

ROYAUME DE BELGIQUE
—
MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES ET DE L'ÉNERGIE
ADMINISTRATION DES MINES - SERVICE GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE
—
13, rue Jenner - 1040 Bruxelles
—

ANALYSES D'EAUX des calcaires paléozoïques de la Belgique

MÉTHODES - TECHNIQUES
ET RÉSULTATS

par
Camille EK

PROFESSIONAL PAPER 1973 N° 18

Dejonghe

ROYAUME DE BELGIQUE

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES ET DE L'ÉNERGIE
ADMINISTRATION DES MINES - SERVICE GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE

13, rue Jenner - 1040 Bruxelles

ANALYSES D'EAUX des calcaires paléozoïques de la Belgique

MÉTHODES - TECHNIQUES
ET RÉSULTATS

par
Camille EK

PROFESSIONAL PAPER 1973 N° 18

ANALYSES D'EAUX DES CALCAIRES PALEOZOIQUES DE LA
BELGIQUE.

METHODES, TECHNIQUES ET RESULTATS

par Camille EK.

ABSTRACT

Some 700 analyzes of karstic waters are presented. The method and analytical techniques are discussed. Short comments are devoted to the main characteristics of the concerned waters and to the influence of lithology on waters chemical composition and evolution. A few examples are given of the effects of meteorological conditions on waters chemical composition.

RESUME

Quelque 700 analyses d'eaux karstiques sont présentées. La méthode et les techniques d'analyses sont discutées. Un bref commentaire expose les caractères généraux des eaux étudiées et les influences de la lithologie sur la composition des eaux et leur évolution. Quelques exemples sont enfin donnés des influences des conditions météorologiques sur la composition des eaux.

I. INTRODUCTION

BUT DU TRAVAIL, LOCALISATION DES EAUX ETUDIEES.

S O M M A I R E

I. INTRODUCTION

But du travail, localisation des eaux étudiées.

II. METHODE DE TRAVAIL ET TECHNIQUES D'ETUDES DES EAUX

- A. Méthode
- B. Techniques
- C. Présentation des résultats.

III. TABLEAUX D'ANALYSES - GRAPHIQUES D'EVOLUTION DES COURS
D'EAU - DONNEES METEOROLOGIQUES.

IV. COMMENTAIRES

OUVRAGES CITES.

I. INTRODUCTION

Les facteurs et les processus de la dissolution des calcaires par les eaux courantes n'avaient jamais été, en Belgique, l'objet d'une étude quantitative d'ensemble.

C'est ce qui a incité le Professeur P. MACAR à nous proposer de rechercher, dans notre pays, des données analytiques sur la dissolution des calcaires et l'évolution actuelle des phénomènes karstiques. Ce travail a été réalisé dans le cadre d'une thèse de doctorat dont il n'est qu'une partie (1).

Nous ne présentons ici que l'aspect le plus technique de l'étude des eaux : la méthode et les techniques d'analyses, et les résultats de celles-ci.

L'aspect théorique de la cinétique de la dissolution des carbonates par l'eau est publié par ailleurs (C. EK, 1969 et 1973); les grands traits des caractères des eaux étudiées ont été décrits antérieurement (C. EK, 1968). Quant à l'interprétation détaillée des données analytiques ici présentées, elle sera prochainement publiée dans les Annales de Spéléologie.

(1) "Facteurs, Processus et Morphologie karstiques dans les Calcaires paléozoïques de la Belgique". Thèse présentée pour l'obtention du grade de Dr. Sc. (groupe sc. géol. et minéral.). Université de Liège, Laboratoire de Géographie physique et Géologie, 1969. Première Partie : les eaux souterraines et superficielles; leur action sur les carbonates (XIV + 200 pp. , et une annexe comportant plus de 700 analyses d'eaux). Deuxième partie : les facteurs géologiques de la karstification (122 pp. et une annexe de 58 tableaux et 13 diagrammes). Troisième partie : morphologie et genèse des grottes (154 pp. et 12 pl. h. texte).

II. METHODE DE TRAVAIL ET TECHNIQUES
D'ETUDES DES EAUX.

A. METHODE

B. TECHNIQUES

C. PRESENTATION DES RESULTATS.

II. METHODE DE TRAVAIL ET TECHNIQUES D'ETUDE DES EAUX

SOMMAIRE DU CHAPITRE II.

Description des moyens mis en oeuvre pour l'étude de l'action actuelle de l'eau sur le calcaire.

A. METHODE : Définition du système $H_2O - CO_2 - CaCO_3$ à partir de $[Ca^{++}]$, pH, et T.

Recherche de la teneur de l'eau en calcaire dissous. Cette teneur, multipliée par le débit, donne la quantité de calcaire enlevée à la roche par unité de temps. Précautions nécessaires.

B. TECHNIQUES : Techniques de prélèvement; mesures faites sur place et calculs d'erreurs; analyses chimiques; leur précision; calcul de la teneur en CO_2 .

C. PRESENTATION DES RESULTATS : Explication des tableaux d'analyses; unité qui y sont employées.

A. METHODE DE TRAVAIL

Le but de cette première partie des recherches était de connaître l'action actuelle de l'eau sur le calcaire.

Dans ce but, des mesures et des analyses ont été faites en de nombreux points, à plusieurs moments différents.

L'espacement entre deux prélèvements consécutifs en vue de connaître les variations des qualités de l'eau au cours du temps, a varié, selon les besoins, entre une heure et un mois. D'autre part, des mesures faites

simultanément en divers points d'un même bassin ou d'un même cours d'eau ont permis l'étude des modifications subies par une eau au cours de son trajet.

On pourrait se contenter d'exprimer l'action de l'eau par son contenu en calcaire dissous; mais il est important de connaître aussi la quantité de carbonate dissous qui pourrait encore être ajoutée dans l'eau, c'est-à-dire l'agressivité de cette dernière.

Ceci exige la connaissance de la teneur en CO_2 libre de la solution : en effet, suivant que cette teneur sera égale, supérieure ou inférieure à la quantité du CO_2 libre nécessaire pour maintenir en solution le carbonate déjà dissous, la solution sera en équilibre, ou agressive, ou sursaturée.

La teneur en CO_2 libre, et par là la teneur éventuelle en CO_2 agressif, peut s'obtenir par calcul si l'on connaît, à une température donnée, la teneur en carbonate et bicarbonate de calcium dissous et le pH. En fait $[\text{Ca}^{++}]$, pH et t° suffisent à définir le système (H. ROQUES, 1963a) :

$$[\text{CO}_2] = 2 [\text{Ca}^{++}] \cdot f_1 \cdot 10^{\text{pK}_1 - \text{pH}} \quad (1)$$

à condition que la teneur en ions carbonates soit négligeable devant celle en ions bicarbonates, ce qui est le cas pour toutes les eaux étudiées.

On pourrait évidemment définir le système $\text{H}_2\text{O} - \text{CO}_2 - \text{CaCO}_3$ à partir d'autres variables que celles qui ont été mesurées; notre choix a été dicté par des considérations techniques : pour obtenir la même précision dans des mesures qui devaient être faites en grande partie sur le terrain, il eût fallu, pour mesurer d'autres variables, par exemple $[\text{CO}_2]$, soit beaucoup plus de temps, soit un appareillage beaucoup trop

coûteux ou trop encombrant pour être transporté sous terre.

Une double réserve doit toutefois être faite à l'application de la formule (1) : ni l'eau ni le calcaire ne sont rigoureusement purs. L'eau contient d'autres anions que CO_3^{--} et HCO_3^- susceptibles de se combiner à Ca^{++} ; en outre, les calcaires étudiés contiennent fréquemment une quantité non négligeable de dolomite notamment. Pour parer au premier de ces risques d'erreurs, la teneur de l'eau en bicarbonates a été mesurée en même temps que la teneur en calcium; à plusieurs reprises en outre, la présence d'autres anions a été recherchée. La seconde difficulté, la présence de magnésium, a été levée par le titrage de la dureté temporaire totale ($\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$); ceci nécessitait évidemment en outre un titrage séparé de calcium ou du magnésium, qui a été fait non dans chaque cas, mais pour plusieurs échantillons-témoins dans les différentes régions et à plusieurs moments de l'année.

Les données précédentes permettent de connaître avec une approximation satisfaisante les qualités d'une eau bicarbonatée; la mesure du débit de l'eau donne alors une indication des quantités de sel transportées à un moment donné en un point donné; de plus, si l'eau n'a encore à aucun moment précipité de carbonate, on peut calculer la quantité totale de carbonate enlevée à la roche en amont du lieu de prélèvement de l'échantillon.

La méthode appliquée est donc simple dans son principe et directe. Les premiers essais que nous avons effectués ont cependant montré combien les techniques qu'elle comporte sont délicates : il est primordial que l'eau ne subisse aucune modification avant l'analyse, afin que les quantités de calcaire et de gaz carbonique décelées correspondent à ce qu'il y avait dans l'eau au moment du prélèvement. On verra dans les lignes qui suivent quelles précautions techniques ont été prises.

Systematiquement, la prééminence a été accordée aux mesures et analyses faites sur le lieu même du prélèvement, sur les berges des cours d'eau ou dans les grottes : cela faisait partie intégrante de la méthode que nous nous étions tracée.

B. TECHNIQUES

On peut diviser les techniques employées en deux groupes : celui des mesures physiques qui ont été faites dans le milieu naturel même (débit, température, pH) et celui des analyses chimiques faites sur des quantités déterminées d'eau prélevée.

1. MESURES SUR PLACE ET PRELEVEMENT

a) La température

Des thermomètres hydrologiques gradués au 1/5 de degré ont été utilisés. Dans le cours d'eau, la température était prise dans le courant, mais non dans un endroit trop turbulent.

Lors des prélèvements d'eau très peu abondante (gouttes suintant au plafond des grottes, filets dégoulinant le long de parois, flaques très peu profondes), la mesure de la température de l'air a remplacé celle de l'eau, impossible à prendre avec l'appareillage dont nous disposions; il est vrai que dans de tels cas, les deux températures sont très généralement très voisines.

Les mesures ont été estimées au 1/10 de degré, mais la comparaison des lectures faites en un même point avec les divers thermomètres et une vérification de leur zéro dans la glace fondante ont fait apparaître des discordances et des erreurs pouvant atteindre 0,2°C. On peut considérer que la précision est en tout cas meilleure que 0,3° C.

Or dans tous les calculs chimiques nous n'avons jamais dépassé la précision de 0,5° C - et même, en général, de 1° C- en ce qui concerne l'influence de la température sur les équilibres et les vitesses de réaction.

b) Le pH

L'instabilité du pH de certaines eaux oblige à le mesurer sur place. C'est un pHmètre portatif Métrohm E280A qui a été utilisé sur le terrain comme au laboratoire; l'appareil s'est révélé particulièrement stable, robuste et portatif. Toutes les mesures ont été faites avec une électrode de verre combinée Métrohm EA121XA.

L'électrode a été étalonnée à l'aide de deux tampons Métrohm :

- un tampon au phosphate, $\text{pH}7 \pm 0,02$ à 20° C.
- un tampon au phtalate, $\text{pH}4 \pm 0,02$ à 20° C.

L'emploi fréquent des deux tampons à la suite l'un de l'autre lors des étalonnages a montré que lorsque le pHmètre était standardisé d'après le premier, l'erreur sur le second ne dépassait jamais 0,05 unité pH, ce qui représente à peu près la somme des erreurs admises sur les tampons, et constitue aussi la précision de lecture de l'appareil, qui est pourvu d'une graduation à miroir au 1/10 unité pH.

La reproductibilité des mesures s'est avérée meilleure que 0,05 unité pH; on peut donc considérer que l'erreur absolue de mesure de l'appareil était bien inférieure à 0,1 unité de pH. Toutefois, pour des minéralisations très faibles, H. ROQUES (1964, p. 324) a noté qu'une erreur systématique s'introduit dans la chaîne de mesure dans le cas de milieux extrêmement peu minéralisés. Cette erreur atteindrait, pour des solutions ne comportant que 10 mg $\text{CaCO}_3/1$, 0,2 ou même 0,3 unité pH (par excès); l'erreur devient négligeable vers 70 mg $\text{CaCO}_3/1$ (op. cit.,

p. 321). Nous n'avons pas voulu réduire cette erreur systématique annoncée par H. ROQUES sur le pH des milieux très peu minéralisés. Elle ne concerne guère, dans le cadre de ce travail, que les eaux n'ayant pas encore atteint le substratum calcaire.

A l'erreur de lecture ($\pm 0,05$ unité pH), on ajoutera donc, pour des solutions très peu minéralisées une erreur systématique pouvant peut-être atteindre $+ 0,3$ lorsque la teneur en sels est de l'ordre de 10 mg/l. En dehors de cette dernière zone, si l'on ajoute à l'erreur de lecture l'erreur possible sur l'étalonnage ($\pm 0,02$ unité pH) on voit que l'erreur absolue des mesures de pH est de l'ordre de $\pm 0,07$ unité pH. Quant à la stabilité de l'aiguille, elle s'est avérée remarquable pour un appareil portatif.

La mesure du pH peut toutefois être entachée d'une erreur beaucoup plus grande que celle inhérente à l'instrument de mesure. C'est ce que montre la figure 2, empruntée à W. BACK (1962). On y remarque que les pH mesurés sur le terrain et en laboratoire sont très différents dans une gamme de pH pourtant réduite. L'écart moyen entre les mesures est élevé; l'écart maximum est proche de 1 unité pH ! Devant la même difficulté d'interpréter des pH mesurés en laboratoire, W. BACK (1961) puis D. SMITH et D. MEAD (1962) considèrent cette méthode comme non satisfaisante, de même que la mesure colorimétrique du pH, inapplicable sous l'éclairage pauvre dont on dispose en grotte ou dans les ruisseaux sous bois.

Les écarts observés entre les mesures de terrain et celles du laboratoire peuvent être dus aux causes suivantes :

- modification de la température, entraînant une modification du pH et un déplacement des équilibres chimiques ; un réchauffement provoque un départ de CO_2 dont la solubilité dans l'eau diminue de moitié entre 0 et 18°;

- départ de CO_2 par diminution de sa pression partielle dans la phase gazeuse : si le flacon n'est pas fermé hermétiquement ou si de l'air y subsiste au-dessus de l'eau, le gaz carbonique dissous se met peu à peu en équilibre avec sa pression partielle dans l'air;

- disparition d'un équilibre instable ou métastable : au cours du transport, des particules en suspension peuvent se dissoudre; des solutions sursaturées peuvent précipiter;

- enfin, on n'envisagera pas ici les conséquences d'un stockage prolongé, qui est prohibé (mise en solution de la silice de certains flacons, développements bactériens, etc...). Il ne peut en particulier être question, dans le but qui nous préoccupe, d'admettre comme le font F. RAINWATER et L. THATCHER (1960) des stockages de trois mois, ni même d'une semaine.

La plupart des mesures de pH de ce travail ayant été faites sur le terrain puis en laboratoire, nous avons calculé l'écart quadratique moyen entre ces deux données pour les 135 premières analyses faites au cours des circuits mensuels dont il sera question plus loin. L'écart quadratique moyen est de 0,14 unité pH, soit le double de l'erreur de mesure admise, bien que dans ce cas la mesure en laboratoire fût toujours prise le même jour que la mesure en milieu naturel. L'écart quadratique moyen est un peu moindre dans le cas où les mesures sont faites dans un laboratoire installé près du terrain : dans le cas de 44 analyses effectuées les 5, 6 et 7 juin 1964 dans un laboratoire distant de 3 km seulement du point le plus éloigné, l'écart quadratique moyen s'abaisse à 0,10. Par contre, les 28 premières analyses

d'eaux qui ont été faites à grande distance du laboratoire (analyses dans les vallées de la Lesse, de la Lomme, de l'Eau Noire, du Hoyoux, etc...) montrent un écart quadratique moyen de 0,22. Ces différences ne peuvent s'expliquer que par la distance et la durée du transport. Les calculs d'écarts nous amènent donc à considérer :

1°) que la mesure en laboratoire est d'autant plus inexacte qu'un temps long et une distance importante séparent le prélèvement de l'analyse;

2°) que la précision intrinsèque de l'appareil utilisé est confirmée par la diminution de l'écart (0,22 - 0,14 - 0,10) au fur et à mesure que le laboratoire se rapproche des lieux de prélèvements;

3°) qu'en tout état de cause la mesure faite en milieu naturel est meilleure que la mesure en laboratoire.

A titre de comparaison avec le diagramme de W. BACK (fig. 2), nous donnons ici quelques exemples de graphiques représentant les différences entre pH de terrain et pH de laboratoire. Le premier (fig. 3) concerne les analyses de juin 1964 dont il a déjà été question plus haut; l'écart quadratique moyen est légèrement plus grand pour les deux premiers points de prélèvement (0,11) qui sont situés à l'amont de la région calcaire que pour le troisième point (0,09) qui est une résurgence en terrain calcaire, et qui présente donc une minéralisation plus importante.

Il semble donc que les eaux de la résurgence soient un peu plus stables que les eaux des ruisseaux en amont des pertes karstiques.

Cela est clairement confirmé par la comparaison des figures 4 et 5. Ces deux figures sont relatives à des eaux analysées mensuellement pendant plus d'un an. La figure 4 concerne deux points d'un ruisseau en amont des secteurs calcaires; la figure 5 concerne deux points de résurgence d'eaux karstiques. On voit que les pH des eaux douces (fig. 4)

varient beaucoup plus entre le terrain et le laboratoire que celui des eaux dures des résurgences (fig. 5) qui sont aussi stables durant leur transport qu'au fil de l'année (les analyses ont été effectuées mensuellement en chaque lieu).

FIG. 3 : Comparaison des pH mesurés sur le terrain et en laboratoire (séance des 5, 6 et 7 juin 1964).

- 1 : Chantoir du fond Leval;
- 2 : Chantoir de la Préalles;
- 3 : Résurgence Trou bleu à Chanxhe.

FIG. 4 : Comparaison des pH mesurés sur le terrain et en laboratoire (analyses mensuelles à Sècheval).

- 1 : Ruisseau de Sècheval, à son passage sur le poudingue givétien;
- 2 : le même, à son point de perte.

FIG. 5 : Comparaison des pH mesurés sur le terrain et en laboratoire (analyses mensuelles).

- 1 : Résurgence (Trou bleu) de Chanxhe;
- 2 : Résurgence du Moulin à Comblain-au-Pont.

Les erreurs de pH de laboratoire sont donc fonction non seulement des aléas du transport, mais aussi du degré de tamponnement de l'eau, dû à sa dureté.

Les mesures de pH en laboratoire ne peuvent donc remplacer les mesures sur le terrain; toutefois, pour des solutions assez minéralisées (plus de 100 ppm de CaCO_3 , cas général des eaux ayant eu un contact avec du calcaire), l'écart quadratique moyen, calculé sur les 100 premières mesures effectuées dans le cadre de ce travail, s'abaisse à 0,12 unité pH (erreur maximum enregistrée : 0,30 unité pH).



l'année; dans les comparaisons de cours d'eau à cours d'eau, surtout lorsqu'ils présentent des sections ou des vitesses d'écoulement très différentes, on ne retiendra guère que les ordres de grandeur. Telle quelle, la formule approchée proposée plus haut suffit cependant pour les enseignements que l'on tirera plus loin des mesures de débit et, en tout état de cause, cette technique est la meilleure de celles utilisables sur le terrain pour tous les types de cours d'eau et sans appareillage coûteux. Dans le cas des débits très faibles (inférieurs à 3l/sec.) nous avons toutefois pu obtenir une précision beaucoup meilleure (erreur certainement inférieure à 20 %) en mesurant le temps de remplissage d'un récipient de capacité connue.

d) Le prélèvement

Le prélèvement est la source possible d'erreurs très lourdes. Aussi une importance particulière a-t-elle été accordée au rinçage des flacons, au mode de remplissage et au soin avec lequel on a évité toute contamination de l'échantillon par de l'eau ou des matières quelconques.

L'échantillon une fois prélevé dans un flacon de verre blanc, celui-ci était immédiatement bouché (sous l'eau si possible) à l'aide d'un bouchon de verre rodé, et sans que subsiste de bulle d'air (contrairement à ce que préconisent F. RAINWATER et L. THATCHER, 1960). Placé à l'abri de la lumière et des chocs dans une caisse-thermos, le flacon était alors immédiatement amené au lieu d'analyse.

Lors des analyses faites sous terre ou en campagne, les analyses étaient toujours terminées moins de deux heures après le prélèvement. Dans de tels cas, le pH au lieu d'analyse s'est fréquemment avéré strictement égal au pH au lieu de prélèvement; la température ne variait guère de plus d'un degré ou deux. Lorsque les analyses étaient faites au laboratoire, le laps de temps pouvait atteindre une demi-journée, et, dans des cas rares, l'analyse a parfois dû être reportée au lendemain. Dans ce

laps de temps, les caisses thermo-isolantes se sont révélées très efficaces.

Il est certain cependant que le temps qui sépare l'analyse du prélèvement, et plus encore la distance (donc les chocs et les cahots) et la différence de température sont des sources probables d'erreurs. C'est pourquoi l'installation du laboratoire aussi près que possible des eaux analysées, et parfois au lieu même des prélèvements, est une opération dont les avantages valent largement les difficultés qu'il y a parfois à opérer le déplacement du matériel et l'analyse en campagne.

2. LES ANALYSES CHIMIQUES

a) Calcium et magnésium

Le calcium et le magnésium ont été dosés ensemble par complexométrie, à l'aide d'EDTA (G. SCHWARZENBACH, 1955; G. DUYCKAERTS, 1957; F. RAINWATER et L. THATCHER, 1960; D. SMITH et D. MEAD, 1962).

La teneur en calcium a également été mesurée seule, par complexométrie également, et suivant la méthode décrite dans les mêmes ouvrages.

L'indicateur utilisé était constitué des pastilles d'indicateur-tampon Merck 8430 pour l'analyse calcium-magnésium, et de murexide pour l'analyse du calcium seul (G. DUYCKAERTS, 1957). Le virage du murexide n'est pas très net et nous avons eu recours plusieurs fois au titrimètre photométrique (cf. infra, 2c).

La précision des analyses peut s'estimer comme suit :

l'erreur maximum possible sur le titrage des eaux est de deux gouttes de réactif. Ces deux gouttes représentent une erreur de 0,18 mg sur la teneur en CaCO_3 de l'échantillon de 50 ml soumis à l'analyse, soit donc une erreur de 3,6 mg CaCO_3 /l. Les autres erreurs : erreur de titration du réactif, erreur sur le volume d'eau analysé, etc... sont négligeables devant la première, et on admettra donc que les eaux ont été titrées à 4 mg CaCO_3 /l. près; dans le cas d'eaux d'une dureté ordinaire dans les cours d'eau souterrains analysés, ceci représente une erreur de 2% environ.

b) Alcalinité

L'alcalinité englobe la totalité des substances à réaction alcaline dissoutes. Dans les eaux étudiées, les bicarbonates forment de loin la part la plus importante de ces substances; aux pH inférieurs à 8,3, les hydroxydes et les carbonates de calcium et de magnésium sont très peu solubles, et les autres ions à réaction alcaline sont en quantité très faible par rapport aux bicarbonates. Le T. A. C. (titre alcalin complet) revient donc à fort peu de chose près à un dosage des bicarbonates; c'est la valeur maximum de la teneur en bicarbonates. Le T. A. C. a été déterminé suivant les normes de l'Institut belge de Normalisation : NBN 343; toutefois nous avons modifié le mode opératoire sur deux points : le titrage a été effectué avec une solution d'acide chlorhydrique qui, au lieu d'être 0,1 N, a été 0,05 N à 0,033 N, suivant le degré d'alcalinité des eaux étudiées. Un acide 0,1 N ne permet en effet pas, à la burette de Mohr, et sur des échantillons d'eau de 50 ou 100 ml, de dosage aussi précis que l'exigeait notre propos. D'autre part, nous avons remplacé le méthylorange par le pH mètre, ce qui supprimait l'incertitude de la zone de virage de l'indicateur. Le mode opératoire NBN 343 est reproduit dans le Livre de l'Eau édité par le CEBEDEAU (1954, p. 295, et 1964, p. 349).

L'erreur de titrage sur l'alcalinité est en principe plus faible que celle sur la dureté; en effet, les analyses ont été faites avec une erreur de moins de deux gouttes d'acide; deux gouttes réagissent avec 0,18 mg CaCO_3 , et le titrage est opéré sur 100 ml; l'erreur est donc inférieure à 1,8 mg/l. Mais il faut ajouter une erreur sur le pH, dont la lecture détermine le terme de l'analyse (calcul d'erreur sur le pH : voir plus haut); nous avons déterminé expérimentalement que la productibilité des mesures de titre alcalin est en réalité de quatre gouttes d'acide, soit de 3,6 mg CaCO_3 /l. Les autres erreurs sont négligeables devant les deux premières et la précision admise est donc la même que pour la complexométrie : 4 mg CaCO_3 /l. Il faut ajouter ici que le titre alcalin s'est avéré instable dans le temps et sa mesure plus délicate que celle de la dureté, du fait notamment de l'importance de l'agitation sur l'expulsion du CO_2 de la solution; dans toutes les analyses, un agitateur magnétique a été utilisé. Des essais nous ont montré que si l'agitation est suffisante et le titrage suffisamment lent, la teneur initiale en bicarbonates est pratiquement sans influence sur le terme du titrage (voir figures 6 à 8). Ceci confirme les résultats expérimentaux de I. BARNES (1964).

FIG. 6 : Courbe de titrage d'une eau très douce (Aisne éch. 7 du 5/8/65 : T. A. C. 17 mg CaCO_3 /l.)

FIG. 7 : Courbe de titrage d'une eau peu dure (Aisne éch. 10 du 5/8/65 : T. A. C. 81 mg CaCO_3 /l.)

c) Autres analyses

Calcium : le calcium seul a été analysé par complexométrie, avec comme indicateur le murexide; il a été fait usage pour ces analyses d'un titrimètre photométrique Metrohm E 1009.

Fer : par colorimétrie semi-quantitative au diméthylglyoxime.

Silice : par colorimétrie semi-quantitative, au molybdate d'ammonium.

Ammoniaque : par colorimétrie semi-quantitative à l'aide du sel de Seignette et du réactif de Nessler.

Sulfates : recherche qualitative au chlorure de baryum.

Chlorures : recherche qualitative au nitrate d'argent.

Phosphates : analyse colorimétrique semi-quantitative, au molybdate d'ammonium.

Matières organiques : par volumétrie, au permanganate.

3. CALCUL DE LA TENEUR EN CO₂

La teneur de l'eau en gaz carbonique et la pression partielle de ce gaz dans l'air n'ont pas été mesurées. Aucune méthode ne nous a semblé satisfaire à la triple exigence de fournir une bonne précision, d'utiliser un appareillage peu coûteux et d'être réalisable dans un laps de temps raisonnable, pour permettre des mesures en série.

L'appareillage très simple mais très fragile proposé par I. HOLM-JENSEN (1960) en particulier exige un temps très long. Le dispositif mis au point par H. ROQUES (1962) est beaucoup plus robuste, plus rapide, mais exige pour son étalonnage des moyens que nous n'avions pas.

Nous avons donc calculé, pour un grand nombre d'analyses, la teneur en CO_2 de l'eau à partir du pH et de la teneur en Ca^{++} . Le calcul de la pression partielle de CO_2 dans une atmosphère en équilibre avec l'eau considérée a également été fait pour de nombreux échantillons. Ces calculs ont été réalisés comme suit. On sait que :

$$[\text{CO}_2] = 2 [\text{Ca}^{++}] \cdot f_1 \cdot 10^{\text{pK}_1 - \text{pH}} \quad (1)$$

Cette équation est vraie à condition que le pH soit inférieur à 8,3, condition effectivement réalisée pour tous les échantillons pour lesquels ce calcul a été utilisé.

On trouvera dans H. ROQUES (1963 a) le moyen de calculer la force ionique de la solution, dont dépend f_1 , coefficient d'activité de CO_3H^- . Toutefois, pour les eaux analysées, l'erreur faite en négligeant f_1 est négligeable, et on peut donc, en transposant en logarithmes l'équation (1), écrire : $\log [\text{CO}_2] = \log 2 + \log [\text{Ca}^{++}] + \text{pK}_1 - \text{pH}$ (2)

$$\text{Comme, d'autre part, } P_{\text{CO}_2} = D [\text{CO}_2] \quad (3)$$

On peut écrire :

$$\log P_{\text{CO}_2} = \log 2 + \log D + \log [\text{Ca}^{++}] + \text{pK}_1 - \text{pH}.$$

et, si l'on pose, avec H. ROQUES (1963 a) :

$$A = \log 2 + \log D + \text{pK}_1 \quad (4)$$

$$\text{il vient : } \log P_{\text{CO}_2} = A + \log [\text{Ca}^{++}] - \text{pH} \quad (5)$$

Les valeurs de A, tirées du même travail, sont les suivantes (nous y ajoutons les valeurs par nous calculées pour 0 et 16° C) :

<u>°C</u>	<u>A</u>	<u>°C</u>	<u>A</u>	<u>°C</u>	<u>A</u>
0.....	8,064	7.....	8,125	12.....	8,161
3.....	8,088	8.....	8,133	13.....	8,167
4.....	8,097	9.....	8,140	14.....	8,174
5.....	8,111	10.....	8,147	15.....	8,180
6.....	8,117	11.....	8,154	16.....	8,186

C. PRESENTATION DES RESULTATS

La plupart des résultats des analyses et des calculs effectués sont présentés en tableaux.

Les recherches n'ont pas porté sur les mêmes caractéristiques pour tous les échantillons étudiés. Mais dans tous les tableaux, les résultats sont présentés dans le même ordre; simplement, lorsqu'un élément n'a pas été recherché, la colonne qui le concerne a été supprimée.

Les colonnes des tableaux fournissent dans l'ordre les renseignements suivants :

Numéro de l'échantillon.

Désignation de l'endroit du prélèvement et de la nature de l'échantillon (eau de ruisseau, eau de stalactite, etc...); cette indication est reportée en tête du tableau lorsque celui-ci concerne des prélèvements périodiques en un seul et même lieu.

Date, parfois reportée en tête du tableau lorsque toutes les analyses ont été faites le même jour.

Heure du prélèvement.

Débit (Q) en litres par seconde ou en mètres cubes par seconde, avec une précision variant de $\pm 20\%$ pour les débits faibles à $\pm 30\%$ pour les débits des rivières.

Température (T) en degrés C, $\pm 0,3^\circ$ C.

pH mesuré sur place $\pm 0,07$ unité pH en général; parfois plus grande lorsque la minéralisation est très faible et pouvant atteindre $+0,3$ dans le cas d'eau de pluie ou d'eau de fonte des neiges, par exemple.

pH mesuré au lieu d'analyse (pH lab) avec le même pHmètre; même précision.

Titre alcalin complet (T. A. C.) : titration des bicarbonates, exprimés en mg CaCO_3/l ± 4 mg/l.

Dureté temporaire totale, ou titre hydrotimétrique (TH);

$\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$, exprimé en mg CaCO_3/l ± 4 mg/l.

Dureté calcique (Ca) et dureté magnésienne (Mg), en % de la dureté temporaire totale.

Fer, en mg/l.

Silice, en mg/l.

Ammoniaque, en mg NH_4OH par litre.

Sulfates : qualitativement : 0, t ou + suivant qu'il n'y a pas de traces, ou qu'il y a des traces faibles ou notables.

Chlorures : comme les sulfates.

Phosphates : en mg P_4 par litre.

Matières organiques : en mg O_2 (par litre) utilisé à les oxyder

Teneur en CO_2 : en mg/l.

Pression partielle de CO_2 : dans une atmosphère qui serait en équilibre avec l'eau analysée; exprimée en fractions d'atm.

Indice de saturation : cet indice n'est pas celui de Langelier (différence entre le pH mesuré et le pH de saturation pour la même minéralisation) mais celui de Roques (1963 a) : rapport entre la dureté totale mesurée et la dureté totale à saturation, pour la pression partielle de CO_2 et à la température observée.

Tous les tableaux d'analyses sont rassemblés dans le chapitre suivant.

Les tableaux d'analyses sont numérotés en chiffres romains , et les échantillons analysés au sein de chaque tableau en chiffres arabes. Les renvois aux échantillons et à leur analyse seront faits, dans le chapitre IV, sous la forme : (éch. IV, 5) et (an. IV, 5).

*

*

*

III. TABLEAUX D'ANALYSES - GRAPHIQUES
D'EVOLUTION DES COURS D'EAU -
DONNEES METEOROLOGIQUES.

TABLE DES MATIERES

TABLEAUX I à LVIII : Analyses d'eaux.

- I. Ruisseau de Sècheval (Vallon des Chantoirs) à la traversée du Givetien inférieur - Analyses mensuelles.
- II. Chantoir de Sècheval (Vallon des Chantoirs) à Sècheval - Analyses mensuelles.
- III. Rivière souterraine Rubicon à l'aval du siphon terminal de la Grotte de Remouchamps.- Analyses mensuelles.
- IV. Rivière souterraine Rubicon à 100 m en amont de la résurgence. Grotte de Remouchamps - Analyses mensuelles.
- V. Le Trou Bleu, résurgence à Chanxhe-Sprimont - Analyses mensuelles.
- VI. Le Trou du Moulin, résurgence à Comblain-au-Pont - Analyses mensuelles.
- VII. Résurgence d'Embiérir à Poulseur - Analyses mensuelles.
- VIII. Résurgence de Cornesse, près de la Grotte Jaminon, à Cornesse-Pepinster.- Analyses mensuelles.
- IX. Résurgence de Goffontaine à Cornesse-Pepinster.- Analyses mensuelles.
- X. La Vesdre à Flère, Cornesse-Pepinster.- Analyses mensuelles.
- XI. La Lomme.
- XII. L'Eau Noire.
- XIII. L'Amblève.
- XIV. L'Ourthe, la Lesse, le Hoyoux.
- XV. Rivières.

- XVI. Ruisseaux, résurgences, source thermale.
- XVII. Le bassin de l'Aisne.
- XVIII. Ruisseau du Rouge-Thiers.
- XIX. Ruisseaux et chantoirs.
- XX. Résurgences et source thermale.
- XXI. Chantoir du Fond Leval, Sprimont.
- XXII. Chantoir de la Préalle, Sprimont.
- XXIII. Le Trou Bleu, résurgence, Chanxhe-Sprimont.
- XXIV. Deux ruisseaux à Sprimont.
- XXV. Ruisseaux, pertes, rivière souterraine, région de Remouchamps.
- XXVI. Ourthe, ruisseau de Gauche et rivière souterraine, Hotton et Hampteau.
- XXVII. Eaux de stalactites, Grotte de Hotton.
- XXVIII. Eaux souterraines, Grotte de Hotton.
- XXIX. Gours dans la Grotte de Hotton.
- XXX. L'Ourthe et la Grotte de Hotton.
- XXXI. L'Ourthe et la Grotte de Comblain-au-Pont.
- XXXII. Chantoir de Grandchamps, Louveigné - Les effets d'un orage.
- XXXIII. Chantoir d'Adseux, Louveigné - Les effets d'un orage.
- XXXIV. Ruisseau de Sècheval, à son arrivée sur le Givetien, Remouchamps - Les effets d'un orage.
- XXXV. Chantoir de Sècheval, Remouchamps - Les effets d'un orage.
- XXXVI. L'Amblève à Remouchamps - Les effets d'un orage.
- XXXVII. Une stalactite. Grotte de Remouchamps.- Les effets d'un orage.

- XXXVIII. Rivière souterraine Rubicon, à l'aval du siphon terminal, Grotte de Remouchamps - Les effets d'un orage.
- XXXIX. Rivière souterraine Rubicon, à 100 m en amont de la résurgence, Grotte de Remouchamps - Les effets d'un orage.
- XL. Chantoir d'Adseux, Louveigné - Les effets d'une pluie.
- XLI. Ruisseau de Sècheval, à la traversée du Givetien inférieur, Remouchamps - Les effets d'une pluie.
- XLII. Chantoir de Sècheval, Remouchamps - Les effets d'une pluie.
- XLIII. Une perte (chantoir de Grandchamps) à Louveigné et l'Amblève à Remouchamps - Les effets d'une pluie.
- XLIV. Rivière souterraine Rubicon, à l'aval du siphon terminal, Grotte de Remouchamps.
- XLV. Rivière souterraine Rubicon, à 100 m en amont de la résurgence, Grotte de Remouchamps.
- XLVI. Une stalactite, Grotte de Remouchamps (salle de la Cathédrale).
- XLVII. Une stalactite, Grotte de Remouchamps (près du Lac Pactole).
- XLVIII. Eaux de la Grotte de Remouchamps.
- IL. Deux pertes de ruisseaux, Louveigné.
- L. Un ruisseau à Louveigné et l'Amblève à Remouchamps.
- LI. Ruisseau de Sècheval; un affluent; chantoir de sècheval, Remouchamps.
- LII. Rivière souterraine Rubicon, Grotte de Remouchamps. Secteur amont.
- LIII. Rivière souterraine Rubicon, Grotte de Remouchamps. Secteur aval.
- LIV. Eaux de la Grotte de Remouchamps.
- LV. Tests d'échantillonnage.
- LVI. Pluie, neige, glace, eau désionisée.

- LVII. Ruisseaux, rivières, cours d'eau souterrains.-
Analyses totales par I. Roelandts.
- LVIII. Ruisseaux, rivières, cours d'eau souterrains -
Analyses totales par l'I.H.E.
- LVIIIa. Trou Bleu, résurgence, Chanxhe -
Analyse totale par l'I.H.E.
- LVIIIb. Perte au N. de Presseux, Sprimont -
Analyse totale par l'I.H.E.
- LVIIIc. Ourthe à Sainte Anne, Tilff -
Analyse totale par l'I.H.E.
- LVIIId. Perte de la Chaweresse, Tilff -
Analyse totale par l'I.H.E.
- LVIIIe. Cascade, Grotte Sainte Anne,-Tilff -
Analyse totale par l'I.H.E.
- LVIII f. Gour; Grotte Sainte Anne, Tilff -
Analyse totale par l'I.H.E.

DIAGRAMMES I à X : Evolution mensuelle des cours d'eau.

- I. Sècheval - poudingue : Ruisseau de Sècheval à sa
traversée du Givetien inférieur.- Evolution
mensuelle d'août 1963 à décembre 1964.
- II. Sècheval - chantoir : même cours d'eau, à son point
d'engouffrement - Evolution mensuelle d'août 1963
à août 1964.
- III. Remouchamps, siphon terminal : Rivière souterraine
("Le Rubicon") de la Grotte de Remouchamps -
Evolution mensuelle d'août 1963 à décembre 1964.
- IV. Remouchamps, à l'amont de la résurgence de la même
rivière souterraine - Evolution mensuelle
d'août 1963 à août 1964.
- V. Chanxhe : le Trou Bleu, résurgence - Evolution
d'août 1963 à décembre 1964.
- VI. Comblain-au-Pont : le Trou du Moulin, résurgence -
Evolution d'août 1963 à décembre 1964.
- VII. Embiérir : résurgence - Evolution de novembre 1963
à décembre 1964.

VIII. Cornesse : résurgence - Evolution de novembre 1963
à mai 1964.

IX. Goffontaine : résurgence - Evolution de novembre 1963
à décembre 1964.

X. La Vesdre à Flère - Evolution de novembre 1963 à
décembre 1964.

DONNEES METEOROLOGIQUES : Températures et précipitations.

Températures moyennes journalières et précipitations
journalières de deux stations. D'après les observations
de la Régie des Voies aériennes.

Planche A Spa et Saint-Hubert, 1963.

Planche B Spa et Saint-Hubert, 1964.

Planche C Spa et Saint-Hubert, 1965.

T A B L E A U I

=====

RUISSEAU DE SECHEVAL (Vallon des Chantoirs)

à sa traversée du Givetien inférieur

Analyses mensuelles

N°	Date	H	Q l/sec.	T °C	pH	pH lab.	TAC mg/l	TH mg/l	CO ₂ mg/l	PCO ₂ atm	Ind. sat.	Remarques
1	5- 8-63	10.10'	5	15°5	7,20	7,20	28	45	8,3	4,30. 10 ⁻³	0,3	(1) SO ₄ ⁻⁻ : 0
2	2- 9-63	8.30'	7	12°6	7,40	7,50	19	35	4,3	2,06. 10 ⁻³	0,3	(2) SO ₄ ⁻⁻ : 0; Cl ⁻ : 0
3	7-10-63	10.30'	100	10°4	7,20	6,70	8	37	7,4	3,30. 10 ⁻³	0,3	(3) SO ₄ ⁻⁻ : 0; Cl ⁻ : 0; eau trouble (crue)
4	3-11-63	11.10'	2	9°1	7,70	7,50	23	39	2,5	1,07. 10 ⁻³	0,4	
5	4-12-63	10.10'	2	3°0	7,40	7,10	11	38	5,7	1,94. 10 ⁻³	0,3	
6	8- 1-64	11.10'	10	2°2	8,15	7,90	14	36	0,9	3,07. 10 ⁻⁴	0,5	
7	2- 2-64	11.00'	16	5°0	7,30	7,40	10	36	6,4	2,36. 10 ⁻³	0,3	(4) fonte de neige.
8	5- 3-64	11.10'	17	2°0	7,40	7,25	11	33	5,0	1,62. 10 ⁻³	0,3	(5) neige abondante depuis la veille.
9	2- 4-64	10.40'	32	5°6	7,35	6,85	88	32	5,1	1,86. 10 ⁻³	0,3	
10	13- 5-64	11.00'	9	13°7	7,35	7,20	16	40	5,5	1,67. 10 ⁻³	0,4	(6) Ca: 62 %; Mg: 38 %.
11	1- 6-64	10.40'	19	17°0	7,20	7,10	15	39	6,9	3,83. 10 ⁻³	0,4	
12	10- 7-64	11.30'	1	12°9	7,15	7,65	35	44	9,6	4,58. 10 ⁻³	0,3	
13	12- 8-64	11.40'	4	14°0	7,45	7,45	35	46	4,8	2,44. 10 ⁻³	0,4	(7) eau trouble; TH avant filtra- tion : 53.
14	15- 9-64	11.00'	1	16°0	7,50			51	4,6	2,47. 10 ⁻³	0,5	
15	22-10-64	11.00'	5	6°8	7,15	7,35	28	49	12,0	4,63. 10 ⁻³	0,3	
16	7-11-64	11.40'	2	2°3	7,05	7,00	20	37	12,2	3,98. 10 ⁻³	0,2	
17	5-12-64	11.10'	9	1°8	6,90	6,70	12	35	17,0	5,31. 10 ⁻³	0,2	(8) neige en ce point: pH 6,35.

T A B L E A U II

=====
 CHANTOIR DE SECHEVAL (Vallon des Chantoirs)
 à Sècheval

Analyses mensuelles

N°	Date	H	Q l/sec.	T °C	pH	pH lab.	TAC mg/l	TH mg/l	CO ₂ mg/l	PCO ₂ atm.	Ind. sat.	Remarques
1	5- 8-63	10.30'	5	15°5	7,45	7,45	49	52	5,4	2,79. 10 ⁻³	0,5	(1) SO ₄ ⁻⁻ : 0
2	2- 9-63	8.40'	7	12°6	7,25	7,50	28	46	8,0	3,78. 10 ⁻³	0,3	(2) SO ₄ ⁻⁻ : 0; Cl ⁻ : 0
3	7-10-63	10.40'	100	10°4	7,10	6,70	14	46	11,5	5,16. 10 ⁻³	0,3	(3) SO ₄ ⁻⁻ : 0; Cl ⁻ : 0 eau trouble (crue)
4	3-11-63	11.30'	2	9°7	7,40	7,60	32	50	6,4	2,75. 10 ⁻³	0,4	
5	4-12-63	10.30'	2	3°0	7,40	7,15	19	41	5,9	2,00. 10 ⁻³	0,3	
6	8- 1-64	11.30'	10	2°2	7,10	7,10	21	43	12,7	4,13. 10 ⁻³	0,3	
7	2- 2-64	11.20'	16	5°0	7,20	6,95	18	40	8,9	3,26. 10 ⁻³	0,3	(4) fonte de neige
8	5- 3-64	11.30'	17	2°5	7,00	7,00	17	40	15,0	4,88. 10 ⁻³	0,2	(5) neige abondante depuis la veille.
9	2- 4-64	11.00'	32	5°8	7,30	7,05	133	37	6,6	2,43. 10 ⁻³	0,3	(6) pollué par eau de purin.
10	13- 5-64	11.10'	9	13°6	7,15	7,25	21	48	10,5	5,07. 10 ⁻³	0,3	(7) Ca : 54%; Mg : 46%
11	1- 6-64	11.00'	19	17°0	7,30	7,10	20	39	5,5	3,04. 10 ⁻³		
12	10- 7-64	11.40'	2	13°6	7,30	7,20	37	46	7,1	3,44. 10 ⁻³	0,4	
13	12- 8-64	11.40'	4	14°0	7,65	7,30	36	46	3,0	1,53. 10 ⁻³	0,5	(8) eau trouble : TH avant filtration: 53

T A B L E A U III

=====

Rivière souterraine Rubicon à l'aval du siphon terminal
de la grotte de Remouchamps

Analyses mensuelles

N°	Date	H	Q l/sec.	T	pH	pH lab.	TAC mg/l	TH mg/l	CO ₂ mg/l	P _{CO₂} atm.2	Ind. sat.	Remarques
1	5- 8-63	9.10'		9°9	7,10	7,10	200	233	58,2	2,60. 10 ⁻²	0,9	(1) SO ₄ ⁻⁻ : +
2	2- 9-63	9.30'		10°3	7,05	7,05	143	178	49,7	2,22. 10 ⁻²	0,7	(2) SO ₄ ⁻⁻ : 0; Cl ⁻ : 0
3	7-10-63	10.00'	crue	10°0	7,00	7,10	130	170	53,3	2,38. 10 ⁻²	0,7	(3) eau trouble (crue)
4	3-11-63	10.00'	105	9°7	7,20	7,15	185	220	45,4	1,95. 10 ⁻²	0,9	
5	4-12-63	9.30'	108	9°0	7,20	7,10	152	185	37,5	1,61. 10 ⁻²	0,8	
6	8- 1-64	10.10'	36	8°4	7,15	7,05	166	203	47,1	1,95. 10 ⁻²	0,9	
7	2- 2-64	10.10'	126	7°4	7,00	7,05	107	143	47,9	1,91. 10 ⁻²	0,6	(4) fonte de neige
8	5- 3-64	10.30'	180	7°8	7,10	7,00	152	190	51,4	2,05. 10 ⁻²	0,8	
9	2- 4-64	10.00'	130	7°4	7,25	7,20	98	132	24,8	9,90. 10 ⁻³	0,7	
10	13- 5-64	9.40'	66	9°0	7,10	7,15	148	184	46,8	2,01. 10 ⁻²	0,8	(5) Ca : 77 %; Mg : 23 %
11	1- 6-64	9.40'	90	9°5	7,15	7,10	180	210	48,2	2,07. 10 ⁻²	0,9	(6) eau trouble (orage)
12	10- 7-64	10.30'	30	9°6	7,10	7,25	213	238	61,5	2,64. 10 ⁻²	0,9	
13	12- 8-64	10.10'	42	9°6	7,00	7,20	220	246	79,6	3,42. 10 ⁻²	0,9	
14	15- 9-64	10.00'	30	9°5	7,20			213	43,5	1,87. 10 ⁻²	0,9	
15	22-10-64	10.10'	50	9°6	7,10	7,20	159	180	46,3	1,99. 10 ⁻²	0,8	
16	7-11-64	10.40'	50	8°7	6,90	7,20	131	165	69,4	2,87. 10 ⁻²	0,9	
17	5-12-64	10.30'	110	8°1	7,10	7,15	110	141	36,7	1,52. 10 ⁻²	0,9	

T A B L E A U I V

Rivière souterraine Rubicon à environ 100 m en amont de la résurgence
dans la grotte de Remouchamps

Analyses mensuelles

N°	Date	H	Q l/sec.	T °C	pH	pH lab.	TAC mg/l	TH mg/l	CO ₂ mg/l	P _{CO₂} atm	Ind. sat.	Remarques
1	5- 8-63	9.40'		9°9	7,10	7,10	208	233	58,2	1,60. 10 ⁻²	0,9	(1) SO ₄ ⁻⁻ : +
2	2- 9-63	10.00'		10°3	7,20	7,10	141	176	34,7	1,55. 10 ⁻²	0,8	(2) SO ₄ ⁻⁻ : +; Cl ⁻ : 0
3	7-10-63	10.00'	crue	10°	7,00	7,10	130	170	53,5	2,39. 10 ⁻²	0,7	(3) eau trouble (crue)
4	3-11-63	11.00'	105	9°7	7,25	7,30	184	220	40,5	1,74. 10 ⁻²	1,0	
5	4-12-63	9.40'	108	9°0	7,15	7,10	151	189	43,1	1,85. 10 ⁻²	0,8	
6	8- 1-64	10.30'	36	8°4	7,20	7,30	165	200	41,6	1,72. 10 ⁻²	0,9	
7	2- 2-64	10.40'	126	7°4	7,10	7,10	105	143	38,1	1,52. 10 ⁻²	0,6	(4) fonte de neige
8	5- 3-64	10.40'	180	7°9	7,10	7,00	151	188	50,7	2,02. 10 ⁻²	0,8	
9	2- 4-64	10.30'	130	7°4	7,25	7,05	98	130	24,6	9,79. 10 ⁻³	0,7	
10	13- 5-64	10.00'	66	9°	7,00	7,10	149	184	59,1	2,54. 10 ⁻²	0,7	(5) Ca : 80 %; Mg : 20 %
11	1- 6-64	10.10'	90	9°5	7,10	7,05	180	210	54,2	2,33. 10 ⁻²	0,8	(6) eau trouble (orage)
12	10- 7-64	11.10'	30	9°6	6,95	7,15	212	239	77,8	3,34. 10 ⁻²	0,9	
13	12- 8-64	11.00'	42	9°6	7,20	7,25	223	248	51,0	2,19. 10 ⁻²	1,0	

T A B L E A U V

LE TROU BLEU, RESURGENCE

à Chanxhe, Sprimont

Analyses mensuelles

N°	Date	H	Q l/sec.	T °C	pH	pH lab.	TAC mg/l	TH mg/l	CO2 mg/l	PCO2 atm	Ind. Sat.	Remarques
1	5- 8-63	11.10'	40	9°6	7,25	7,25	272	318	58,0	2,49. 10 ⁻²	1,2	(1) SO ₄ ⁻⁻⁻ : +
2	12- 8-63	8.40'	40	10°0	7,20	7,20	257	305	60,9	2,70. 10 ⁻²	1,2	(2) SO ₄ ⁻⁻⁻ : +; Cl ⁻ : t
3	2- 9-63	11.40'	40	9°9	7,20	7,25	266	319	63,2	2,82. 10 ⁻²	1,2	
4	9- 9-63	10.00'	22	10°0	7,30	7,30	269	327	51,5	2,30. 10 ⁻²	1,3	
5	27-10-63	10.00'	25	9°9	7,30	7,30	266	323	50,8	2,27. 10 ⁻²	1,3	
6	13-11-63	10.30'	125	9°9	7,25	7,20	240	288	50,8	2,27. 10 ⁻²	1,2	
7	11-12-63	10.00'	55	9°8	7,30	7,20	252	306	50,1	2,15. 10 ⁻²	1,3	
8	13- 1-64	9.00	43	9°5	7,30	7,20	248	306	49,8	2,14. 10 ⁻²	1,3	
9	9- 2-64	9.10'	110	9°2	7,35	7,20	234	296	42,9	1,84. 10 ⁻²	1,3	
10	9- 3-64	11.00'	50	9°3	7,25	7,35	253	307	55,9	2,40. 10 ⁻²	1,2	
11	16- 4-64	8.30'	30	9°4	7,25	7,40	244	294	53,6	2,30. 10 ⁻²	1,2	(3) Ca : 92 %; Mg : 8 %
12	14- 5-64	10.10'	33	9°8	7,15	7,30	261	292	67,6	2,90. 10 ⁻²	1,1	(4) Ca : 85 %; Mg : 15%
13	8- 6-64	10.10'	90	10°1	7,20	7,20	264	238	47,2	2,11. 10 ⁻²	1,0	
14	11- 7-64	11.00'	15	10°1	7,20	7,20	276	317	62,9	2,81. 10 ⁻²	1,2	(Ca : 73 %; Mg : 27 %
15	13- 8-64	10.40'	50	10°1	7,15	7,20	270	313	69,6	3,11. 10 ⁻²	1,1	
16	17- 9-64	10.10'	2	9°9	7,00	7,15	271	323	101,5	4,53. 10 ⁻²	1,0	
17	22-10-64	12.20'	8	9°8	7,15	7,20	265	310	71,7	3,08. 10 ⁻²	1,1	
18	15-11-64	11.30'	24	9°6	7,20	7,10	267	317	65,0	2,79. 10 ⁻²	1,2	
19	10-12-64	11.00'	70	9°0	7,05	7,15	204	285	81,5	3,50. 10 ⁻²	1,0	(6) eau trouble (dégel)
20	23- 1-65	11.30'	165	8°4	7,10			221				
21	6- 3-65	11.00'	100	8°8	7,20			292				(7) fonte lente de la neige.
22	27- 3-65	9.40'	160	8°5	7,20			235				
23	8- 5-65	10.00'	80	9°4	7,05			263				

T A B L E A U VI

=====

LE TROU DU MOULIN, RESURGENCE

Comblain-au-Pont

Analyses mensuelles

N°	Date	H	Q l/sec.	T °C	pH	pH lab.	TAC mg/l	TH mg/l	CO ₂ mg/l	PCO ₂ atm	Ind. sat.	Remarques
1	12- 8-63	10.00'	20	10°3	7,10	7,10	285	322	80,2	3,58. 10 ⁻²	1,1	
2	9- 9-63	8.30'	20	10°5	7,15	7,20	274	328	73,5	3,28. 10 ⁻²	1,2	
3	27-10-63	10.30'	25	10°4	7,15	7,20	275	332	73,3	3,30. 10 ⁻²	1,2	
4	13-11-63	11.00'		10°3	7,20	7,10	274	327	63,6	2,84. 10 ⁻²	1,2	
5	11-12-63	9.10'		10°2	7,15	7,15	274	322	71,7	3,20. 10 ⁻²	1,2	
6	13- 1-64	9.30'	30	10°1	7,25	7,20	270	324	57,1	2,55. 10 ⁻²	1,2	
7	3- 2-64	10.00'	fort	10°0	7,20	7,20	272	259	51,3	2,29. 10 ⁻²	1,0	
8	9- 3-64	9.30'	25	10°0	7,15	7,20	276	334	74,4	3,32. 10 ⁻²	1,2	
9	16- 4-64	9.00'	faible	10°1	7,20	7,20	275	257	50,8	2,27. 10 ⁻²	1,0	(1) Ca : 86 %; Mg : 14%
10	14- 5-64	9.10'		9°3	7,10	7,20	275	328	84,1	3,61. 10 ⁻²	1,1	(2) Ca : 87 %; Mg : 13%
11	8- 6-64	11.00'	fort	10°5	7,15	7,25	280	320	71,7	3,20. 10 ⁻²	1,2	
12	11- 7-64	10.00'	1	10°6	7,15	7,25	284	324	72,8	3,25. 10 ⁻²	1,2	(3) Ca : 74 %; Mg : 26%
13	13- 8-64	9.30'	10	10°6	7,10	7,20	286	324	81,7	3,65. 10 ⁻²	1,1	
14	17- 9-64	9.10'	assez fort	10°1	7,05	7,20	285	327	91,6	4,09. 10 ⁻²	1,1	
15	22-10-64	12.00'	assez fort	10°5	7,05	7,10	280	320	90,3	4,03. 10 ⁻²	1,1	
16	15-11-64	10.40'	18	10°1	7,00	7,30	282	324	101,7	4,54. 10 ⁻²	1,0	
17	10-12-64	9.40'	10	9°5	7,05	7,15	226	283	81,8	3,51. 10 ⁻²	1,0	(4) eau trouble(dégel)
18	23- 1-65	11.10'	75	9°0	7,00			298				
19	6- 3-65	10.10'	35	9°5	7,05			328				(5) fonte lente de la neige.
20	27- 3-65	9.10'	38	9°6	7,00			317				
21	8- 5-65	10.30	80	10°0	6,95			288				

T A B L E A U VII

RESURGENCE D'EMBIERIR

Poulseur

Analyses mensuelles

N°	Date	H	Q l/sec.	T °C	pH	pH lab.	TAC mg/l	TH mg/l	CO ₂ mg/l	PCO ₂ atm. ⁻²	Ind. sat.	Remarques
1	13-11-63	11.20'			7,15	7,15	228	273	63,1	2,71. 10 ⁻²	1,0	
2	11-12-63	9.30'		9°8	7,20	7,20	228	275	56,6	2,43. 10 ⁻²	1,1	
3	13- 1-64	10.30'	27	9°6	7,10	7,10	224	266	56,8	2,44. 10 ⁻²	1,0	
4	9- 2-64	10.10'	32	9°4	7,30	7,25	216	265	43,1	1,85. 10 ⁻²	1,1	
5	9- 3-64	10.30'	26	9°2	7,25	7,10	225	266	48,2	2,07. 10 ⁻²	1,1	
6	16- 4 -64	9.30'	38	9°3	7,20	7,25	210	200	40,8	1,75. 10 ⁻²	0,9	(1) Ca : 84 %; Mg:16%
7	14- 5-64	9.40'	23	10°0	7,15	7,30	222	262	58,2	2,60. 10 ⁻²	1,0	(2) Ca : 79 %; Mg:21%
8	8- 6-64	11.30'	23	9°9	7,15	7,10	230	192	42,8	1,91. 10 ⁻²	0,8	
9	11- 7-64	10.10'	21	9°9	7,05	7,20	236	266	74,4	3,32. 10 ⁻²	0,9	(3) Ca : 77 %; Mg:23%
10	13- 8-64	10.10'	16	10°0	7,15	7,20	235	282	62,7	2,80. 10 ⁻²	1,0	
11	17- 9-64	10.00'	9	9°6	7,05	7,15	236	271	78,3	3,36. 10 ⁻²	1,0	
12	22-10-64	12.10'	10	10°0	6,95	7,20	234	236	83,1	3,71. 10 ⁻²	0,8	
13	15-11-64	11.20'	12	9°5	6,95	7,10	229	268	97,6	4,19. 10 ⁻²	0,9	
14	10-12-64	10.40'	35	8°7	7,15	7,15	145	194	45,7	1,89. 10 ⁻²	0,8	(4) eau trouble(dégel)

T A B L E A U VIII

RESURGENCE DE CORNESSE

près de la grotte Jaminon, Cornesse - Pepinster

Analyses mensuelles

N°	Date	H	Q l/sec.	T °C	pH	pH lab.	TAC mg/l	TH mg/l	CO ₂ mg/l	PCO ₂ atm.	Ind. sat.	Remarques
1	18-11-63	9.10'	fort	10°6	6,95	7,20	194	243	86,2	3,85. 10 ⁻²	0,8	(1) gel et neigé
2	18-12-63	9.30'	24	10°8	7,05	7,25	240	291	81,9	3,66. 10 ⁻²	1,0	
3	20- 1-64	10.30'	12	10°8	7,15	7,20	232	290	63,4	2,90. 10 ⁻²	1,1	
4	17- 2-64	10.10'	52	10°2	7,00	7,20	206	270	83,8	3,74. 10 ⁻²	0,9	
5	19- 3-64	10.10'	40	10°1	7,10	7,10	208	263	65,6	2,93. 10 ⁻²	1,0	
6	30- 4-64	10.40'	22	10°4	7,05	7,35	189	236	66,5	2,97. 10 ⁻²	0,9	
7	20- 5-64	10.00'	16	10°8	7,15	7,20	211	245	54,8	2,45. 10 ⁻²	1,0	

T A B L E A U IX

RESURGENCE DE GOFFONTAINE

Cornesse - Pepinster

Analyses mensuelles

N°	Date	H	Q l/sec.	T °C	pH	pH lab.	TAC mg/l	TH mg/l	CO ₂ mg/l	PCO ₂ atm.	Ind. sat.	Remarques
1	18-11-63	10.10'	25	10°2	7,20	7,25	166	254	50,4	2,25. 10 ⁻²	1,0	(1) gel et neige
2	18-12-63	10.40'	30	10°3	7,15	7,15	229	277	61,6	2,75. 10 ⁻²	1,0	
3	20- 1-64	9.40'	30	10°2	7,30	7,15	227	274	43,0	1,92. 10 ⁻²	1,2	
4	17- 2-64	9.30'	90	10°0	7,20	7,05	196	250	49,5	2,21. 10 ⁻²	1,0	
5	19- 3-64	9.30'	50	10°1	7,15	7,10	213	266	59,1	2,64. 10 ⁻²	1,0	
6	30- 4-64	11.10'	70	10°0	7,30	7,10	202	236	37,2	1,66. 10 ⁻²	1,0	
7	20- 5-64	9.10'	60	10°3	7,20	7,20	212	253	50,2	2,24. 10 ⁻²	1,0	
8	13- 6-64	10.00'	36		7,05	7,20	222	257	71,9	3,21. 10 ⁻²	0,9	
9	17- 8-64	10.30'	27	10°2	7,20	7,20	226	201	39,9	1,78. 10 ⁻²	0,9	
10	17- 9-64	11.10'	40	9°3	7,00	7,30	232	268	86,7	3,72. 10 ⁻²	0,9	
11	29-10-64	9.40'	90	10°0	6,95	7,20	227	264	92,9	4,15. 10 ⁻²	0,9	
12	19-11-64	9.30'	160	9°9	6,80	7,10	185	239	118,9	5,31. 10 ⁻²	0,7	
13	17-12-64	10.20'	125	10°0	6,95	7,20	196	243	85,6	3,82. 10 ⁻²	0,8	

T A B L E A U X

LA VESDRE à Flère
Cornesse - Pepinster

Analyses mensuelles

N°	Date	H	(Q) cm	T °C	pH	pH lab.	TAC mg/l	TH mg/l	CO ₂ mg/l	PCO ₂ atm.	Ind. sat.	Remarques
			(1)									(1) hauteur d'eau en cm; le débit est très difficile à estimer; une hauteur de 40 cm correspond à peu près à un débit de 25 m ³ /sec.; eau toujours trouble et souillée.
1	18-11-63	9.50'	80	8°7	7,90	8,00	33	62	2,6	1,08. 10 ⁻³	0,7	
2	18-12-63	10.00'	20	3°3	7,50	7,50	139	158	18,0	6,12. 10 ⁻³	0,9	
3	20- 1-64	10.40'	20	3°2	7,75	7,75	96	121	7,7	2,63. 10 ⁻³	0,9	
4	17- 2-64	10.00'	60	5°1	7,50	7,25	44	75	8,3	3,06. 10 ⁻³	0,5	
5	19- 3-64	9.40'	20	5°6	7,65	7,70	144	128	10,2	3,75. 10 ⁻³	0,9	
6	30- 4-64	11.00'	30	10°8	7,70	7,50	101	99	6,3	2,81. 10 ⁻³	0,8	
7	20- 5-64	9.40'	20	14°7	7,90	7,60	158	124	4,5	2,31. 10 ⁻³	1,2	
8	13- 6-64	10.30'	20	5°0	7,25	7,40	143	123	24,4	8,93. 10 ⁻³	0,6	
9	17- 8-64	10.00'	10	15°2	7,50	7,55	135	164	15,2	7,85. 10 ⁻³	1,0	
10	17- 9-64	11.40'	10	10°0	7,55	7,60	180	144	8,0	3,59. 10 ⁻³	1,1	
11	29-10-64	10.20'	30	8°0	7,30	7,45	99	102	16,8	6,95. 10 ⁻³	0,6	
12	19-11-64	9,40'	80	8°8	7,20	7,20	33	77	16,2	6,71. 10 ⁻³	0,5	
13	17-12-64	10.40'	40	6°7	7,45	7,40	75	88	10,8	4,16. 10 ⁻³	0,6	

T A B L E A U X I

=====

LA LOMME⁽¹⁾

Le 20 avril 1964

N°	lieu	H	Q m ³ /sec.	T °C	pH	pH lab.	TAC mg/l	TH mg/l	Ca %	Mg %	CO ₂ (2)	P _{CO₂} atm.	Ind. sat.	Remarques
1	Forrières	14.30'	2	11°4	7,65	7,45	17	28			3,2	1,44. 10 ⁻³	0,3	(1)
2	Aval de Forrières	15.10'	2	11°6	7,75	7,40	18	30	66	34	3,8	1,73. 10 ⁻³	0,3	(2)
3	Jemelle	16.00'	2	11°8	8,00	7,50	21	37			3,7	1,69. 10 ⁻³	0,4	
4	Aval de Jemelle	17.00'	2	12°2	8,20	7,90	21	33			1,3	6,03. 10 ⁻⁴	0,5	
5	Eprave	18.00'	3	12°8		7,95	33	53	75	25	1,8	8,69. 10 ⁻⁴	0,6	

(1) par temps doux et assez sec.

(2) CO₂ et P_{CO₂} calculés d'après pH lab., le pH de terrain semblant sujet à caution.

T A B L E A U XII

L'EAU NOIRE⁽¹⁾

Le 3 mai 1964

N°	lieu	H	Q m ³ /sec.	T °C	pH	pH lab.	TAC mg/l	TH mg/l	CO ₂ mg/l	P _{atm.} CO ₂	Ind. sat.	Remarque
1	Pont du Roi	10.30'	1,7	9°8	7,05	7,05	11	18	5,2	2,25. 10 ⁻³	0,2	(1)
2	Adugeoir	14.00'	1,2	10°3	7,80	7,45	25	37	1,8	8,25. 10 ⁻⁴	0,5	
2'	Entrée siphon n°2	14.00'	0,050	10°1	7,55							
2"	Sortie siphon n°2	14.10'	0,050	10°1	7,30							
3	Résurgence	14.40'	0,120	9°5	7,25	7,35	110	132	23,9	1,03. 10 ⁻²	0,7	
3'	Confluence	15.00'	3,2	11°0	7,95							

(1) par temps assez pluvieux.

T A B L E A U XIII

L' AMBLEVE

N°	lieu	date	H	Q m ³ /sec.	T °c	pH	pH lab.	TAC mg/l	TH mg/l	CO ₂ mg/l	P _{atm.} CO ₂	Ind. sat.	Rem.
1	Pont de Scay	5-11-64	12.00'	2,5	5°6	7,70	7,50	30	53	3,7	1,38. 10 ⁻³	0,5	
2	id.	7-11-64	12.10'	2	3°2	7,45	7,55	32	53	6,7	2,30. 10 ⁻³	0,4	
3	id.	12-11-64	11.00'	1	4°6	7,40	7,50	39	58	7,3	2,91. 10 ⁻³	0,4	(1)
4	id.	15-11-64	11.00'	10	9°0	6,95	6,85	16	42	15,2	6,51. 10 ⁻³	0,3	
5	En amont de Remouchamps	19-11-64	10.40'	30	8°2	6,90	6,80	11	33	13,8	5,67. 10 ⁻³	0,2	
6	Pont de Scay	19-11-64	11.10'	30	8°5	6,90	6,90	14	35	14,7	6,04. 10 ⁻³	0,2	(2)
7	id.	5-12-64	12.00'	3	2°5	7,05	7,05	26	39	13,0	4,22. 10 ⁻³	0,2	(3)

(1) temps frais et sec.

(2) temps doux et pluvieux.

(3) temps froid et sec; neige.

T A B L E A U X I V

=====

L'OURTHE, LA LESSE, LE HOYOUX

N°	lieu	date	H	Q m ³ /sec.	T °C	pH	pH lab.	TAC mg/l	TH mg/l	CO ₂ mg/l	P _{CO₂} atm.	Ind. sat.	Rem.
1	Ourthe à Tilff.	9- 2-64	11.30'	(1)	4°5	7,90	7,50	39	68	3,0	1,08. 10 ⁻³	0,4	(1)
2	Lesse à Belvaux.	9- 5-64	14.00'	2	14°0	7,45	7,35	23	35	3,6	1,85. 10 ⁻³	0,4	(2)
3	Lesse à 600 m aval résurg.	9- 5-64	14.30'	2	10°0	7,30	7,30	29	42	6,6	2,95. 10 ⁻³	0,3	
4	Hoyoux à Barse.	5-11-64	11.00'	0,27	7°3	7,80	8,00	259	303	16,2	6,45. 10 ⁻³	1,8	(3)
5	Ourthe à Comblain-la-T.	5-11-64	11.40'	5	6°4	7,65	7,70	61	83	6,4	2,45. 10 ⁻³	0,6	
6	Ourthe à Tilff.	5-11-64	10.00'	7,5	6°4	7,65	7,70	60	83	6,4	2,45. 10 ⁻³	0,6	
7	Ourthe à Comblain-la-T.	12-11-64	10.30'	3	4°5	7,65	7,60	68	90	7,2	2,54. 10 ⁻³	0,7	
8	Ourthe à Tilff.	12-11-64	9.40'	4,5	4°4	7,50	7,60	69	90	10,1	3,58. 10 ⁻³	0,6	(4)

- (1) légère crue.
(2) temps sec et doux.
(3) temps frais et sec.
(4) temps frais et sec.

T A B L E A U X V

RIVIERES (1)

Les 17 et 18 juillet 1965.
De 15 h.le 17 à 15 h.le 18.

N°	lieu	H	Q m3/sec.	T °C	Cond. (2)	pH	pH labo	TAC mg/l	TH mg/l	Fer mg/l	SiO ₂ mg/l	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	NH ₄ OH mg/l	Rem.
1	Meuse (amont de Namur)	23.40'		16°6	350	7,50	7,70	138	162	<0,3	3	0	0	0,6	(1)
2	Wamme (Pont de Hargimont)	17.30'	1,5	13°4	109	7,30	7,00	22	40	0,3	4				(2)
3	Lomme (amont de Jemelle)	17.50'	5	13°4	134	7,20	7,35	35	49	0,3	4				
4	Lesse (à Chanly)	20.10'	3	13°2	99	7,05	7,15	17	32	<0,3				0,2	
5	Lesse (à Lessive)	19.20'	18	13°6	202	7,40	7,30	64	85	<0,3				0,25	
6	Lesse (à Gendron-Celles)	21.00'	15	14°2	237		7,35	75	95	<0,3				0,3	
7	Lesse (à Anseremme)	22.00'		14°3	238		7,50	77	103	<0,3				0,4	
8	Bocq (amont de Yvoir)	22.40'		13°2	460		7,85	166	227	<0,3	6	t	t	0,25	
9	Hoyoux (à Modave)	01.00'		13°0	495	8,05	7,95	204	252	0,5	10	t	+	0,25	

T A B L E A U XV (suite)

RIVIERES⁽¹⁾

Les 17 et 18 juillet 1965.
De 15 h. le 17 à 15 h. le 18.

N°	lieu	H	Q m ³ /sec.	T °C	Cond. (2)	pH	pH labo	TAC mg/l	TH mg/l	Fer mg/l	SiO ₂ mg/l	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	NH ₄ OH mg/l	Rem.
10	Ourthe (Pont de Hampteau)	16.50'	10	15°3	110	7,45	7,10	19	36	<0,3				0,25	
11	Ourthe (Pont de Tilff)	06.10'	15	13°9	168		7,25	44	65	<0,3	4	0	0		
12	Vesdre (Chênée) (3)	07.00'	18	13°5	209		7,20	41	79	0,3	6	t	0		(3)
13	Amblève (Pont de Scay) (4)	12.30'	15	14°5	112		7,00	21	39	<0,3	3	t	t	0,1	(4)

(1) temps frais et pluvieux.

(2) micromhos/cm.

(3) congés dans l'industrie : rivières moins polluées.

(4) PO₄³⁻ : 0 mg/l.

mat. org. : 1,1 mg O₂/l.

T A B L E A U X V I

RUISSEAUX, RESURGENCES, SOURCE THERMALE⁽¹⁾

Les 17 et 18 juillet 1965.
De 15 h. le 17 à 15 h. le 18.

N°	lieu	H	Q l/sec.	T °C	Cond. (2)	pH lab.	TAC mg/l	TH mg/l	Remarques
1	Chantoir de Grandchamps.	08.40'	15	12°8	185	7,85	40	68	(1) temps frais et pluvieux.
2	Ruisseau du Rouge-Thiers (à sortie de l'Ardenne)	09.00'	90	11°7	123	7,45	23	40	(2) micromhos/cm.
3	Ruisseau d'Adseux (sous le pont)	09.10'	37	13°3	238	7,45	59	97	
4	Trou du Coq (chantoir)	09.30'	18	12°8	207	7,55		94	
5	Béronry (chantoir)	09.40'	25	12°4	204	7,45	63	96	
6	Ruisseau de Sècheval (passage sur Giv.inf.)	10.00'	100	12°1	100	7,00	11	34	
7	Rubicon, débarcadère (résurgence)	10.30'	400	11°2	242	6,90	69	101	
8	Trou du Moulin, résurgence Comblain-au-Pont.	12.10'	250	10°5	610	6,95	269	322	
9	Trou Bleu, résurgence. Chanxhe.	12.50'	300	10°0	565	7,00	236	288	
10	Goffontaine, résurgence Cornesse-Pepinster.	08.00'	180	9°8	525	7,20	198	223	
11	Source thermale à Chaufontaine.	07.30'	0,1	32°0	620	7,30	251	245	

T A B L E A U XVII

LE BASSIN DE L' AISNE

Le 5 août 1965.
Analyses par M. COLLARD.

N°	lieu	H	Q indications qualitatives	T °C	pH lab.	TAC mg/l	TH mg/l	Cond. (1)	Fer mg/l	SiO ₂ mg/l	NH ₄ OH mg/l	Rem.
1	Fays de la Folie	10.40'	ruisselet	thermomètre brisé; d'après mesures jours précédents, comprises par- tout entre 10 et 16° C.	5,75	3	9	29	0,2	1,5	0,3	(1)
2	Woignifa	10.50'	petit ruisseau		6,30	2	7	41	0	0,8	0,1	(2)
3	Aisne (source)	11.00'	ruisselet		4,40	1	9	37	0,6	0,6	1	(3)
4	Fange de la Goutte	11.10'	ruisselet		7,00	4	18	51	0,2	5	0,5	
5	Aisne au Moulin d'Odeigne (aval confluence)	11.30'	gros ruisseau		7,15	12	20	65	0,1	1	0,3	
6	Aisne au Moulin de la Fosse (aval confluence)	13.30'	id.		6,95	15	25	76	0,1	2	0,4	
7	Aisne (aval confluence Alu)	14.00'	id.		7,20	17	25	76	0,1	3	0,2	
8	Aisne au Pont d'Erezée	14.20'	id.		7,20	19	29	84	0,1	1	0,2	
9	Aisne à la Roche-à-Frêne	14.30'	id.		7,45	23	40	106	0,2	3	0,3	
10	Aisne à Bomal	15.00'	id.		7,70	81	95	214	0,1	4	0,3	

(1) en micromhos/cm.

(2) les points 1 à 4 représentent divers types de ruisselets qui sont à l'origine de l'Aisne telle qu'elle est au point 5.

(3) temps chaud et sec; la dernière pluie date du 3.8, et marquait la fin d'une période pluvieuse de plusieurs jours.

T A B L E A U XVI (suite)

=====

RUISSEAUX, RESURGENCES, SOURCE THERMALE⁽¹⁾

Les 17 et 18 juillet 1965.
De 15 h.le 17 à 15 h.le 18.

N°	lieu	pH labo.	TAC	TH	Fer mg/l	SiO ₂ mg/l	SO ₄ ⁻⁻⁻	Cl ⁻	NH ₄ OH mg/l	PO ₄ ³⁻ mg/l	mat. org. mgO ₂ /l	Remarques
1	Chantoir de Grandchamps.	7,85	40	68		8						(1) temps frais et pluvieux.
2	Ruisseau du Rouge-Thiers (à sortie de l'Ardenne)	7,45	23	40		3						
3	Ruisseau d'Adseux (sous le pont)	7,45	59	97		10						
4	Trou du Coq (chantoir)	7,55		94		5						
5	Béronry (chantoir)	7,45	63	96		4						
6	Ruisseau de Sècheval (passage sur Giv.inf.)	7,00	11	34		3						
7	Rubicon, débarcadère (résurgence)	6,90	69	101	0,3	4	0	t	0,2	<0,5	1,0	
8	Trou du Moulin, résurgence Comblain-au-Pont.	6,95	269	322	0	6	t	+	<0,1	0,5	0,2	
9	Trou Bleu, résurgence Chanxhe.	7,00	236	288	0	7	t	+	<0,1	0,5	0,2	
10	Goffontaine, résurgence Cornesse-Pepinster.	7,20	198	223	0	5	t	t				
11	Source thermale à Chaufontaine.	7,30	251	245	0	11	t	+				

T A B L E A U XIX
=====

RUISSEAUX ET CHANTOIRS

N°	lieu	date	H	Q l/sec.	T °C	pH	pH lab.	TAC mg/l	TH mg/l	CO ₂ mg/l	P _{CO₂} atm.	Ind. sat.	Rem
1	Chantoir de Wisgrifond	18-11-63	11.10'	10	9°6	7,40	7,50	66	98	12,6	5,45. 10 ⁻³	0,7	
2	id.	20- 1-64	12.00'	6	1°0	7,50	7,40	59	94	11,5	3,64. 10 ⁻³	0,6	
3	id.	20- 5-64	11.00'	0,6	12°8	7,85	7,70	100	121	8,3	2,51. 10 ⁻³	1,0	
4	id.	17- 8-64	11.00'	0									
5	Trou du Renard (chantoir)	5- 8-63	10.40'	0,5	15°6	7,80	7,80	128	136	6,4	3,30. 10 ⁻³	1,1	(1)
6	id.	2- 9-63	11.00'	0,1	12°8	7,85	7,95	114	131	5,7	2,72. 10 ⁻³	1,1	(2)
7	id.	3-11-63	12.00'		10°6	7,60	7,50	103	127	10,1	4,53. 10 ⁻³	0,9	
8	id.	4-12-63	11.00'		5°0	7,60	7,50	78	108	9,6	3,50. 10 ⁻³	0,8	
9	Chantoir de Deigné	2- 2-64	11.00'	30	4°6	7,80	7,20	16	40	2,2	8,07. 10 ⁻⁴	0,5	
10	Trou du Coq (chantoir)	2- 2-64	11.30'	15	5°6	7,55	7,55	71	109	0,9	4,00. 10 ⁻³	0,7	
11	Chantoir du Fond Leval	2- 4-64	11.40'	8	7°6	7,80	7,70	145	202	10,8	4,32. 10 ⁻³	1,3	
12	Ruisseau du Fond Leval	17- 8-64	11.40'	2	16°0	7,70	7,80	174	206	11,9	6,31. 10 ⁻³	1,3	
13	Chantoir du Fond Leval	17- 8-64	12.00'	2	16°0	7,85	7,90	177	216	8,8	4,68. 10 ⁻³	1,5	
14	Chantoir de Béronry	20- 1-64	11.30'	10	2°3	7,40	7,45	62	103	15,0	4,93. 10 ⁻³	0,8	
15	Ruisseau de Sordeye	9- 2-64	12.00'	12	5°2	7,80	7,80	45	108	6,2	2,21. 10 ⁻³	0,8	

(1) SO₄⁻⁻ : t.

(2) SO₄⁻⁻ : 0; Cl : 0.

T A B L E A U XX

=====

RESURGENCES; SOURCE THERMALE

N°	lieu	date	H	Q l/sec.	T °C	pH	pH lab.	TAC mg/l	TH mg/l	CO ₂ mg/l	P _{CO₂} atm.	Ind. sat.	Rem
1	Rés. de Wisgrifond	18-11-63	10.40'	10	8°8	7,20	7,45	99	136	27,7	1,19. 10 ⁻²	0,7	(1)
2	id.	18-12-63	11.00'	7	8°1	7,00	7,00	228	266	87,3	3,61. 10 ⁻²	0,9	(2)
3	id.	20- 1-64	11.10'	6	5°0	7,20	7,10	141	178	39,5	1,45. 10 ⁻²	0,7	
4	id.	20- 5-64	10.50'	0,9	9°0	7,10	7,15	245	273	100,1	3,00. 10 ⁻²	1,0	
5	id.	17- 8-64	11.00'	0									
6	Rés. du Fond de Forêt	18-12-63	11.30'	22	9°8	6,95	7,00	270	347	127,2	5,46. 10 ⁻²	1,0	(3)
7	id.	17- 2-64	11.00'	50	8°0	7,10	7,05	173	274	71,6	2,96. 10 ⁻²	1,0	
8	id.	17-12-64	11.10'	20	9°1	6,90	7,00	190	290	117,4	5,04. 10 ⁻²	0,9	
9	Rés. de Crêvecoeur	11-12-63	10.10'		9°8	7,40	7,40	172	207	27,0	1,16. 10 ⁻²	1,0	(4)
10	id.	13- 1-64	11.00'	13	8°7	7,45	7,40	134	182	21,5	8,92. 10 ⁻³	1,0	
11	id.	9- 2-64	11.30'	25	8°0	7,55	7,35	116	179	16,7	6,85. 10 ⁻³	1,0	
12	id.	16- 4-64	10.30'	45	8°7	7,30	7,20	140	180	30,2	1,25. 10 ⁻²	0,9	
13	Rés. de Ste Anne (Tilff)	12-11-64	9.30'	5	7°2	7,65	7,85	167	199	14,9	5,94. 10 ⁻³	1,2	
14	Source thermale de Chaudfontaine	2- 4-64	12.10'	0,2	env. 35				227				(5)

(1) voir la perte correspondante au tableau XIX.

(2) gel et neige.

(3) gel et neige.

(4) gel.

(5) voir aussi an. XVI 11.

T A B L E A U XXI
 =====
 CHANTOIR DU FOND LEVAL⁽¹⁾ (Sprimont)

N°	date	H	Q l/sec.	T (2)	pH	pH lab.	TAC mg/l	TH mg/l	CO ₂ mg/l	P _{CO₂} atm.	Ind. sat.	Remarques
1	5-6-64	9.00'	2	12°2	7,85	7,80	169	208	9,1	4,26. 10 ⁻³	1,5	(1) temps doux et sec durant les 3 jours. (2) T air a varié, durant les 3 jours, entre 7,5 et 20,0°C.
2	5-6-64	12.10'	2	14°0	7,85	8,00	171	213	8,9	4,49. 10 ⁻³	1,6	
3	5-6-64	15.10'	2	14°0	7,85	7,85	170	211	8,9	4,45. 10 ⁻³	1,6	
4	5-6-64	18.30'	2	12°1	7,80	7,80	170	208	10,1	4,78. 10 ⁻³	1,5	
5	5-6-64	21.40'	2	10°8	7,85	7,75	171	213	9,6	4,28. 10 ⁻³	1,5	
6	6-6-64	0.40'	2	10°0	7,70	7,85	173	209	13,2	5,85. 10 ⁻³	1,3	
7	6-6-64	3.40'	2	9°6	8,00	7,90	172	209	6,8	2,91. 10 ⁻³	1,6	
8	6-6-64	6.10'	2	9°6	7,95	8,05	174	211	7,7	3,30. 10 ⁻³	1,6	
9	6-6-64	9.10'	2	11°5	7,70			211	13,2	6,04. 10 ⁻³	1,3	
10	6-6-64	12.00'	2	14°0		7,95	172	211	7,9	3,53. 10 ⁻³	1,6	
11	6-6-64	15.10'	2	14°9	7,85	7,80	171		8,1	4,14. 10 ⁻³	1,5	
12	6-6-64	18.10'	2	13°4	7,75	7,90	174	211	11,6	5,55. 10 ⁻³	1,4	
13	6-6-64	21.10'	2		7,70	7,80	176	214	12,8	6,18. 10 ⁻³	1,4	
14	6-6-64	24.00'	2	11°2	7,80	7,80	175	211	10,6	4,76. 10 ⁻³	1,4	
15	7-6-64	3.10'	2	10°6	7,85	7,85	173	213	9,6	4,25. 10 ⁻³	1,5	
16	7-6-64	6.10'	2	10°9	7,85	7,90	174	209	9,4	4,21. 10 ⁻³	1,4	
17	7-6-64	9.10'	2	11°6	7,85	7,95	172	209	9,3	4,24. 10 ⁻³	1,4	

T A B L E A U XXII

CHANTOIR DE LA PREALLE⁽¹⁾ (Sprimont)

N°	date	H	Q l/sec.	T (2)	pH	pH labo.	TAC mg/l	TH mg/l	CO ₂ mg/l	P _{CO₂} atm.	Ind. sat.	Remarques
1	5-6-64	10.30 ^h	2	10°8	7,50	7,55	243	296	29,8	1,33. 10 ⁻²	1,4	(1) temps doux et sec durant les 3 jours. (2) T air a varié durant les 3 jours, entre 7 et 20°.
2	5-6-64	12.40 ^h	2	11°4	7,40	7,60	244	317	39,6	1,80. 10 ⁻²	1,4	
3	5-6-64	15.40 ^h	2	11°1	7,50	7,50	244	297	29,5	1,34. 10 ⁻²	1,4	
4	5-6-64	19.00 ^h	2	11°0	7,45	7,55	244	253	28,1	1,28. 10 ⁻²	1,3	
5	5-6-64	22.10 ^h	2	10°4	7,50	7,50	245	299	29,8	1,33. 10 ⁻²	1,4	
6	6-6-64	1.00 ^h	2	10°0	7,65	7,70	247	320	22,6	1,01. 10 ⁻²	1,5	
7	6-6-64	4.00 ^h	2	9°6	7,65	7,65	246	322	23,5	1,01. 10 ⁻²	1,6	
8	6-6-64	6.30 ^h	2	9°5	7,60	7,80	251	319	26,1	1,12. 10 ⁻²	1,6	
9	6-6-64	10.30 ^h	2	10°5				312				
10	6-6-64	12.10 ^h	2	11°4		7,60	244	301	23,1	1,05. 10 ⁻²	1,4	
11	6-6-64	15.40 ^h	2	11°1	7,55	7,50	245	297	26,2	1,19. 10 ⁻²	1,5	
12	6-6-64	18.30 ^h	2	11°1	7,50	7,70	247	320	31,7	1,44. 10 ⁻²	1,6	
13	6-6-64	21.30 ^h	2	11°1	7,55	7,65	248	320	28,4	1,29. 10 ⁻²	1,6	
14	7-6-64	0.30 ^h	2	10°7	7,45	7,60	248	317	35,8	1,60. 10 ⁻²	1,4	
15	7-6-64	3.30 ^h	2	10°4	7,55	7,60	248	315	28,0	1,25. 10 ⁻²	1,6	
16	7-6-64	6.30 ^h	2	10°5	7,55	7,70	250	319	28,0	1,25. 10 ⁻²	1,6	
17	7-6-64	9.30 ^h	2	10°6	7,45	7,65	248	320	35,8	1,60. 10 ⁻²	1,5	

T A B L E A U XXIII

LE TROU BLEU, RESURGENCE⁽¹⁾ (Chanxhe, Sprimont)

N°	date	H	Q l/sec.	T (2)	pH	pH labo.	TAC mg/l	TH mg/l	CO ₂ mg/l	P _{CO₂} atm.	Ind. sat.	Remarques
1	5-6-64	11.00 ^h	24	9°6	7,20	7,15	251	269	55,2	2,37. 10 ⁻²	1,1	(1) temps doux et sec durant les 3 jours. (2) T air a varié durant les 3 jours, entre 5 et 20°.
2	"	13.00 ^h	24	9°6	7,10	7,20	252	282	91,8	3,94. 10 ⁻²	1,0	
3	"	16.00 ^h	24	9°6	7,10	7,05	251	297	76,6	3,29. 10 ⁻²	1,1	
4	"	19.30 ^h	24	10°0	7,10	7,25	252	282	70,3	3,14. 10 ⁻²	1,0	
5	"	22.40 ^h	24	9°8	7,05	7,10	253	299	86,9	3,73. 10 ⁻²	1,0	
6	6-6-64	1.30 ^h	24	9°9		7,25	256	299	52,9	2,36. 10 ⁻²	1,2	
7	"	4.30 ^h	24	9°9	7,30	7,30	258	301	47,3	2,11. 10 ⁻²	1,2	
8	"	6.40 ^h	24	9°8	7,35	7,35	259	299	43,6	1,87. 10 ⁻²	1,2	
9	"	11.00 ^h	24	10°2				296				
10	"	12.30 ^h	24	10°1		7,25	257	276	48,6	2,17. 10 ⁻²	1,1	
11	"	16.00 ^h	24	10°0	7,20	7,05	259	266	52,6	2,35. 10 ⁻²	1,1	
12	"	18.40 ^h	24	10°1	7,15	7,25	260	303	67,4	3,01. 10 ⁻²	1,1	
13	"	21.40 ^h	24	10°0	7,20	7,20	261	306	60,5	2,70. 10 ⁻²	1,2	
14	7-6-64	0.30 ^h	24	9°9	7,20	7,20	263	306	63,4	2,83. 10 ⁻²	1,2	
15	"	3.40 ^h	24	9°8	7,15	7,25	262	287	66,2	2,84. 10 ⁻²	1,1	
16	"	6.40 ^h	24	10°0	7,25	7,30	264	308	54,4	2,43. 10 ⁻²	1,2	
17	"	9.40 ^h	24	10°0	7,20	7,30	263	303	60,0	2,68. 10 ⁻²	1,1	

T A B L E A U XXV(suite)

=====

RUISSEAUX, PERTES, RIVIERE SOUTERRAINE⁽¹⁾

Le 20 juin 1964.

N°	lieu	H	Q l/sec.	T	pH	TAC	TAC moy.	TH	TH moy.	Ca %	Mg %	CO ₂	P _{CO₂}	Ind. sat.	Rem.
13	Chantoir de	15.10'	3	12°4	7,90	97)		116)				4,4	2,12. 10 ⁻³	1,1	
14	Béronry	18.50'	3	12°3	8,00	99)	98	114)	115			3,6	1,65. 10 ⁻³	1,1	
15	Chantoir de	15.20'		13°3	7,30	29)		40)				6,2	2,95. 10 ⁻³	0,3	
16	Sècheval	19.00'		13°0	7,45	30)	29	40)	40	61	39	5,6	2,69. 10 ⁻³	0,3	
C. Rivière souterraine: le Rubicon															
17	Au siphon amont	22.50'	26	9°6				227		81	19				
18	50 m en aval du siphon	22.40'	26	9°5				226		81	19				
19	Au Palmier	22.20'	26	9°5				228		81	19				
20	100 m en amont de la résurg.	22.00'	26	9°4	7,45	196		227				20,3	1,11. 10 ⁻²	1,1	
21	Résurgence	19.00'	26	9°2	7,55	196		224				25,6	8,71. 10 ⁻³	1,3	

T A B L E A U XXVI

=====

OURTHE, RUISSEAU DE GAUCHE, RIVIERE SOUTERRAINE⁽¹⁾

Hotton et Hampteau

Les 23 et 24 novembre 1963.

N°	lieu	H	Q	T	pH	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻⁻	Cl ⁻	P _{CO₂}	Ind. sat.	Remarques	
A. Ourthe													
1	Pont de Hampteau	20.40'	n o r m a l		6,60	10,3	36	0	0			(1) temps modé- rément pluvieux	
2	"	1.40'		7°8	6,55	10,3	34	0	0	1,29.	10 ⁻²		0,2
3	"	6.40'		7°5	6,90	11,2	38	t	+	6,44.	10 ⁻³		0,2
4	Pont de Hotton	21.00'			6,60	12,2	40	0	+				
5	"	1.00'		7°8	6,65	13,1	36	t	0	1,09.	10 ⁻²		0,2
6	"	6.00'		7°7	6,70	13,1	38	t	t	1,02.	10 ⁻²		0,2
B. Ruisseau de Gauche													
7	à sa source	21.10'	n o r m a l		7,40	23	49	+	+			(2) erreur pH probable	
8	"	1.30'		9°2	7,10	23	50	0	+	5,50.	10 ⁻³		0,3
9	"	6.30'		9°1	7,10	24	49	+	+	5,37.	10 ⁻³		0,3
10	Sortant de	21.00'			7,45	125	149	+	0				
11	la bande	1.10'		9°2	7,60	142	160	t	0	5,56.	10 ⁻³		1,0
12	calcaire	6.10'		9°1	7,55	123	166	+	+	6,46.	10 ⁻³		1,0
C. Rivière souterraine													
13	Au pied	21.00'	n o r m a l	8°7	7,00	94	130	+	0	1,79.	10 ⁻²	0,6	
14	de	0.10'		8°7	7,70	93	128	t	t	3,51.	10 ⁻³	0,9	
15	l'éboulis	3.10'		8°7	7,10	94	122	t	t	1,06.	10 ⁻²	0,6	
16	d'accès	6.30'		8°8	7,15	95	126	t	t	1,23.	10 ⁻²	0,6	

T A B L E A U XXVII

=====

EAUX DE STALACTITES, GROTTES DE HOTTON

(étage supérieur)

Les 23 et 24 novembre 1963

N°	lieu	H	Q ml/m.	T (1)	pH	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	P _{CO₂}	Ind. sat.	Remarques
A	Stalactite											
1	brisée,	22.10'	15		7,80	165	236	+	+	5,17. 10 ⁻³	1,6	(1) le débit trop faible a empêché de mesurer T de l'eau; T de l'air était comprise entre 9 et 10°.
2	près de	1.10'	15		7,80		239		t	5,22. 10 ⁻³	1,6	
3	l'autel	4.10'	15		7,95	174	229	+	+	3,55. 10 ⁻³	1,6	
4		6.10'	15		7,75	178	248	+	t	6,08. 10 ⁻³	1,6	
5		8.10'	15		7,80	183	245	t	+	5,36. 10 ⁻³	1,6	
B	Stalactite											
6	en aval	22.00'	4		7,70	137	288	+	+	7,93. 10 ⁻³	1,7	(2) A est à environ 30 m sous la surface du sol; B, C et D sont à environ 45 m sous la surface du sol.
7	du puits	1.00'	4		7,45	138	284	t	t	1,39. 10 ⁻²	1,5	
8		4.00'	4		7,75	139	284	+	+	6,97. 10 ⁻³	1,7	
9		6.00'	4		7,50	140	288	t	t	1,26. 10 ⁻²	1,5	
10		8.00'	4		7,60	140	284	+	t	9,84. 10 ⁻³	1,6	
C	Petite											
11	stalactite,	21.00'	5		7,60	247	275	+	+	9,53. 10 ⁻³	1,5	
12	près du	24.00'	5				274	t	0			
13	jeu d'échecs	2.00'	5		7,50	252	277	t	+	1,21. 10 ⁻²	1,4	
14		5.00'	5		7,45	252	275	t		1,35. 10 ⁻²	1,4	
15		7.00'	5		7,45	250	277	t	+	1,36. 10 ⁻²	1,4	
D	Petite											
16	stalactite	21.00'	16		7,55	251	266	+	+	1,04. 10 ⁻²	1,4	
17	près du	24.00'	16		7,65	249	268	t	+	8,28. 10 ⁻³	1,5	
18	balcon	2.00'	16		7,70	252	272	t	+	7,50. 10 ⁻³	1,6	
19		5.00'	16		7,70	254	266	t	+	7,33. 10 ⁻³	1,6	
20		7.00'	16		7,70		270	t	t	7,43. 10 ⁻³	1,6	

T A B L E A U XXVIII

=====

EAUX SOUTERRAINES, GROTTÉ DE HOTTON

(Etage moyen)

Les 23 et 24 novembre 1963.

N°	lieu	H	Q ml/m.	T	pH	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	P _{CO₂}	Ind. sat.	Remarques
1	Stalactite brisée	21.00'	7		7,35	153		+		9,44. 10 ⁻³		(1) à environ 50 m sous la surface du sol.
2	id.	0.30'	7		7,45	234	279	+	+	1,37. 10 ⁻²	1,4	
3	id.	3.30'	7		7,70		281	t	+	7,75. 10 ⁻³	1,8	
4	id.	6.30'	7		7,70	233	277	+	+	7,62. 10 ⁻³	1,8	
5	Lac	21.30'		9°5	7,30	270	306	t	+	2,14. 10 ⁻²	1,3	(2) à environ 45 m sous la surface du sol; le "lac" a par endroits 4 m de fond.
6	id.	1.00'		9°5	7,30	275	293	0	+	2,05. 10 ⁻²	1,2	
7	id.	3.30'		9°6	7,45	278	306		t	1,51. 10 ⁻²	1,4	
8	id.	7.00'		9°5	7,45	278	306	t	+	1,51. 10 ⁻²	1,4	

T A B L E A U XXIX

GOURS DANS LA GROTTÉ DE HOTTON

(Etage supérieur)

Les 23 et 24 novembre 1963

N°	lieu	H	Q	T	pH	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	P _{CO₂}	Ind. sat.	Remarques
1	Gour à l'autel	22.00	partout presque nulle : all- mentation goutte à goutte par sulfates.	10°3	7,30	280	338	+	+	2,39. 10 ⁻²	1,4	(1) Le premier gour est à 30 m environ sous la surface du sol; les 3 autres à 50 mètres environ. (2) La température des autres gours n'a pu être mesurée; elle est à très peu près la même que celle du premier.
2	id.	1.00		10°3	7,30	282	337	+	+	2,38. 10 ⁻²	1,4	
3	id.	4.00		10°3	7,25	281	337	+	t	2,62. 10 ⁻²	1,3	
4	id.	6.00		10°3	7,40	278	335	+	+	1,84. 10 ⁻²	1,4	
5	id.	8.00		10°3	7,30	281	342	+	+	2,37. 10 ⁻²	1,4	
6	Petit gour, à 8 m en aval puits	22.00		(2)	7,60	135	180	+	+	6,24. 10 ⁻³	1,1	
7	id.	1.00		7,55	133	180	+	+	7,00. 10 ⁻³	1,1		
8	id.	4.00		7,85	141	178	t	+	3,47. 10 ⁻³	1,3		
9	id.	6.00		7,75	137	184	t	+	4,52. 10 ⁻³	1,3		
10	id.	8.00		7,65	150	196	+	+	6,05. 10 ⁻³	1,2		
11	Gour, à 20 m du balcon	21.00		7,90	123	153	+	+	2,66. 10 ⁻³	1,3		

T A B L E A U XXIX(suite)

=====

GOURS DANS LA GROTTÉ DE HOTTON

(Etage supérieur)

Les 23 et 24 novembre 1963.

N°	lieu	H	Q	T	pH	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	P _{CO₂}	Ind. sat.	Remarques
12	Gour, à 20 m du balcon	24.00'	partout presque nul : ali- mentation goutte à goutte par stalactites.		7,80	121	153	t	+	3,35. 10 ⁻³	1,2	
13	id.	2.00'			7,80	122	151	t	t	3,30. 10 ⁻³	1,2	
14	id.	5.00'			8,05	121	153	t	t	1,88. 10 ⁻³	1,5	
15	id.	7.00'			8,00	124	149	+	t	2,06. 10 ⁻³	1,3	
16	Grand gour, à 10 m du balcon	21.00'			7,90	122	140	+	+	2,46. 10 ⁻³	1,2	
17	id.	24.00'			7,75	123	146	+	+	3,62. 10 ⁻³	1,1	
18	id.	2.00'			7,80	123	151	t	t	3,30. 10 ⁻³	1,2	
19	id.	5.00'			8,05	121	155	t		1,95. 10 ⁻³	1,5	
20	id.	7.00'			7,80	122	153	+		3,35. 10 ⁻³	1,2	

T A B L E A U X X X

L'OURTHE ET LA GROTTTE DE HOTTON⁽¹⁾

Le 8 novembre 1964.

N°	lieu	H	Q l/sec.	T	pH	pH lab.	TAC	TH	Ca %	Mg %	CO ₂	P _{CO₂}	Ind. sat.	Rem.
A Ourthe														
1	Hampteau	17.00'	2000	3°6	7,55	7,55	20	35	61	39	3,6	1,21. 10 ⁻³	0,4	(1) temps froid et sec.
2	Comblain-la-Tour	10.10'	3500	2°6	7,60	7,80	76	95	77	23	8,9	2,90. 10 ⁻³	0,7	
B Grotte de Hotton														
3	Riv. souterraine près du siphon amont	15.10'	3	8°7	7,15	7,35	200,4	243			57,3	2,37. 10 ⁻²	1,0	(2) cf XXIX.
4	Riv. souterraine à mi-parcours	13.00'	3	8°8	7,20	7,40	200,2	241	85	15	56,9	2,35. 10 ⁻²	1,0	
5	Riv. souterraine près du siphon aval	13.10'	3	8°7	7,35	7,60	200,0	236			35,3	1,46. 10 ⁻²	1,1	
6	Gour de l'autel	16.00'	0	10°0	7,70	7,90	218	250			15,7	7,00. 10 ⁻³	1,5	

T A B L E A U XXXI

L'OURTHE ET LA GROUPE DE COMBLAIN-AU-PONT⁽¹⁾

Le 27 octobre 1963.

N°	lieu	H	Q	T	pH lab.	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻⁻	Cl ⁻	CO ₂	P _{CO₂}	Ind. sat.	Rem.	
A	La Grotte			(2)									(1)	
1	Petit lac	12.00 ^h	0	9°6	7,70	197	297	t	+	19,3	8,31.	10 ⁻³	1,6	(2)
2		15.00 ^h	0	9°7	7,60	200	295	t	+	23,9	1,03.	10 ⁻²	1,6	
3	Gour au tabernacle	12.10 ^h	0	9°6	7,80		275	0	+	14,2	6,11.	10 ⁻³	1,7	
4		15.10 ^h	0	9°8	7,75	176	275	t	t	16,0	6,86.	10 ⁻³	1,7	
5	Mare sous la cascade	12.10 ^h	0	9°6	7,70	180	257		+	16,7	7,15.	10 ⁻³	1,5	
6		15.10 ^h	0	9°7	7,75	183	257	t	t	14,9	6,41.	10 ⁻³	1,5	
7	Stalactite, salle de la Cascade	de 12.20 ^h à 15.10 ^h	1 ml/min.		7,95	162	220	t	t	6,5	2,75.	10 ⁻³	1,9	
B	L'Ourthe													
8	Pont de Scay	13.00 ^h	faible	9°8	8,10	86	108	+	0	2,8	1,20.	10 ⁻³	1,1	
9		15.40 ^h	"	9°8	8,20		110	0	t	2,2	9,56.	10 ⁻⁴	1,2	

(1) temps très sec.

(2) T de l'air était de 9°8 à 9°9 dans la grotte; à 15.40, elle était de 9°9 au Pont de Scay.

T A B L E A U XXXII
 =====
 CHANTOIR DE GRANDCHAMPS

Les effets d'un orage Les 23 et 24 juillet 1963.

N°	H	Q l/sec.	T	pH	TAC	TH	Remarques
1	16.20'	0,2	14°0	7,45	144	184	(1) fin d'une période de sécheresse; orage d'une grande violence de 16.30 à 18.00; l'eau est restée limpide, sauf de 20.00 à 0.20.
2	20.20'	400		7,30	36		
3	22.30'	300	17°0	7,50	36		
4	0.20'	250	16°3	7,40	38		
5	2.20'	250	15°8	7,40	41		
6	4.20'	200	15°6	7,65	41		
7	6.20'	200	15°5	7,75	39		
8	8.20'	160	15°2	6,80	41	81	
9	10.20'	160	17°8	7,55	41	71	
10	12.20'	140	19°8	7,60	36	63	
11	14.20'	120	20°5	7,60	43	63	
12	16.20'	100	20°5	7,75	41	64	

T A B L E A U XXXIII

CHANTOIR D'ADSEUX

(Louveigné)

Les effets d'un orage⁽¹⁾

Les 23 et 24 juillet 1963.

N°	H	Q	T	pH	TAC	TH	Remarques
1	16.20'	15	20°7	7,15		118	(1) fin d'une période de sécheresse; orage d'une grande violence à 16.30; l'orage a toutefois été beaucoup moins fort ici que dans les autres lieux analysés ce jour (XXXII, XXXIV et suivants); l'eau est restée limpide.
2	20.40'	300		7,20	67		
3	22.10'	150	17°6	7,20	67		
4	0.10'	100	16°5	7,20	72		
5	2.10'	50	16°0	7,20	74		
6	4.10'	30	15°6	7,25	67		
7	6.10'	20	15°4	7,35	69		
8	8.10'	15	15°6	7,20	75	105	
9	10.10'	15	17°1	7,50	72	101	
10	12.10'	15	18°0	7,40	67	100	
11	14.10'	15	18°3	7,30	69	100	
12	16.10'	15	19°3	7,60	67	99	

T A B L E A U XXXIV

=====

RUISSEAU DE SECHEVAL

=====

à son arrivée sur le calcaire givetien; Remouchamps.

Les effets d'un orage ⁽¹⁾

Les 23 et 24 juillet 1963.

N°	H	Q l/sec.	T	pH	TAC	TH	Remarques
1	17.40 ^h	5000	16°5	7,20		41	(1) fin d'une période de sécheresse; à 16.30, un orage qui a eu son maximum de violence en ce lieu, a plus que centuplé le débit normal; l'eau est restée limpide.
2	20.40 ^h	2250		6,35	7,7	65	
3	22.40 ^h	1500	15°6	6,60	10,3	36	
4	0.40 ^h	600	15°4	6,80	12,8	39	
5	2.40 ^h	450	15°0	6,70	12,8	38	
6	4.40 ^h	250	14°6	6,60		38	
7	6.40 ^h	175	14°4	6,95	12,8	39	
8	8.40 ^h	150	14°7	7,45	10,3	38	
9	10.40 ^h	140	15°9	7,60	10,3	36	
10	12.40 ^h	130	17°1	6,70	15,4	37	
11	14.40 ^h	120	17°7	6,95	12,8	37	
12	16.40 ^h	120	17°4	7,60		36	

T A B L E A U XXXV

CHANTOIR DE SECHEVAL

(Remouchamps)

Les effets d'un orage⁽¹⁾

Les 23 et 24 juillet 1963.

N°	H	Q l/sec.	T	pH	TAC	TH	Remarques
1	17.40 ^s	5000	16°5	6,90	20,5	30	(1) fin d'une période de sécheresse; à 16.30, un orage qui a eu son maximum de violence en ce lieu, a plus que centuplé le débit normal; l'eau est restée limpide.
2	20.40 ^s	2250		7,50	28	53	
3	22.40 ^s	1500	15°6	6,75	23	54	
4	0.40 ^s	600	15°4	7,10	28	54	
5	2.40 ^s	450	15°0	6,85	25,5	56	
6	4.40 ^s	250	14°6	6,80	25,5	54	
7	6.40 ^s	175	14°4	7,35	31	52	
8	8.40 ^s	150	14°7	7,00	25,5	51	
9	10.40 ^s	140	15°9	7,75	25,5	52	
10	12.40 ^s	130	17°1	7,20	25,5	52	
11	14.40 ^s	120	17°7	7,50	31	50	
12	16.40 ^s	120	17°4	7,10	25,5	51	

T A B L E A U XXXVI

L'AMBLEVE A REMOUCHAMPS

Les effets d'un orage⁽¹⁾

Les 23 et 24 juillet 1963.

N°	H	Q qual.	T	pH	TAC	TH	Remarques
1	18.20'	Norm.	22°0	7,50	36		(1) fin d'une période de sécheresse; orage d'une grande violence à 16.30; l'eau est restée assez claire.
2	20.50'	Norm.		7,15	31		
3	22.50'	Crue	22°0	7,10	36		
4	0.50'	Crue	21°5	7,25	34		
5	2.50'	Crue	21°2	7,30	31		
6	4.50'	Crue	20°8	7,20	33		
7	6.50'	Décrue	20°3	7,30	33	48	
8	8.50'	Décrue	21°9	7,60	31		
9	10.50'	Décrue	22°7	7,70	36	53	
10	12.50'	Décrue	23°0	7,90		51	
11	14.50'	Décrue	23°0	7,80	28		
12	16.50'	Norm.	23°0	7,75	26	46	

T A B L E A U X X X V I I

=====

UNE STALACTITE DE LA GROTTTE DE REMOUCHAMPS

(près du Lac Pactole)

Les effets d'un orage⁽¹⁾

Les 23 et 24 juillet 1963.

N°	H	Q gt/sec.	T	pH	TAC	TH	Remarques	
1	17.10'	50	environ 9°	7,40	205	257	(1) l'effet d'un orage violent, qui a eu lieu le 23 à 16.30, se marque sur le débit, qui a provoqué l'écoulement d'un filet d'eau continu durant 8 ou 10 heures et beaucoup plus tard sur TAC et TH	
2	21.10'	130		7,55	208			
3	23.10'	continu		7,50	208	250		
4	1.10'	continu		7,45	208	246		
5	3.10'	continu		7,55	210	244		
6	5.10'	continu		7,50	208	246		
7	7.10'	continu		7,60	210	244		
8	9.10'	112		7,50	208	244		
9	11.10'	100		7,60	203	246		(2) à 11.10, le niveau lac Pactole commence à monter.
10	13.10'	100		7,50	205	246		
11	15.20'	100		7,50	205	243		
12	17.20'	96		7,60	205	243		

T A B L E A U XXVIII

=====

LE RUBICON, RIVIERE SOUTERRAINE DE REMOUCHAMPS

(à l'aval du siphon terminal de la grotte)

Les effets d'un orage⁽¹⁾

Les 23 et 24 juillet 1963.

N°	H	Q l/sec.	T	pH	TAC	TH	Remarques
1	17.10'	non mesuré	9°9	7,05	190	239	(1) fin d'une période de sécheresse; l'orage très violent de 16.30 a provoqué une crue très importante en moins d'une heure; l'eau est devenue légèrement brune et l'est restée.
2	21.00'		12°5	7,00	98	127	
3	23.20'		11°5	7,00	159	199	
4	1.20'		10°8	7,00	177	221	
5	3.20'		10°5	7,05	175	221	
6	5.20'		10°6	7,05	172	181	
7	7.20'		10°5	7,10		217	
8	9.20'		10°5	7,10	172	214	
9	11.10'		10°6	7,00	162		
10	13.10'		10°6	7,10	151	188	
11	15.20'		10°7	6,95		183	
12	17.20'		10°8	7,00	144	185	

T A B L E A U X X X I X

=====

LE RUBICON, RIVIERE SOUTERRAINE DE REMOUCHAMPS

(à 100 m en amont de la résurgence)

Les effets d'un orage ⁽¹⁾

Les 23 et 24 juillet 1963.

N°	H	Q l/sec.	T	pH	TAC	TH	Remarques
1	18.00'	non mesuré	9°9	7,15	187		(1) voir remarque au tableau précédent.
2	21.30'		13°0	7,00	87		
3	23.40'		11°6	7,05	157		
4	1.40'		10°8	7,05	177		
5	3.40'		10°4	7,05	175		
6	5.40'		10°6	7,10	175		
7	7.30'		10°4	7,10	169	217	
8	9.40'		10°4	7,25	164	217	
9	11.40'		10°5	7,30			
10	13.40'		10°6	7,00	151	188	
11	15.40'		10°7	7,10	141	185	
12	17.40'		10°8	7,00	139	185	

T A B L E A U XL

CHANTOIR D'ADSEUX

(Louveigné)

Les effets d'une pluie⁽¹⁾

Les 17 et 18 août 1963

N°	H	Q l/sec.	T	pH	TAC (4)	TH	SO ₄ ⁻⁻⁻	Cl ⁻⁻⁻	Remarques
1	12.10 ^h	1,5	13°7	7,50		128	0	+	(1) forte averse à 14.20; le temps était déjà pluvieux auparavant et l'est resté ensuite.
2	14.30 ^h	2,5	13°7	7,50	211	126	0	+	
3	16.10 ^h	2	13°6	7,50		119	0	+	
4	18.10 ^h	2	13°5	7,60		121	0	+	(2) à partir de 18.10, eau trouble.
5	20.10 ^h	2	13°4	7,50	194	112	0	+	(3) à partir de 4.10, l'eau redevient claire.
6	22.10 ^h	1,5	13°0	7,40	176	109	0	+	
7	0.10 ^h	1,5	12°6	7,40	170	109	t	+	
8	2.10 ^h	1,5	12°2	7,30	172	107	t	+	
9	4.10 ^h	1,5	12°1	7,30	159	105	t	+	
10	6.10 ^h	1,5	12°0	7,30	151	107	t	+	(4) le titre alcalin très élevé semble aberrant; influence de bétail pâturent en amont et pataugeant dans le ruisseau.
11	8.10 ^h	1,5	12°0	7,20	154	107	t	+	
12	10.10 ^h	1,5	12°2	7,35	129	107	t	+	
13	12.10 ^h	1,5	12°5	7,50		103	0	t	(5) les chiffres extrêmes n'ont pas été comptés dans l'établissement de la moyenne pour la colonne TAC
MOY.		1,7	12°8	7,41	203 (5)	112			

T A B L E A U X L I

=====

RUISSEAU DE SECHEVAL

à son arrivée sur le calcaire givetien; Remouchamps

Les effets d'une pluie⁽¹⁾

Les 17 et 18 août 1963.

N°	H	Q l/sec.	T	pH	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	Remarques
1	12.40 ^h	2	14°1	7,30	27	39	0	0	(1) forte averse à 14.20; le temps était déjà pluvieux auparavant et l'est resté ensuite.
2	14.40 ^h	2,8	13°9	7,25	21	38	0	t	
3	16.40 ^h	2,5	14°0	7,40	38	39	t	0	
4	18.30 ^h	2	13°7	7,25	37	40	0	0	
5	20.40 ^h	2	13°4	7,20	81	37	0	0	(2) le TAC de 81 n'a pas été repris dans l'établissement de la moyenne.
6	22.30 ^h	2	12°8	7,30	24	39	0	0	
7	0.40 ^h	2	12°6	7,60	30	37	t	t	
8	2.30 ^h	2	12°2	7,15	37	39	0	t	
9	4.40 ^h	2	12°2	7,30	22	41	t	+	
10	6.30 ^h	2	12°2	7,30	45	39	t	t	
11	8.40 ^h	2	12°2	7,20	36	37	0	0	
12	10.30 ^h	2	12°5	7,35	19	39	0	0	
13	12.40 ^h	2	13°0	7,75	20	38	t	0	
MOY		2,1	13°9	7,33	33,5 (2)	38,5			

T A B L E A U XLII

CHANTOIR DE SECHEVAL

Remouchamps

Les effets d'une pluie⁽¹⁾

Les 17 et 18 août 1963.

N°	H	Q l/sec.	T	pH	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	Remarques
1	12.40'	2	14°1	7,55	38	49	0	0	(1) voir remarque au tableau précédent.
2	14.40'	2,8	13°9	7,30	32	51	t	t	
3	16.40'	2,5	14°0	7,20	45	54	0	0	
4	18.30'	2	13°7	7,60	55	51	+	0	
5	20.40'	2	13°4	7,70	57	53	t	0	
6	22.30'	2	12°8	7,25	36	47	t	0	
7	0.40'	2	12°6	7,50	41	49		t	
8	2.30'	2	12°2	7,30	41	50	0	0	
9	4.40'	2	12°2	7,60	40	48	t	0	
10	6.30'	2	12°2	7,10	43	46	t	t	
11	8.40'	2	12°2	7,30	45	49	t	0	
12	10.30'	2	12°5	7,50	29	49		t	
13	12.40'	2	13°0	8,20	33	48	0	0	
MOY		2,1	13°9	7,45	39,5	49,5			

T A B L E A U XLIII

=====

UNE PERTE ET L'AMBLEVE

Louveigné et Remouchamps
 Les effets d'une pluie⁽¹⁾

Les 17 et 18 août 1963.

N°	lieu	H	Q l/sec.	T	pH	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	Remarques
1	Chantoir de Grandchamps (Louveigné)	12.30'	0,05	12°5	7,40	75	93	0	0	(1) voir remarque tableau XLI
2	id.	16.30'	0,07	12°5	7,30	73	88	0	0	
3	id.	20.30'	0,02	12°3	7,75	71	79	0	t	
4	id.	0.30'	0,10	11°4	7,80	59	91	0	t	
5	id.	4.30'	0,05	11°1	7,75	70	94	t	t	
6	id.	8.30'	0,05	11°1	7,40	86	94	t	t	
7	id.	12.30'	0,25	11°3	7,70		82	0	0	
MOY			0,1	11°7	7,58	61	89			
8	L'Amblève au Pont de Remouchamps	14.50'		16°1	8,30	32	46	t	t	(2) le TAC n'a pas été compté dans l'établissement de la moyenne.
9	id.	18.40'		15°6	7,60	51	49		t	
10	id.	22.40'		14°9	7,45	57	51	0	t	
11	id.	2.40'		14°6	7,35	41	44	0	t	
12	id.	6.30'		14°3	7,20	45	46	0	t	
13	id.	10.40'		14°6	8,40	33	45			
MOY				15°2	7,72	41,5	46,5			

T A B L E A U XLIV
 =====
 LE RUBICON, RIVIERE SOUTERRAINE DE REMOUCHAMPS

(à l'aval du siphon terminal de la grotte)

Les 17 et 18 août 1963.

N°	H	Q	T	pH	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	Remarques
1	14.00'	(1)	10°3	7,05		219	0	+	(1) le débit n'a pu être mesuré; des mesures ultérieures ont montré qu'il était compris, les 17 et 18 août 1963, entre 20 et 80 l/sec.
2	15.10'		10°3	7,30	184	221	+	t	
3	17.10'			7,10		219	t	t	
4	19.10'			7,10	189	221	0	+	
5	21.30'			7,10	191	219	0	+	
6	23.20'			7,10	215	221		+	
7	2.00'			7,05	197	221	t	t	
8	3.50'			7,15	197	224	0	t	
9	5.40'			7,10	194	224	0	+	
10	7.10'			7,05	200	224	0	+	
11	9.30'			7,20		225	t	t	
12	11.10'			7,10	184	224	t	+	
13	13.10'			7,10	184	224	+	t	
MOY			10°3	7,12	193	222			

T A B L E A U XLV

=====

LE RUBICON, RIVIERE SOUTERRAINE DE REMOUCHAMPS

(à 100 m en amont de la résurgence)

Les 17 et 18 août 1963.

N°	H	Q	T	pH	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	Remarques
1		(1)							(1) le débit n'a pu être mesuré; des mesures ultérieures ont montré qu'il était compris, les 17 et 18 août 1963, entre 20 et 80 l/sec.
2									
3	17.40'		10°6		209	217		t	
4	19.30'		10°3	7,10	194	217	t	+	
5	21.40'			7,10	189	221	+	+	
6	23.30'			7,10	191	223	t	+	
7	2.10'			7,00	200	224	t	+	
8	4.00'		10°2	7,10	200	220	t	t	
9	6.00'		9°3		198	220	+	t	
10	7.30'		9°7	7,10	198	220	t	t	
11	9.50'		10°2			222			
12	11.50'		10°0	7,15	185		0	t	
13	13.40'		10°2	7,15	183	224	+	t	
MOY			10°1	7,10	193	221			

T A B L E A U XLVI

=====

UNE STALACTITE DANS LA GROTTÉ DE REMOUCHAMPS

(salle de la Cathédrale)

Les 17 et 18 août 1963.

N°	H	Q gt/min.	T	pH	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻⁻	Cl ⁻	Remarques
1	13.10'	28	(1)						(1) la faiblesse du débit n'a pas permis la mesure de T eau.
2	15.00'	26		7,50	232	282	t	+	
3	17.00'	28		7,50	252	288	+	+	
4	19.00'	26		7,45	257	288	t	+	
5	21.00'	28		7,50	221	278	+	+	
6	23.10'	26		7,45	237	282	t	+	
7	1.50'	30		7,20	241	288	t	+	
8	3.40'	30		7,40	242	297	t	+	
9	5.30'	26		7,40	244	288	+	+	
10	7.00'	25		7,30	252	284	t	+	
11	9.30'	28		7,65	234	288	t	+	
12	11.10'	25		7,55	234	291	t	t	
13	13.10'	27		7,60	231	289	t	+	
MOY		27		7,46	237	284			

T A B L E A U XLVII

=====

UNE STALACTITE DANS LA GROTTTE DE REMOUCHAMPS

(près du lac Pactole)

Les 17 et 18 août 1963.

N°	H	Q gt/min.	T	pH	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	Remarques
1	13.30 ^h	64	(1)	7,55	227	245	0	+	(1) débit trop faible pour que la mesure de T eau puisse être faite.
2	15.10 ^h	66		7,60	215	217	t	+	
3	17.20 ^h	68		7,50	218	247	t	+	
4	19.00 ^h	68		7,50	222	249	+	+	
5	21.10 ^h	40		7,60	227	251	+	+	
6	23.10 ^h	62		7,50	223	258	t	+	
7	1.30 ^h	60	9°	7,50	226	253	t	+	
8	3.20 ^h	68	environ	7,70	229	252	t	+	
9	5.30 ^h	6		7,45	229	252	t	+	
10	7.00 ^h	64		7,35	229	252	t	t	
11	9.30 ^h	62		7,75	217	256	t	+	
12	11.10 ^h	61		7,65	213	245	t	t	
13	13.00 ^h	68		7,65	215	250	+	+	
MOY		62,8		7,54	222	249			

T A B L E A U XLVIII

EAUX DE LA GROTE DE REMOUCHAMPS

Les 17 et 18 août 1963.

N°	lieu	H	Q gt/min.	T	pH	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	Remarques
1	Filet d'eau dégoulinant du	23.00'	128	9° environ	7,60	255	305	+	+	
2	plafond au- dessus	1.00'	120		7,50	268	309	t	+	
3	de la passerelle	3.10'	128		7,60	268	320	+	t	
MOY			124		7,53	264	312			
4	Petit lac dans la salle du 5-Février			9°	7,65		160			

T A B L E A U I L
 =====
 DEUX PERTES DE RUISSEAUX⁽¹⁾

(Louveigné)

Le 16 février 1964.

N°	lieu	H	Q l/sec.	T	pH	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	CO ₂	P _{CO₂}	Ind. sat.	Rem.
1	Chantoir de Grandchamps	6.30'	60	1°4	7,80	28	71	+	+	4,2	1,34. 10 ⁻³	0,7	(1)
2	id.	8.30'	60	1°6	7,10	27	64	+	t	19,3	6,05. 10 ⁻³	0,4	
3	id.	12.20'	60		7,65		62	+	+	4,9	1,79. 10 ⁻³	0,6	
4	id.	14.30'	60	5°4	7,20	27	62	+	t	10,9	4,01. 10 ⁻³	0,5	
5	id.	16.20'	60	5°8	7,30	26	60	+	t	10,7	3,92. 10 ⁻³	0,4	
6	id.	18.20'	60	5°0	7,35		66	+	t	10,4	3,81. 10 ⁻³	0,4	
MOY			60	3°8	7,38	27	64	+	t	10,1	3,47. 10 ⁻³	0,5	
7	Trou du Coq (100 m amont chantoir)	8.40'	22	4°0	7,30	62	100	+	t	17,8	6,27. 10 ⁻³	0,6	
8	id.	12.30'	22		7,20	61	99	+	t	22,6	8,07. 10 ⁻³	0,6	
9	id.	16.40'	22	5°5	7,30	63	102	+	t	18,3	6,67. 10 ⁻³	0,6	
MOY			22	4°7	7,26	62	100	+	t	19,5	7,00. 10 ⁻³	0,6	

(1) temps sec et froid; un peu de pluie à 8.00.

T A B L E A U L

=====

UN RUISSEAU; UNE RIVIERE⁽¹⁾

(Louveigné; Remouchamps)

Le 16 février 1964.

N°	lieu	H	Q l/sec.	T	pH	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	CO ₂	P _{CO₂}	Ind. sat.	Rem.
1	Rau d'Adseux, sous le pont	6.10'	25	2°2	7,00	39	84	+	t	31,4	1,02. 10 ⁻²	0,4	(1)
2	id.	8.10'	25	2°4	7,00	39	86	+	t	32,3	1,05. 10 ⁻²	0,4	
3	id.	10.30'	25		7,15	39	84	+	t	21,5	7,28. 10 ⁻³	0,4	
4	id.	12.10'	25		6,90	38	84	+	t	38,1	1,29. 10 ⁻²	0,5	
5	id.	14.10'	25	4°3	7,10	40	88	+	t	24,8	8,79. 10 ⁻³	0,4	
6	id.	16.10'	25	5°0	7,10	39	84	+	t	23,5	8,61. 10 ⁻³	0,4	
7	id.	18.30'	25	4°7	6,90	40	88	+	t	40,3	1,43. 10 ⁻²	0,4	
MOY			25	3°7	7,02	39	85	+	t	30,3	1,03. 10 ⁻²	0,4	
8	Amblève, près du vieux pont de Remouchamps	6.50'		3°1	6,70	12	29	t	0	20,7	7,08. 10 ⁻³	0,2	
9	id.	10.50'			6,75	13	29	t	t	18,6	6,34. 10 ⁻³	0,2	
10	id.	14.50'		3°7	6,80	12	31	t	t	18,0	6,11. 10 ⁻³	0,2	
11	id.	18.50'		4°2	6,90	12	29	t	t	13,0	4,58. 10 ⁻³	0,2	
MOY				3°7	6,78	12	29	t	t	17,6	6,03. 10 ⁻³	0,2	

(1) temps sec et froid; un peu de pluie à 8.00.

T A B L E A U L I
 =====
 LE RUISSEAU DE SECHEVAL ET UN AFFLUENT ⁽¹⁾

(Remouchamps)

Le 16 février 1964.

N°	lieu	H	Q l/sec.	T	pH	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	CO ₂	P _{CO2}	Ind. sat.	Rem.
1	Rau de Sècheval, sortie de l'Ardenne	6.50'	18	3°8	6,65	8,5	36	+	0	29,8	1,01. 10 ⁻²	0,2	(1)
2	id.	8.50'	18	3°9	6,55	7,4	35	+	t	36,3	1,23. 10 ⁻²	0,2	
3	id.	10.40'	18		6,40	7,4	35	+	t	49,3	1,75. 10 ⁻²	0,1	
4	id.	12.40'	18		6,50	7,6	36	+	t	40,3	1,43. 10 ⁻²	0,1	
5	id.	14.40'	18	5°2	6,55	8,0	40	+	+	39,9	1,46. 10 ⁻²	0,2	
6	id.	16.50'	18	5°4	6,80	8,3	36	+	t	20,2	7,36. 10 ⁻³	0,2	
MOY			18	4°6	6,57	7,9	36	+	t	35,9	1,26. 10 ⁻²	0,1	
7	Affluent de la Ferme, à la grand-route	18.40'	2	5°2	7,50	8,0	57	+	t	6,3	2,33. 10 ⁻³	0,4	
8	Chantoir de Sècheval	6.50'	20	3°8	6,70	11,9	36	+	t	26,3	8,97. 10 ⁻³	0,2	
9	id.	8.50'	20	3°9	6,80	12,0	36	+	t	21,0	7,13. 10 ⁻³	0,2	
10	id.	10.40'	20		6,50	11,5	38	+	t	4,2	1,51. 10 ⁻²	0,2	
11	id.	12.40'	20		6,50	11,3	42	+	t	4,8	1,67. 10 ⁻²	0,2	
12	id.	14.40'	20	5°2	6,45	11,7	42	+	t	5,2	1,92. 10 ⁻²	0,2	
13	id.	16.50'	20	5°4	6,45	11,5	40	+	t	4,9	1,83. 10 ⁻²	0,2	
14	id.	18.40'	20	5°2	7,00	12,2	42	0	t	14,7	5,12. 10 ⁻³	0,3	
MOY			20	4°8	6,63	11,7	39	+	t	11,6	9,05. 10 ⁻³	0,2	

(1) temps sec et froid; un peu de pluie à 8.00.

T A B L E A U L I I

=====

LE RUBICON, RIVIERE SOUTERRAINE DE REMOUCHAMPS⁽¹⁾

secteur amont

Le 16 février 1964.

N°	lieu	H	Q	T	pH	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	CO ₂	P _{CO₂}	Ind. sat.	Rem.
1	Au siphon terminal amont de la grotte	9.40'	(2)	5°1	7,05	84	122	+	t	38,2	1,40. 10 ⁻²	0,5	(1)
2	id.	13.40'			6,95	84	122	+	t	48,3	1,77. 10 ⁻²	0,5	(2)
3	id.	17.10'			7,00		124	+	t	43,7	1,60. 10 ⁻²	0,5	
MOY				5°1	7,00	84	122	+	t	43,4	1,59. 10 ⁻²	0,5	
4	A 60 m en aval du siphon terminal	7.10'		5°1	7,10	83	124	+	t	34,7	1,27. 10 ⁻²	0,6	
5	id.	9.30'			7,05	84	120	+	t	37,7	1,38. 10 ⁻²	0,5	
6	id.	13.50'			6,90	84	122	+	t	54,3	1,99. 10 ⁻²	0,5	
7	id.	17.10'			7,10	86	124	+	t	34,7	1,27. 10 ⁻²	0,6	
MOY				5°1	7,04	84	122	+	t	40,3	1,48. 10 ⁻²	0,5	
8	Au Palmier, mi- parcours du Rubicon	9.20'		5°1	7,10	82	124	+	t	34,7	1,27. 10 ⁻²	0,6	
9	id.	13.30'			7,05	84	120	+	t	37,7	1,38. 10 ⁻²	0,5	
10	id.	17.00'			6,95	87	128	+	t	50,5	1,85. 10 ⁻²	0,5	
MOY				5°1	7,03	84	124	+	t	40,9	1,17. 10 ⁻²	0,5	

(1) au dehors, temps sec et froid; un peu de pluie à 8.00.

(2) le débit n'a pu être mesuré, mais il était compris entre 60 et 180 l/min.

T A B L E A U LIII

=====

LE RUBICON, RIVIERE SOUTERRAINE DE REMOUCHAMPS (1)

secteur aval

Le 16 février 1964.

N°	lieu	H	Q	T	pH	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻⁻	Cl ⁻	CO ₂	P _{CO₂}	Ind. sat.	Rem.
1	A 100 m en amont de la résurgence	7.00'	(2)	5°1	7,05	82	120	+	t	37,7	1,38. 10 ⁻²	0,5	(1)
2	id.	9.00'		5°1	7,05	82	122	+		38,2	1,40. 10 ⁻²	0,5	(2)
3	id.	13.00'			7,00	84	122	+	t	42,9	1,57. 10 ⁻²	0,5	
4	id.	15.00'			7,30	85	124	+	t	21,9	8,09. 10 ⁻³	0,6	
5	id.	16.50'			7,20	86	122	+	t	27,0	9,94. 10 ⁻³	0,6	
MOY				5°1	7,12	84	122	+	t	33,5	1,23. 10 ⁻²	0,5	
6	Résurgence	7.00'	(2)	5°1	7,15		124	+	t	30,8	1,13. 10 ⁻²	0,6	
7	id.	9.00'		5°1	7,00	82	124	+	t	43,7	1,60. 10 ⁻²	0,5	
8	id.	13.00'		5°1	7,10	84	124	+	t	34,7	1,27. 10 ⁻²	0,6	
9	id.	15.00'			7,40	85	120	+	t	16,9	6,17. 10 ⁻³	0,7	
10	id.	17.00'			7,10	85	124	+	+	34,7	1,27. 10 ⁻²	0,6	
MOY				5°1	7,15	84	123	+	t	32,2	1,18. 10 ⁻²	0,6	

(1) au dehors, temps sec et froid; un peu de pluie à 8.00.

(2) le débit n'a pu être mesuré; mais il était compris entre 60 et 180 l/min.

T A B L E A U L I V

EAUX DE LA GROTTÉ DE REMOUCHAMPS

(stalactites, lacs, gour)⁽¹⁾

Le 16 février 1964.

N°	lieu	H	Q ml/min.	T	pH	TAC	TH	SO ₄ ⁻⁻⁻	Cl ⁻	CO ₂	P _{CO₂}	Ind. sat.	Rem.
1	Stalactite dans le couloir du Pactole	7.30'	80	environ 9°	7,65	215	255	+	+	18,4	7,89. 10 ⁻³	1,5	(1)
2	id.	10.00'	80		7,55	214	201	+	+	18,2	7,82. 10 ⁻³	1,2	
3	id.	11.45'	100		7,60	213	255	+	t	20,7	8,85. 10 ⁻³	1,4	
4	id.	15.00'	100		7,60	215	255	+	t	20,7	8,85. 10 ⁻³	1,4	
5	id.	17.30'	100		7,50	215	221	+	+	22,4	9,64. 10 ⁻³	1,2	
MOY			92		7,58	214	237	+	+	20,1	8,61. 10 ⁻³	1,3	
6	Lac Pactole	7.20'	(2)	9°6	7,20	174	204	+	+	42,2	1,81. 10 ⁻²	0,9	(2)
7	Petit Lac	12.00'		10°2	7,55	197	270	+	t	24,0	1,07. 10 ⁻²	1,4	
8	Gour(galerie des gour)	12.00'		10°2	7,65	211	188	+	t	13,2	5,90. 10 ⁻³	1,2	
9	Stalactite à 30 m de l'entrée de grotte	11.00'	5		7,40	224	279	+	t	35,9	1,54. 10 ⁻²	1,3	
10	Stalactite dans la Cathédrale	11.30'	100		7,55	213	215	+	t	19,6	8.36. 10 ⁻³	1,2	

(1) au dehors, temps sec et froid; un peu de pluie à 8.00.

(2) le débit du lac Pactole est très faible mais non nul car sa profondeur fluctue avec le temps; le petit lac et les gour ont un débit négligeable, proche de 0.

T A B L E A U LV
 =====
 TESTS D'ÉCHANTILLONNAGE

N°	lieu	date	H	Q l/sec.	T	pH	pH lab.	TAC	TH	CO ₂	P _{CO₂}	Ind. sat.	Rem.
1	Rau de Sècheval (juste en amont de la buse d'ailleurs inactive)	5- 3-64	11.30'	17	2°6	7,15	7,00	17	39				(1)
2	Rés. le Trou Bleu (Chanxhe)	12- 8-63	8.50'	40	10°0	7,20	7,20	252	305	60,5	2,70. 10 ⁻²	1,2	(2)
3	Trou du Moulin (Comblain-au-Pont)	9- 9-63	8.40'	58	10°5		7,15	275	334				(3)
4	Eau de la Cressonnière (Chanxhe)	27-10-63	10.10'	25	10°0		7,40	262	321				(4)
5	Rés. de Goffontaine (Cornesse-Pepinster)	29-10-64	10.20'	90	10°0	7,00	7,20		268	84,2	3,76. 10 ⁻²	0,9	(5)

(1) test de rapidité d'action de l'eau et test d'échantillonnage.

(2) test d'échantillonnage.

(3) SO₄⁻⁻⁻ : t; Cl⁻ : t; id.

(4) SO₄⁻⁻⁻ : t; Cl⁻ : T; id.

(5) id.

T A B L E A U LVI

=====

PLUIE, NEIGE, GLACE, EAU DESIONISEE

N°	lieu	date	H	T	pH	TAC	TH	CO ₂	P _{CO₂}	Ind. sat.	Remarques
1	Eau de pluie (Presseux, Sprimont)	17- 9-64	15.00'	10°0	6,60	6,6	7,0	5,5	2,47. 10 ⁻³	0,05	(1)
2	Eau de pluie (Presseux, Sprimont)	17- 9-64	17.00'	10°0	6,90	6,6	7,0	2,8	1,24. 10 ⁻³	0,05	(2)
3	Neige (Sècheval, Remouchamps)	5-12-64	11.10'	0°	6,35						
4	Glace (Sècheval, Remouchamps)	8- 1-64	11.30'	0°		13,1					(3)
5	Glace (Pont-de-Scay)	13- 1-64	9.40'	0°			225				(4)
6	Glace (Fraipont, résurg.)	20- 1-64	11.00'	0°			54				(5)
7	Glace (Fraipont, Chantoir)	20- 1-64	12.00'	0°			18				(6)
8	Glace (Fraipont, Chantoir)	20- 1-64	12.00'	0°			45				(7)

T A B L E A U LVI (suite)

=====

PLUIE, NEIGE, GLACE, EAU DESIONISEE

N°	lieu	date	H	T	pH	TAC	TH	CO ₂	P _{CO₂}	Ind. sat.	Remarques
9	Eau désionisée (flacon de verre)	9- 2-64	15.00'				≤3,6				
10	Eau désionisée (flacon de polyéthylène)	9- 2-64	15.00'				≤3,6				
11	Eau désionisée (flacon de verre)	18-12-63	15.00'			≤3,6	≤3,6				
12	Eau désionisée (flacon de polyéthylène)	8-11-64	17.00'		6,20	4,4	≤1,8				

(1) précision TAC : ± 3 ; TH : ± 3 .

(2) id.; pH lab. : 6,60.

(3) glace provenant d'eau du ruisseau et contaminée par elle (dont TAC = 14).

(4) eau de ruissellement sur calcaire, gelée.

(5) voir l'eau non gelée au tableau XX.

(6) glace fraîche, à la surface de l'eau XIX 2 (dont TAC = 94).

(7) épaisse couche de glace souillée. Les mesures 6, 7, 8 sont faites après filtration.

T A B L E A U LVII

=====

RUISSEAUX, RIVIERES, COURS D'EAU SOUTERRAINS⁽¹⁾

Les 28 et 29 août 1965.

N°	lieu	date	H	Q l/sec.	T	pH	pH lab.	Cond. (2)	TAC	Remarques
1	Rau de Sècheval, à son passage sur le Givetien inférieur	28- 8-65	16.30'	30	13,1	6,50	7,00	104	13	(1) depuis une semaine, temps doux et assez pluvieux. (2) micromhos/cm.
2	Trou du Coq, à 100 m en amont de la perte	28- 8-65	17.20'	28	13,2	7,45	7,35	173	79	
3	Rubicon, grotte de Remouchamps, à 60 m en aval du siphon terminal	28- 8-65	18.30'	175	10,6	6,95	6,90	297	110	
4	Trou bleu, résurgence à Chanxhe	28- 8-65	19.30'	190	10,1	6,95	7,00	532	231	
5	Lomme à Forrières	29- 8-65	10.10'	3200	12,9	7,25	7,20	109	25	(3) n° 5 : 0,4 mgNH ₄ OH/l
6	Aisne à La Roche-à-Frène	29- 8-65	11.40'	2000	13,5	7,40	7,25	112	28	(4) n° 6 : 0,4 mg NH ₄ OH/l
7	Aisne à Bomal	29- 8-65	11.10'	2100	13,3	7,50	7,50	194	66	(5) n° 7 : 0,5 mgNH ₄ OH/l
8	Aisne au Moulin d'Odeigne	29- 8-65	12.30'	125	12,1	7,45	7,05	59	10	(6) n° 8 : 0,5 mgNH ₄ OH/l

T A B L E A U LVII(suite)

=====

RUISSEAUX, RIVIERES, COURS D'EAU SOUTERRAINS⁽¹⁾

Les 28 et 29 août 1965
Analyses de I.ROELANDTS

N°	lieu	pH		CaCO ₃	MgCO ₃	SiO ₂	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	PO ₄ ³⁻	Fe tot	Na ⁺	Remarques
1	Rau de Sècheval, à son passage sur le Givetien inférieur	6,50	voir autres renseignements à la page précédente	18	11	5	3	20	4	0,3	4,5	(2) (3)
2	Trou du Coq, à 100 m en amont de la perte	7,45		88	17	7	7	23	3	0,9	7,2	
3	Rubicon, grotte de Remouchamps, à 60 m en aval du siphon terminal	6,95		115	19	6	7	24	5	1,9	11,3	
4	Trou bleu, résurgence à Chanxhe	6,95		211	77	10	11	30	5	2,5	30,0	
5	Lomme à Forrières	7,25		23	9	6	7	4	3	6,7	3,8	
6	Aisne à la Roche-à Frène	7,40		22	11	1	10	8	3	3,9	3,0	

(1) depuis une semaine, temps doux et assez pluvieux.

(2) tous les dosages sont exprimés en mg/l.

(3) K⁺ a été décelé en traces dans chaque échantillon sauf dans le premier.

T A B L E A U LVIII

=====

RUISSEAUX, RIVIERE, COURS D'EAU SOUTERRAINS⁽¹⁾

Les 31 juillet et 1er août 1966.

Analyses du Laboratoire de
Chimie et de Physique de
l'Institut d'Hygiène et
d'Epidémiologie du
Ministère de la Santé Publique.

N°	lieu	date	H	Q l/sec.	T	pH	Cond	TAC	CO ₂ agr.	
1	Trou bleu, résurgence à Chanxhe	31- 7-66	17.00'	180	10,0	6,95	549	250	0	an. n° 66 GH 557.
2	Perte dans le pré Leclercq, à Sprimont, au N.de Presseux	31- 7-66	18.00'	0,5	11,4	6,90	382	190	8,8	an. n° 66 GH 558.
3	Ourthe à Ste Anne, à Tilff	1- 8-66	16.30'	120.000	14,7	7,65	180	67,5	0	an. n° 66 GH 559.
4	Perte de la Chaweresse, à Tilff	1- 8-66	18.15'	62	14,2	7,70	275	110	0	an. n° 66 GH 560.
5	Cascade aval de l'ét. moy. de la Grotte Ste Anne, Tilff	1- 8-66	20.00'	75	9,9	7,20	360	157,5	0	an. n° 66 GH 561.
6	Gour dans l'ét.moy. de la Grotte Ste Anne, Tilff	1- 8-66	20.45'	0,1	9,7	7,40	909	287,5	2,2	an. n° 66 GH 562.

(1) depuis une semaine, temps doux, modérément pluvieux; pluie abondante le matin du 1-8-66.

T A B L E A U LVIII(suite)

=====
 RUISSEAUX, RIVIERE, COURS D'EAU SOUTERRAINS⁽¹⁾

Les 31 juillet et 1er août 1966.
 Analyses du Laboratoire de Chimie
 et de Physique de l'Institut
 d'Hygiène et d'Epidémiologie du
 Ministère de la Santé Publique.

CATIONS⁽²⁾

ANIONS⁽³⁾

N°	lieu	TAC	CO ₂ agr.	O ₂ diss.	CATIONS ⁽²⁾						ANIONS ⁽³⁾				
					Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Fe ⁺⁺	Pb ⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻
1	Trou bleu, résur- gence à Chanxhe	250	0	8,8	6,7	1,6	19,7	88,8	0,25	<0,01	10	26	0	32	305
2	Perte du R ^{au} de Presseux à Sprimont	190	8,8	4,4	6,0	3,2	14,4	67,2	0,11	<0,01	10	26	0	12	232
3	Ourthe, à Sainte Anne, à Tilff	67,5	0	10,2	6,7	1,6	4,3	26,4	0,22	<0,01	10	15	0	6	82
4	Perte de la Chaweresse, à Tilff	110	0	9,5	9,8	3,1	5,3	48,0	4,25	<0,01	12	37	tr	6	134
5	Cascade aval de l'ét.moy.de la Grotte Ste Anne, Tilff	157,5	0	9,6	8,8	2,8	6,7	65,6	0,26	<0,01	12	30	0	7	192
6	Gour dans l'ét. moy.de la Grotte Ste Anne, Tilff	287,5	2,2	9,4	46	6,7	5,31	57,2	0,13	<0,01	40	34	0	186	351

voir autres renseignements
à la page précédente

(1) Voir également les six tableaux suivants, constitués par les bulletins d'analyses.

Toutes les données de ce tableau sont exprimées en mg/l.

(2) Les cations NH₄⁺, Mn⁺⁺, As⁺⁺⁺ ont été recherchés; ils sont absents dans les 6 analyses.

(3) L'anion CO₃⁻⁻ est absent dans les 6 analyses.

Ref 3823

TABLEAU SPECIAL LVIII a

BULLETIN TYPE A

Analyse demandée par M. le prof. P. Placard
 Échantillon : me. 1
 prélevé par M. E. Jek le 21.7.66, reçu le 2.8.66
 prélevé le

ANALYSE D'EAU
 n° 66 GH 557

	Au laboratoire	
	Au prélèvement	Après jours
Couleur		
Odeur		
Saveur		
Turbidité		
Température	10.0 °C	
pH	6.45	
Potentiel redox	mV	mV
Conductivité à °C	549 µS/cm	µS/cm
Matières sédimentables	180 l/ml	ml/l
	<u>debit</u>	

Germes banaux : colonies par ml (.....)

Coliformes : dans ml (.....)

Escherichia coli : dans ml (.....)

Autres germes pathogènes et parasites :

Cations	mg/l	mé/l	Anions	mg/l	mé/l
H ⁺			OH ⁻		
NH ₄ ⁺	0	0.29	F ⁻		
Na ⁺	6.35	0.04	Cl ⁻	10	0.29
K ⁺	1.6	0.04	S ⁻		
Mg ⁺⁺	14.68	1.64	SO ₄ ⁻	36	0.54
Ca ⁺⁺	88.8	1.44	NO ₂ ⁻	0	0
Fe ⁺⁺	0.25	0.01	NO ₃ ⁻	32	0.52
Mn ⁺⁺	0	-	PO ₄ ⁻		
Pb ⁺⁺	< 0.010	-	HCO ₃ ⁻	305	5
Al ⁺⁺⁺	0	-	CO ₃ ⁻	0	0
Somme :		6.42	Somme :		6.24

Examens microscopique et biologique :

Remarques : Dosage de Ca⁺⁺ par méthode au murexide
 Ca⁺⁺ = 80,6 mg/l = 4,03 mé/l
 Mg⁺⁺ = 21,6 mg/l = 2,05 mé/l

Appréciation :

	Degrés français		mg/l
	Au prélèvement mg/l	Au laboratoire mg/l	
Dureté totale	30,4	6,08	Matières en suspension { Résidu à 105° C Résidu à 600° C
Dureté temporaire	25	5	
Dureté permanente	5,4	1,08	Matières en solution { Résidu à 105° C Résidu à 600° C
TAP	0	0	
TAM	25	5	Matières totales { Résidu à 105° C Résidu à 600° C
CO ₂ libre			
CO ₂ agressif (vis-à-vis de CaCO ₃)	0		SiO ₂
O ₂ dissous	8,55		Fe total
Cl ₂ libre			

Laboratoire Bruxelles, le 8-8-1966
 P. Nom, qualité, signature
 Ministère de la Santé Publique et de la Famille
 INSTITUT D'HYGIENE ET DE DÉMOCRATIE
 LABORATOIRE DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE
 rue J. Wytsman, 14, BRUXELLES 6
 Tél.: 47.99.80

Conforme à NBN 572. Les laboratoires peuvent s'approprier en bulletins (Types A, B et C) auprès de l'Institut Belge de Normalisation, 52, avenue de la Brebançonnes, Bruxelles 4 (tél.: 34.92.06). Tous droits réservés.

T A B L E A U S P E C I A L L V I I I b

Ref 3822A
BULLETIN TYPE A

Analyse demandée par <u>M. le Prof. Macar</u>		Echantillon : <u>N° 2</u>		prélevé par <u>M. P. R.</u>		prélevé le <u>31.7.66</u>		reçu le <u>2-8-66</u>		ANALYSE D'EAU N° <u>66 GH 558</u>
Couleur		Au prélèvement	À la réception	Au laboratoire		Après jours		Germes banaux :	colonies par ml (
Odeur								Coliforme :	dans ml (
Sa.our								Escherichia coli :	dans ml (
Turbidité								Autres germes pathogènes et parasites :		
Température		<u>11,4</u>	°C					Examen microscopique et biologique :		
pH		<u>6,9</u>								
Potentiel redox			mV							
Conductivité à 18°C			µS/cm	<u>3,2</u>						
Matières sédimentables			ml/l							
<u>Délic</u>		<u>0,5 l/sec</u>								
Cations	mg/l	mé/l	Anions		mg/l	mé/l				
H ⁺			OH ⁻							
NH ₄ ⁺	<u>0</u>		F ⁻							
Na ⁺	<u>6,05</u>	<u>0,26</u>	Cl ⁻		<u>10</u>	<u>0,28</u>				
K ⁺	<u>3,2</u>	<u>0,08</u>	S ⁻							
Mg ⁺⁺	<u>14,4</u>	<u>1,2</u>	SO ₄ ⁻		<u>26</u>	<u>0,54</u>				
Ca ⁺⁺	<u>67,2</u>	<u>3,28</u>	NO ₂ ⁻		<u>0</u>	<u>-</u>				
Fe ⁺⁺	<u>0,11</u>	<u>-</u>	NO ₃ ⁻		<u>12</u>	<u>0,2</u>				
Mn ⁺⁺	<u>0</u>	<u>-</u>	PO ₄ ⁻							
Pb ⁺⁺	<u>< 0,010</u>	<u>-</u>	HCO ₃ ⁻		<u>231,8</u>	<u>3,8</u>				
As ⁺⁺⁺	<u>0</u>	<u>-</u>	CO ₃ ⁻		<u>0</u>	<u>0</u>				
Somme :		<u>4,90</u>	Somme :			<u>4,82</u>				
Dureté totale	Degrés français	mé/l	Matières en suspension		Résidu à 105° C					
	<u>22,8</u>	<u>4,56</u>	Résidu à 600° C							
Dureté temporaire	<u>14,0</u>	<u>3,8</u>	Matières en solution		Résidu à 105° C	<u>3,03</u>				
Dureté permanente	<u>3,8</u>	<u>0,76</u>	Résidu à 600° C			<u>2,12</u>				
TAP	<u>0</u>	<u>-</u>	Matières totales		Résidu à 105° C					
TAM	<u>14</u>	<u>3,8</u>	Résidu à 600° C							
	Au prélèvement	Au laboratoire	Oxydabilité à chaud			<u>3,2</u>				
	mg/l	mg/l	SiO ₂							
CO ₂ libre			Fe total							
CO ₂ agressif (vis-à-vis de CaCO ₃)	<u>0,8</u>									
O ₂ dissous	<u>4,4</u>									
Cl ₂ libre										

Remarques : Dosage de Ca⁺⁺ par méthode au murexide
 Ca⁺⁺ = 59,4 mg/l = 2,97 mé/l
 Mg⁺⁺ = 19,04 mg/l = 1,54 mé/l

Appréciation :

Bruxelles, le 8-8-66 1966
 Laboratoire Pro Nom, qualité, signature
 Ministère de la Santé Publique
 et de la Famille
 INSTITUT D'HYGIÈNE ET D'ÉPIDÉMIOLOGIE
 LABORATOIRE DE CHIMIE ET DE PHYLOGIE
 rue J. Wytsman, 14, BRUXELLES 8
 Tél.: 47.98.80

Ref 8891

T A B L E A U S P E C I A L L V I I I c

ANNEXE TYPE A

Analyse demandée par M. le prof. Macar
 Échantillon : N° 3
 prélevé par M. C. Ek
 prélevé le 1-8-66, reçu le 2-8-66

ANALYSE D'EAU
 N° 66 GH 559

	Au prélèvement		Au laboratoire				
			A la réception	Après jours			
Couleur					Germes banaux : colonies par ml (.....) Coliformes : dans ml (.....) Escherichia coli : dans ml (.....) Autres germes pathogènes et parasites : Examens microscopique et biologique : Remarques : Dosage Ca^{++} par méthode au murevid $Ca^{++} = 22,4 \text{ mg/l} = 1,12 \text{ mé/l}$ $Mg^{++} = 6,72 \text{ mg/l} = 0,56 \text{ mé/l}$		
Odeur							
Saveur							
Turbidité							
Température	14,7	°C					
pH	7,65						
Potentiel redox		mV		mV			
Conductivité à 18 °C		µS/cm	180	µS/cm			
Matières sédimentables		ml/l		ml/l			
Debit	≈ 120	m ³ /sec					
Cations		mg/l	mé/l	Anions		mg/l	mé/l
H ⁺				OH ⁻			
NH ₄ ⁺	0	-		F ⁻			
Na ⁺	6,75	0,29		Cl ⁻	10	0,29	
K ⁺	1,6	0,04		S ⁻			
Mg ⁺⁺	4,82	0,36		SO ₄ ⁻	15	0,41	
Ca ⁺⁺	22,4	1,12		NO ₂ ⁻	0	-	
Fe ⁺⁺	0,12	0,01		NO ₃ ⁻	6	0,1	
Mn ⁺⁺	0	-		PO ₄ ⁻			
Pb ⁺⁺	< 0,010	-		HCO ₃ ⁻	82,45	1,45	
As ⁺⁺⁺	0	0		CO ₃ ⁻	0	0	
Somme :		2,02		Somme :		2,04	
Dureté totale	8,4	1,68		Matières en suspension	Résidu à 105° C		
Dureté temporaire	6,75	1,35			Résidu à 600° C		
Dureté permanente	1,65	0,33		Matières en solution	Résidu à 105° C	162	
TAP	0	-			Résidu à 600° C	71	
TAM	6,75	1,35		Matières totales	Résidu à 105° C		
					Résidu à 600° C		
	Au prélèvement	Au laboratoire		Oxydabilité à chaud		2,9	
	mg/l	mg/l		SiO ₂			
CO ₂ libre				Fe total			
CO ₂ agressif (vis-à-vis de CaCO ₃)	0	-					
O ₂ dissous	10,2	-					
Cl ₂ libre							

Laboratoire Brussels, le 8-8-66
 Nom, qualité, signature
 Ministère de la Santé Publique et de la Famille
 Ministère d'Hygiène et d'Épidémiologie
 LABORATOIRE DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE
 rue J. Wytsman, 14, BRUXELLES 8
 Tél.: 47.99.80

Conforme à NBN 572. Les laboratoires peuvent s'approvisionner en bulletins (Types A, B et C) auprès de l'Institut Belge de Normalisation, 39, avenue de la Brabançonne, Bruxelles 4 (tél.: 34.92.05). Tous droits réservés.

Conforme à NEN 572. Les laboratoires peuvent s'approvisionner en bulletins (Types A, B et C) auprès de l'Institut Belge de Normalisation, 20, avenue de la Brebanconne, Bruxelles 4 (tél.: 34.92.05). Tous droits réservés.

T A B L E A U S P E C I A L L V I I I d

(R) 2780
BULLETIN TYPE A

Analyse demandée par M^r le prof. Maear
 Échantillon : N° 4
 prélevé par M^r E. Er
 prélevé le 1-8-66, reçu le 2-8-66

ANALYSE D'EAU
 N° 66 GH 560

		Au laboratoire			
		Au prélèvement	A la réception	Après jours	
Couleur					
Odeur					
Saveur					
Turbidité					
Température		14,2 °C			
pH		7,7			
Potentiel redox		mV		mV	
Conductivité à 18 °C		μS/cm	275	μS/cm	μS/cm
Matières sédimentables		ml/l		ml/l	ml/l
<i>Délic</i>		62 l/sec			
Examens microscopique et biologique :					
Germes banaux : colonies par ml (.....)					
Coliformes : dans ml (.....)					
Escherichia coli : dans ml (.....)					
Autres germes pathogènes et parasites :					
Remarques : Dosage Ca ⁺⁺ par méthode au murexide					
Ca ⁺⁺ = 43,6 mg/l = 2,18 mé/l					
Mg ⁺⁺ = 7,92 mg/l = 0,66 mé/l					
Appréciation :					
Cations		mg/l	mé/l	Anions	
H ⁺				OH ⁻	
NH ₄ ⁺	0			F ⁻	
Na ⁺	9,8	0,43		Cl ⁻	12 0,34
K ⁺	3,1	0,08		S ⁻	
Mg ⁺⁺	5,28	0,44		SO ₄ ⁻	37 0,17
Ca ⁺⁺	48	2,4		NO ₂ ⁻	faibles traces
Fe ⁺⁺	4,25	0,15		NO ₃ ⁻	6 0,1
Mn ⁺⁺	0			PO ₄ ⁻	
Pb ⁺⁺	< 0,010			HCO ₃ ⁻	130,2 2,20
Al ⁺⁺⁺	0			CO ₃ ⁻	0
Somme :		3,50		Somme :	
				3,41	
		mg/l	mé/l	mg/l	
Dureté totale	14,2	2,24		Matières en suspension	Résidu à 105° C
Dureté temporaire	11	2,2			Résidu à 600° C
Dureté permanente	3,2	0,64		Matières en solution	Résidu à 105° C
TAP	0				Résidu à 600° C
TAM	11	2,2		Matières totales	Résidu à 105° C
					Résidu à 600° C
CO ₂ libre				Oxydabilité à chaud	7,4
CO ₂ agressif (vis-à-vis de CaCO ₃)	0			SiO ₂	
O ₂ dissous	4,5			Fe total	
Cl ₂ libre					

J. Janssens, le 8 8 1966

Laboratoire *Pro* Nom, qualité, signature

Ministère de la Santé Publique et de la Famille
 INSTITUT D'HYGIENE ET D'ÉPIDÉMIOLOGIE
 LABORATOIRE DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE
 rue J. Wytsman, 14, BRUXELLES 6
 Tél. : 47.99.80

TABLEAU SPECIAL LVIII e

Dij 3319

BULLETIN TYPE A

Analyse demandée par *M. le prof. Maes*
 Echantillon : *H° 5*
 prélevé par *M. P. Ek*
 prélevé le *1-8-66 à 20h*, reçu le *2-8-66*

ANALYSE D'EAU
 N° *66 GH 561*

	Au prélèvement		A la réception		Au laboratoire	
					Après jours	
Couleur						
Odeur						
Saveur						
Turbidité						
Température	<i>9.9</i>	°C				
pH	<i>7.2</i>					
Potentiel redox		mV				mV
Conductivité à <i>18</i> °C		µS/cm	<i>460</i>	µS/cm		µS/cm
Matières sédimentables		ml/l		ml/l		ml/l
<i>Dilut</i>	<i>75 l/l</i>					
Cations	mg/l	mé/l	Anions	mg/l	mé/l	
H ⁺			OH ⁻			
NH ₄ ⁺	<i>0</i>	-	F ⁻			
Na ⁺	<i>8.9</i>	<i>0.39</i>	Cl ⁻	<i>12</i>	<i>0.34</i>	
K ⁺	<i>2.8</i>	<i>0.07</i>	S ⁻			
Mg ⁺⁺	<i>6.72</i>	<i>0.56</i>	SO ₄ ⁻	<i>30</i>	<i>0.63</i>	
Ca ⁺⁺	<i>65.6</i>	<i>3.28</i>	NO ₂ ⁻	<i>0</i>	-	
Fe ⁺⁺	<i>0.24</i>	<i>0.01</i>	NO ₃ ⁻	<i>7</i>	<i>0.11</i>	
Mn ⁺⁺	<i>0</i>	-	PO ₄ ⁻			
Pb ⁺⁺	<i>< 0.010</i>	-	HCO ₃ ⁻	<i>14.2, 15</i>	<i>3.15</i>	
<i>Al⁺⁺⁺</i>	<i>0</i>	-	CO ₃ ⁻	<i>0</i>	<i>0</i>	
Somme :		<i>4, 30</i>	Somme :		<i>4, 23</i>	
	Degrés français	mé/l		mg/l		
Dureté totale	<i>14.2</i>	<i>3.84</i>	Matières en suspension	Résidu à 105° C		
Dureté temporaire	<i>15.75</i>	<i>3.15</i>		Résidu à 600° C		
Dureté permanente	<i>3.45</i>	<i>0.69</i>	Matières en solution	Résidu à 105° C	<i>27.8</i>	
TAP	<i>0</i>	<i>0</i>		Résidu à 600° C	<i>144</i>	
TAM	<i>15.75</i>	<i>3.15</i>	Matières totales	Résidu à 105° C		
	Au prélèvement mg/l	Au laboratoire mg/l		Résidu à 600° C		
CO ₂ libre			Oxydabilité à chaud	<i>1, 8</i>		
CO ₂ agressif (vis-à-vis de CaCO ₃)	<i>0</i>		SiO ₂			
O ₂ dissous	<i>4, 6</i>		Fe total			
Cl ₂ libre						

Germes banaux : colonies par ml (.....)

Coliformes : dans ml (.....)

Escherichia coli : dans ml (.....)

Autres germes pathogènes et parasites :

Examens microscopique et biologique :

Remarques : Dosage Ca⁺⁺ par méthode au murexide
 Ca⁺⁺ = 58,4 mg/l = 2,92 mé/l
 Mg⁺⁺ = 11,04 mg/l = 0,92 mé/l.

Appréciation :

Bruxelles, le 8-8 1966

Laboratoire *pro* Nom, qualité, signature
 Ministère de la Santé Publique et de la Famille
 INSTITUT D'HYGIÈNE ET D'ÉPIDÉMIOLOGIE
 LABORATOIRE DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE
 Rue des Wytmen, 14, BRUXELLES 8
 Tél.: 47.99.80

Conforme à NBN 572. Les laboratoires peuvent s'approvisionner en bulletins (Types A, B et C) auprès de l'Institut Belge de Normalisation, 29, avenue de la Brabançonne, Bruxelles 4 (tél.: 31.92.05). Tous droits réservés.

TABLEAU SPECIAL LVIII f

Ref 3318

BULLETIN TYPE A

Analyse demandée par M. le prof. Maes
 Échantillon : N° 6
 prélevé par Mr. E. EH
 prélevé le 1.8.66 à 20h45, reçu le 2.8.66

ANALYSE D'EAU
 N° 66 CH 562

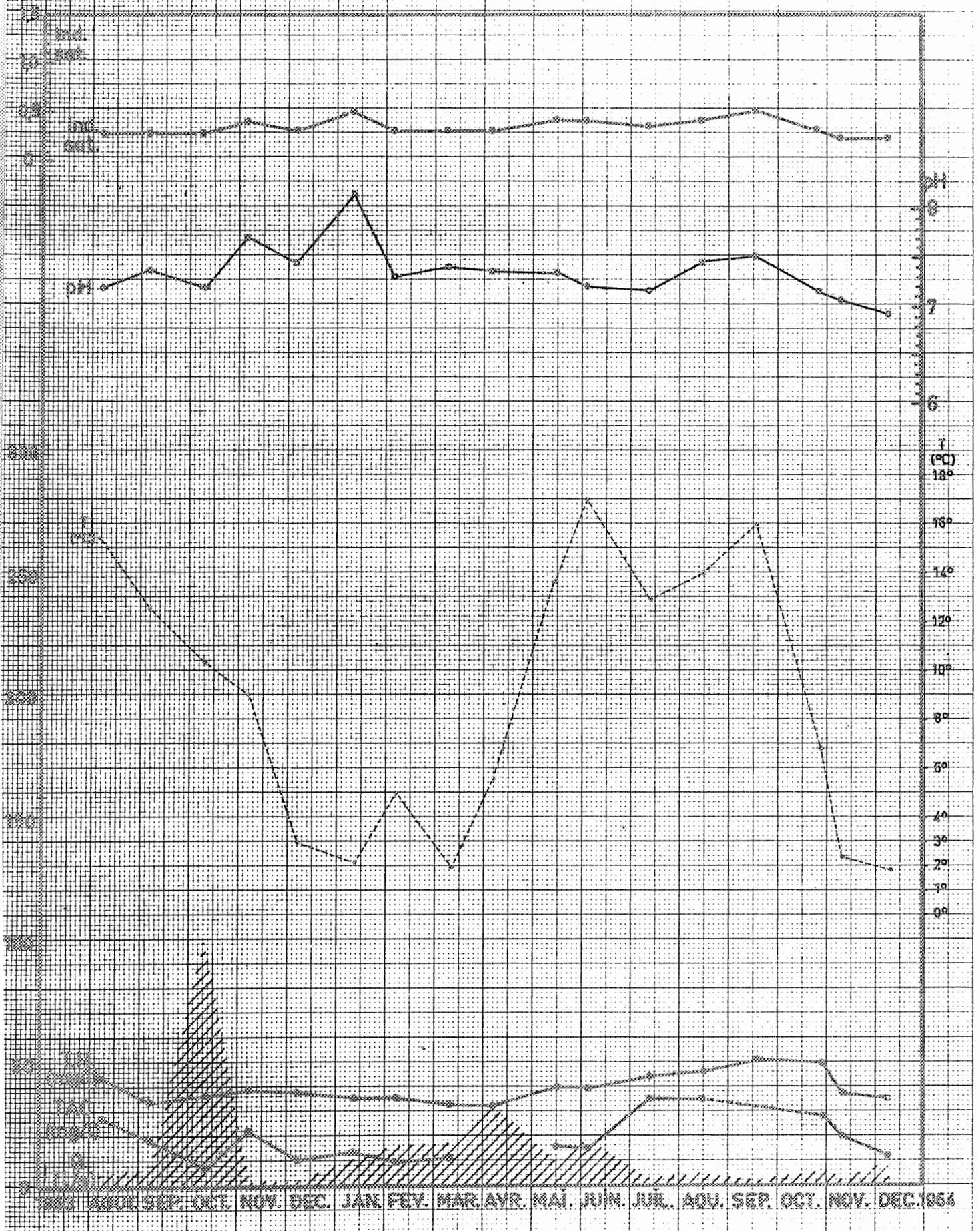
	Au prélèvement		Au laboratoire		
			A la réception	Après jours	
Couleur					Germes banaux :
Odeur					colonies par ml (.....)
Saveur					Coliformes :
Turbidité					dans ml (.....)
Température	9.7	°C			Escherichia coli :
pH	7.4				dans ml (.....)
Potentiel redox		mV			Autres germes pathogènes et parasites :
Conductivité à 18°C		µS/cm	404	µS/cm	
Matières sédimentables		ml/l		ml/l	
Débit	0.1 l / sec				
Examens microscopique et biologique :					
Cations		mg/l	mé/l	Anions	
H ⁺				OH ⁻	
NH ₄ ⁺	0	-		F ⁻	
Na ⁺	46	2.00		Cl ⁻	40 1.13
K ⁺	6.7	0.17		S ⁻	
Mg ⁺⁺	5.28	0.44		SO ₄ ⁻	34 0.31
Ca ⁺⁺	157.2	7.86		NO ₂ ⁻	0 -
Fe ⁺⁺	0.13	-		NO ₃ ⁻	186 3.00
Mn ⁺⁺	0	-		PO ₄ ⁻	
Pb ⁺⁺	< 0.010	-		HCO ₃ ⁻	350.75 5.35
Pt ⁺⁺⁺	0	-		CO ₃ ⁻	0 0
Somme :			10.47	Somme :	
					10.59
Dureté totale		Degrés français	mé/l	Matières en suspension	
				Résidu à 105° C	
				Résidu à 600° C	
Dureté temporaire				Matières en solution	
				Résidu à 105° C	
Dureté permanente				Résidu à 600° C	
TAP				Matières totales	
TAM				Résidu à 105° C	
				Résidu à 600° C	
		Au prélèvement mg/l	Au laboratoire mg/l	Oxydabilité à chaud	
CO ₂ libre				SiO ₂	
CO ₂ agressif (vis-à-vis de CaCO ₃)		2.2		Fe total	
O ₂ dissous		9.4			
Cl ₂ libre					

Remarques : Dosage Ca⁺⁺ par méthode au murexide
 Ca⁺⁺ = 146,8 mg/l = 7,34 mé/l
 Mg⁺⁺ = 11,52 mg/l = 0,96 mé/l

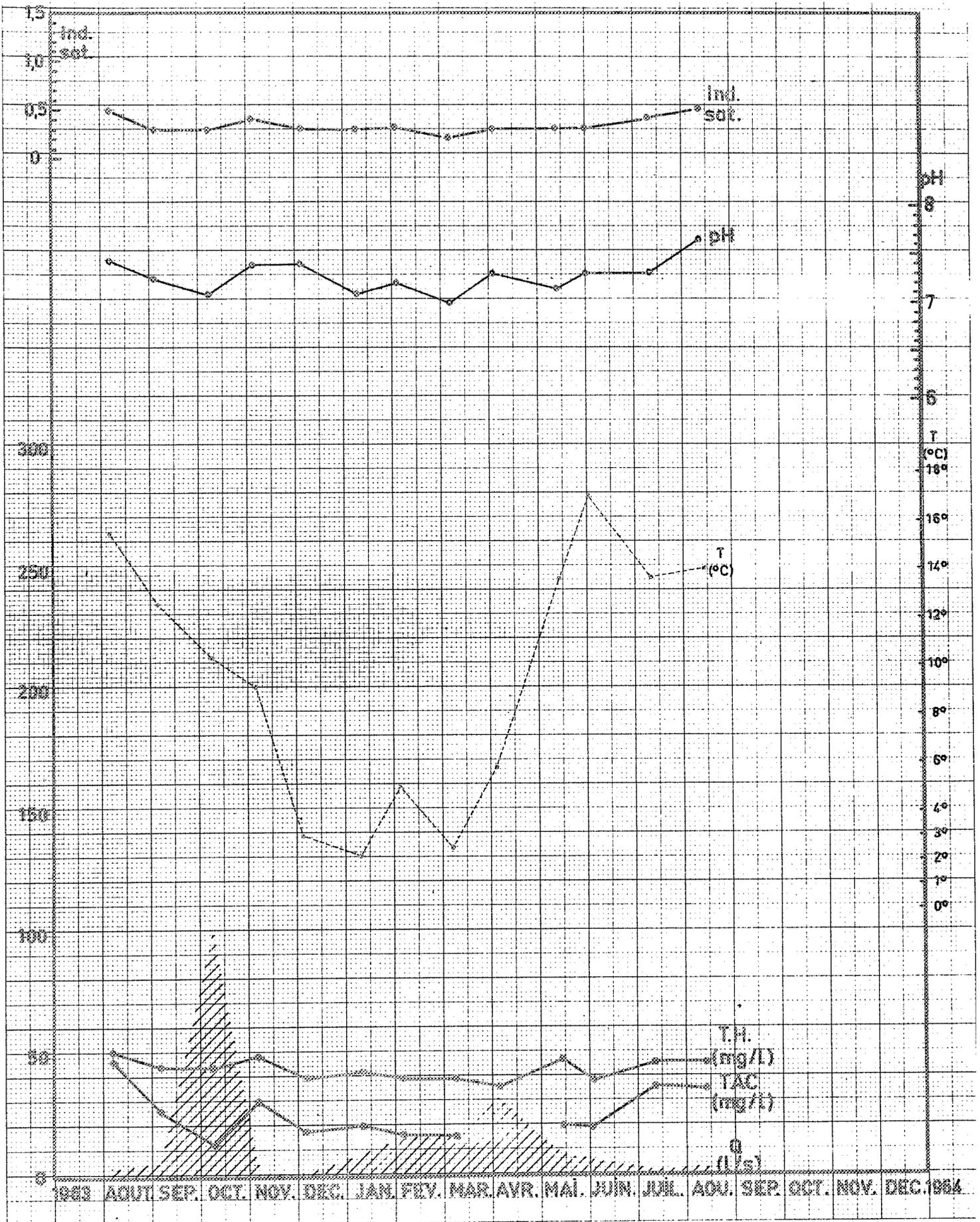
Appréciation :

Journelle, le 8-8 1966
 Laboratoire Journelle Nom, qualité, signature
 Ministère de la Santé Publique et de la Famille
 INSTITUT D'HYGIÈNE ET D'ÉPIDÉMIOLOGIE
 LABORATOIRE DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE
 rue J. Wytsman, 14, BRUXELLES 4
 Tél.: 47.99.80

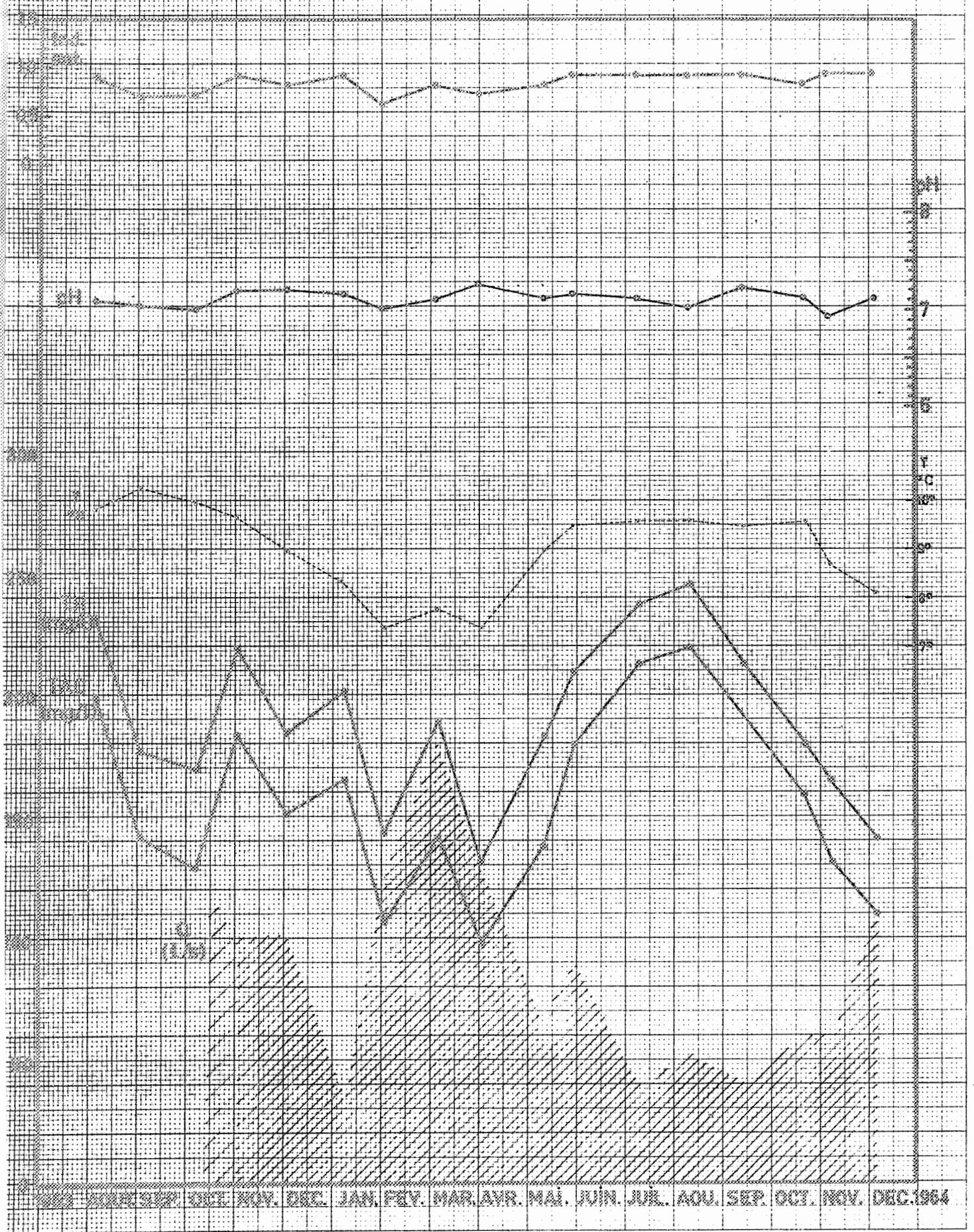
SECHEVAL - POUDINGUE (cf. tabl. I.1 à 17)



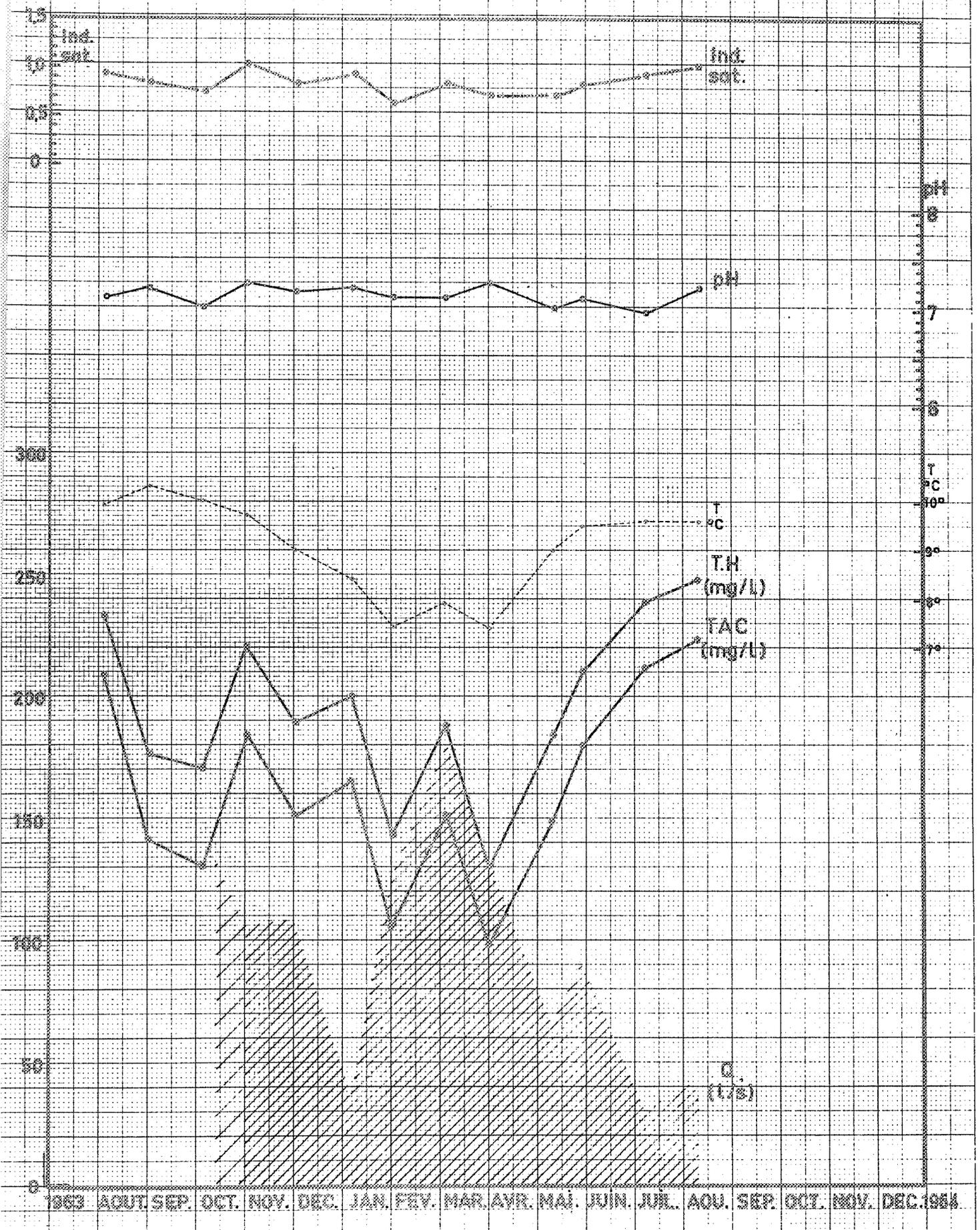
SECHEVAL - CHANTOIR (cf. tabl. II.1 à 13)



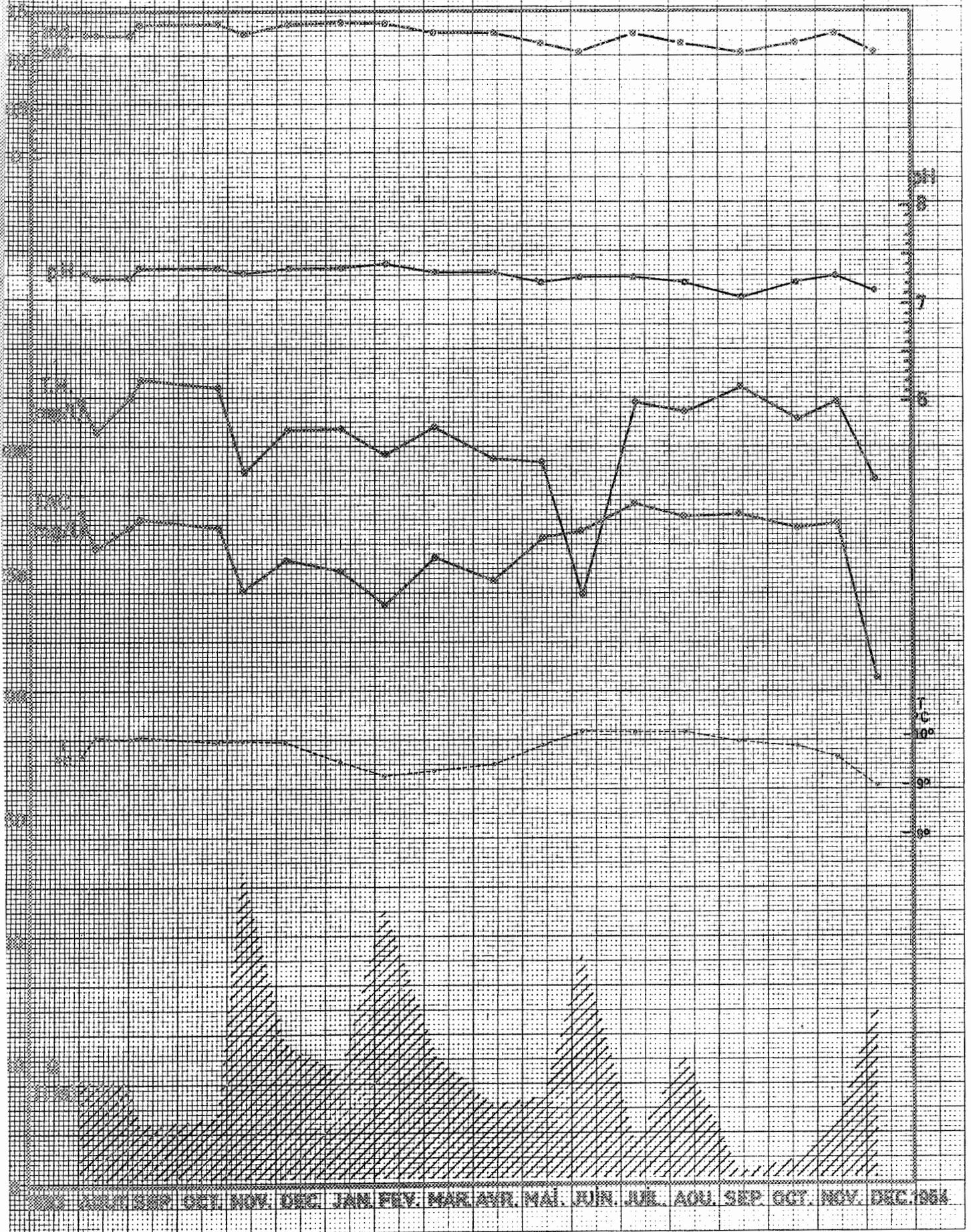
REMOUCHAGES - SIPHON TERMINAL (cf. tabl. III. 1 à 17)



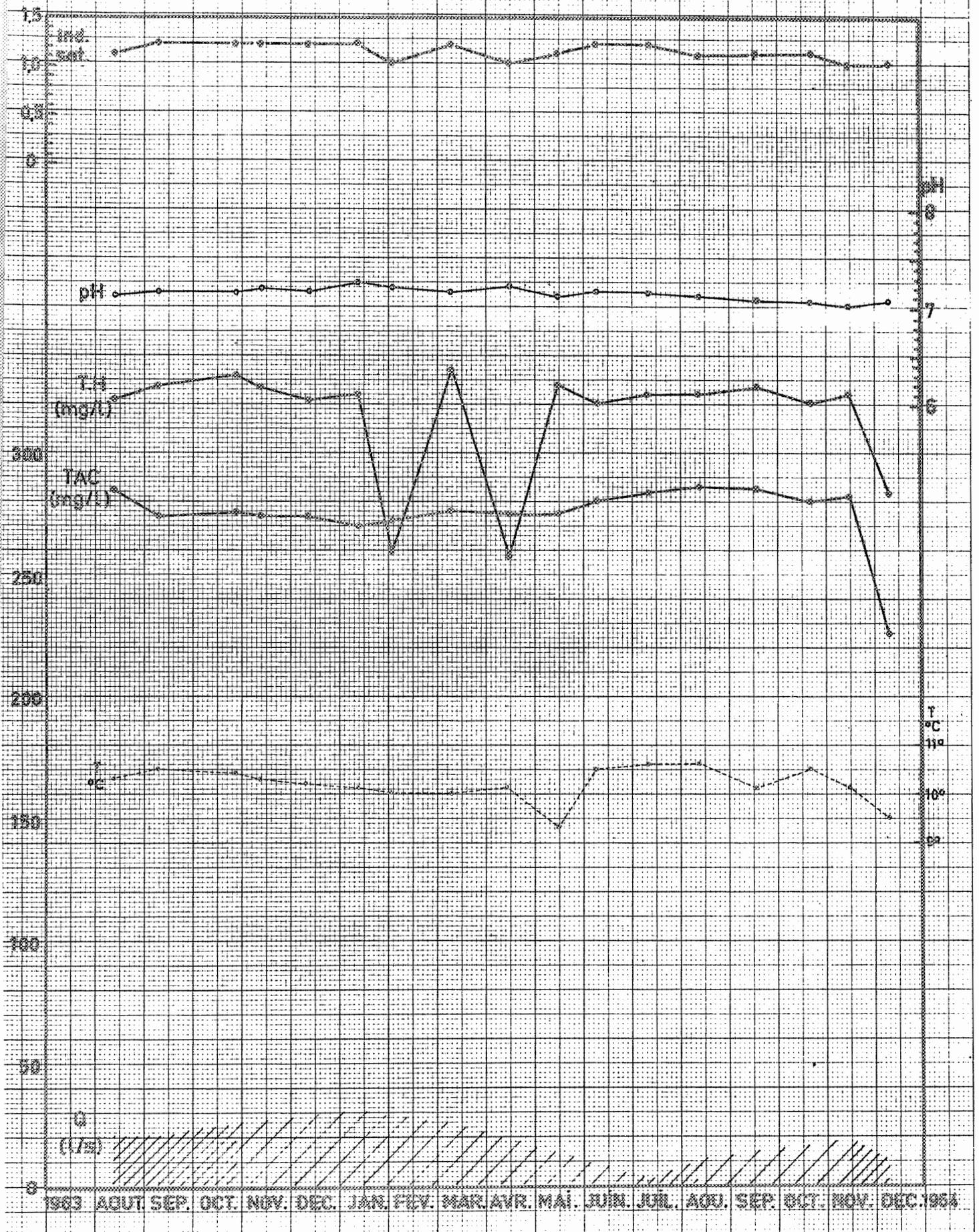
REMOUCHAMPS - AMONT RESURGENCE (cf. tabl. IV. 1 à 13)



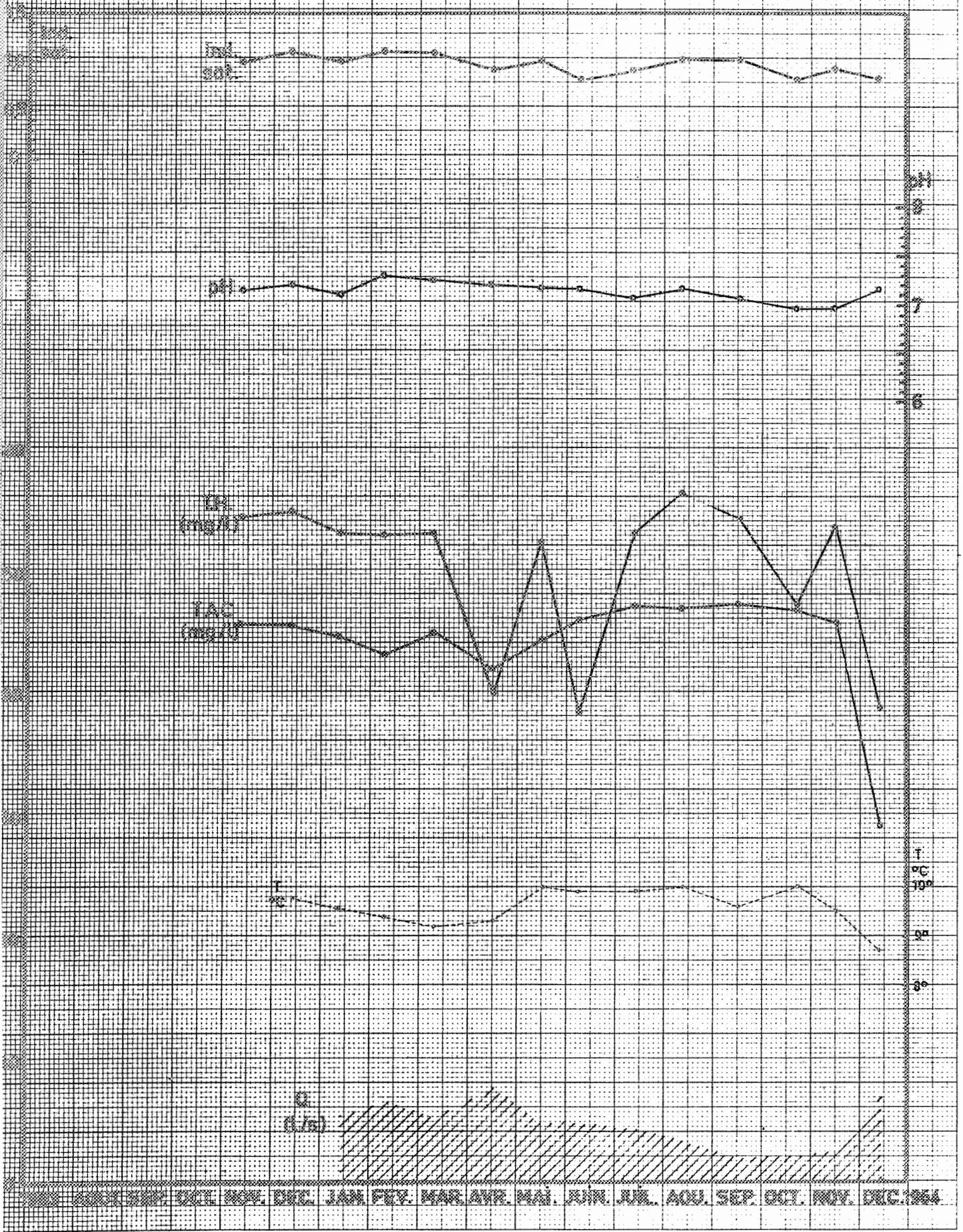
CHANXHE-TROU BLEU (cf. tabl. V. 1 à 19)



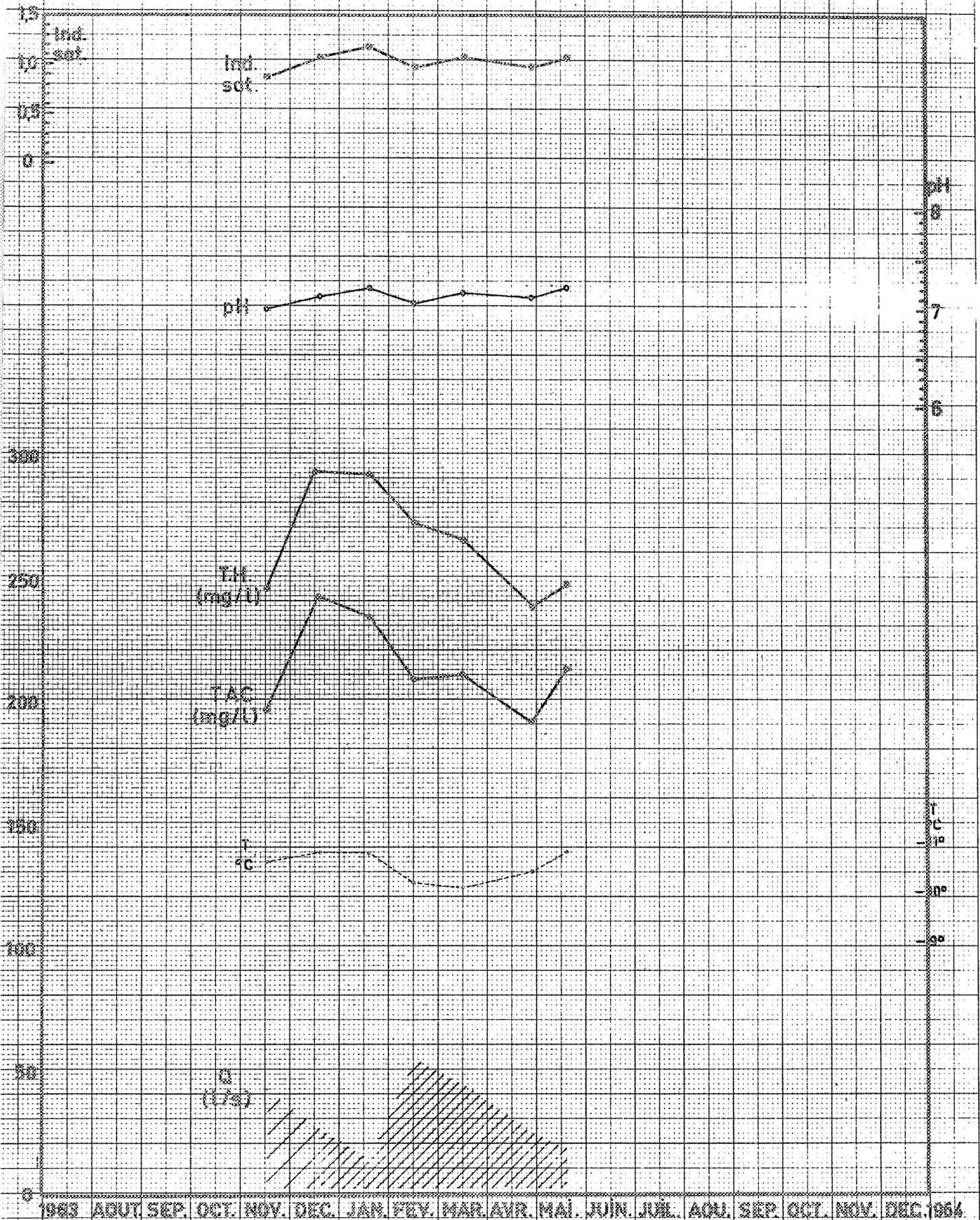
COMBLAIN-AU-PONT - TROU DU MOULIN (cf. tabl. VI. 1 à 17)



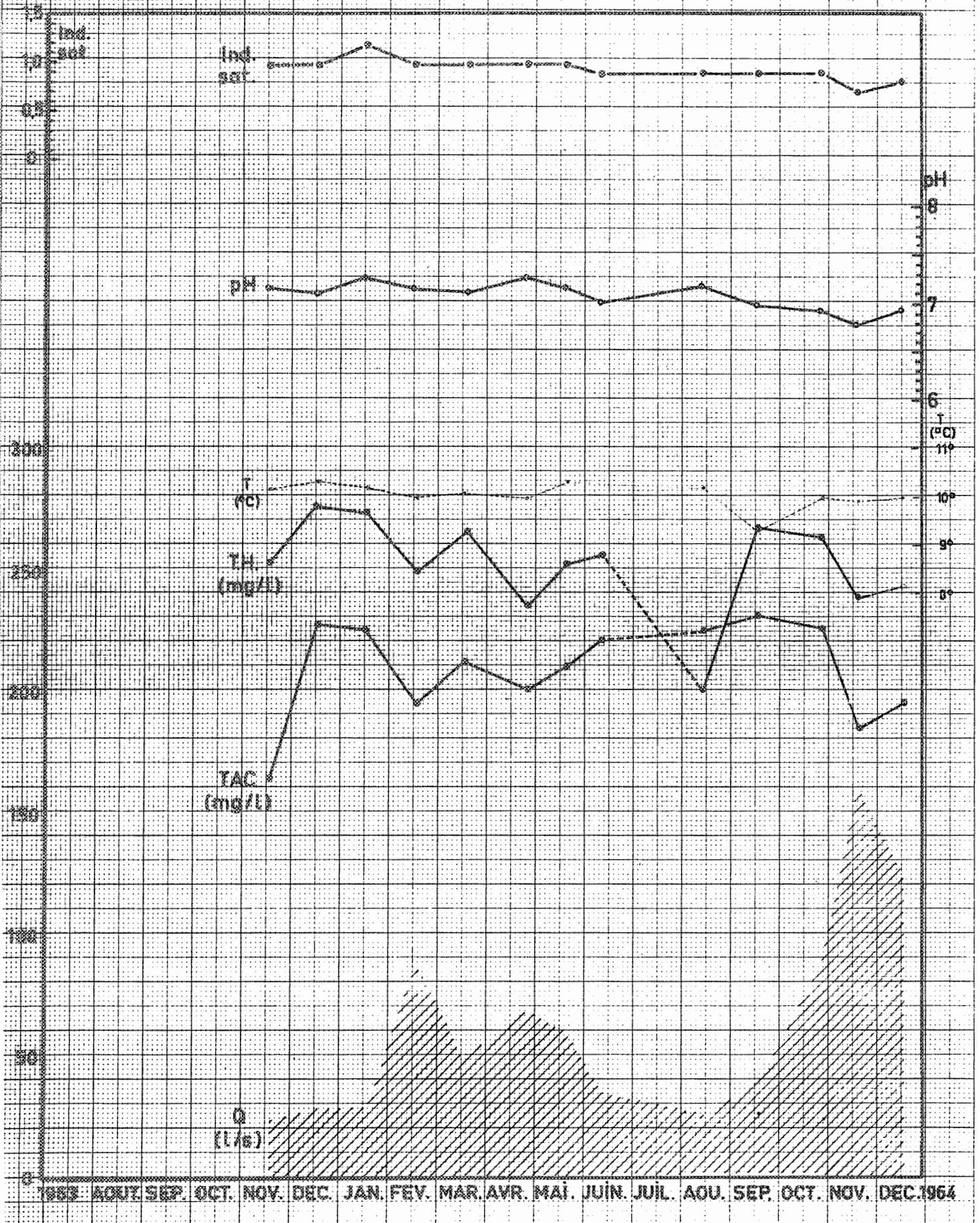
EMBIERIR - RESURGENCE (cf. tabl. VII. 1 a 14)



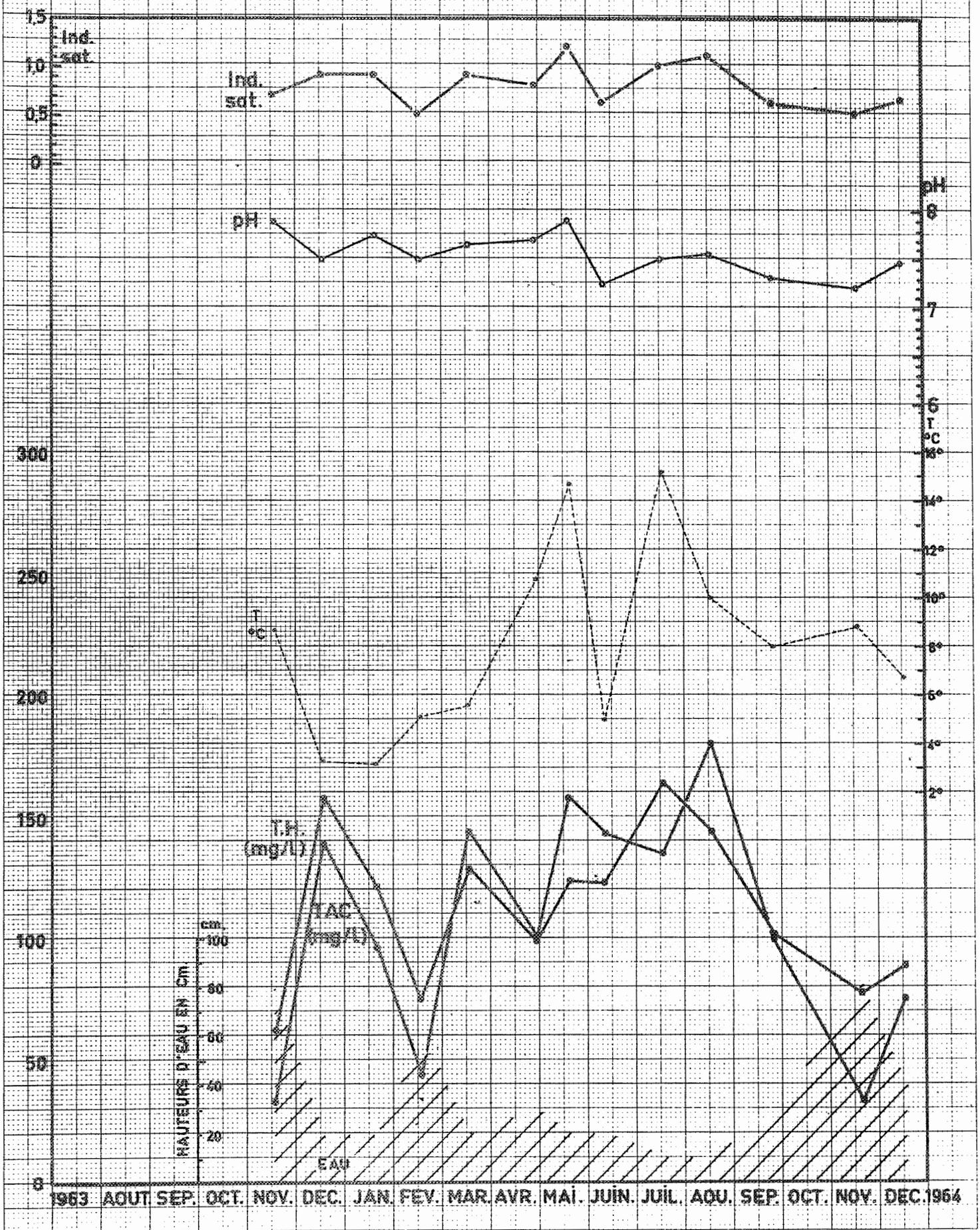
CURNESSE - RESURGENCE (cf. tabl. VIII. 1 à 7)

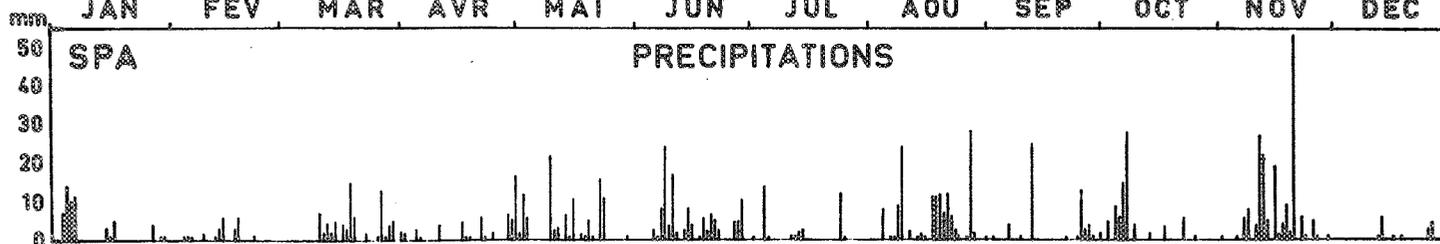
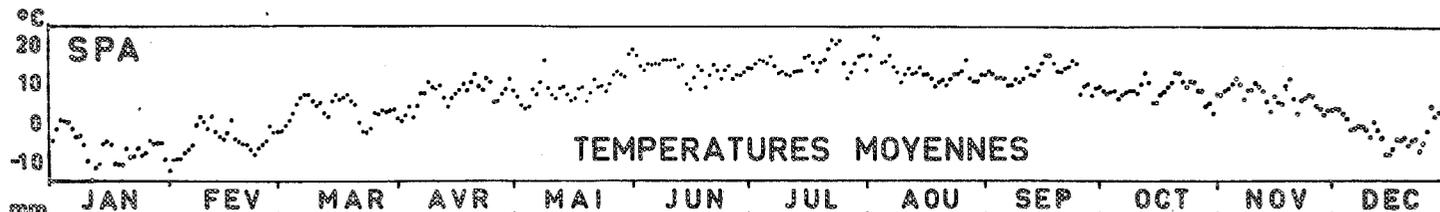


RESURGENCE A GOFFONTAINE (cf. tabl. IX, 1 à 13)



LA VESDRE A FLERE (cf. tab. X. 1 à 13)





1963

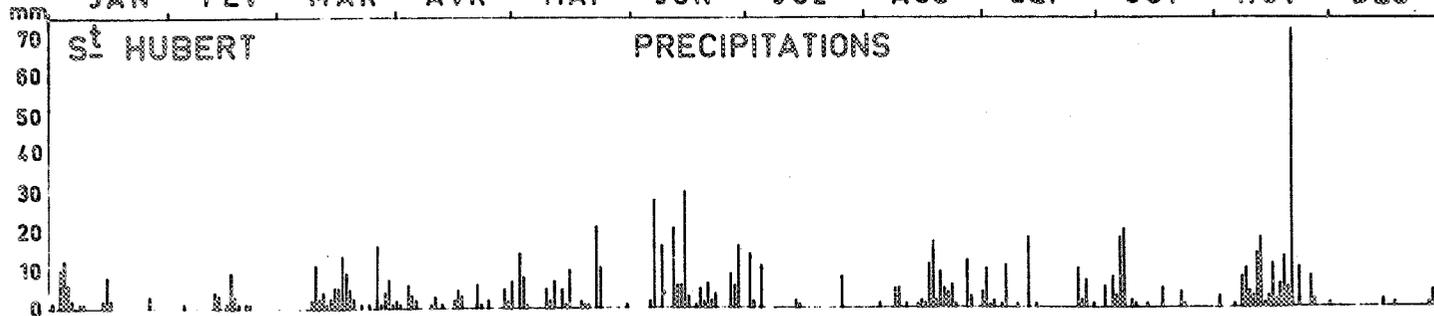
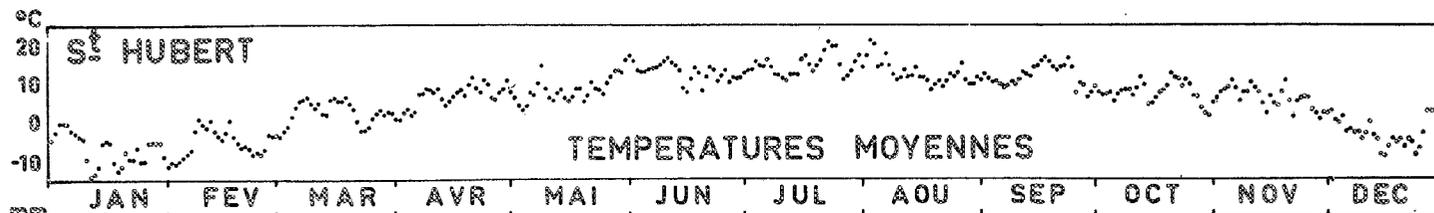
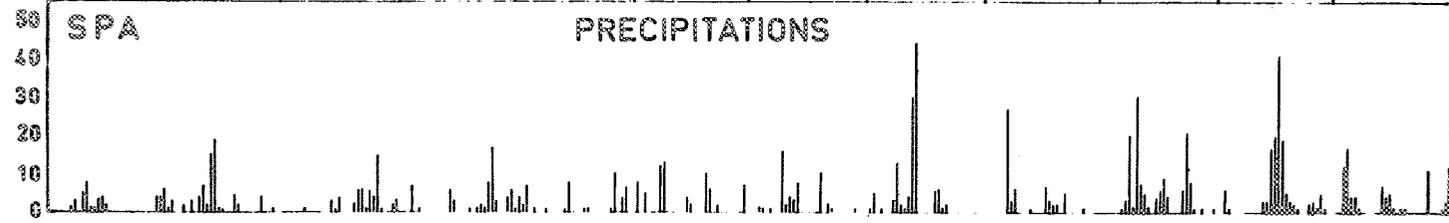
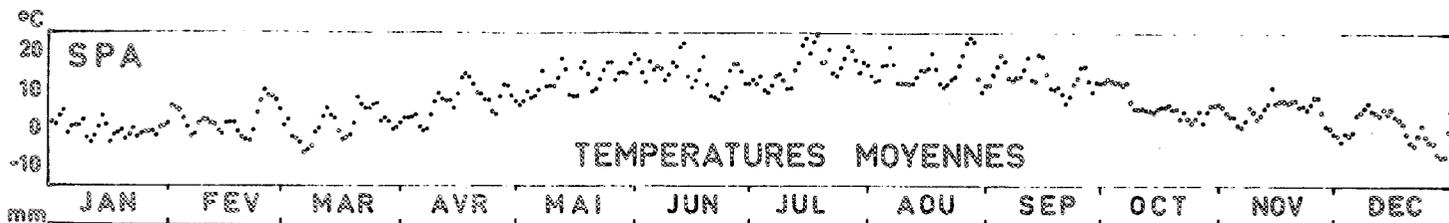


Planche A



1964

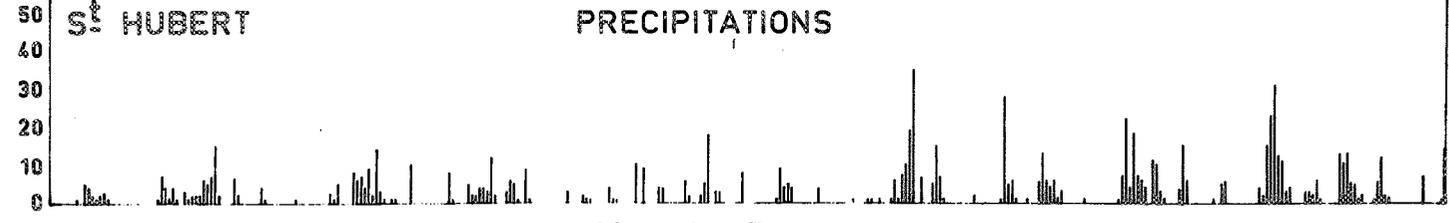
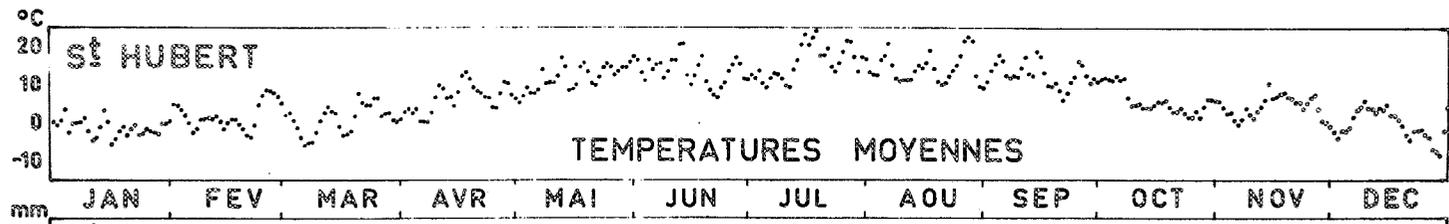
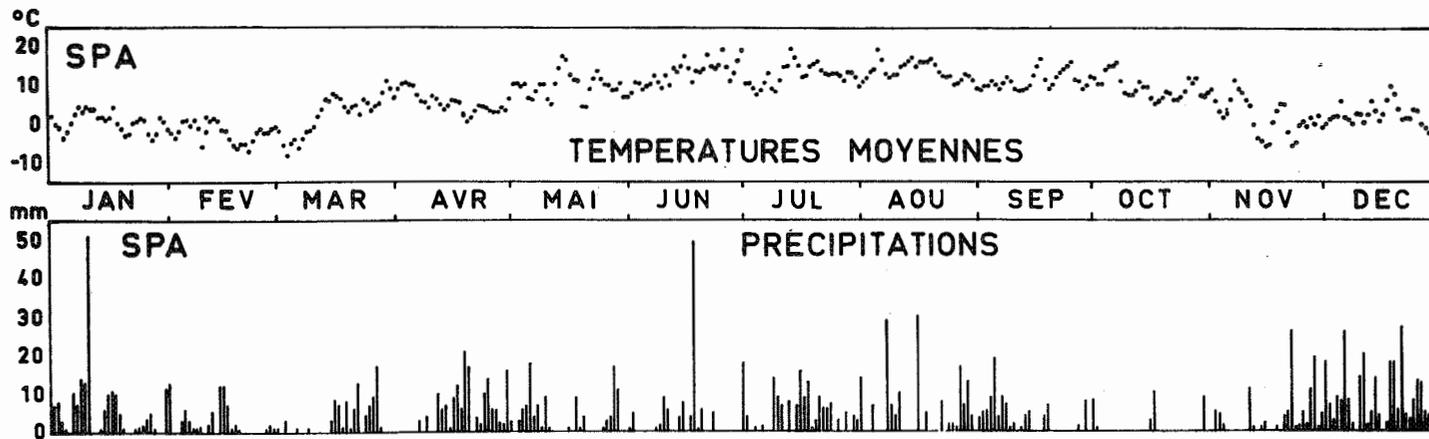


Planche B



1965

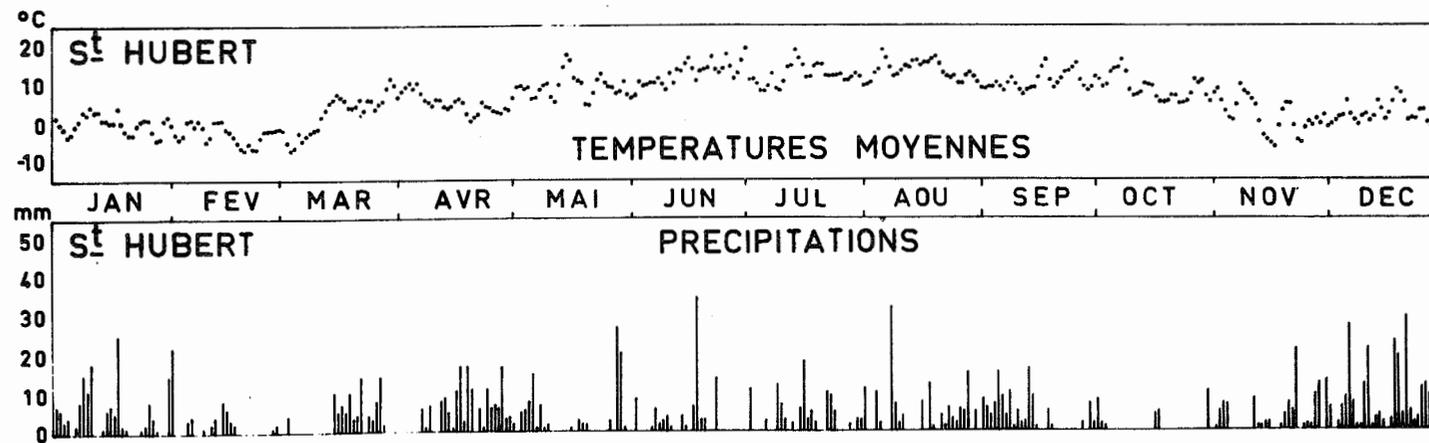


Planche C

OUVRAGES CITES

IV. COMMENTAIRES

IV. COMMENTAIRES

Les conclusions à tirer de l'étude des quelque sept cents échantillons d'eaux ici présentés ont constitué la première partie d'une thèse de doctorat (référence en note infra-paginale, chapitre I).

Le but de la présente publication est essentiellement de fournir des données techniques. Il nous semble toutefois utile de passer très brièvement en revue les principales conclusions qui ressortent directement des analyses.

Nous envisagerons successivement et très sommairement les traits généraux des eaux étudiées, les influences de la lithologie sur leurs caractères chimiques et, enfin, les variations dans le temps de la composition des eaux.

A. CARACTERES GENERAUX DES EAUX ETUDIEES

1. Composition

Les eaux étudiées sont des solutions très diluées (teneur totale en sel très généralement inférieure à 0,5 mg/l) dans lesquelles les bicarbonates de calcium et de magnésium sont de loin les principales substances dissoutes. Le calcium est très généralement beaucoup plus abondant que le magnésium (tableaux LVII à LVIII f).

Le gaz carbonique physiquement dissous dans les eaux des cours d'eau superficiels, et surtout dans les eaux souterraines, est à des teneurs beaucoup plus fortes que ne le permettrait un équilibre avec l'atmosphère libre (p. ex. , tableaux I à XIV et XVIII à XXI.). C'est donc à du CO₂ d'origine biologique qu'il faut faire appel pour expliquer la composition des eaux.

Parmi les anions autres que les bicarbonates, ce sont les sulfates et les chlorures qui dominent; parmi les cations autres que le calcium et le magnésium, mais en quantités bien moindres, le fer et le sodium.

Divers cas de pollution ont été décelés mais leur étude détaillée sera publiée ailleurs (voir , par ex. analyses III, 8, IV, 8, I, 9, II, 9, XL, 1 à 13, LVIII, 6).

La présence des substances étrangères met en évidence le caractère purement indicatif des courbes d'équilibre théoriques auxquelles se réfèrent généralement les chercheurs dans le domaine de l'hydrogéologie karstique.

2. Les traits généraux de l'évolution des eaux dans leur traversée de la région étudiée.

Les eaux de ruissellement ont, avant leur contact avec le calcaire, des duretés très faibles (XVII, 2 à 4). Les eaux de source, même dans le Dévonien inférieur, ont des teneurs moins faibles en calcaire (XXV, 1 à 4, XXVI, 7 à 9).

Les eaux infiltrés dans le calcaire ont des teneurs fortes (XXVII, 1 à 5, XXVIII, 1 à 4; voir aussi tableaux XLVI et LIV).

L'évolution des rivières subaériennes est très lente (tableaux XIV, XV, XVI, XXX); celle des ruisseaux est beaucoup plus rapide (XVIII, XIX, XXIV). Les cours d'eau souterrains acquièrent rapidement une grande dureté après leur enfouissement (XVIII, XIX).

Par contre, après quelques centaines de mètres de parcours souterrain, les eaux ne voient plus leur dureté augmenter que très lentement (comparer III et IV, XLIV et XLV).

L'ensemble de ces constatations confirme la grande importance du rapport entre la surface de contact eau-roche et le volume d'eau écoulée. Il met par la même occasion en évidence la prédominance dans la région étudiée des problèmes de la cinétique de la dissolution sur ceux des équilibres de dissolution.

B. LES INFLUENCES DE LA LITHOLOGIE

1. Eaux ardennaises, eaux condrusiennes.

Le Condroz et l'Ardenne sont les deux régions qui fournissent le plus d'eau aux calcaires paléozoïques. Ces deux régions fournissent des eaux très différentes.

Les eaux ardennaises ont une dureté faible : 75 % de ces eaux ont une dureté comprise entre 30 et 55 mg/l. Les extrêmes sont représentés par le ruisseau de Woignifa (6 mg/l : XVII, 2) et la Gervova (66 mg/l : XXV, 1 et 2).

Les eaux provenant des hauteurs du Condroz sont beaucoup plus dures : 75 % d'entre-elles ont une dureté comprise entre 80 et 240 mg/l. La dureté la plus faible a été observée à Grandchamps (62 mg/l : IL, 1 à 6), et la plus forte au ruisseau de la Préalles (318 mg/l : XXIV, 4).

La différence entre les deux types d'eau subsiste quel que soit le débit et quelles que soient les conditions météorologiques.

La cause de cette différence réside dans la pauvreté des roches du Dévonien inférieur en carbonate, tandis que le Famennien supérieur du Condroz en est assez riche. Dans les "couches de Montfort", la teneur moyenne en calcite et dolomite est comprise, d'après des mesures faites par nous dans la région de Taviers et d'Esneux, entre 10 et 20 % pour l'ensemble de la formation.

Cette différence est un fait très important. Les calcaires dinantiens sont en effet souvent en dépression par rapport aux psammites famenniens qui les entourent généralement et leur fournissent donc une eau déjà dure et souvent saturée. Les calcaires dévoniens sont au contraire essentiellement alimentés en eau par les formations éodévoniennes qui fournissent une eau beaucoup plus douce et généralement plus acide.

Il est bien connu que les plus grandes grottes de Belgique sont dans les calcaires dévoniens, et non dans les calcaires dinantiens, pourtant aussi purs. La différence entre les eaux ardennaises et les eaux des tiges condrusiens est un des facteurs importants - et qui jusqu'ici n'avait jamais été étudié ni même signalé - de cette différenciation entre les karsts des formations dévoniennes et ceux des formations carbonifères.

2. Les eaux dans les calcaires dévoniens et dans les calcaires dinantiens.

Les deux formations carbonatées donnent naissance à deux types d'eaux karstiques, bien différents aussi : les eaux karstiques des calcaires dévoniens quittent ceux-ci presque toujours sous-saturées (voir p. ex. les indices de saturation dans les tableaux III, IV, XI, XIII et XXVI); les eaux du Calcaire carbonifère sont presque toujours saturées ou sursaturées (voir p. ex. les tableaux V, VI, XXIII).

Une des causes de cette différence réside dans la différence d'alimentation (voir 1, ci-dessus). Une autre cause est dans la présence d'un abondant résidu de dissolution dans les calcaires tournaisiens, sous la forme d'un très fin gravier constitué surtout de débris de crinoïdes à travers lesquels les eaux percolent très lentement, alors que l'observation montre dans les calcaires dévoniens la prépondérance des conduits non filtrés.

Ceci a pour effet que la dissolution est plus importante dans les calcaires dévoniens que dans les calcaires dinantiens, et aussi que les effets des crues sur le régime hydrique et sur le chimisme de l'eau sont plus importants dans le Dévonien.

C. LES VARIATIONS DANS LE TEMPS DE LA COMPOSITION DES EAUX

Ce sujet est très complexe et peu de conclusions se tirent de la simple lecture des tableaux d'analyses (1).

Nous nous contenterons donc ici de donner deux exemples concrets de nos observations puis d'énoncer brièvement nos conclusions générales à ce sujet.

1. L'effet de la sécheresse

L'effet principal de la sécheresse est, en diminuant progressivement le débit des cours d'eau, d'augmenter la concentration en sels dissous.

Par exemple, la diminution progressive du débit de l'Amblève de 2,5 à 1 m³/sec. entraîne une hausse du T. A. C. de 30 à 39 mg/l (XIII, 1 à 3); simultanément, l'Ourthe, dont le débit passe de 7,5 à 4,5 m³/sec. subit une hausse du T. A. C. de 60 à 69 mg/l (XIV, 6 à 8).

(1) Comme pour les autres sujets traités ici, celui-ci sera l'objet d'une publication dans les Annales de Spéléologie.

La même évolution est encore plus facile à observer dans les cours d'eau plus petits. Ainsi, par exemple, nous avons analysé en période de sécheresse trois cours d'eau durant 48 heures, toutes les 3 heures. La hausse moyenne du T. A. C. en 48 heures a été de 5 mg/l (tableaux XXI, XXII, XXIII). Dans les deux premiers cours d'eau, qui sont subaériens, on peut en outre déceler par l'analyse une légère baisse de dureté en fin de nuit (vers 4 h du matin) due à la condensation de rosée consécutive au refroidissement nocturne.

2. Les effets comparés d'une pluie normale et d'un orage.

Une pluie d'orage diluvienne s'abattit le 23 juillet 1963 sur Remouchamps. Nous en avons analysé les effets, de 2 en 2 heures, durant 24 heures, sur divers cours d'eau des environs (tableaux XXII à XXIX). On peut comparer les effets de ce météore à ceux de la période pluvieuse au cours de laquelle, les 17 et 18 août 1963, nous avons procédé à des analyses analogues (tableaux XL à XLVIII).

Nous nous contenterons de commenter ici brièvement les tableaux XXXIV et XLI qui se rapportent tous deux au ruisseau de Sècheval à Remouchamps. L'augmentation très forte du débit due à l'orage fait que, malgré la dilution de l'eau, la quantité de calcaire dissous par unité de temps est beaucoup plus forte lors d'une averse orageuse. Si l'on multiplie, pour chaque analyse, la dureté par le débit et si pour chacun des deux jours considérés on intègre les quantités de calcaire sur la période de 24 heures considérée, on voit que durant les 24 heures d'observation comportant des pluies modérées il est passé dans le ruisseau environ 500 à 600 grammes de calcaire dissous; sur les 24 heures suivant l'orage, c'est 600 à 700 kilogrammes qui sont passés au même point.

Les analyses montrent donc que le transport de calcaire dissous a été mille fois plus important le jour de l'orage que le jour pluvieux.

3. Conclusions générales

La comparaison de tableaux d'analyses faites avec des périodicités diverses (de 2 en 2 heures, de jour en jour, ou hebdomadairement ou mensuellement) montre que les variations saisonnières s'effacent devant les variations météorologiques plus courtes : pluie, sécheresse, neige, gel....

Les variations journalières sont très faibles et, dans le cadre de cette étude, négligeables devant les autres variations.

Le gel a une action assez peu importante en Belgique sur la cinétique de la dissolution du calcaire : augmentation des concentrations lors du gel, mais diminution des quantités totales transportées à la suite de la diminution du débit. La fusion de la glace fournit une eau beaucoup plus pauvre en CO_2 qu'on ne le croyait généralement.

OUVRAGES CITES

- BACK W.-1961 - Calcium carbonate saturation in ground water, from routine analyses.
Geological Survey Water - Supply Paper 1535 - D, 14 p.
- BACK W. - 1962 - Preliminary results of a study of calcium carbonate saturation of ground water in Central Florida.
Bulletin de l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique, 8, 43 - 51.
- CEBEDEAU - 1954 - Livre de l'Eau, ouvrage rédigé collectivement.
Liège, 344 p.
- CEBEDEAU - 1964 - Même ouvrage, deuxième édition. Herstal, 382 p.
- DUYCKAERTS G. - 1957 - Travaux pratiques de Chimie analytique.
180 p. Ronéotypé. Desoer, Liège.
- C. EK - 1968 - La teneur en $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ et en CO_2 des eaux des grottes belges. Note préliminaire.
Actes du IVe Congrès International de Spéléologie,
Ljubljana, t. 3, pp. 75 - 78.
- 1969 - L'effet de la loi de Henry sur la dissolution du CO_2 dans les eaux naturelles.
Problems of the karst denudation, Brno, pp. 53 - 56.
- 1973 - La dissolution du carbonate de calcium - Essai de mise au point. Bulletin de la Société géographique de Liège, n° 9.

- HOLM-JENSEN I. - 1960 - A new absorption device. Its application to titrimetric and conductometric microdeterminations of carbon dioxide in air.
Analytica Chimica Acta, 23, 13 - 27.
- RAINWATER F. H. et THATCHER L. L. - 1960 - Methods for collection and analysis of water samples.
Geological Survey water - Supply Paper 1454,
301 p.
- ROQUES H. - 1961 - Eléments pour une cinétique des phénomènes karstochimiques.
Annales de Spéléologie, 16, 329 - 339.
- ROQUES H. - 1962 - Appareillages pour le dosage de CO₂ dans les mélanges gazeux.
Annales de Spéléologie, 17, 455 - 462.
- ROQUES H. - 1962a - Considérations théoriques sur la chimie des carbonates (premier mémoire).
Annales de Spéléologie, 17, 11 - 41.
- ROQUES H. - 1962b - Considérations théoriques sur la chimie des carbonates (deuxième mémoire).
Annales de Spéléologie, 17, 241 - 284.
- ROQUES H. - 1963a - Sur la réparation du CO₂ dans les Karsts (deuxième mémoire).
Annales de Spéléologie, 18, 141 - 184
- ROQUES H. - 1963b - Observations physico-chimiques sur les eaux d'alimentation de quelques concrétions.
Annales de Spéléologie, 18, 377 - 404.

ROQUES H. - 1964 - Contribution à l'étude statique et cinétique des systèmes gaz carbonique - eau - carbonate.
Annales de Spéléologie, 19, 255 - 484.

SCHOELLER H. - 1962 - Les Eaux souterraines - Paris, 642 p.

SCHWARZENBACH G. - 1955 - Die Komplexometrische Titration.
Die Chemische Analyse, 45, Stuttgart.

SMITH D. I. et MEAD D. G. - 1962 - The solution of limestone, with special reference to Mendip.
Proc. Univ. Bristol Spelaeological Soc., 9,
188 - 211.