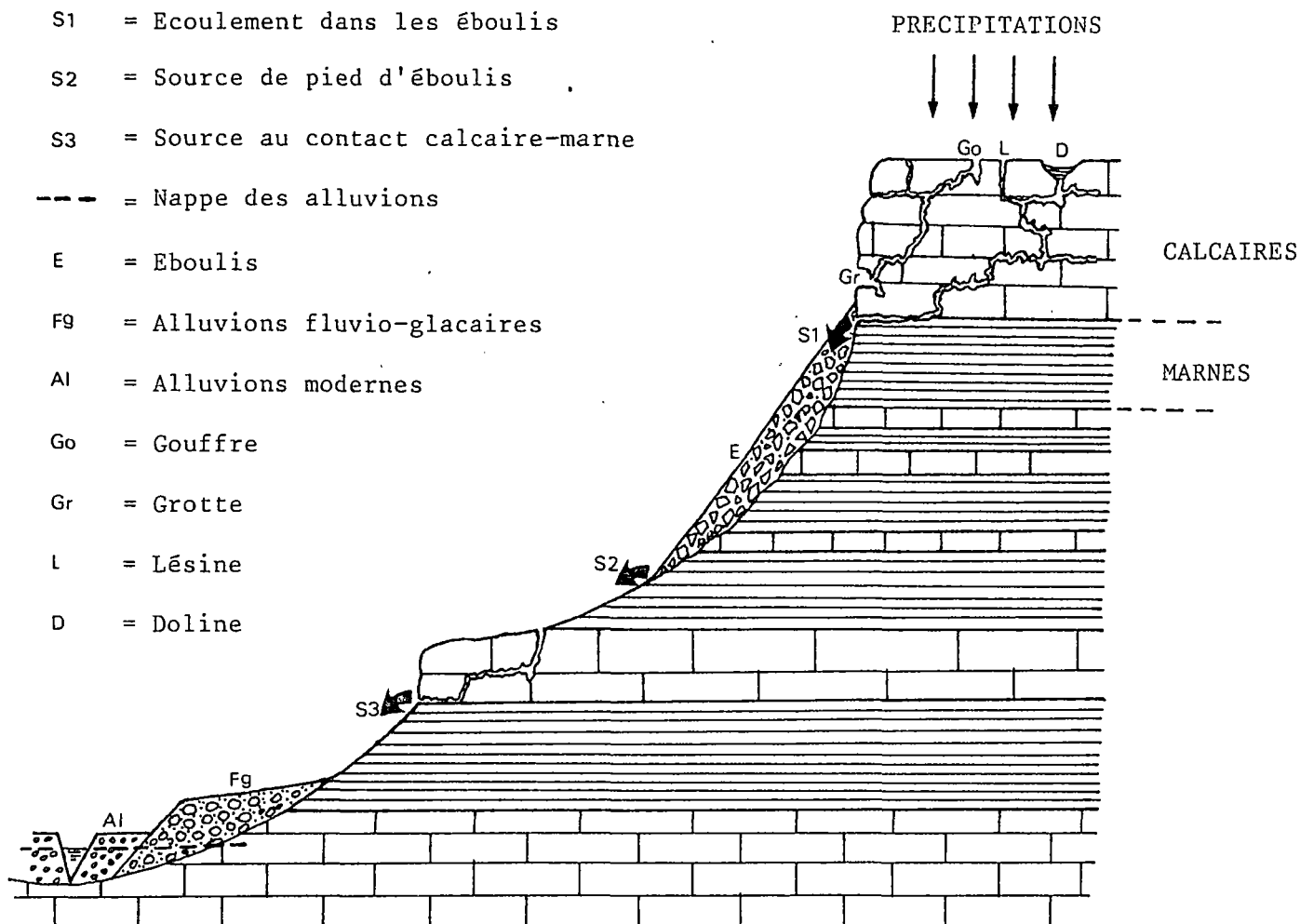
Les conditions géologiques et morphologiques sont peu favorables à l'existence de nappes phréatiques dans les alluvions :

- les moraines sont argileuses et donc peu perméables,
- les alluvions fluvio-glaciaires forment des terrasses ou des cônes trop élevés par rapport au niveau de base que représente le lit des rivières,
- les alluvions modernes n'ont qu'une très faible extension.

Les différents types de circulation évoqués, sont schématisés sur la figure 4 ci-après.

.../...

Figure 4 - SCHEMA MONTRANT DIFFERENTS TYPES D'ECOULEMENT
EN PAYS CALCAIRE



Depuis fort longtemps, les principaux cours d'eau ont été utilisés pour fournir la force motrice à des usines (martinets, scieries, moulins, etc.). Aujourd'hui, ils sont encore exploités pour fabriquer de l'énergie hydroélectrique (Bienne, Flumen, Abîme).

Sur le territoire étudié, l'alimentation en eau potable se fait en quasi totalité à partir de captages d'exutoires de systèmes karstiques (source du marais de SAINT-LUPICIN, source de Montbrillant, source des Foules, source de Vaucluse, etc.) Le Flumen sert d'appoint à l'alimentation en eau de la ville de SAINT-CLAUDE. Toutes ces ressources ont l'inconvénient d'être très vulnérables et, de fait, elles sont généralement

.../...

polluées bactériologiquement, et, parfois même chimiquement. De plus, elles peuvent se charger de sédiments en suspension en périodes de fortes pluies.

Il nous a paru utile de reproduire, ci-dessous, l'index toponymique figurant dans la thèse de J. MUDRY et P. ROSENTHAL, qui montre que beaucoup de noms de lieux ont une origine plus ou moins hydrologique :

(m.) : nom masculin (l.d.) : lieu-dit
(f.) : nom féminin (riv.) : rivière

ABIME (m.) : Gouffre très profond (ex. Trou de l'Abîme).

BALME, BAUME, BORNE (f.) : Grotte profonde. (ex. La Balme, comm. des Bouchoux ; La Borne aux Loups, comm. des Moussières).

BIEF (m.) : Petit torrent n'ayant pas d'affluent. (ex. Bief Noir, Bief Froid).

BOURBOUILLON (m.), *BERBOUILLER* (m.) : Creux criblés de fissures, situés dans des bas fonds marécageux, qui jouent tantôt le rôle de puits absorbant et tantôt rejettent de l'eau qui peut inonder les alentours en bouillonnant, d'où le nom de bourbouillon (M. DUBOIS, 1959), (ex. Bourbouillon, comm. de Longchaumois ; ou Berbouiller, comm. de la Pesse).

CONDAMINE (l.d., f.) : de CUM., confluent, village établi au confluent de la Bienne et de l'Abîme (dépend. de St-Claude).

CONDAT (l.d.) : de CUM. confluent, c'est ainsi que l'on nommait le confluent de la Bienne et du Tacon au V^e siècle, avant que St-Romain n'y établisse son abbaye ; plus tard, ce lieu prit le nom de St-OYEND-DE-JOUX (VI^e siècle), puis de St-CLAUDE (XII^e siècle).

COULOIRS (m.) : Falaises allongées à parois raides (ex. les Couloirs, comm. des Bouchoux, les Grands Couloirs, comm. de Coyrière).

CRAMEZANE (f.), *CREMEZAN* (l.d.) : Gouffre. (ex. Perte de Cremezan ou du Berbouiller, comm. de La Pesse).

CROS (f.), *CROTTE* (f.), *CROZAT* (f.), *CROZATE* (f.), *CROZET* (m.) : Creux ou grotte.

CUVALOUP (l.d.) : de CUVE, creux ou grotte au loup.

DANE (f.) : Gouffre (ex. la Dâne de Suza, ou gouffre Picard, comm. des Moussières).

DOUA (f.), *DOYE* (f.) : exsurgence, fontaine (ex. La DOYE près de Morez).

DOUVERAINE ou *DOUVRAINE* (riv.) : du Gaulois DUBR., eau.

EMPOSIEUX (m.) : Gouffre où se perdent les eaux, syn. : *L'EMBOSSIEUX*, *L'EMBOUTEILLA*, *L'EMBOUTEILLEUX*, engolieu, engollon, empoue.

ETAIN (l.d.) : de STANC., STANG., étang, eau stagnante. (ex. Sur l'Etain, comm. de Septmoncel).

.../...

FOULES (l.d.) : de FOULON. Dans le cirque DES FOULES se trouvaient des moulins où l'on utilisait de la terre à foulon pour dégraisser des étoffes.

GOUILLE (f.) : Flaque ou mare d'eau (ex. Chalet de la Gouille, comm. de Bellecombe).

GRUSSE (f.) : de GRAU : rocher et USSE : eau, source sortant d'un rocher.

LESINE (f.) : Grande diaclase verticale pouvant atteindre de très grandes profondeurs (ex. La Lésine au Miroir près de Vaucluse, comm. de St Claude).

MOLUNE (f.) : endroit humide marécageux. (ex. les Basses Molunes de La Pesse).

MOUILLES (f.) : Endroit humide, marécageux. (ex. Les Mouilles, comm. de Bellecombe).

MORTES (f.) : Eaux stagnantes.

RASSES (f.), *ROUSSES* (f.) : Lieu humide, planté de roseaux et joncs. (ex. Chalet des Rasses, comm. des Molunes, Les Rousses comm.).

RIOTE (f.) : de RIOT, RIOU, RIVUS, torrent souvent à sec. (ex. la Riôte, comm. de Villard-St-Sauveur).

TACON (riv., m.) : de TACHON, torrent bruyant venant du haut.

VAIVRE, VEVRE (f.) : marécage.

2.2.5 - CLIMATOLOGIE

Le Jura a un climat continental caractérisé par des hivers pluvieux et froids et des étés secs et chauds. Dans la région étudiée, l'altitude varie de + 400 m (vallée de la Bienne) à + 1300 m (commune des Molunes), ce qui se traduit par des différences très sensibles aussi bien en ce qui concerne les températures que les précipitations, comme le montre le tableau ci-dessous donnant les valeurs moyennes enregistrées à SAINT-CLAUDE (altitude + 400 m) et à LAMOURA (altitude + 1 156).

PERIODE 1959 - 1975	SAINT-CLAUDE + 400 m	LAMOURA + 1156 m
- température minimale moyenne, annuelle	3°6	0°2
- température maximale moyenne, annuelle	15°8	9°9
- température moyenne annuelle	9°7	5°1
- température minimale moyenne mensuelle		
. décembre	- 3°2	- 6°5
. janvier	- 3°5	- 6°5
. février	- 2°7	- 6°2
- température moyenne mensuelle		
. décembre	0°6	- 2°3
. janvier	0°7	- 2°4
. février	2°9	- 1°6
- moyenne annuelle des hauteurs des précipitations (mm)	1 624	053

La région est caractérisée par de très importants écarts de température avec des valeurs maximales de + 30° C en été et des valeurs minimales pouvant descendre jusqu'à - 30° C en hiver. La température moyenne annuelle est faible = moins de 10° C à SAINT-CLAUDE, de l'ordre de 5° C à LAMOURA où la saison hivernale est très longue.

En montagne, la température moyenne est inférieure à 0° C pendant plusieurs mois, l'hiver, mais la région est alors recouverte d'une épaisse couche de neige qui joue le rôle d'un matelas isolant. En dessous de 700-800 m, les chutes de neige sont moins fréquentes, moins abondantes et les cycles répétés gel - dégel ont, alors, une action importante sur la dégradation des roches.

La moyenne annuelle des précipitations est élevée surtout en montagne où une bonne partie de celles-ci tombe sous forme de neige.

2.2.6 - OCCUPATION DU SOL ET ACTIVITES HUMAINES

Les trois quarts de la superficie du territoire étudié sont occupés par des bois ou des forêts.

Le relief très accidenté et le climat rigoureux sont peu favorables à la grande culture, et l'activité agricole est essentiellement consacrée à l'élevage.

Les zones de pâturages se rencontrent sur les terrains marneux :

- marnes de l'Oxfordien inférieur (exemple : combe de Laisia)
- marnes du Crétacé inférieur (exemple : région de CUTTURA - SAINT-LUPICIN)

- moraines glaciaires (exemples : "Vaucluse", VILLARD-SAINT-SAUVEUR).

Les grands ensembles anticlinaux calcaires sont généralement couverts de forêt, exemples : forêt d'Annuelle, forêt d'Avignon).

Malgré le relief, le réseau routier est relativement important et rayonne autour de SAINT-CLAUDE, la principale agglomération.

La ville de SAINT-CLAUDE est connue comme la capitale de la pipe. Mais, à côté des industries du bois, liées à l'exploitation de la forêt, des petites entreprises industrielles, nombreuses et variées, se sont implantées dans la région (tournage, cartonnage, joaillerie, etc...)

La région de SAINT-CLAUDE est touristique, mais il est certain que de gros efforts sont encore nécessaires pour développer le tourisme et surtout les sports de neige qui connaissent, actuellement, un véritable engouement.

3 - PRINCIPES DE REALISATION

DE LA CARTE DES RISQUES

La carte des risques de la région de SAINT-CLAUDE a été établie suivant les principes de base de la carte ZERMOS (carte des zones exposées à des risques liés aux mouvements du sol et du sous-sol), mais, elle diffère sensiblement de celle-ci, en ce sens qu'elle est plus orientée vers l'aménagement. A côté des facteurs d'instabilité existants dans les conditions naturelles, nous avons pris en compte un facteur supplémentaire qui est : *la sensibilité des terrains aux travaux d'aménagement*. Ainsi, certaines zones ont été cartographiées sous un niveau de risque plus élevé que celui que leur auraient conféré les seuls facteurs naturels d'instabilité. A cet égard, la carte des risques de la région de SAINT-CLAUDE est sensiblement plus "pessimiste" qu'une carte ZERMOS.

3.1 - LES DIFFERENTS TYPES DE MOUVEMENTS PRIS EN COMPTE

3.1.1 - GLISSEMENTS

Les glissements se produisent dans les formations argileuses ou marneuses et le risque est d'autant plus élevé que la pente du terrain est forte. Ainsi, toute opération de terrassement qui a pour conséquence de modifier la pente d'un talus naturel marneux, augmente le risque de glissement. Les glissements présentent plusieurs aspects.

- le fluage est un phénomène superficiel très lent, souvent imperceptible qui se manifeste sur les talus argileux ou marneux, même faiblement pentés,
- les glissements superficiels, assez fréquents mais de faible ampleur, n'intéressent que la pellicule altérée de surface des marnes. Ils sont très localisés, et se traduisent par des loupes de glissement,
- les glissements en masse, heureusement beaucoup plus rares, peuvent affecter toute une portion de versant, sur une épaisseur parfois importante. Ils se manifestent par des niches d'arrachement et des bourrelets qui bouleversent la topographie du versant.

3.1.2 - AFFAISSEMENT ET EFFONDREMENT

L'affaissement se traduit par un abaissement lent et continu du sol. C'est un phénomène rare dans les conditions naturelles qui peut se produire, par exemple en bordure des falaises calcaires sous l'effet du tassement et du fluage des marnes qui supportent la masse rocheuse.

L'effondrement est caractérisé par l'abaissement important, brutal et discontinu du sol. Dans les terrains marneux, existent fréquemment des circulations d'eau à la base de la couche altérée superficielle. Le ravinement provoque parfois des petits effondrements, sans conséquence grave, sur le trajet de ces circulations d'eau "sous-cutanées". De même, dans les zones calcaires, des effondrements de voûtes de conduits ou de cavités karstiques se produisent quelquefois mais ces accidents sont exceptionnels. A côté de ces mouvements dont la cause est naturelle, des effondrements sont provoqués quelquefois par l'activité humaine : c'est le cas des galeries et carrières souterraines qui, en cas de rupture des piliers soutenant la voûte peuvent être la cause d'effondrements aux conséquences graves. Or, sur la commune de CHASSAL, on exploite souterrainement un calcaire marbrier de diverses nuances, commercialisées sous le nom de Brocatelles de Molinges.

3.1.3 - ECROULEMENT

L'écroulement est caractérisé par la chute brutale, à partir d'une paroi rocheuse, d'une masse d'un volume important. La masse rocheuse se disloque ensuite en fragments de toutes tailles qui dévalent la pente, s'ils ne sont pas arrêtés par des obstacles. L'écroulement peut affecter tout un pan de falaise. Ainsi, la carte géologique SAINT-CLAUDE à 1/50 000è indique d'énormes "paquets" calcaires écroulés et glissés sur les marnes argoviennes sur le flanc oriental du Mont Chabot et au lieu-dit "l'Evalide". Toutefois, il s'agit de mouvements très anciens, aujourd'hui stabilisés et sans danger.

3.1.4 - CHUTES DE PIERRES ET DE BLOCS

Il s'agit de pierres (volume inférieur à 1 dm³) et de blocs (volume inférieur à 1 m³) qui se détachent sporadiquement des parois rocheuses lorsque celles-ci sont très fracturées et/ou gélives. C'est ainsi que se sont formés et sont alimentés les éboulis qui encombrant fréquemment le pied des falaises.

3.1.5 - RAVINEMENT

Le ravinement se produit dans les formations meubles, argileuses, marneuses ou sablo-graveleuses, lorsque celles-ci ont été débarassées de leur couverture végétale, soit naturellement, à la suite d'un glissement, par exemple, soit, le plus souvent, par l'action de l'homme (défrichement, déboisement). Si le matériau est hétérométrique (cas des moraines, par exemple) et la pente forte, l'eau de ruissellement entraîne les particules

fines ; les cailloux et les blocs sont progressivement déchaussés puis complètement libérés et roulent alors sur la pente.

3.1.6 - AFFOUILLEMENT

L'affouillement se manifeste également dans les terrains meubles (alluvions), le long des berges des rivières. En périodes de crues, l'eau sape le pied des berges ce qui provoque à plus ou moins long terme, l'écroulement de paquets de matériaux qui tombent dans la rivière.

3.1.7 - EROSION REGRESSIVE

Lorsqu'un mouvement tel que glissement, affouillement ou ravinement s'est produit en un lieu, l'équilibre naturel du versant est rompu et il arrive souvent que le phénomène évolue dans le temps. Les mouvements se répètent et font reculer progressivement la limite de la zone des désordres vers l'amont. C'est ce qu'on appelle l'érosion régressive.

Parmi tous ces mouvements, certains sont lents et continus, sans déformation apparente à l'observateur (fluage, tassement, érosion régressive...) et les conditions sont telles, qu'aucune accélération brutale et rapide n'est envisageable. Ce sont les moins dangereux. D'autres, au contraire, se manifestent brutalement, de façon discontinue (écroulement, chutes de blocs, glissement en masse...), et les matériaux déplacés sont soumis à des accélérations très rapides ; par leur soudaineté et leur amplitude, ces mouvements peuvent avoir de graves conséquences, humaines ou matérielles.

3.2 - FACTEURS D'INSTABILITES PRIS EN COMPTE DANS LE ZONAGE

3.2.1 - NATURE DES TERRAINS ET STRUCTURE GEOLOGIQUE

Les formations géologiques de même nature, placées dans les mêmes conditions, ont un comportement géotechnique identique, ce qui permet de regrouper les différentes unités stratigraphiques présentes dans la région étudiée, en un certain nombre d'ensembles lithologiques relativement homogènes qui sont :

a) Pour ce qui concerne les formations du substratum :

. *les terrains à caractère rocheux*

- calcaires du Dogger (Bajocien inférieur, Bathonien)
- calcaires du Malm (Oxfordien supérieur, Kimméridgien, Portlandien)
- calcaires du Barrémien

- . *les terrains à caractère marneux et/ou argileux*
 - marnes du Lias supérieur
 - marnes de l'Oxfordien inférieur (faciès "Argovien")
- . *les terrains à caractère "mixte"* représentés par une alternance de bancs de marnes et de bancs de calcaires généralement plus ou moins argileux :
 - marnes et calcaires du Bajocien supérieur
 - marnes et calcaires du Crétacé inférieur (Purbeckien, Berriasien, Valanginien, Hauterivien).

b) Pour ce qui concerne les formations meubles de recouvrement :

- . *les terrains à caractère argileux dominant*
 - glaciaire (argiles à blocs)
 - alluvions anciennes (argilo-sableuses)
- . *les terrains sablo-graveleux et/ou caillouteux*
 - éboulis de pente
 - fluvio-glaciaire
 - alluvions modernes des rivières principales
- . *les tourbes*, qui constituent une catégorie de terrains bien particuliers, caractérisés par une résistance très faible et une compressibilité très élevée.

3.2.2 - PENTE DU TERRAIN NATUREL

Une minute de la carte morphologique de la région étudiée a été établie d'après les indications de la carte de l'I.G.N. à 1/25 000^e, complétées par les observations de terrain. Sur ce document ont été cartographiées :

- les zones à pente très faible à nulle qui correspondent aux terrasses alluviales et aux fonds plats de certaines dépressions ou vallées sèches,
- les zones à pente faible (inférieure à 10°),
- les zones à pente moyenne à forte (comprise entre 10° et 25°),
- les zones très fortement pentées (pente supérieure à 25°),
- les zones escarpées qui correspondent aux falaises et barres rocheuses.

.../...

3.2.3 - PRESENCE D'EAU

L'eau est un facteur déterminant dans la plupart des mouvements, tant par son action dynamique que par son pouvoir lubrifiant ou dissolvant. Elle joue un rôle important dans l'altération des marnes et est responsable de la désagrégation de certaines roches calcaires sous l'effet des cycles gel-dégel.

3.2.4 - PENTE DES RIVIERES

La pente des rivières, lorsqu'elle est accentuée, confère à celles-ci un caractère torrentiel favorisant le ravinement des berges.

3.2.5 - SENSIBILITE DES TERRAINS AUX TRAVAUX D'AMENAGEMENT

Comme nous l'avons écrit plus haut, ce facteur tient compte de l'influence de travaux d'aménagement éventuels, sur la stabilité des terrains. Par exemple, des terrassements effectués sur un versant marneux, en modifiant la pente naturelle ou en créant des surcharges, augmentent le risque de glissement.

3.2.6 - CAS DES ROUTES EXISTANTES

Les risques localisés le long des routes existantes n'ont pas été pris en compte dans le zonage car ils ont fait l'objet d'une étude spécifique par le Laboratoire Régional d'AUTUN, du C.E.T.E. de LYON.

3.3 - SIGNIFICATION DES TEINTES ET DES FIGURES

3.3.1 - LES TEINTES

Les teintes traduisent l'appréciation du risque, c'est-à-dire la probabilité d'apparition des mouvements de terrain et les surfaces qu'ils concernent. Le risque est apprécié globalement, indépendamment des risques localisés qui peuvent exister le long des routes et dont les plus importants ont fait l'objet d'une étude récente par le Laboratoire Régional d'AUTUN. La carte de zonage résulte de la superposition des minutes de la carte lithologique et de la carte morphologique, complétée et précisée par les observations de terrain.

Quatre couleurs ont été utilisées pour distinguer et localiser les zones d'intensité de risque croissante :

.../...

.../...

- le vert, pour les zones de risque nul à très faible
- le jaune, pour zones de risque faible
- l'orange, pour zones de risque moyen
- le rouge, pour les zones de risque élevé

Chaque zone a été subdivisée en un certain nombre de sous-zones identifiées par un chiffre qui renseigne à la fois sur l'importance de la pente et sur la nature des terrains.

La définition des zones et des sous-zones est donnée dans le chapitre suivant, et rappelée sommairement dans la légende de la carte.

3.3.1 - LES FIGURES EN NOIR

Des figurés en noir ont été utilisés pour identifier et localiser les différents types de mouvements, observés ou potentiels, ainsi que les désordres naturels d'origine karstique (gouffres, grottes, dolines...) Leur signification est indiquée en légende.

4 - DESCRIPTION ET LOCALISATION

DES DIFFERENTES ZONES DE RISQUES

4.1 - ZONES DE RISQUE NUL A TRES FAIBLE (VERT)

4.1.1 - DEFINITION

Zones exemptes de mouvements de terrains, stables, ou dont la stabilité ne pourrait être menacée que dans des conditions très exceptionnelles. Faible sensibilité aux travaux d'aménagement courants.

4.1.2 - DESCRIPTION ET LOCALISATION

Les zones de risque nul à très faible sont divisées en plusieurs sous-zones dont les caractéristiques et la localisation sont les suivantes :

1) *Substratum calcaire affleurant ou sub-affleurant - Pente faible à moyenne :*

- voûtes calcaires (Jurassique moyen ou supérieur) des structures anticlinales, et zones plus ou moins tabulaires : Forêt de Moirans, d'Annuelle, d'Avignon, du Frénois ; Bois de Tresberruy, du Gyps ; anticlinaux de LAVANS, des Molunes ; Crêt de Surmontant, sommet du Mont Bayard, Molinges...
- coeur barrémien des synclinaux crétacés : Bois de Lesigna, de Marignat ; le Truffet, PONTHOUX, entre SEPTMONCEL et LAMOURA, CINQUETRAL...

Dans ces zones, les désordres les plus fréquents sont les gouffres, grottes, lésines, entonnoirs et effondrements naturels dus à des phénomènes karstiques.

2) *Substratum constitué par une alternance de bancs de marnes et de bancs calcaires, affleurant ou sub-affleurant - Pente faible :*

- pourtour du Bois de Lésigna

3) *Plaines alluviales (alluvions modernes) et terrasses fluvioglaciales - Terrains peu ou pas argileux - Pente faible :*

- plusieurs secteurs dans le fond de la vallée de la Bienne (champs de Bienne, la Condamine, la Patience, Etables, Molinges, Rochefort, Pré Martinet...)

.../...

4) *Recouvrement à caractère argileux dominant (argile à blocs des moraines), ou argilo-sableux (alluvions anciennes), sur substratum calcaire - Pente nulle à faible :*

- au Sud-Ouest de RAVIVOLLES, au Nord de SEPTMONCEL, entre VALFINS-LES-SAINT-CLAUDE et CUTTURA...)

4.2 - ZONES DE RISQUE FAIBLE (JAUNE)

4.2.1 - DEFINITION

Zones caractérisées par l'existence d'un ou plusieurs facteurs défavorables liés à la morphologie (pente) ou à la nature des sols (caractère argileux dominant), mais dont la faible intensité n'a pas de grave conséquence sur la stabilité des terrains, et n'entraîne pas un risque élevé. Les mouvements observés ou potentiels sont très localisés et de faible envergure. L'absence d'escarpement rocheux important limite les risques d'éroulement et de chutes de pierres. Sur les terrains marneux, les mouvements sont limités à des traces de fluage et, plus rarement, à des petits glissements superficiels.

4.2.2 - DESCRIPTION ET LOCALISATION

Les zones de risque faible sont divisées en plusieurs sous-zones dont les caractéristiques et la localisation sont les suivantes :

1) *Substratum calcaire affleurant ou sub-affleurant - Pente forte - absence de barres ou de falaises calcaires importantes, la roche affleurant souvent en surfaces structurales :*

- flancs abrupts de certains anticlinaux de Jurassique supérieur : anticlinaux de la forêt d'Annuelle, du Bois de CUTTURA, d'AVIGNON...
- versants de certaines vallées ou dépressions : vallée de la Bienne, en amont de son confluent avec le Tacon...

2) *Substratum affleurant ou sub-affleurant, constitué par une alternance de marnes et de calcaires - Pente moyenne :*

- ces sous-zones sont localisées principalement dans les synclinaux crétacés : RAVIVOLLES, CHASSAL - PONTHOUX, CINQUETRAL, SEPTMONCEL.

3) *Substratum affleurant ou sub-affleurant, argileux ou marneux - Pente faible :*

- il s'agit essentiellement des combes argoviennes : combe entre la forêt de Moirans et la forêt d'Annuelle, combe d'Entremur à la lisière sud-est de la forêt d'Annuelle, lieux-dits "sur Chevry" et "Aux Gourdis" à l'Est de RANCHETTE, "La Main Morte" au Sud et à l'Est du Crêt Pourri, combe de Laisia sur la commune des Molunes...

4) *Recouvrement à caractère argileux dominant (argile à bloc des moraines) - Substratum calcaire ou marno-calcaire - Pente faible à moyenne :*

- placages morainiques plus ou moins étendus sur calcaires du Jurassique moyen (région de VILLARD-SAINT-SAUVEUR, "Très Bayard"...), ou sur marno-calcaires du Crétacé inférieur (synclinal de SEPTMONCEL...)

5) *Les tourbières* qui se rencontrent dans le fond de dépressions mal drainées, sur des formations peu perméables, telles que les marnes argoviennes (bordure sud-est de la forêt de Moirans, combe de Laisia...) ou les moraines glaciaires (combe du Grand Essart, au Nord-Ouest de la forêt d'Avignon...) Les tourbières ne présentent guère de risque dans les conditions naturelles, mais elles donnent des sols gorgés d'eau, peu résistants et très compressibles, difficilement aménageables.

4.3 - ZONES DE RISQUE MOYEN (ORANGE)

4.3.1 - DEFINITION

Ce sont des zones potentiellement instables dans lesquelles des mouvements, d'ampleur limitée, se sont déjà produits ou peuvent se produire sous l'effet d'une faible sollicitation.

Souvent, le caractère instable résulte de la conjugaison de plusieurs facteurs défavorables, exemple : zone fortement pentée, au pied d'une falaise calcaire (donc exposée aux chutes de pierres ou écroulements) constituée par des éboulis reposant sur un substratum marneux (risque de glissement).

Dans ces zones sensibles, les risques sont réels et il convient d'en tenir compte pour tout aménagement, au niveau de la faisabilité du projet.

4.3.2 - DESCRIPTION ET LOCALISATION

Les zones de risque moyen sont divisées en plusieurs sous-zones dont les caractéristiques et la localisation sont les suivantes :

1) *Zones à forte pente, exposées aux chutes de pierres ou de blocs et aux écroulements issus des falaises calcaires sous lesquelles elles se trouvent :*

- elles correspondent, le plus souvent, à des zones d'éboulis calcaires reposant sur un substratum marneux (généralement les marnes argoviennes), condition défavorable qui se traduit par un risque potentiel de glissement des éboulis sur les marnes, d'autant plus que des circulations d'eau sont fréquentes au contact des deux formations. Ces zones sont localisées au pied des crêts de Jurassique supérieur (exemple : sous le Crêt de Surmontant).

2) *Substratum argileux ou marneux, affleurant ou sub-affleurant - Pente moyenne à forte - Sensibilité au fluage et au glissement :*

- ces zones correspondent essentiellement aux marnes argoviennes qui forment des talus assez fortement pentés, au pied des talus d'éboulis, sous les falaises calcaires du Jurassique supérieur : sous le Crêt de Surmontant, pourtour du Crêt Pourri, versants de la Combe de Tressus, combes argoviennes ceinturant le coeur bathonien de l'anticlinal des Molunes...

3) *Substratum affleurant ou sub-affleurant, constitué par une alternance de marnes et de calcaires - Pente forte :*

- L'alternance de bancs calcaires et de bancs marneux réduit l'intensité du risque et surtout l'ampleur des mouvements, qu'il s'agisse de glissement, de chute de pierres et de blocs, ou d'écroulement (absence de falaise ou de barres rocheuses importantes). Ces zones sont localisées dans les synclinaux crétacés :

. synclinal de CHASSAL-PONTHOUX : versants de la vallée du Lison

. synclinal du Bois du Biolet (à l'Ouest du Mont Chabot)

. synclinal de CINQUETRAL - SAINT-CLAUDE (vallée de la Blénière, flancs occidental et méridional du Pain de Sucre)...

.../...

4) *Moraines à caractère argileux (argiles à blocs), reposant sur un substratum marneux (le plus souvent marnes argoviennes) - Pente moyenne à forte :*

Ces conditions sont particulièrement défavorables et entraînent un double risque de glissement :

- glissement (de faible envergure) au sein du dépôt morainique
- glissement de l'ensemble du recouvrement glaciaire sur le substratum marneux.

Ces zones sont localisées essentiellement :

- dans la partie amont de la vallée du Tacon
- dans les vallées du Bief des Foules et du Grosdar, où les traces de glissements anciens sont fréquentes
- dans la vallée du Ruisseau de l'Abîme.

5) *Berges des principales rivières taillées dans des alluvions meubles :*

L'affouillement sape les berges et provoque l'éboulement ou le glissement de paquets d'alluvions, ce qui déclenche un phénomène d'érosion régressive qui progresse à l'amont du versant. Ces désordres sont particulièrement fréquents le long des berges du Tacon et du Flumen.

4.4 - ZONES DE RISQUE ELEVE (ROUGE)

4.4.1 - DEFINITION

Elles correspondent soit, à des zones où des mouvements plus ou moins importants se sont déjà produits, soit, à des zones où la probabilité d'apparition ou d'extension des désordres est élevée.

4.4.2 - DESCRIPTION ET LOCALISATION

Les zones de risque élevé sont divisées en deux sous-zones dont les caractéristiques et la localisation sont les suivantes :

1) *Escarpements et falaises calcaires :*

Les puissantes assises calcaires, et particulièrement celles du Jurassique supérieur, ont été profondément entaillées par l'érosion. En de nombreux endroits, les versants sont dominés ou couronnés par des escarpements très abrupts, des barres et des falaises calcaires verticales (crêts), qui se relaient ou se succèdent sur des hauteurs atteignant parfois plusieurs centaines de mètres (versant nord de la vallée du Flumen, entre la Roche Percée et le Saut du Chien).

.../...

Dans ces zones, où tout projet d'aménagement paraît exclu, la roche est directement exposée aux intempéries. Le risque de chutes de pierres, de blocs, ou d'écroulement existe en permanence et devient particulièrement intense au moment du dégel.

2) *Zones fortement pentées, à substratum marneux ou à recouvrement argileux épais, où de nombreuses traces de glissements, anciens ou récents, traduisent l'instabilité du sol :*

Trois secteurs appartiennent à cette catégorie :

- le premier, le plus important, est situé immédiatement au Sud du Crêt Pourri (marnes argoviennes),
- le deuxième se trouve à 3 km au Nord-Est du précédent, sur le versant nord-ouest de la Combe de Tressus (marnes argoviennes). Il est traversé par le CD 304,
- le troisième est situé sur le versant nord-ouest de la vallée du Grosdar, au Sud de "Chaumont" (argile glaciaire à blocs).

Dans ces secteurs, tout projet d'aménagement paraît extrêmement délicat et, en tout état de cause, nécessite une étude précise des conditions de stabilité.

5 - RECOMMANDATIONS RELATIVES A L'AMENAGEMENT

Comme nous l'avons vu, les sols de la région étudiée sont variés et plus ou moins sensibles aux travaux d'aménagement selon leur nature et les conditions morphologiques. Le terme aménagement est pris dans un sens très large qui englobe toutes interventions, passées ou futures, ayant pour conséquence une modification de l'état d'équilibre naturel du sol ou du sous-sol.

Pour chacune des zones de risques cartographiées, et décrites dans le chapitre précédent, nous définirons brièvement les problèmes géotechniques qui pourront se présenter, les précautions à prendre et les travaux de reconnaissance à mettre en oeuvre, pour différents types d'aménagement : constructions, terrassement, V.R.D.

5.1 - ZONES A SUBSTRATUM CALCAIRE AFFLEURANT OU SUB-AFFLEURANT

(vert 1) - jaune 1) - rouge 1))

La roche affleure ou est recouverte par une pellicule de terre et d'argile d'altération mêlées parfois à des éboulis.

5.1.1 - CONSTRUCTIONS

Sur les sols rocheux et massifs, les fondations ne poseront généralement pas de problème, qu'il s'agisse de la portance ou du tassement. Il convient toutefois de s'éloigner des désordres naturels reconnus tels que les gouffres, les entonnoirs, les dolines. Une zone de protection sera établie en bordure des surplombs des corniches où tout aménagement lourd sera exclu.

Localement, les constructions légères à moyennes pourront être fondées sur la couche d'altération superficielle si l'épaisseur de celle-ci dépasse 2 m. Dans ce cas, l'épaisseur et les caractéristiques géotechniques des formations superficielles devront être déterminées pour permettre d'estimer d'éventuels tassements différentiels.

Dans tous les autres cas, et particulièrement celui des constructions lourdes, les fondations reposeront sur le rocher. Au droit des descentes de charge, on s'assurera que le sous-sol ne recèle pas de cavité karstique ou de zone de moindre résistance liée à l'existence d'un réseau de fractures indécélable en surface. Sur les fortes pentes, et particulièrement si la structure est inclinée défavorablement (aval pendage), une étude structurale et des essais mécaniques, sont indispensables pour définir

les conditions de stabilité. La topographie et le risque permanent de chutes de pierres, de blocs ou d'écroulement de masses rocheuses interdit tout aménagement dans les zones rouge 1).

5.1.2 - TERRASSEMENTS ET V.R.D.

Les terrassements en milieu rocheux sont difficiles et nécessitent le plus souvent l'utilisation d'explosif. La mauvaise tenue de nombreuses parois rocheuses résulte souvent d'un emploi inconsidéré de l'explosif. C'est pourquoi les travaux de terrassement importants dans le rocher, doivent être confiés à des spécialistes.

Souvent, en surface, le calcaire est fracturé, plus ou moins altéré, disloqué, et peut être rippé au moyen d'engins lourds. Pour des projets de grande extension, une campagne de prospection sismique permettra de déterminer la rippabilité des matériaux à terrasser.

Les résidus d'altération, les dépôts de décalcification ou les produits d'érosion et de remaniement superficiels, fourniront des matériaux hétérogènes, de qualité médiocre à moyenne du type limon à grave plus ou moins argileuse qui, s'ils sont en quantité suffisante, pourront convenir à de petits aménagements.

5.1.3 - RECONNAISSANCE

Pour de petits aménagements, les reconnaissances viseront plus particulièrement à reconnaître les formations d'altération superficielle, à partir de moyens légers de surface. Le plus souvent, la pelle mécanique sera suffisante.

Pour les aménagements plus importants en superficie, une reconnaissance géophysique sismique ou électrique, associée à quelques puits à la pelle mécanique, permettra de déceler d'éventuelles anomalies et de sélectionner les sites les plus favorables.

Pour les constructions lourdes, la reconnaissance devra être plus précise et plus profonde, notamment au droit des descentes de charge afin de s'assurer contre la présence de cavités karstiques. Au stade d'un avant-projet, la recherche de cavités souterraines peut se faire par micro-gravimétrie avec calage et vérification par sondages carottés ou crawl-air.

Des essais mécaniques sont particulièrement recommandés lorsque la structure est inclinée (rôle important du pendage).

.../...

5.2 - ZONES A SUBSTRATUM ARGILEUX OU MARNEUX, AFFLEURANT OU SUB-AFFLEURANT (jaune 3) - orange 2) - rouge 2))

Au voisinage de la surface, les formations marneuses sont généralement altérées sur une épaisseur variable. Le produit d'altération est une argile plus ou moins plastique, sensible au fluage et au glissement, ayant des caractéristiques géotechniques souvent médiocres. Au contact de l'argile d'altération et de la marne saine existent fréquemment des circulations d'eau (écoulement sous-cutané).

5.2.1 - CONSTRUCTIONS

Sur les pentes faibles, les constructions légères ne devraient pas poser de gros problèmes. Cependant, dans le cas de fondations ancrées dans la couche d'altération superficielle, celles-ci devront être convenablement dimensionnées de sorte que les tassements prévisibles restent compatibles avec la structure. Pour les ouvrages moyens, on descendra les fondations jusqu'au toit des marnes saines si la couche superficielle est de qualité trop médiocre. Les constructions lourdes peuvent nécessiter des fondations semi-profondes ou profondes suivant la résistance des marnes.

Sur les pentes moyennes à fortes, à côté des problèmes de fondations, énoncés ci-dessus, interviennent des problèmes de stabilité de talus qui sont tout aussi importants, et même prédominants dans certains cas. Toute opération d'aménagement effectuée sur un versant marneux, perturbe les conditions d'équilibre de celui-ci en modifiant la pente, en créant des surcharges, etc.. Pour les projets importants, l'étude de la stabilité globale du versant devra être envisagée avec grand soin.

Dans certains secteurs, où des traces de glissement sont visibles (zones rouge 2), en particulier), la pente est à la limite de l'équilibre. Les aménagements ne peuvent être réalisés de façon classique et dans la plupart des cas, la faisabilité du projet ne pourra être assurée qu'au prix de travaux de confortement très importants. Dans ces conditions, il est recommandé d'exclure ces secteurs de tout projet d'aménagement.

5.2.2 - TERRASSEMENTS ET V.R.D.

S'agissant de terrains meubles ou peu indurés, les terrassements seront réalisés beaucoup plus aisément que dans les zones précédentes, avec les moyens mécaniques classiques. On veillera à ne pas créer de grands talus (déblai ou remblai) et on évitera les aménagements en terrasse, selon une même ligne de plus grande pente.

.../...

.../...

Les marnes exposées à l'air et soumises aux conditions atmosphériques, s'altèrent rapidement. Le contact prolongé avec l'eau réduit considérablement leurs caractéristiques géotechniques (conséquence de l'augmentation de la teneur en eau).

La réutilisation des matériaux sera le plus souvent délicate en raison de la faible aptitude au compactage des formations argileuses ou marneuses. Des essais de laboratoire seront nécessaires pour déterminer les teneurs en eau de compactage.

Pour ces raisons, les travaux de terrassement devront se faire de préférence en périodes sèches et il sera fréquemment indispensable de protéger les talus (déblai ou remblai) par des ouvrages de soutènement surtout si la pente du versant est forte.

Dans tous les cas, les problèmes de drainage devront être examinés et traités avec soin.

5.2.3 - RECONNAISSANCE

Pour les projets légers, en terrain peu accidenté, une reconnaissance par puits à la pelle mécanique et/ou par sondages du type tarière sera, dans la plupart des cas, suffisante. Si besoin est, les puits à la pelle permettent de prélever des échantillons de sols pour essais de laboratoire. Des moyens de reconnaissance in situ du type pénétromètre statique ou sondages pressiométriques peuvent être également utilisés pour les projets plus importants.

Sur les pentes où l'équilibre paraît plus ou moins précaire, et surtout s'il s'agit d'aménagement lourd, une étude spécifique du sol de fondation s'impose, jusqu'à une profondeur bien supérieure à celle atteinte par les engins de terrassement. Des sondages carottés sont alors indispensables, ainsi que le prélèvement d'échantillons représentatifs qui seront soumis, en laboratoire, aux analyses et essais classiques de mécanique des sols. Les résultats de ces essais serviront à définir, non seulement les caractéristiques des fondations, mais également les conditions de stabilité de la partie du versant concernée par le projet. En cas de présence d'eau, un certain nombre de sondages seront équipés de piézomètres.

.../...

5.3 - ZONES A SUBSTRATUM AFFLEURANT OU SUB-AFFLEURANT, CARACTERISE PAR UNE ALTERNANCE DE BANCS CALCAIRES ET DE BANCS MARNEUX

(vert 2) - jaune 2) - orange 3))

5.3.1 - CONSTRUCTIONS

La capacité portante des sols peut être très variable selon que l'on sollicite des assises marneuses, marno-calcaires ou calcaires. Des solutions superficielles pourront cependant être adoptées pour la plupart des aménagements, sous réserve d'un examen attentif des conditions particulières pouvant exister.

Pour les aménagements lourds, la structure et le pendage des couches seront examinés soigneusement, surtout si le pendage est défavorable (aval pendage). Il sera parfois nécessaire de descendre les fondations jusqu'à un banc rocheux plus résistant et, dans ce cas, il conviendra de s'assurer que l'épaisseur du banc est suffisante pour éviter le risque de rupture par poinçonnement.

5.3.2 - TERRASSEMENTS ET V.R.D.

Les terrassements mettront en oeuvre des techniques adaptées à la nature des terrains rencontrés localement : engins classiques pour les sols marneux peu indurés, rippage pour les terrains rocheux altérés ou très fracturés, explosif pour le rocher massif.

De même, les conditions de réutilisation seront différentes selon que l'on aura à faire avec :

- des matériaux essentiellement marneux, caractérisés par une faible aptitude au compactage,
- des matériaux essentiellement rocheux, pour lesquels les techniques classiques de réutilisation seront adoptées,
- des intercalations répétées et peu épaisses de bancs calcaires et marneux, pour lesquelles les difficultés de réutilisation seront liées à l'hétérogénéité des matériaux terrassés en grande masse.

Les problèmes de drainage et de stabilité devront être examinés d'autant plus soigneusement que la topographie du site sera plus pentée.

.../...

5.3.3 - RECONNAISSANCE

Pour les aménagements légers, la reconnaissance restera superficielle et se fera à l'aide de puits ou de tranchées à la pelle mécanique.

Pour les aménagements de grande extension, des corrélations seront délicates. Une reconnaissance préliminaire de surface devrait permettre de déterminer le moyen d'investigation le mieux adapté.

L'hétérogénéité résultant de l'alternance de bancs rocheux et de bancs marneux ne favorise pas les mesures en place des caractéristiques mécaniques, ni la reconnaissance par certaines méthodes géophysiques (sismique). Pour des constructions moyennes à lourdes, il sera nécessaire d'envisager des sondages carottés avec prélèvement d'échantillons intacts et détermination en laboratoire, des caractéristiques mécaniques des niveaux marneux. La profondeur d'investigation sera fonction de l'importance de la construction envisagée, et, dans tous les cas, on s'assurera que l'épaisseur de l'assise de fondation est suffisante.

5.4 - ZONES A SUBSTRATUM RECOUVERT PAR DES FORMATIONS SUPERFICIELLES D'EPAISSEUR IMPORTANTE

(vert 3), 4) - jaune 4), 5) - orange 1), 4), 5))

Rappelons que l'on peut distinguer quatre types de dépôts superficiels, d'épaisseur plus ou moins importante, ayant un comportement et des caractéristiques différentes :

- les moraines constituées d'éléments calcaires de taille variable, emballés dans une matrice argileuse très abondante (argile à blocs). Elles donnent des sols peu perméables et, du point de vue géotechnique, elles peuvent être assimilées à des argiles ou à des marnes peu consolidées,
- les dépôts fluvio-glaciaires, qui forment des terrasses ou des cônes et qui sont constitués par des matériaux graveleux ou sablo-graveleux, propres,
- les éboulis calcaires, que l'on trouve au pied des escarpements rocheux et qui comprennent :

.../...

- . des éboulis vifs, sans matrice, non consolidés, et dénudés,
- . des éboulis à matrice argileuse, plus ou moins consolidés, stabilisés, et généralement couverts de forêts,

- les tourbes, matériaux gorgés d'eau, caractérisés par une faible résistance et une compressibilité très élevée.

5.4.1 - CONSTRUCTIONS

Les zones d'éboulis calcaires sont déconseillées pour tout aménagement car plusieurs facteurs se conjuguent qui leur confèrent un haut degré de vulnérabilité :

- situées au pied des falaises calcaires, elles sont, le plus souvent, directement exposées aux chutes de pierres, de blocs ou de masses rocheuses,
- les éboulis ont pris naturellement leur pente d'équilibre que des travaux de terrassement peuvent perturber, entraînant une remise en mouvement des matériaux,
- les éboulis reposent généralement sur un substratum marneux (marnes argoviennes) imperméable, et l'eau circule au contact des deux formations. La limite éboulis - marne constitue une surface potentielle de glissement que la moindre surcharge peut activer,
- les éboulis sont généralement couverts de forêts qui protègent les zones situées plus en aval, contre les chutes de pierres ou de blocs. Le déboisement affaiblirait ou supprimerait l'efficacité de cette protection naturelle.

En tout état de cause, tout projet d'aménagement dans les zones exposées à des chutes de pierres ou de blocs, doit être précédé d'une étude destinée à apprécier le risque de façon précise, par un examen détaillé des massifs rocheux et, le cas échéant, à définir les travaux nécessaires pour éliminer le risque (purge, filets, levée de terre...)

De même, les zones tourbeuses sont difficilement aménageables. Dans ces zones, mal drainées, même pour des constructions légères, des solutions superficielles ne peuvent être envisagées sans remblaiement et consolidation préalables des sols tourbeux. Faute de quoi, il faut avoir recours

à des fondations semi-profondes ou profondes, sollicitant les couches du substratum.

Les moraines glaciaires, du fait de leur hétérogénéité et de leur caractère argileux, peu consolidé, constituent un sol de fondation médiocre. Les constructions légères ne poseront pas de problème. Pour les constructions moyennes, on peut envisager des fondations superficielles de type radier avec au moins un niveau en sous-sol, ce qui permet de réduire considérablement les contraintes induites. Les constructions lourdes devront recevoir des fondations semi-profondes ou profondes atteignant, dans certains cas, le substratum. Dans tous les cas, il faudra tenir compte des problèmes de drainage et de stabilité des talus (cf. paragraphe 5.2.1 - 5.2.2).

Les alluvions fluvio-glaciaires et les alluvions récentes, propres, et bien compactées, constituent un bon sol de fondation, quelle que soit l'importance des constructions envisagées. Toutefois, il conviendra de s'éloigner des berges des rivières si celles-ci ne sont pas protégées contre les affouillements par des ouvrages adaptés.

5.4.2 - TERRASSEMENTS ET V.R.D.

S'agissant de matériaux meubles, les opérations de terrassement ne présenteront pas de difficulté si ce n'est la rencontre, parfois, de blocs très volumineux dans les moraines.

Les alluvions fluvio-glaciaires et récentes ainsi que les éboulis anciens du type groise, fournissent de bons matériaux de remblai.

La réutilisation des sols morainiques est plus délicate, du fait de leur hétérométrie et de leur caractère argileux. Des essais de laboratoire seront nécessaires afin de déterminer les conditions de mise en place des matériaux et notamment les teneurs en eau de compactage.

Quel que soit le projet éventuel, les sols tourbeux ne devront jamais être réutilisés, même en mélange avec d'autres matériaux.

5.4.3 - RECONNAISSANCE

Pour des aménagements légers des tranchées et des puits à la pelle mécanique seront le plus souvent suffisants. Dans les formations morainiques, compte-tenu de l'hétérogénéité des sols et de la présence fréquente de lentilles argileuses, la maille de reconnaissance devra être relativement serrée.

.../...

La nature des formations de recouvrement et leur hétérométrie, qu'il s'agisse d'alluvions fluvio-glaciaires, de dépôts morainiques ou d'éboulis, n'est pas favorable à l'utilisation de méthodes d'investigation in situ du type pénétrromètre ou pressiomètre.

Pour les aménagements lourds, ou de grande extension, une prospection géophysique électrique ou sismique permettra de déceler la profondeur du substratum, de localiser les secteurs les plus favorables pour l'implantation des constructions, et de limiter, ainsi, le nombre des sondages carottés.

Lorsqu'on aura à faire à des dépôts morainiques, et particulièrement si la pente est forte et le substratum marneux, on étudiera avec soin les problèmes de stabilité et de drainage, non seulement au niveau des fondations mais également au niveau de l'ensemble du versant concerné par le projet.

6 - CONCLUSION

La carte des risques de la région de SAINT-CLAUDE a été établie suivant les principes de base utilisés pour la réalisation des cartes ZERMOS. Toutefois, un facteur supplémentaire a été introduit, qui prend en compte la notion de "sensibilité des terrains aux travaux d'aménagement".

L'intensité du risque, dont l'appréciation résulte de l'analyse des différents facteurs d'instabilité et de leur association éventuelle, est traduite par un zonage de couleurs.

Chaque zone de risque est divisée en un certain nombre de sous-zones identifiées par des chiffres qui renseignent sur la nature des terrains, la pente, et, partant, sur la nature du risque et les problèmes qui pourront se poser en matière d'aménagement.

Globalement, et compte-tenu du relief très accidenté, les risques naturels, dans la région de SAINT-CLAUDE, sont relativement réduits et bien localisés. Ils sont de deux types principaux :

- risque de chute de pierres et de blocs ou d'écroulement de masses rocheuses. Il concerne les falaises et les escarpements rocheux (constitués le plus souvent par les calcaires du Jurassique supérieur), ainsi que les talus d'éboulis fortement pentés, qui s'étendent à leur pied et où se superpose fréquemment un risque de glissement lié à l'existence d'un substratum marneux. La forêt qui recouvre généralement les zones d'éboulis doit être conservée car elle protège efficacement, contre les chutes de pierres et de blocs, les parties des versants situées plus en aval, raison suffisante pour déconseiller tout projet d'aménagement dans ces zones.
- risque de glissement, localisé principalement dans les zones à substratum marneux affleurant ou sub-affleurant ainsi que dans les zones caractérisées par un recouvrement épais de dépôts superficiels à caractère argileux (argile à blocs). Le risque de glissement est d'autant plus important que la pente est plus forte. Dans tout projet d'aménagement, outre les problèmes de fondation classiques, on devra étudier soigneusement les conditions de drainage et de stabilité des

.../...

.../...

talus, non seulement au droit des ouvrages, mais aussi sur toute la partie du versant qui sera perturbée par les travaux.

Il convient d'attirer l'attention sur les limites du document élaboré et la façon de l'utiliser :

D'un point de vue quantitatif l'échelle 1/25 000è implique nécessairement une certaine imprécision dans le détail, notamment dans les limites de zonage. Les mouvements ou désordres effectivement observés possèdent quant à eux, la précision du symbole utilisé. Sous un aspect plus qualitatif, il faut tenir compte du caractère général et global des recommandations relatives à l'aménagement. En effet, ces dernières ne peuvent être émises qu'à partir de données synthétiques et elles concernent de grandes sections homogènes, il est donc délicat, dans ces conditions, de les appliquer de façon stricte pour un problème d'aménagement précis.

En outre, si la carte donne la localisation probable des zones instables exposées à des mouvements de terrains futurs, elle ne prédit pas, dans le temps, la date de l'apparition effective de ceux-ci.

LISTE DES AUTEURS ET DES DOCUMENTS CONSULTÉS

- CHAUVE P. et coll. (1975) - Guides géologiques régionaux : Le Jura
215 p., 126 fig., 6 pl., Masson et Cie
Edit., Paris.

- DUBOZ P. (1980) - Etude géologique et géotechnique (de surface)
à Morez et Saint-Claude
Rapport inédit, 15 p., 12 fig.

- HUMBERT M. (1977) - La cartographie ZERMOS : modalités d'éta-
blissement des cartes des zones exposées
à des risques liés aux mouvements du sol
et du sous-sol.
*Bull. B.R.G.M. (2). Section III, n° 1/2,
1977 pp. 5-8*

- LEBRUN J. (1970) - Etude géologique de la région comprise
entre Saint-Claude et Les Bouchoux (Jura)
Thèse 3ème cycle, Besançon, 151 p., 12 pl.

- MUDRY J., ROSENTHAL P. (1977) - La Haute-Chaine du Jura entre Morez, Saint-
Claude et La Pesse (étude géologique et hy-
drologique)
*Thèse 3ème cycle, Besançon, 205 p., 95 fig.,
6 annexes.*

- Banque des données, archivées au Service géologique régional Franche-Comté
du B.R.G.M.

- Carte géologique de Saint-Claude à 1/50 000è (1971)

- Couverture aérienne de la région de Saint-Claude à 1/30 000è - *Mission 1971*