

SCIENCES



n° 9114

GÉOLOGIQUES

ulp

UNIVERSITÉ LOUIS PASTEUR DE STRASBOURG  
INSTITUT DE GÉOLOGIE

ACQUISITION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE  
DES EAUX EN CLIMAT TEMPÉRÉ  
APPLICATION AUX GRANITES DES VOSGES ET DE LA MARGERIDE

PAR

Guilhem BOURRIÉ

Docteur-Ingénieur

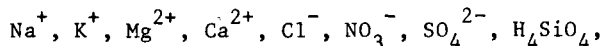
# SOMMAIRE

	<i>Pages</i>
AVANT-PROPOS	1
INTRODUCTION.....	5
Première Partie	
CONSIDERATIONS FONDAMENTALES SUR LES RELATIONS	
MINERAUX - SOLUTIONS - ATMOSPHERE	
CHAPITRE I - Les équilibres Atmosphère (CO <sub>2</sub> )-Solution, l'Alcalinité et le pouvoir tampon des eaux superficielles .....	7
CHAPITRE II- Les équilibres Minéraux - Solution .....	13
Deuxième Partie	
L'ENVIRONNEMENT NATUREL DES SOURCES ET DES RIVIERES	
CHAPITRE III-Localisation des sources et des rivières, le cadre pétrographique	23
CHAPITRE IV- Le climat .....	33
CHAPITRE V - La végétation et les types de sols .....	43
Troisième Partie	
LES DONNEES DE TERRAIN	
CHAPITRE VI-Echantillonnage et méthodes d'analyse, discussion .....	45
CHAPITRE VII-Les eaux de pluie et de neige .....	55
CHAPITRE VIII-Les eaux de sources .....	65
CHAPITRE IX- Les eaux de rivières .....	71
Quatrième Partie	
SIGNIFICATION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX DE SOURCES	
CHAPITRE X - Origine des éléments, part de l'apport par les précipitations et de la concentration par évaporation, part de l'altération des roches ..	75
CHAPITRE XI- Les équilibres Minéraux - Eaux de sources - Atmosphère .....	91
CHAPITRE XII-Composition chimique des eaux et écologie .....	101
CHAPITRE XIII-Modalités, vitesse et bilan de l'altération .....	109
Cinquième Partie	
L'APPORT DES MODELES DE SIMULATION	
CHAPITRE XIV-Dissolution, application aux eaux de sources .....	121
CHAPITRE XV -Bilans et équilibres dans les eaux de rivières, application de la simulation de l'évaporation .....	135
CONCLUSIONS GENERALES .....	143
Bibliographie .....	147
Annexes .....	155
Table des figures .....	165
Table des tableaux .....	167
Table des matières .....	169

## INTRODUCTION

L'étude des altérations et des sols porte le plus souvent sur les constituants solides, organiques ou minéraux, de ces formations. L'observation visuelle, complétée par des données analytiques a abouti à des conceptions de la genèse de ces formations en termes de flux, de migrations de matière suivant des voies verticales ou latérales et suivant des mécanismes géochimiques précis : hydrolyse, néoformations... Ces voies et ces mécanismes font jouer l'eau comme vecteur et comme agent, quelquefois d'une façon explicite, mais le plus souvent de façon implicite. Au cours de ces dernières années, après les travaux notamment de SCHOELLER (1963) et TARDY (1969), l'étude des eaux elles-mêmes a complété l'étude des solides. Des travaux récents ont associé l'étude des eaux à l'étude de la pédogenèse en climat tropical, en particulier BOULET (1974), CHEVERRY (1974), TRESCASES (1973) pour distinguer des variations de dynamique saisonnières ou spatiales. De nouvelles méthodes de raisonnement sur les solutions ont été proposées, en termes d'équilibres chimiques et de thermodynamique irréversible (KORZHINSKII, 1957 ; HELGESON, 1968) et des données fondamentales accumulées.

Le but de ce travail est donc dans cet esprit de tenter de préciser dans deux cas naturels bien délimités mais présentant des situations variées, les Vosges et la Margeride, quels sont les enseignements que l'on peut tirer de l'étude des eaux en ce qui concerne l'altération des granites en climat tempéré. Si donc on a uniquement recueilli des données sur les eaux, ce n'est pas faute de reconnaître l'importance des constituants solides des sols et des arènes, mais simplement que la matière était assez vaste. D'un autre côté, cette étude se limite aux éléments majeurs des eaux :



L'Alcalinité (bicarbonate et carbonate) et le pH. Le fer et l'aluminium, ainsi que les problèmes d'oxydoréduction, ont été laissés de côté, comme les composés organiques et les éléments traces.

L'objectif géochimique de ce travail est d'établir *un bilan de matière pour un litre d'eau traversant un bassin versant et de remonter par là aux processus d'altération.* Ceci nécessite :

- la connaissance des termes du bilan de l'eau : pluviosité, évaporation, écoulement, pour calculer le bilan par unité de surface du bassin versant ;
- la connaissance de la composition chimique de l'eau à deux étapes successives :
  - . des pluies et des neiges
  - . des eaux de sources à l'exutoire de différents bassins versants ; le bilan de l'altération sera tenté entre ces deux étapes. Des prélèvements d'eaux de rivières compléteront le tableau de la distribution des éléments chimiques au cours des premières étapes du cycle continental de l'eau.

Une fois établi le bilan de l'altération pour plusieurs bassins versants, la question qui se pose naturellement est de savoir pourquoi les hydrolyses vont plus loin à tel endroit qu'à tel autre et comment les paramètres chimiques sont reliés aux facteurs na-

turels, climat, roche mère, végétation et type de sol, altitude, et quelle est la hiérarchie de ces facteurs.

L'échelle d'étude choisie a l'avantage et l'inconvénient d'intégrer les petites variations qui se produisent dans les bassins versants. Ceci rend plus représentatif le résultat obtenu sur le plan régional, mais empêche d'analyser directement l'importance comparée des différents facteurs dans un bassin versant donné. On a donc choisi sur chaque massif plusieurs dizaines de sources dans des situations variées d'altitude, de type de roche (dans les Vosges) de végétation et de type de sol.

Chaque fois que c'était possible, on a préféré à une analyse statistique de l'influence de ces différents facteurs une analyse théorique en termes ayant un sens physique, chimique ou naturaliste précis.

Cette étude est divisée en cinq parties :

- La première partie présente les méthodes de raisonnement utilisées concernant les équilibres chimiques atmosphère de  $\text{CO}_2$  - Solution et minéraux - solution.
- La deuxième partie indique les points de prélèvement choisis et leur environnement naturel : climat, végétation et types de sols.
- La troisième partie est consacrée aux données de terrain et à la description de la distribution des éléments chimiques dans les eaux de pluies et de neiges, de sources et de rivières échantillonnées.
- La quatrième partie traite de l'interprétation de la composition chimique des eaux de sources, du calcul des bilans et des équilibres chimiques, de l'analyse de l'influence des différents facteurs naturels ; elle aboutit à la présentation d'un modèle de leur interaction.
- La cinquième partie est consacrée à l'apport des modèles de simulation par calcul et à la confrontation des résultats obtenus avec les données naturelles.