

MUNIBE

SUPLEMENTO DE CIENCIAS NATURALES DEL
BOLETIN DE LA REAL SOCIEDAD VASCONGADA DE LOS AMIGOS DEL PAIS

AÑO IV

1952

CUADERNO 1.^o

Redacción y Administración: GRUPO DE CIENCIAS NATURALES «ARANZADI»
Museo de San Telmo - San Sebastián - Teléfono 1-47-09

COMUNICACIONES RECIBIDAS

Sur la Morphologie et l'Hydrographie de la Chaîne Cantabrique: le Bassin du rio Cadagua

par

PIERRE RAT

Le rio Cadagua naît dans le Nord-Est de la province de Burgos, au, pied d'une haute falaise calcaire. Il draine vers le Golfe de Biscaye des eaux venant de la Chaîne Cantabrique. Ses affluents principaux, le rio de las Herrerias et le rio Zaldu (*) ont leur source au bas de la même falaise, dans la province d'Alava. Tous trois coulent vers le Nord-Est, puis, après avoir pénétré en Biscaye, confluent près de Sodupe; le rio Cadagua se jette ensuite dans la ria du Nervion en aval de Bilbao.

La région ainsi drainée est peu étendue car le rio Cadagua lui-même ne dépasse pas 70 km. de longueur. Elle a été soumise à une érosion active; les cours d'eau se sont enfoncés profondément et le ruissellement a sculpté le relief avec vigueur, soulignant la structure du sous-sol ainsi que la différence de nature et de résistance des roches qui le constituent. Il en résulte une région accidentée, variée d'ans ses aspects, dont nous allons chercher à analyser les principaux traits.

ESQUISSE GEOLOGIQUE

Au Nord de la région étudiée, entre Bilbao et Sodupe, s'alignent plusieurs plis parallèles orientés NW-SE. Le rio Cadagua les tra-

(*) Les noms utilisés dans cet exposé sont ceux qui donnent les cartes à 1/50.000^e de l'Instituto Geográfico y Catastral de España.

verse successivement dans son cours inférieur, en coupant près de La Cuadra l'axe d'un premier anticlinal que nous désignerons, à la suite de divers auteurs, sous le nom d'anticlinal de Galdames (Fig. 2).

Toute la partie du bassin du rio Cadagua située à l'Est du méridien de Valmaseda correspond au flanc sud de l'anticlinal de Galdames. Elle est formée d'une épaisse série de terrains inclinés uni-

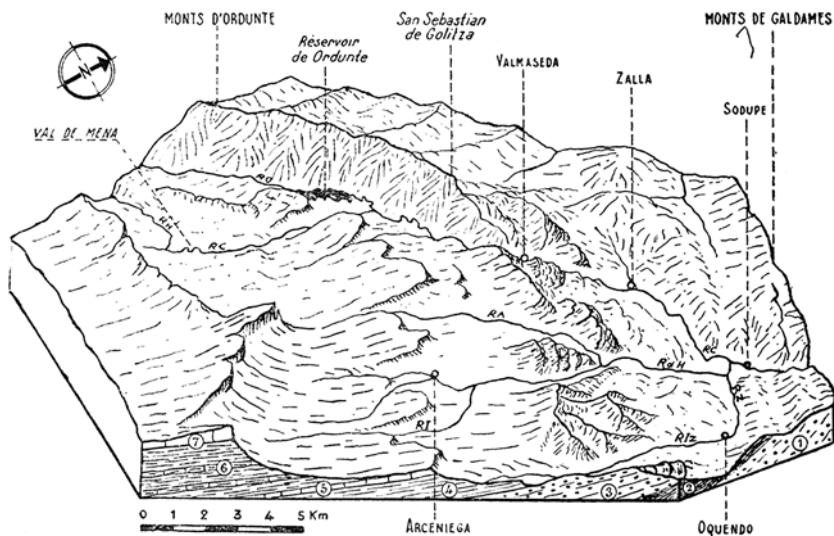


Figure 1.—Diagramme de la région drainée par le rio Cadagua et ses affluents.

Abbreviations:

RA, rio Ayega; RC, rio Cadagua; RdH, rio de las Herrerías; RH, rio Hijuela; RI, rio Ibaizabal; Rlx, rio Izalde; RO, rio Ordunte; RZ, rio Zaldu.

Légende géologique :

1. Série schisto-gréseuse inférieure.
2. Marnes et calcaires bleus, Schistes mirs.
3. Série schisto-gréseuse de Valmaseda.
4. Flysch marno-calcaire (Cénomanien supérieur, Turonien inférieur).
5. Calcaires du Turonien inférieur.
6. Flysch marno-calcaire du Turonien.
7. Calcaires compacts du Turonien supérieur.

formément vers le Sud-Ouest, qui tous appartiennent au Crétacé inférieur et moyen. Sensiblement au voisinage du méridien de Valmaseda, la direction de ces terrains change et devient NE-SW tandis que leur plongement s'oriente vers le Sud-Est. On voit ainsi se

dessiner un vaste mouvement synclinal que souligne le relief et dans lequel s'engage le Crétacé moyen.

Dans le Val de Mena, cette ordonnance régulière est troublée

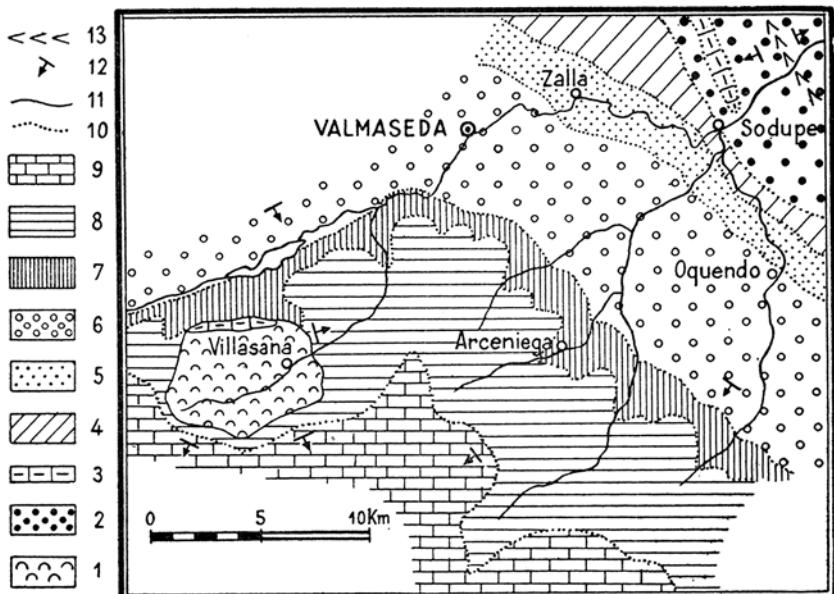


Figure 2.—Schéma géologique du bassin du rio Cadagua.

Fifuré des terrains:

1. Trias.
2. Série schito-gréseuse inférieure.
3. Calcaires à faciès urgonien.
4. Marnes et calcaires bleus.
5. Schistes noirs.
6. Série schisto-gréseuse de Valmaseda.
7. Flysch marno-calcaire (Génomanien supérieur et Turonien inférieur).
8. Flysch marno-calcarie du Turonien.
9. Calcaires compacts du Turonien supérieur.

Figurés divers:

10. Contacts géologiques normaux.
11. Contacts géologiques anormaux.
12. Plongement des terrains.
13. Axe de l'anticlinal de Galdames.

localement par une montée dès argiles du Trias formant diapir. Autour, les strates sont redressées, parfois verticalement, et des lam-

beaux de Crétacé inférieur sont venus au contact du Turonien; ainsi une lame de calcaire urgonien borde au Nord le diapir.

La série crétacée comprend divers ensembles qui n'offrent pas la même résistance à l'érosion. On les recoupe successivement, du plus ancien au plus récent, en remontant la vallée du rio Cadagua depuis les environs de Sodupe (Fig. 2). Ce sont:

1^o) un premier ensemble *schisto-gréseux* dans lequel alternent de façon irrégulière des schistes argileux noirs et des bancs de grès dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à plusieurs mètres. Au Nord-Ouest de Sodupe une barre de calcaires à faciès urgonien s'y intercale.

2^o) une série de *schistes marneux gris-bleu* assez friables. Par endroits, ils deviennent très calcaires et nettement plus résistants, formant une zone demeurée en relief.

3^o) des *schistes argileux noirs* intercalés de minces lits gréseux; ce sont aussi des roches tendres.

4^o) un second ensemble schisto-gréseux que nous désignerons sous le nom de *série schisto-gréseuse de Valmaseda* (Albien supérieur et Cénomanien inférieur) (5).

5^o) un *flysch marna-calcaire* que R. Ciry et J. Mendizábal ont débité sous le nom de "flysch à boules" (3, p. 63) et qui représente le Cénomanien supérieur.

6^o) une épaisse série marno-calcaire qui correspond au Turonien (Fig. 1). On y reconnaît:

—vers la base un *flysch marneux couronné d'un niveau calcaire résistant*;

—au-dessus une succession de *terrains marno-calcaires* comprenant surtout des marnes facilement attaquées par l'érosion;

—au sommet, une *puissante masse de calcaires compacts* qui forme dans le relief une véritable muraille.

Au Sud la série se continue par les niveaux plus élevés du Crétacé.

En résumé, la partie orientale du bassin du rio Cadagua est une région de structure monoclinale régulière à plongement sud-ouest, dans laquelle alternent des roches d'inegale résistance à l'érosion. Dans la partie occidentale la structure monoclinale à plongement sud-est est modifiée par la présence du diapir de Villasana de Mena.

La disposition du relief reflète la structure géologique. Les roches tendres ont été facilement déblayées, permettant l'enfoncement et l'élargissement des vallées (marnes bleues et schistes noirs du Crétacé inférieur, marnes et calcaires marneux du Cénomanien et du Turonien, argiles du Trias). Les régions dégagées qui correspondent à ces roches n'atteignent pas 400 mètres d'altitude. Des crêtes gréseuses ou calcaires qui parfois dépassent 1000 mètres le séparent.

Mais si la structure géologique ainsi que la nature des roches du sous-sol sont deux facteurs très importants de la morphologie actuelle, il reste à tenir compte de l'agent d'érosion, particulièrement du réseau hydrographique qui a joué un rôle essentiel dans l'organisation du relief.

LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Depuis le pied de la grande falaise turonienne où ils prennent naissance, les cours d'eau principaux se dirigent vers le Nord-Est. Dans la majeure partie du bassin, ils s'écoulent dans le sens opposé à celui du plongement des couches et, plus au Nord, le rio Cadagua coupe perpendiculairement l'anticlinal de Galdames et les plis suivants. *Il y a donc indépendance entre la disposition d'ensemble du réseau hydrographique et la structure du sous-sol.*

Cependant le tracé des rivières principales montre une adaptation partielle à la structure. Certains tronçons suivent des couches peu résistantes qu'ils ont creusées ou déblayées. Le rio Ordunte en est le meilleur exemple; sa vallée, de type monoclinal, est en grande partie dans le flysch cénomano-turonien. Le rio Cadagua, de Zalla aux approches de Sodupe, suit sensiblement les schistes noirs. Le rio Zaldu, depuis Oquendo jusqu'à son confluent avec le rio Cadagua, coule en presque totalité dans les marnes bleues et les schistes noirs. En outre, de nombreux petits "arroyos" affluents sont établis avec la même orientation, c'est-à-dire parallèlement à la direction des terrains (Fig. 7). On peut qualifier cette orientation de subséquente, en donnant à ce terme un sens purement descriptif.

Sur le trajet d'un même Gours d'eau se raccordent donc des tronçons perpendiculaires à la direction des terrains et d'autres d'orientation subséquente, ce qui donne les coudes que l'on peut observer sur le rio Cadagua, à 2 km environ en amont de Sodupe, ou sur le rio Zaldu peu en aval d'Oquendo.

Aux endroits où les rivières ont élargi leur vallée et étalé leurs alluvions, les méandres peuvent localement cacher la direction d'ensemble subséquente. Ainsi, dans la Vega de Zalla, le rio Cadagua décrit de nombreuses sinuosités molles qui n'ont rien de commun avec les coudes raccordant deux tronçons d'orientation différente.

Dans la partie ouest de son bassin, le rio Cadagua entre en concurrence avec un sous-affluent de l'Ebre, le rio Trueba, qu'alimentent la partie occidentale des Monts de Ordunte et le Massif du Castro de Valnera. L'érosion est beaucoup plus active dans le bassin du rio Cadagua, très proche de l'Océan Atlantique, que dans celui du rio Trueba dont les eaux font un long parcours avant d'atteindre la

Méditerranée. Aussi le rio Cadagua et ses tributaires principaux ont-ils abaissé le fond de leur vallée au-dessous de 400 mètres d'altitude tandis que, dans la région voisine, le bassin du rio Trueba demeure au-dessus de 700 mètres. Aucune ligne de hauteurs ne sépare ces deux bassins dans le sillon correspondant au flysch cénonomo-turonien (Fig. 3). Progressivement, les deux tributaires occidentaux du Cadagua, le rio Ordunte et le rio Hijuela, reculent leur origine veis l'Ouest par érosion régressive. Un jour viendra où le rio Cerneja, le plus oriental des affluents du Trueba, se déversera naturellement

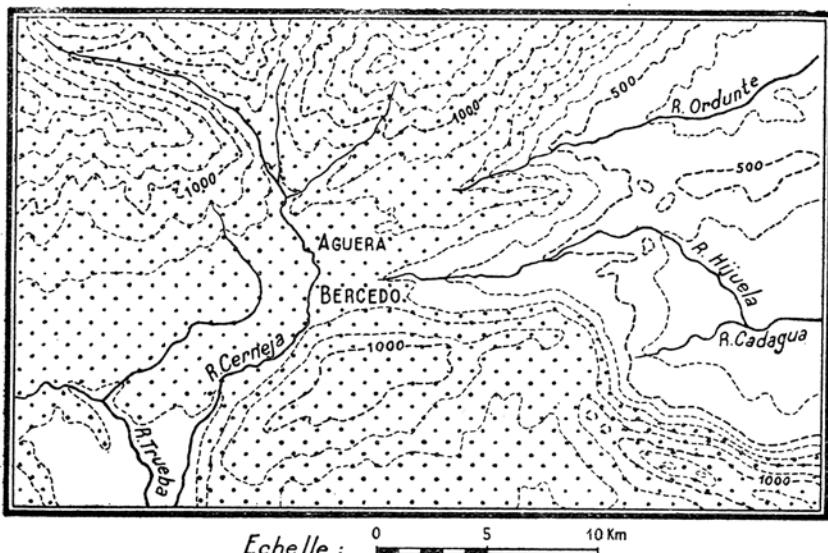


Figure 3.—Rapports des bassins du rio Cadagua et du rio Trueba.

—en pointillé: région d'altitude supérieure à 700 mètres.
—L'équidistance des courbes de niveau est de 100 mètres.

dans le rio Hijuela, abandonnant ainsi son cours inférieur. Désormais, ses eaux, ayant délaissé le chemin de la Méditerranée, s'écouleront vers l'Atlantique. Dès maintenant il semble que, entre Agüera et Bercedo, des eaux du rio Cerneja s'infiltrent à travers les bancs calcaires pour aller rejoindre les affluents du Cadagua.

ANALYSE DES FORMES STRUCTURALES

Deux régions s'opposent nettement: l'une, verdoyante ou marquée des teintes sombres des broussailles, correspond aux affleurements

des schistes et des grès du Crétacé inférieur et moyen; l'autre, aux couleurs plus claires, au manteau de végétation déjà discontinu et laissant voir la roche grise, évoque un peu la Castille: c'est toute la région située au Sud des crêtes gréseuses de la série de Valmaseda, sur les marnes et les calcaires du Crétacé moyen.

L'opposition qui provient de la différence dans la nature des roches est certainement accentuée par le climat. Les crêtes grueseuses constituent un premier obstacle pour les nuages bas qui, venus de l'Atlantique, amènent des pluies fines et fréquentes sur toute la Biscaye. Cependant, l'obstacle principal, véritable mur, est formé par la falaise des calcaires du Turonien supérieur. Souvent on peut voir les nuages qui sont passée au-dessus des crêtes grueseuses ou ont pénétré par les trouées des vallées, venir s'accrocher à la falaise calcaire dont les sommets sont complètement masqués. Au même moment, le soleil brille encore sur le plateau situé plus au Sud, début du versant méditerranéen.

La division en deux régions, faite d'après la nature des roches ta le paysege végétal, est valable aussi en ce qui concerne la morphologie. Au Sud s'élèvent des cuestas très régulières dues à l'alternance de calcaires et de marnes; au Nord, des crêtes grueseuses donnent au paysage topographique une apparence plus désordonnée d'où il est assez difficile de dégager des lignes directrices. Etudions de plus près chacune de ces régions.

A.—ZONE DES CUESTAS CALCAIRES

1º *La haute cuesta du Turonien supérieur.*—Une haute falaise calcaire, verticale, massive, due au Turonien supérieur, limite au Sud le bassin du rio Cadagua. Elle le domine de 600 à 700 mètres et forme le rebord d'un plateau qui s'étend vers le Sud. C'est une cuesta typique au sens géographique du terme, peu découpée à cause de la grande épaisseur des calcaires.

La seule échancreure qui existe dans la région étudiée est celle de Cima de Angulo où s'engage la route d'Arceniega à Trespaderne. Elle est le résultat du recul, par érosion régressive, des ruisseaux qui vont former le rio Ibaizabal. Aucune rivière ne traverse la falaise dont la crête dessine la ligne de partage des eaux entre le versant atlantique et celui qui, par l'intermédiaire de l'Ebre, s'écoule vers la Méditerranée. Dans le détail, cette ligne de partage est assez théorique à cause de la perméabilité de la roche: des eaux tombées sur le ver-

sant sud s'ifiltrent dans le plateau, circulent dans la masse des calcaires et sortent sur les marnes du versant nord.

Au Sud du Val de Mena, la falaise turonienne prend une disposition arquée et, perdant son allure calme et régulière, présente une crête déchiquetée. A cet endroit, en effet, les calcaires ont été redressés par la montée diapirique du Trias et ce soulèvement s'est accompagné de cassures transversales. Puis le Turonien reprend très vite son plongement normal, de l'ordre d'une dizaine de degrés, et le plateau de Crétacé supérieur retrouve sa tranquillité.

2º *Les pentes turoniennes marno-calcaires.*— Sous l'abrupt des calcaires, la pente s'adoucit, tantôt montrant à nu la roche grise, tantôt au contraire couverte d'éboulis et de végétation. Elle n'est pas régulière car la série géologique est hétérogène. Des niveaux plus calcaires, plus résistants que le reste, ont été laissés légèrement en saillie par l'érosion. Ils donnent autant de grandes marches d'escalier aux formes douces, couvertes de broussailles sauvages.

3º *La cuesta festonnée du Turonien inférieur.*— Parmi les niveaux plus calcaires intercalés dans la série turonienne, le plus important se trouve tout près de la hase et détermine un alignement de crêtes souvent boisées dont l'altitude est de l'ordre de 600 mètres. Huit kilomètres environ en avant de la grande cuesta, il dessine une suite de festons qui s'étendent depuis le Sud du Val de Ordunte jusqu'aux environs d'Orduña.

Il s'agit encore d'une cuesta, niahs très disséquée par les nombreux cours d'eau, descendus des pentes marneuses, qui la coupent perpendiculairement à sa direction générale. Cette dissection très poussée de la cuesta inférieure, au point qu'il n'en existe plus un front continu, contraste avec l'aspect rectiligne de la falaise supérieure. Les calcaires inférieurs ont en effet une épaisseur moindre que ceux du sommet du Turonien et ils se sont laissé facilement traverser par les rivières qui élargissent leur vallée dans le flysch sous-jacent.

4º *La dépression cénomano-turonienne.*— Devant la cuesta inférieure qui la domine, s'allonge une dépression déblayée principalement dans le flysch marno-calcaire du Cénomanien supérieur et de la base du Turonien. Dans sa partie occidentale, elle est suivie par le rio Ordunte, puis par un tronçon du rio Cadagua qui l'abandonne ensuite pour pénétrer dans la zone schisto-gréseuse en direction de Valmaseda. Dans sa partie orientale, elle est formée d'une alternance de seuils et de petits bassins qui correspondent au passage de chacun des ríos: seuil d'Antuñano (290 mètres environ d'altitude) séparant le rio Cadagua du rio Ayega (220 mètres environ); seuil de Sta Coloma, entre le rio Ayega et le bassin d'Arceniega (210 mètres).. La route qui va de Valmaseda à Vitoria, seule voie de rocade exis-

tant dans la région, utilise cette dépression. C'est, malgré tout, une route assez dure car elle doit franchir successivement chacun des seuils pour redescendre chaque fois dans une nouvelle vallée.

A l'intérieur de la dépression, les niveaux relativement résistants du flysch marno-calcaire, dégagés par l'érosion, forment de petites cuestas dont certaines se maintiennent sur quelque distance, aux environs d'Arceniega par exemple (Fig. 4).

5° Le Val de Mena.—Autour de Villasana de Mena, les argiles du Trias ont été facilement déblayées par le ruissellement, donnant ainsi, au pied de la haute falaise du Turonien supérieur, une région basse, aux formes topographiques molles. C'est le Val de Mena.

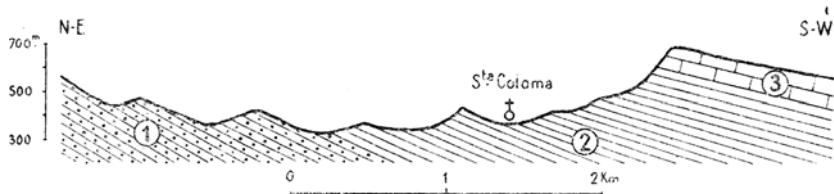


Figure 4.—Coupe schématique de la dépression cénomano-turonienne à l'Ouest d'Arceniega.

1. Série schisto-gréseuse (Cénomanien inférieur).
2. Flysch marno-calcaire (Cénomanien supérieur et base du Turonien).
3. Calcaires de la partie inférieure du Turonien.

L'érosion y a dégagé des masses d'ophite primitivement intercalées dans les argiles et qui forment actuellement plusieurs pointements arrondis, couverts de broussailles.

B.—ZONE DES CRETES GRESEUSES

Au sortir de la dépression cénomano-turonienne, les vallées se resserrent dans la série gréseuse de Valmaseda. Le paysage change; les cultures se raréfient, la végétation, avec ses bruyères, ses ajones et ses plantations de résineux, devient plus sombre. Les formes du relief aussi se transforment. L'oeil aperçoit un ensemble de crêtes dyssymétriques dont l'ordonnance plutôt confuse lui échappe. Ces crêtes offrent un versant régulier au Sud-Ouest et au contraire présentent vers le Nord-Est une pente à multiples ressauts dus aux bancs gréseux les plus importants (Fig. 5).

Il n'y a pas, dans la série schisto-gréseuse, de masses de grès très épaisses et bien individualisées que l'on puisse suivre sur de longues distances comme les niveaux calcaires du Turonien. Au con-

traire, les intercalations gréseuses de quelques mètres de puissance sont nombreuses; elles peuvent latéralement disparaître très vite ou augmenter d'importance. Aussi, selon les caprices de l'érosion, tantôt l'une, tantôt l'autre se trouve mise en évidence, ce qui explique le manque de régularité et de continuité dans les crêtes de la région schisto-gréseuse. Dans l'ensemble, on y retrouve l'orientation parallèle à la direction des couches (Fig. 7). Les hauteurs sont continues dans la Sierra de Ordunte où elles dépassent 1.000 mètres d'altitude et forment un obstacle important entre le Nord et le Sud. A partir de Valmaseda, elles s'abaissent vers l'Est au-dessous de 700 mètres et sont interrompues par le passage des rivières dont les vallées sont autant de voies de pénétration de la région côtière vers la Castille.

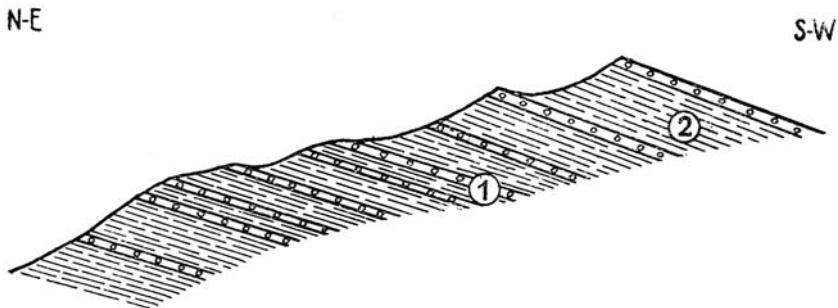


Figure 5.—Cmpé schématique des crêtes gréseuses des environs de Valmaseda.

1. Banes gréseux importants jouant un rôle dans la morphologie.
2. Alternances de schistes et de bancs gréseux secondaires.

Plus au Nord, les grès diminuent d'importance et cèdent le pas aux schistes noirs. Corrélativement, le relief s'abaisse, les formes topographiques n'offrent plus la dyssymétrie nette qui, dans les régions précédentes, traduisait la structure. En même temps, les cultures réapparaissent. Les schistes noirs ne donnent pas une dépression transversale continue. C'est dans la Vega de Zalla, où le rio Cadagua a étalé ses méandres et déposé ses alluvions, qu'elle est le mieux marquée. Elle se continue, à l'Ouest vers Ocharan, mais sans donner une plaine, et aussi vers l'Est parallèlement au cours du rio Zaldu.

Les marnes bleues situées au-dessous des schistes noirs ne se distinguent pas de ceux-ci au point de vue morphologique, mais au Nord de la Vega de Zalla elles deviennent assez calcaires pour former une ligne de hauteurs bien marquée dans le relief (Fig. 7).

Viennent ensuite, vers le centre de l'anticinal de Galdames, les crêtes de la série gréseuse inférieure dont l'aspect est très semblable à celui des sommets de la série de Valmaseda.

ESSAI D'INTERPRETATION

Le relief de la région que draine le rio Cadagua montre un *important développement de formes structurales* souvent très typiques. Les vallées se sont creusées profondément, provoquant une attaque vigoureuse des versants qui ont des pentes raides et sont loin d'avoir atteint leur profil d'équilibre. On peut dire que le relief est à un *stade de maturité*.

L'écoulement général des cours d'eau principaux vers le Nord-Est, d'une façon indépendante de la structure, conduit à l'hypothèse d'une *surimposition*. Un système hydrographique se serait établi en suivant la plus grande pente d'une surface régulière, inclinée vers l'Atlantique et aujourd'hui détruite par l'érosion. Ensuite, un abaissement relatif du niveau de base déterminant une reprise de l'érosion, les rivières se seraient enfoncées à peu près sur place, coupant ainsi de façon quelconque les structures sous-jacentes. Pourtant, au cours de ce creusement, elles auraient profité, sur certaines parties de leur trajet, des facilités de déblaiement offertes par les roches de moindre résistance, telles que les schistes noirs de la Vega de Zalla. Modifiant localement leur parcours, elles auraient développé des tronçons d'orientations subséquente. Telle est l'explication que l'on peut donner de l'origine et de la disposition des cours d'eau de premier ordre.

Il reste cependant à interpréter le fait que les trois ríos principaux convergent près de Sodupe et que, seul, le rio Cadagua traverse la zone plissée comprise entre Sodupe et Bilbao. Pour cela, on ne dispose guère que de l'observation du tracé actuel des rivières et toute hypothèse reste fragile. Ainsi le coude brusque du rio Izalde qui, en aval d'Oquendo, abandonne sa direction vers le Nord-Est pour couler au Nord-Ouest vers Sodupe, suggère une très ancienne capture (Fig. 6). Poursuivant autrefois son cours vers le Nord-Est à travers la zone plissée, il aurait été capté par un petit affluent subséquent du rio Cadagua développé dans la bande des schistes. Dans ces terrains tendres, le cours d'eau subséquent aurait pu aisément reculer son origine par érosion régressive jusqu'à atteindre le rio Izalde. La partie inférieure de la vallée, désormais privée de presque toutes ses eaux, aurait cessé d'évoluer et aurait même fini par disparaître complètement.

L'interprétation à donner des cours d'eau de second ordre, qui sont souvent de simples "arroyos", paraît plus facile. Il s'agit, en effet, pour la plupart, d'affluents courts, au tracé presque rectiligne, qui descendent directement vers les rivières principales. Ils se sont établis sur les versants des vallées au fur et à mesure que ceux-ci prenaient forme et ont contribué à les modeler. Souvent d'ailleurs leur profil n'est pas encore régularisé.

Vers l'amont, le réseau hydrographique s'est étendu par *érosion régressive*. Le recul du rio Ordunte et du rio Hijuela menaçant le bassin du rio Trueba a déjà été signalé, ainsi que celui des ruisseaux

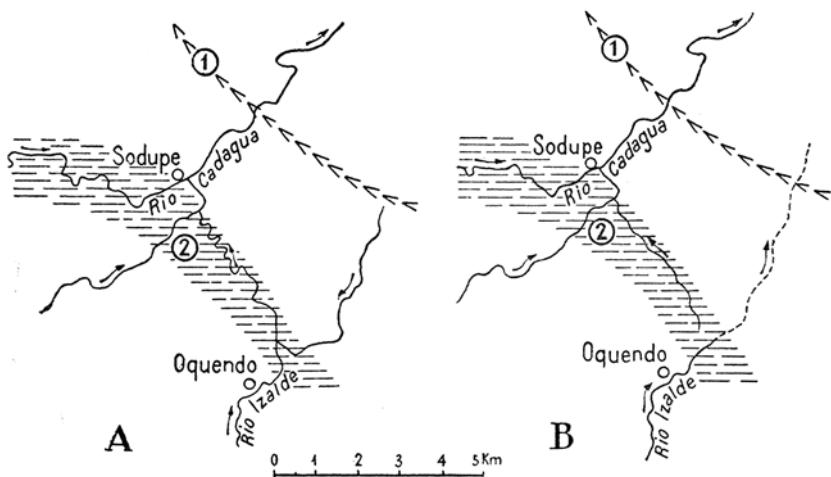


Figure 6.—Schéma illustrant l'hypothèse d'une capture du rio Izalde:

A. *Tracé actuel des cours d'eau*

B. *Tracé hypothétique, antérieur à la capture*

1. Axe de l'anticlinal de Galdames.

2. Zone de moindre résistance à l'érosion.

Les flèches indiquent le sens d'écoulement des eaux.

qui vont former le rio Ibaizabal et qui ont entaillé la grande falaise turonienne au Sud d'Arceniega. D'une manière générale, le drainage dans le flysch marno-calcaire turonien n'offre plus les caractères de la surimposition. Au contraire, au-dessous de l'avancée en pointe de la grande falaise, désignée par la carte à 1/50.000^e sous le nom de Castro Grande, les ruisseaux divergent d'une manière conforme à la pente topographique actuelle. Il semble donc que l'on puisse retenir avec beaucoup de vraisemblance l'hypothèse d'une *double origine*

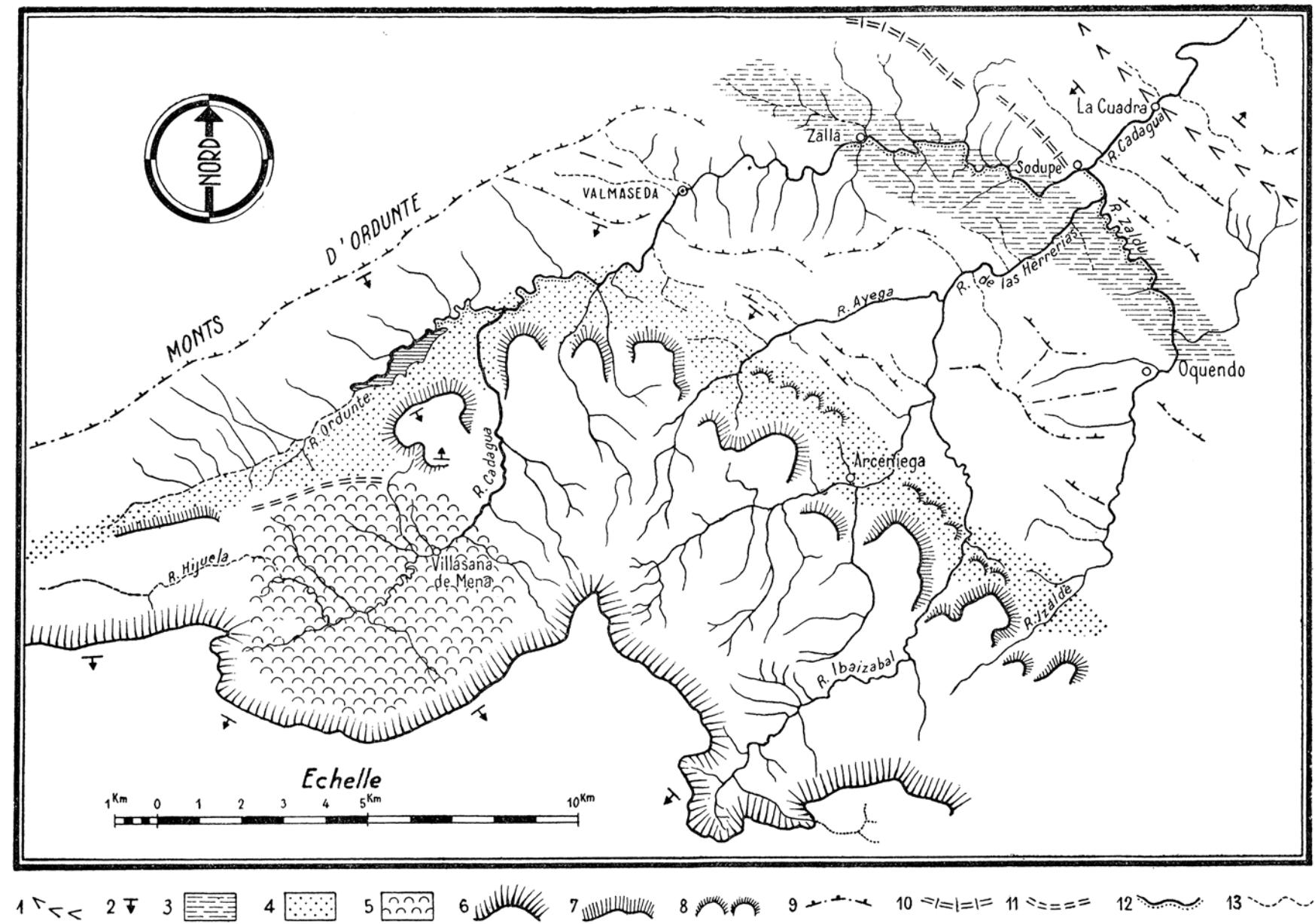
Figure 7.—Carte morphologique du bassin du rio Cadagua.

A. Tectonique:

1. Axe de l'anticlinal de Galdames.
2. Plongement des terrains.

B. Morphologie:

- a) Roches de faible résistance à l'érosion
3. Marnes bleues et schistes noirs du Crétacé inférieur.
4. Flysch cénonomo-turonien.
5. Argiles triasiques du Val de Mena.
- b) Formes structurales
6. Grande cuesta du Turonien supérieur.
7. Cuesta du Turonien inférieur.
8. Petites cuestas dans la dépression cénonomo-turonienne (quelques-une seulement sont indiquées).
9. Principales crêtes gréseuses (un petit trait perpendiculaire à la direction de la crête indique le versant qui présente des ressauts nets).
10. Crête des calcaires bleus dans le Crétacé inférieur.
11. Crête de calcaire urgonien bordant le diapir de Villasana de Mena.
- c) Hydrographie
12. Portion de cours d'eau de premier ordre à orientation subséquente.
13. Cours d'eau de second ordre à orientation subséquente.



pour le réseau hydrographique actuel du rio Cadagua: surimposition de la partie moyenne et inférieure avec adaptation partielle à la structure, développement par érosion régressive de la partie supérieure.

Toute l'histoire de la surimposition serait antérieure au Quaternaire. Aucun témoin de la surface initiale ne demeure dans les interfluves où les formes structurales sont toujours observables. Quant à l'histoire quaternaire, elle a laissé par endroits sa trace vers le fond des vallées: d'ées terrasses d'alluvions anciennes suivent le rio de las Herrerias sur Gordejuela; d'importants tufs calcaires surplombent, en amont de Nava de Ordunte, le rio Cadagua qui les a entaillés... Ainsi la plupart des traits du paysage topographique actuel devaient déjà être dessinés au début des temps quaternaires.

*Laboratoire de Géologie et de Géographie Physique
de la Faculté des Sciences de Dijon
Novembre, 1951*

BIBLIOGRAPHIE

- 1.—ADANDE YARZA (R.)—1892—Descripción física y geológica de la Provincia de Vizcaya, *Memorias de la Comisión del Mapa geológico de España*.
- 2.—ARANEGUI (P.)—1936—Geología y Geografía del País Vasco, *Comisión de investigaciones geográficas, geológicas y prehistóricas*, mem. n.º 2, Madrid.
- 3.—CIRY (R.) et MENDIZABAL (J.)—1949—Contribución à l'étude du Cénomanien et du Turonien des confins Septentrionaux des provinces de Burgos, d'Alava et de la Navarre occidentale, *Annales Hébert et Haug*, t. VII, Paris,
- 4.—LEFEBVRE (Tt.)—1933—Les modes de vie dans les Pyrénées atlantiques orientales, *Thèse Fac. Lettres*, Paris.
- 5.—RAT (P.)—1951—L'Albien supérieur marin dans la série schisto-gréseuse du Sud-Ouest de la Biscaye, *C.R. Acad. des Sciences*, Paris, t. 232, p. 2.115-2.117.
- 6.—RIOS (J. M.)—1948—Estudio geológico de la zona de criaderos de hierro de Vizcaya y Santander, *Dirección General de Minas y Combustibles—Temas profesionales*, n.º 9, Madrid.
- 7.—RIOS (J. M.), ALMELA (A.) y GARRIDO (J.)—1945—Contribución al conocimiento de la geología cantábrica. *Bol. del Instituto geológico y minero de España*, t. LVIII.