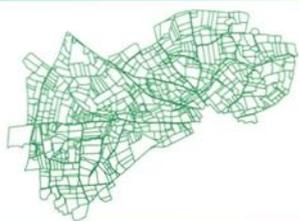
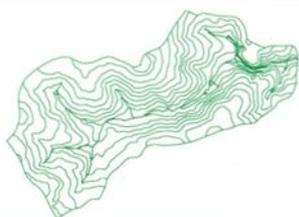


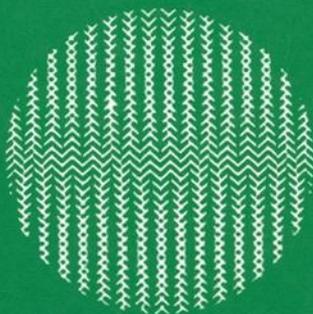
AGRICULTURE INTENSIVE ET QUALITÉ DES EAUX



Editeur

C. CHEVERRY

SCIENCE UPDATE



INRA
EDITIONS

AGRICULTURE INTENSIVE ET QUALITÉ DES EAUX

Editeur

C. CHEVERRY

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
147, rue de l'Université - 75338 Paris Cedex 07

Editeur

C. CHEVERRY
INRA - Unité de Science du Sol et de Bioclimatologie
65, rue de St Brieuc
35042 Rennes Cedex, France

En vente

INRA Editions
Route de St Cyr, 78026 Versailles Cedex, France

© INRA, Paris, 1998
ISBN : 2-7380-0801-1
ISSN : 1159-554X

© Le code de la propriété intellectuelle du 1er juillet 1992 interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique. Toute reproduction, partielle ou totale, du présent ouvrage est interdite sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 3, rue Hautefeuille, Paris 6ème.

Sommaire

Introduction	5
Première partie. Description détaillée du bassin versant	
Le bassin du Coët-Dan au coeur du massif armoricain	
1 le cadre géologique et géomorphologique	11
<i>B. Van Vliet Lanoé, J. Pellerin, J. J. Chauvel,</i> <i>avec les contributions de B. Hallegouet et M. Laurent</i>	
2 Analyse cartographique de la région de Naizin	17
<i>J. Pellerin et B. Van Vliet Lanoé</i>	
Evolution de l'agriculture et de sa pression polluante sur le bassin et en Bretagne	25
<i>C. Cann</i>	
Analyse de la structure spatiale de l'occupation des sols par télédétection	41
<i>L. Hubert-Moy</i>	
Réseau de mesures simplifiées destiné à l'estimation en continu de l'évapotranspiration et de la pluie	53
<i>P. Robin, J. C. Ferren, G. Najjar</i>	
Evapotranspiration réelle sur le bassin du Coët-Dan en utilisant un modèle agrométéorologique et des données infra-rouge thermiques aéroportées	71
<i>D. Courault, P. Clastre, B. Aloui, J. P. Lagouarde</i>	
Les sols du bassin versant du Coët-Dan : organisation, variabilité spatiale et cartographie	85
<i>C. Walter et P. Curmi</i>	
Deuxième partie. Les caractéristiques fonctionnelles du bassin	
Les sols du bassin versant du Coët Dan : caractéristiques hydrodynamiques des volumes pédologiques	109
<i>P. Curmi, C. Walter, V. Hallaire, C. Gascuel-Odoux, Widiatmaka, A. Taha, M. Zida</i>	

Les zones contributives de fonds de vallée : localisation, structure et fonctionnement hydrodynamique <i>C. Gascuel-Odoux, P. Merot, A. Crave, P. Gineste, A. Taha, Z. Zhang.</i>	129
Les transferts à la surface du sol <i>S. Cros-Cayot et C. Gascuel-Odoux</i>	143
Un modèle de genèse des crues déduit du traçage hydrochimique <i>P. Durand, P. Merot</i>	157
Approche conceptuelle de la modélisation pluie-débit prenant en compte l'état hydrique du sol <i>M. Normand, C. Loumagne, A. L. Cognard, C. Ottele, O. Taconet, D. Vidal-Madjar</i>	169
 Troisième partie. L'aspect géochimique	
Dynamique de l'oxydo-réduction dans les zones humides <i>F. Trolard, G. Bourrié, A. Soulier, V. Maître, J. M. R. Genin, M. Abdelmoula</i>	185
Comportement de l'azote dans l'aquifère du bassin versant du Coët-Dan <i>H. Pauwels</i>	209
La dénitrification en zone humide de fonds de vallée <i>P. Durand, C. Henault, J. Bidois, F. Trolard</i>	223
Transferts de polluants vers l'eau <i>C. Cann</i>	233
 Quatrième partie. Approches synthétiques	
Quelles résolutions spatiales et temporelles sont pertinentes pour la modélisation hydrologique des bassins versants d'ordre 1? <i>C. Gascuel-Odoux, P. Robin et C. Walter, J. Molénat</i>	251
Le rôle de l'échelle spatiale dans la distribution des sols et la réponse hydrochimique <i>Ph. Merot, P. Durand</i>	267
Conclusion <i>Ph. Merot</i>	279
Liste des publications	283
Liste des auteurs	295
 Cahier des planches couleur	 128

Introduction

L'intensification de l'agriculture au cours des quatre dernières décennies a été plus forte encore en Bretagne que dans le reste de la France. Elle aboutit à une densité d'activité et de production exceptionnelle. C'est une grande réussite si on la mesure à l'aune des objectifs de la politique agricole de 1960. Sa dynamique peut cependant être mise en parallèle avec la dégradation de la qualité des eaux, continentales et littorales. Des dégradations identiques sont observées dans toutes les régions de développement agricole aussi intense : les côtes des Pays-Bas et du Nord de la Belgique, les côtes danoises, le golfe de Venise, quelques portions de côtes américaines.

En Bretagne, les consommations d'intrants des élevages intensifs qui fournissent ces performances sont énormes : pour produire près de 14% en valeur des livraisons de l'agriculture française sur seulement 6% du territoire national, l'agriculture bretonne consomme 18% des intrants de l'agriculture (source des données: S.C.E.E.S.). L'agriculture génère ainsi des flux de pollutions importants. L'azote des déjections animales épandues sur les sols s'ajoute à l'azote apporté sous forme d'engrais minéraux. Une partie fuit vers le sous-sol, les cours d'eau, les retenues, la mer, l'atmosphère. Des pertes d'azote sous forme de volatilisation d'ammoniac et de N_2O affectent aussi la qualité de l'air. Des accumulations de phosphore, de cuivre et de zinc dans les sols résultent également d'épandages excessifs de déjections animales. Il en résulte des pollutions des ressources en eau de la région qui posent problème pour l'alimentation en eau potable. Les cours d'eau et les retenues d'eau sont eutrophisés et des développements d'algues produisant des toxines apparaissent.

Dans ce contexte, un programme de caractérisation, d'observation et de modélisation des transferts de masse et d'énergie en milieu agricole intensif - le programme Cormoran - a été mis en place par l'I.N.R.A. en relation avec d'autres organismes (Cemagref, C.N.R.S., Université de Rennes, B.R.G.M...) et soutenu par l'Action Incitative Programmée « Valorisation et protection de la ressource en eau ». Ce programme d'étude d'un système hydrologique, en milieu acide, sous climat océanique, dans le Massif armoricain, s'inscrit dans la poursuite de plusieurs autres programmes, menés par diverses institutions de recherche ou de développement, et qui visent tous à apprécier l'impact des agrosystèmes sur l'environnement. Son intérêt méthodologique dépasse le cadre strict de la région Bretagne.

La qualité de l'eau, qui fera l'objet d'une attention particulière dans cet ouvrage, est fonction des chemins qu'elle emprunte au cours de son transit dans le bassin versant. Ces cheminements, les flux et les temps de résidence correspondants dépendent de l'organisation du milieu physique à différentes échelles. L'homme, au cours du processus de production et par l'aménagement de l'espace, intervient d'ailleurs sur cette organisation à certaines échelles. La manière dont il gère le fonctionnement des zones humides, et particulièrement des zones hydromorphes de fonds de vallée en est un exemple révélateur.

Les phénomènes sont complexes, interactifs, et les procédures d'aide à la décision, qui devraient permettre aux agriculteurs et aux aménageurs de gérer correctement les territoires dont ils ont la charge, s'avèrent délicates à élaborer. Il s'agit donc *in fine* d'acquiescer un certain nombre de connaissances fondamentales et de construire les bases d'une mise en valeur permettant un développement durable. Trois objectifs sont visés en priorité :

- ❖ aborder *spatialement* les processus, l'échelle privilégiée étant celle d'un bassin versant, référence incontournable au plan hydrologique ;

- ❖ caractériser *les zones actives* par rapport aux processus et hiérarchiser l'espace par rapport à ces processus : par exemple le ruissellement et l'érosion ne sont pas répartis uniformément sur les bassins versants ; l'écoulement sur zones saturées est également circonscrit dans l'espace ; les modalités de l'oxydo-réduction peuvent varier à très courte distance et saisonnièrement, d'où une dynamique biogéochimique particulière ;

- ❖ *modéliser* les processus, à la fois pour comprendre et pour généraliser.

Les problèmes des biocides ne seront pas abordés en tant que tels dans ce travail.

Le site

Le bassin du Coët-Dan à Naizin a été choisi comme site central d'étude du fait de sa situation et de sa longue chronique de données tant quantitatives que qualitatives. Il s'agit d'un bassin de référence géré par le Cemagref de Rennes depuis 1971. De nombreuses données scientifiques d'ordre hydrologique ou par exemple relatives au bilan du phosphore (Cann,1990) avaient déjà été obtenues lors d'une première phase d'études par le Cemagref, jusqu'en 1991, date de mise en oeuvre du projet Cormoran proprement dit.

Le bassin présente une agriculture plus intensive que la moyenne bretonne. On doit d'ailleurs souligner que c'est le seul bassin du réseau européen BVRE qui soit situé en région d'élevage intensif. L'étude des conséquences de l'intensification de l'agriculture sur la qualité des eaux est facilitée par le dynamisme supérieur à la moyenne qu'ont manifesté les agriculteurs locaux pour se développer.

Ce bassin, intégré au réseau européen des BVRE, est situé en Bretagne centrale dans le département du Morbihan. D'une superficie de 12 km², il s'inscrit dans le bassin de l'Evel, lui-même affluent du Blavet. Le ruisseau s'écoule sur une longueur de 7 km du nord au sud (altitude du point le plus haut : 136 m, du point le plus bas : 65 m). La partie haute du relief est constituée au nord d'un plateau de champs ouverts alors qu'au sud elle correspond à une accentuation des pentes, fréquemment supérieures à 5%, avec un bocage encore assez dense. La partie basse, localisée le long du ruisseau, a une pente faible et est occupée par des prairies permanentes, des bois et des friches.

La roche sous-jacente est un schiste briovérien plus ou moins gréseux. Le ruisseau lui-même coule au milieu d'alluvions modernes. Les sols sont formés à partir d'un mélange de limons d'altération et d'apports éoliens. La pluviosité inter-annuelle sur 22 ans est de 714 mm, avec une lame drainante moyenne de 305 mm. Les pluies supérieures à 20 mm par jour sont exceptionnelles (Cann, 1990). La rivière s'assèche généralement en été.

Plan de l'ouvrage

La première partie (6 articles) est consacrée à une description détaillée du bassin versant. La deuxième partie (5 articles) détaille certains traits du fonctionnement du bassin : caractéristiques hydrodynamiques, rôle des zones contributives de fonds de vallées, modalités du ruissellement, genèse des crues. La troisième partie (4 articles) insiste sur l'aspect géochimique : oxydo-réduction, comportement de l'azote, transferts de polluants. La quatrième partie tente une approche plus synthétique des problèmes : pertinence des résolutions spatiales et temporelles choisies, rôle de l'échelle spatiale, représentativité de ce type de bassin.

Remarque générale

Cet ouvrage constitue plus un rapport d'étape, assez élaboré, qu'un bilan final : le programme CORMORAN se poursuit et certains points abordés ici feront l'objet d'autres publications. Mais il est déjà possible de mettre à la disposition des chercheurs et de tous les gestionnaires de l'espace rural un état des connaissances, des réflexions méthodologiques : il s'agit d'abord de montrer la cohérence des recherches entreprises sur un même site par des équipes et des approches fort différentes. L'intérêt d'un partenariat scientifique, institutionnel (INRA, CEMAGREF, GDR-CNRS « Agriculture et Environnement », CST BVRE) et financier (divers ministères ont contribué au déroulement de ce programme) y est illustré de manière concrète.

Première partie

Description détaillée du bassin versant

Le bassin du Coët-Dan au coeur du Massif armoricain.

1. Le cadre géologique et géomorphologique

B. VAN VLIET-LANOE, J. PELLERIN ET J.J. CHAUVEL

AVEC LES CONTRIBUTIONS DE B. HALLEGOUET ET M. LAURENT

Situation du bassin de l'Evel dans l'ensemble du bassin du Blavet (fig. 1, cf. cahier couleur)

Afin de replacer, dans un cadre plus vaste, les études pédologiques détaillées effectuées dans le bassin du Coët-Dan et de voir la représentativité régionale de ce bassin, des travaux de cartographie ont été effectués à différentes échelles ; ils ont été accompagnés d'études stratigraphiques destinées à préciser le cadre d'évolution géomorphologique des sols.

L'Evel est le seul grand tributaire du Blavet, dont le bassin est situé presque totalement dans les séries silto-gréseuses briovériennes (Protérozoïque terminal et Cambrien basal ?) de Bretagne centrale. Les données actuellement disponibles sur ces séries sont peu abondantes et fournissent très peu d'informations sur la nature de ces séries mais, on peut estimer qu'elles ne sont pas très différentes de celles qui un peu à l'est, entre Loudéac et Josselin ont fait l'objet d'une étude détaillée (Ledru *et al.*, 1984). Dans cette région, on peut distinguer de la base au sommet :

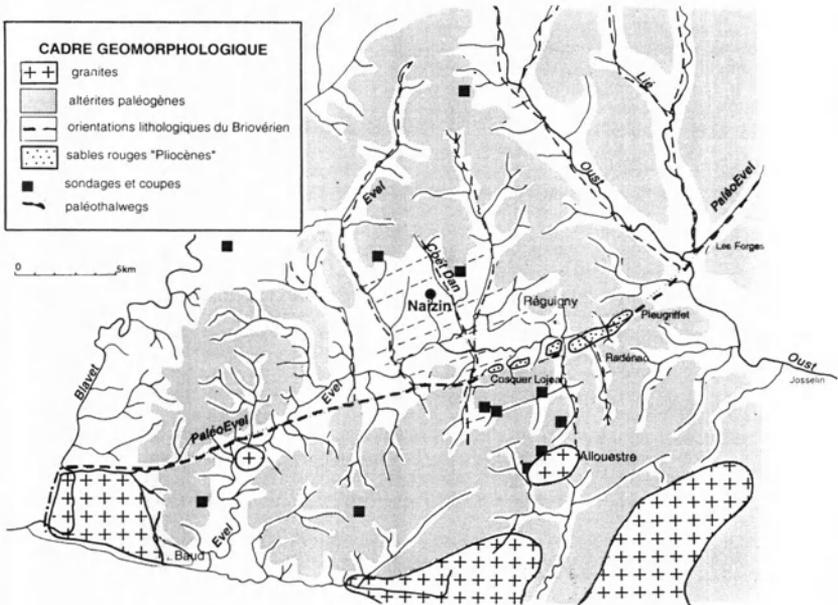
- * des wackes feldspathiques,
- * des quartzites surmontés par des alternances silto-gréseuses passant latéralement et verticalement à une formation silto- gréseuses à larges passées silteuses.

Au substratum relativement homogène du bassin de l'Evel, peut être opposé le reste du bassin du Blavet où les hétérogénéités sont le plus souvent conséquences de l'orogénèse varisque (Le Corre *et al.*, 1991) :

- ❖ déformation des séries paléozoïques du Synclinal de Chateaulin et du Briovérien sous-jacent,
- ❖ présence de grands cisaillements tangentiels à la limite des domaines médio- et sud-armoricains ;
- ❖ migmatitisation importante dans la partie méridionale ;
- ❖ présence de massifs plutoniques accompagnés d'auréoles de métamorphisme développées tant dans les sédiments briovériens que dans la couverture paléozoïque ;
- ❖ développement d'une schistosité bien exprimée et d'une fracturation du bâti qui se traduit par la présence d'une famille de fractures NO70° accompagnée d'accidents N 130-140°.

A la fracturation varisque, on doit ajouter les accidents cassants plus récents et qui peuvent être rapportés à des réactivations lors d'événements miocènes (failles méridiennes) et à la néotectonique quaternaire (N160°).

Le Bassin de l'Evel : cadre géomorphologique (fig.2)



Le haut bassin de l'Evel s'encaisse à partir d'une surface 120-130 mètres (surface paléogène; Wyns,1991) développée essentiellement sur les schistes et grès briovériens du pied des massifs de granite de St-Allouestre (160 mètres), du Manéguen (145 mètres), de Bignan (160 à 180 mètres) et de Guéhenno (140 à 160 mètres) au sud. Au nord de Rohan-Pontivy, cette surface s'élève progressivement en direction des reliefs du synclinorium paléozoïque médio-armoricain (région de Mur-de-Bretagne) et des massifs de granite de l'est et du nord-est de Loudéac. Légèrement en contrebas de cette surface, l'Evel prend sa source

sur un plateau situé vers 130m d'altitude, tout comme le ruisseau du Coët-Dan, mais fait un coude brusque vers l'ouest, lorsqu'il reçoit le ruisseau de Bonvallon qui draine un petit bassin de sables et graviers mio-pliocènes (carrières de Réguiny-Radénac-Pleugriffet) jusqu'à un ensellement situé à 110 mètres qui les sépare du bassin de l'Oust. Ce ruisseau est en fait l'héritier d'une longue histoire débutant il y a au moins 10 millions d'années. L'ensemble du gisement sableux varie d'environ 2 mètres à l'est à plus de 25 mètres d'épaisseur dans le secteur du Moulin de Radénac, 20 mètres au sud du Moulin de Bohan, 5-15 mètres au Cosquer-Lojean. L'étude des carrières exploitées par les Sociétés Larfarge et GSM a montré que la série est complexe et se poursuit de manière discontinue jusqu'au-delà de Cosquer-Lojean à l'ouest du gisement de sable exploité. Des poudingues ferrugineux, connus sous le nom de "roussards" ou "grisons", accompagnent parfois le sommet des sables ; ils sont connus aux Forges sur la rive gauche de l'Oust, dans le prolongement de l'Evel supérieur.

En dessous de 100 mètres d'altitude, l'encaissement (Quaternaire) du réseau hydrographique se marque par un relief plus différencié. La prospection réalisée à petite échelle a montré que la surface paléogène développée sur le Briovérien est caractérisée par des altérites épaisses de plusieurs mètres. Ces formations ont parfois été remaniées et redéposées sous la forme de lentilles argilo-limoneuses violacées, au sommet des formations de remplissage du bassin de Réguiny-Radénac.

L'âge de ces altérites profondes est mal déterminé. Il est certain qu'à l'Oligocène, le profil du saprolite a commencé à se faire tronquer comme on peut le constater dans les formations de la Trinité Porhoët au nord de Ploërmel, dont la base est Eocène (analyse palynologique inédite de M.F.Ollivier-Pierre). Le Paléocène et l'Eocène des massifs anciens (cf. Massif Central : Simon-Coinçon *et al.*, 1995) sont caractérisés par des latosols et des oxisols. Il est également vraisemblable que la Bretagne ait été entièrement ennoyée lors de la grande transgression Cénomaniennne (Crétacé, 96 Ma). En Cornouailles anglaises et en Cotentin, ces altérites sont déjà présentes sous la surface Permo-Triasique dont elles conservent la couleur lie de vin. Des karst réactivés au Permien, au Jurassique et au Crétacé retouchent cette surface dans la région de Torquay (Berry Head) en Cornouailles. Il est donc vraisemblable que ces altérites constituent un héritage post-hercynien complexe, retouché au Mézosoïque et au début du Cénozoïque, en période à effet de serre marqué et lors de bas niveaux eustatiques. Depuis cette époque, c'est plutôt l'érosion qui l'emporte sur les altérites profondes. Leur préservation sur ces surfaces de la Bretagne centrale est très irrégulière en raison d'un contrôle tectonique récent, mais très fréquente ; elle montre que l'érosion mécanique a été assez peu efficace aussi bien pendant le Tertiaire que le Quaternaire (Van Vliet-Lanoë et Guillocheau, 1995) et par conséquent, que la mise en relief du Massif armoricain est un phénomène récent, à l'échelle géologique, cela va de soit!

Chronostratigraphie et évolution morphologique du bassin de l'Evel

(Van Vliet-Lanoë *et al.*, 1996, avec pour les datations ESR M. Laurent, IPH, Paris)

La stratigraphie du bassin de Réguiny permet de comprendre l'évolution du réseau hydrographique dans le relief de la Bretagne Centrale. Il s'agit d'un bassin :

❖ dont la base est incisée lors de la grande régression tortonienne (-100m, 10 Ma) dans un substrat altéré (partiellement préservé dans la zone amont du bassin). Les premières formations consistent en un complexe fluviatile puissant, alimenté en partie à partir des granites de St Allouestre et de Guehenno, progadant vers l'ouest et évoluant vers un contexte estuarien attribué au Tortonien (8,5-7 Ma; Miocène, à + 30m : Stratigraphical Chart, 1986) sur la base datations ESR (Résonance Paramagnétique de Spin du Quartz). Ce matériel estuarien, originellement calcaire (traces de bryozoaires et de foraminifères), a ensuite été pédogénéisé et modestement silicifié lors de la régression suivante, celle du Messinien (7-5 Ma). Les grisons sont vraisemblablement contemporains de cet épisode. Un épais complexe fluviatile à pente forte tronque cette première formation en association avec une longue période d'activité modérée tectonique (Frette, 1995) et sismique associée à une exagération de la microtopographie du fond du bassin et à de nombreuses déformations. Ce complexe se termine par une génération de méandres probablement contemporains - soit du maximum Messinien (+50m) - soit du maximum de la première transgression du Pliocène, le Zancléen (+100m) (datations en cours). Pendant ce premier ensemble, l'écoulement s'effectue apparemment dans une plaine large ou une ria assez confinée (bioturbations rares), en association avec un apport sableux éolien discret. L'érosion des sols se fait surtout sentir lors du Messinien avec remaniements de blocs jusqu'à 5 kg;

❖ le corps sableux principal correspond au faciès traditionnel des sables rouges pliocènes (cf. cartes géologiques). Il s'agit de sables fluviatiles enregistrant 3 transgressions estuariennes, interrompues apparemment par de petits mouvements tectoniques et des faciès co-sismiques. La progadation sédimentaire se fait toujours vers l'ouest, la partie est du bassin restant presque toujours exondée (sauf lors de la dernière transgression). Les dates ESR obtenues sur les sables (3.5 à 3,05 Ma) confirment leur âge Reuvérien A (+80m par rapport au niveau marin actuel), c'est-à-dire la première transgression du Pliocène supérieur. L'écoulement de l'Evel s'effectue principalement le long du bord sud du bassin, toujours en direction du Blavet;

❖ cette unité est ensuite tronquée plus tardivement par un écoulement chenalisé restreint, central et calme ; il est caractérisé par une sédimentation silto-argileuse dérivée directement des altérites locales et remaniant localement des éléments frais. Très localement (Moulin de Radénac), un abrupt schisteux s'est effondré à cette époque sur le bord sud du bassin. Ce matériel est entrecoupé par 3 pédogenèses (gleys humifères à pseudogleys dernopodzoliques) comme dans beaucoup de dépôts Pré-Tigliens (2,7-2,4 Ma) et est assez voisin comme faciès, des argiles marines Pré-Tigliennes de Saint Jean-la-Poterie (Oust, près de Redon : Fourniguet *et al.*, 1985). Les datations ESR confirment cette interprétation;

❖ ce faciès passe ensuite, après une période non enregistrée (non-dépôt) à des dépôts continentaux silteux de lit majeur (1,4 Ma) puis à un régime de nappe alluviale en tresse caractéristique des nappes quaternaires périglaciaires (95-85m). Ceci suppose une

réorganisation progressive du réseau fluvial et une augmentation du débit. A partir de cette époque, le bassin bascule vers le nord, associé à un décalage progressif des nappes vers le chenal actuel de l'Evel ; ce dernier est apparemment coupé de son alimentation amont (Oust, ruisseau de Blaye), ce qui veut dire que la faille de l'Oust a dû rejouer à cette époque et favoriser la capture du système amont de drainage. D'autre part, ces nappes sont portées à 120 m en aval au Cosquer Lojean, dénotant une déformation à contre pente du système;

❖ un pédocomplexe cumulé rubéfié de type sol jaune-rouge podzolique coiffe l'ensemble. Il permet la mise en évidence d'un dernier épisode co-séismique, associée notamment à de grandes figures de charges, à un glissement en masse du complexe reuvérien vers le cours actuel de l'Evel. Cet épisode est postérieur à la dernière pédogenèse rubéfiante ; il s'est probablement manifesté vers 300 Ka BP (Van Vliet-Lanoë *et al.*, 1995).

Le système fluvial de l'Oust et du Blavet ont donc fonctionné différemment au cours des temps géologiques. Un premier réseau s'est incisé lors de la régression du Tortonien, bien que dans certains secteurs, comme c'est le cas pour le Ninian supérieur ou la région de la Rance moyenne et supérieure ou encore, à Saint Malo de Phily, des vallées éocènes-oligocènes ont pré-existé à la transgression du Miocène inférieur comme dans l'ouest de la Bretagne (Hallégouët *et al.*, 1980) ou en Loire-Atlantique (Chevalier & Borne, 1989). Du Tortonien à la fin du Pliocène, vers 2,5 millions d'années, le réseau ancien du Coët-Dan, de l'Evel de l'Oust supérieur et du Lié s'est drainé vers l'ouest en direction du Blavet et en fait, en direction des Western Approaches à l'ouest de la Bretagne, secteur subsident depuis le début du Tertiaire (Lericolais *et al.*, 1995). L'altitude apparente atteinte par le complexe transgressif Reuvérien A est de l'ordre de 80m dans le secteur de Ploërmel, 45m à Lauzach au sud du Cisaillement sud armoricain pour atteindre 110m à Radénac. Ces différences attestent l'existence de rejeux tectoniques plus récents que le Pliocène avec un soulèvement relatif d'au moins 30m pour la région de Radénac.

La configuration topographique de la partie amont du bassin de Naizin correspond à peu de chose près à cette époque. A la veille de la crise climatique froide du Pré-Tiglien, le réseau supérieur est progressivement déconnecté de sa partie amont, alors que l'Oust aval capture les autres cours d'eau (Oust sup., Lié, Ninian et Douëff; Hallégouët *et al.*, 1980 ; 1981) et rejoint la zone subsidente de la basse Vilaine. Les massifs de Quintin et du Méné continuent à se soulever depuis au moins le début du Cénozoïque et la faille de l'Oust (N140°) individualise par son rejeu le haut Evel. Du Pré-Tiglien à la fin de l'Eburonien, le réseau s'encaisse à peine, dominé par des nappes-glacis périglaciaires, fortement pédogénésées et rubéfiées pendant des interglaciaires de types subtropicaux (Bavélien: 1,05 Ma; Cromérien: 0,55-0,47 Ma) et retouchées très tardivement des réseaux de fentes en coin (coins de glace) liés à l'installation temporaire de pergélisols. C'est la période pendant laquelle se forment vraisemblablement les arènes ménagées. C'est ce que nous appellerons le réseau quaternaire ancien.

Entre environ 1 Ma et 0,7 Ma, une phase tectonique soulève vraisemblablement d'au moins 50m les massifs granitiques du nord (Quintin), et décale d'au moins 20m le haut Evel

par rapport à son ancien réseau lisible dans le secteur des Forges et de la Forêt de Lanouée, décale la terrasse 75m (rive droite) en amont de Josselin par rapport à une plus récente, celle encore rubéfiée de 35m (rive gauche) observable au relai de l'Oust. Le Blavet et l'Oust s'incisent brutalement pendant cette période, s'adaptant aux directions du substrat (N070° et N140°), mais l'érosion régressive se cantonne en aval de Kerrderian (56m) et n'a pas encore atteint le réseau du Coët-Dan. Ce réseau est apparemment en équilibre avec un réseau quaternaire ancien fort peu érosif, se bornant à estomper la topographie pré-reuvérienne.

Pendant le Cromérien (0,7-0,5 Ma), le système reste stable comme en attestent l'extension et le façonnement de la terrasse de 35m, encore rubéfiée. Un dernier épisode de rejeu se produit entre 0,4 Ma et 0,3 Ma permettant une dernière incision du réseau de l'Oust et la mise en place des basses terrasses non-rubéfiées et les grandes nappes de graviers des bas-fonds.

Pour conclure, la vallée du haut Coët-Dan correspond vraisemblablement à la topographie paléogène, retouchée fort probablement au Reuvérien, sur laquelle se superposent directement les altérations du Quaternaire ancien. Le caractère très étalé de ces vallées est un héritage correspondant à une période pendant laquelle le niveau de base (niveau marin) était très proche (Tortonien; Reuvérien A) des points bas de la topographie du haut Coët-Dan.

Tableau 1 : Schéma chronostratigraphique de la morphogénèse.

AGE	RELIEF	SOLS	CONTEXTE
0-300 ka BP	réseau fluvial actuel (moyennes et basses terrasses)	altération faible sols lessivés à fragipan	loess
300-400 ka BP	incision	pergélisol en période glaciaire	péglaciaire efficace : ALTERNANCES CLIMATIQUES
400-700 ka BP	stabilité pédiplanation	altération ménagée	péglaciaire modéré et humide : OSCILLATIONS CLIMATIQUES
1000- 700 ka BP	INCISION MAJEURE RESEAU ACTUEL		
2500 -1000 ka BP	<i>réseau fluvial du quaternaire ancien, pédiplanation</i> ----- capture / basculement	sols rouges désaturés	
2500 à 9000KBP	<i>réseau fluvial Mio-Pliocène</i> pédiplanation	altération ménagée sols rouges désaturés	biostasie avec crises arides
Paléogène	réseau inconnu, pénéplanation	altération poussée Oxisols/ Latosols	biostasie

Le bassin du Coët-Dan au coeur du Massif armoricain.

2. Analyse cartographique de la région de Naizin

J. PELLERIN & B. VAN VLIET-LANOE

Ce travail (fig.3) a été effectué sur le terrain par divers intervenants dont J.P.Mahoué (1994), W.Widiadmaka (1994) et les autres intervenants du présent volume.

Substrat rocheux et altérites

Schistes et grès : les faciès du substrat

Les formations briovériennes de couleur grise à gris verdâtre, devenant noire en profondeur (sondages BRGM) qui constituent le substratum présentent des variations de faciès allant des argilites, à des siltites et des grès micacés. Ces variations rapides ainsi que la faible épaisseur de certains bancs de grès, ont été constatées aussi bien dans les fosses à l'échelle métrique que lors de la cartographie détaillée au 1/2000 à Guénolay-Mercy. L'hétérogénéité due aux variations de faciès est accentuée par la structuration, la roche pouvant être affectée de micro-plies (coupe près de Ste-Brigitte, au nord de Naizin). Ainsi, se référant à la carte géologique au 1/50 000 de Pontivy, on rattachera les formations du substrat selon les caractéristiques des altérites :

- ❖ essentiellement à des faciès silto-argileux, localement légèrement sableux (schistes à wackes) ;
- ❖ localement à des faciès sableux (grès à conglomérats du secteur allant de Le Clandy à Kerel par Kervidy).

Les nombreuses variations locales expliquent qu'il a été difficile lors des levés

détaillés des sols, de suivre sur le terrain, en sondages, un faciès déterminé au-delà de 150 à 200 mètres (exemple : série de bancs de grès rouges de la séquence de Guénolay), ceci d'autant plus que la roche est plus ou moins altérée dans la partie amont du bassin du Coët-Dan et presque toujours recouverte de 0,5 à 1 mètre de limon loessique.

Toutefois, une organisation est décelable à une échelle moyenne sous la forme de grands alignements orientés SSO-NNE (voir sur les cartes, les zones à dominante gréseuse). Cette organisation apparaît plus nettement au sud et dans la moyenne vallée de l'Evel où l'enfoncement quaternaire des vallées a mis en évidence les variations lithologiques et structurales qui guident les orientations du réseau hydrographique.

Altérites

Types de faciès

Les altérites occupent deux positions dans le paysage :

❖ les plateaux, où elles sont développées sur la surface pré-quaternaire ; elles sont relativement bien conservées au-dessus de 110 mètres au sud de l'Evel, de 120 à 130 mètres au nord. Dans les profils étudiés (Maigris, Corcorec, Cosquer-Lojan...), la partie supérieure des altérations est toujours tronquée ou remaniée par des formations périglaciaires, et recouverte de limons. Les profils ne concernent donc que les niveaux d'altérite à structure de la roche conservée ; ces niveaux se présentent comme des formations silteuses de couleur violacée ou grisâtre, à toucher talqueux et donc aisément identifiables en sondages. A Maigris (coupe), comme à Corcorec (sondage), l'épaisseur des altérites dépasse 4 mètres. De nombreux quartz anguleux jalonnent le sommet des altérites. La fraction argileuse des altérites est constituée de kaolinite largement dominante ; à Maigris, à partir de 5 mètres, l'influence du substrat est déjà nette dans la minéralogie;

❖ les fonds de vallée où elles constituent le substrat des sols hydromorphes de toutes les hautes vallées au-dessus de 80 à 85 mètres d'altitude. Dans la vallée supérieure du Coët-Dan, où le sondage F3 de Kervidy les a rencontrées sur 10 mètres d'épaisseur, la fraction argileuse est constituée de kaolinite et d'illite en pourcentages égaux ; à Guénolay, comme dans les vallées voisines (Le Clandy), la kaolinite (30 à 40 %) est accompagnée d'illite, chlorite et interstratifiés 10-14Å, comme dans le substratum sous-jacent. Bien que moins évoluées minéralogiquement que les altérites du sommet des plateaux, ces altérites doivent néanmoins appartenir à des restes d'altération relativement ancienne: elles se situent en effet principalement dans des zones de relief "mûr", fonds de vallées larges, perchés au-dessus des fonds actuels, tel que le montre le profil en long du Coët-Dan en amont du lac de barrage de Naizin. L'analyse micromorphologique effectuée sur les altérites de bas fonds révèle en outre la présence d'hématite et de très belle goéthite cryoturbée, infiltrée par des apports loessiques. Il s'agit probablement de profils polygénétiques, préservés par le caractère "latéral" de l'érosion périglaciaire quaternaire.