

Résumé des résultats de recherches sur les bassins versants d'investigation du Blavet (1962-1967)

(A.) Rampon

1. ORGANISME GESTIONNAIRE

Ministère de l'Agriculture CTGREF, 92160 Antony.

2. THÈME DE RECHERCHES

Détermination des réserves hydrogéologiques non permanentes d'été, en région de socle, à partir d'une méthode simple et éventuellement à partir de coefficients relevant directement des Sciences de la Terre.

3. DESCRIPTION DES BASSINS

Dans le bassin versant général du Blavet, quatre bassins versants élémentaires, sur un substratum différent, ont été choisis (BV I à BV IV) qui ont fait l'objet de la même étude. Chacun d'eux est défini par une station de jaugeage.

3.1. CARACTÈRES PHYSIOGRAPHIQUES ET CLIMATIQUES

3.1.1. *Bassin versant général*

Région : Bretagne (cf. page 78).

Cours d'eau : Blavet.

Exutoire } latitude : 47° 50' 00" N,
 } longitude : 3° 12' 30" W Paris.

Superficie : 1 930 km².

Altitude minimum et maximum : 10 et \neq 300 m.

Hydrographie : voir page 79.

Géologie : schistes et granites (page 80).

Climat : océanique (cf. § 3.1.2.2.).

Autres caractéristiques : voir bassins versants élémentaires.

3.1.2. Bassins versants élémentaires (sous-bassins)

3.1.2.1. Complexe physique

 TABLEAU 3.1.2.1.
 QUELQUES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES DES BASSINS

| Nom des sous-bassins | B.V. I Plounevez- Quintin | B.V. II (I + II) Gouarec | B.V. III Guénin | B.V. IV Quistinic |
|--------------------------------------|---------------------------------|--|--|----------------------------|
| Période d'étude (1) | 1964-1967 | 1964-1967 | 1964-1967 | 1963-1967 |
| Superficie en km ² | 104 | 235 | 316 | 48 |
| Indice compacité K | 1,28 | 1,38 | 1,22 | 1,25 |
| Indice de pente Ip | 0,066 | 0,071 | 0,059 | 0,098 |
| Indice de pente globale Ig | 3,47 | 4,11 | 2,79 | 7,14 |
| Altitudes extrêmes en m | ≠ 300-173 | ≠ 300-128 | ≠ 160-39 | ≠ 160-38 |
| Densité drainage | 2,42 | 2,07 (2) 1,43 (3) | 1,25 | 2,00 |
| Géologie en % | granites 100 | granites = 65,8 schistes = 34,2 | schistes = 100 | granulite = 100 |
| Sols (4) | sol brun acide | sol brun acide | sol brun acide | sol brun acide |
| Végétation % | bois-herbage = 35 | bois-herbage = 20 | bois-herbage = 20 | bois-herbage = 35 |
| Hydrogéologie : | | | | |
| — terrain | — arène | — arène ou altération de schistes et grabens sédimentaires | — altération des schistes et grabens sédimentaires | — arène |
| — nappe | — diaclases fragmentaire | — diaclases fragmentaire (2) (3) | — diaclases fragmentaire | — diaclases fragmentaire |
| Hydropédologie : | | | | |
| — réserves maximales du sol | 75 mm | 77 ou 128 mm | 120 à 138 mm | 79 mm |
| — perméabilité de l'horizon humifère | 0,6 · 10 ⁻⁵ m/s | 0,6 ou 0,2 10 ⁻⁵ m/s | 0,2 · 10 ⁻⁵ m/s | 0,6 · 10 ⁻⁵ m/s |

(1) Les stations de jaugeages ont été prises en compte dès 1968, par le SRAE de Rennes.

Actuellement, un sous-bassin du BV III, défini par une nouvelle station de jaugeage, gérée également par le SRAE de Rennes, est à l'étude (Bilan - Erosion des sols après remembrement).

(2) Granites porphyroïdes.

(3) Schistes de Chateaulin.

(4) Avec : — en bas fond sur granites, des tourbes oligotrophes et très rarement des pseudogleys,

— en bas fond, sur schistes, des semi-gleys et plus rarement des gleys.

3.1.2.2. Climatologie

Climat océanique type. Distribution temporelle des précipitations étendue dans l'année (150 jours par an), distribution spatiale (isohyètes) relativement homogène.

 TABLEAU 3.1.2.2.
 QUELQUES VALEURS AU COURS DE LA PÉRIODE 1965 A 1967 A GOUAREC (G) OU ROSTRENEN (R)

| Eléments du climat | Valeurs mensuelles extrêmes | Total moyen ou modules annuels |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Pluviométrie (G) | 25,0-157,0 mm | 1 043 mm |
| Evapotranspiration Bouchet (G) | 7,0- 74,0 mm | 457 mm |
| Température (R) | 4,2- 15,5 °C | 9,8 °C |
| Insolation (R) | 39,0-181,0 heures | 1 354 heures |
| Humidité relative de l'air (R) | 80,7- 91,0% | 85,4% |

CARTE D'ENSEMBLE

Générale :

- Limite de bassin versant général
- Limite de bassin versant élémentaire
- ~ Cours d'eau
- 200m Courbe topographique
- Localité

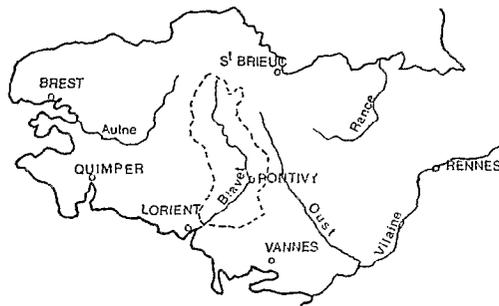
Hydrométrie :

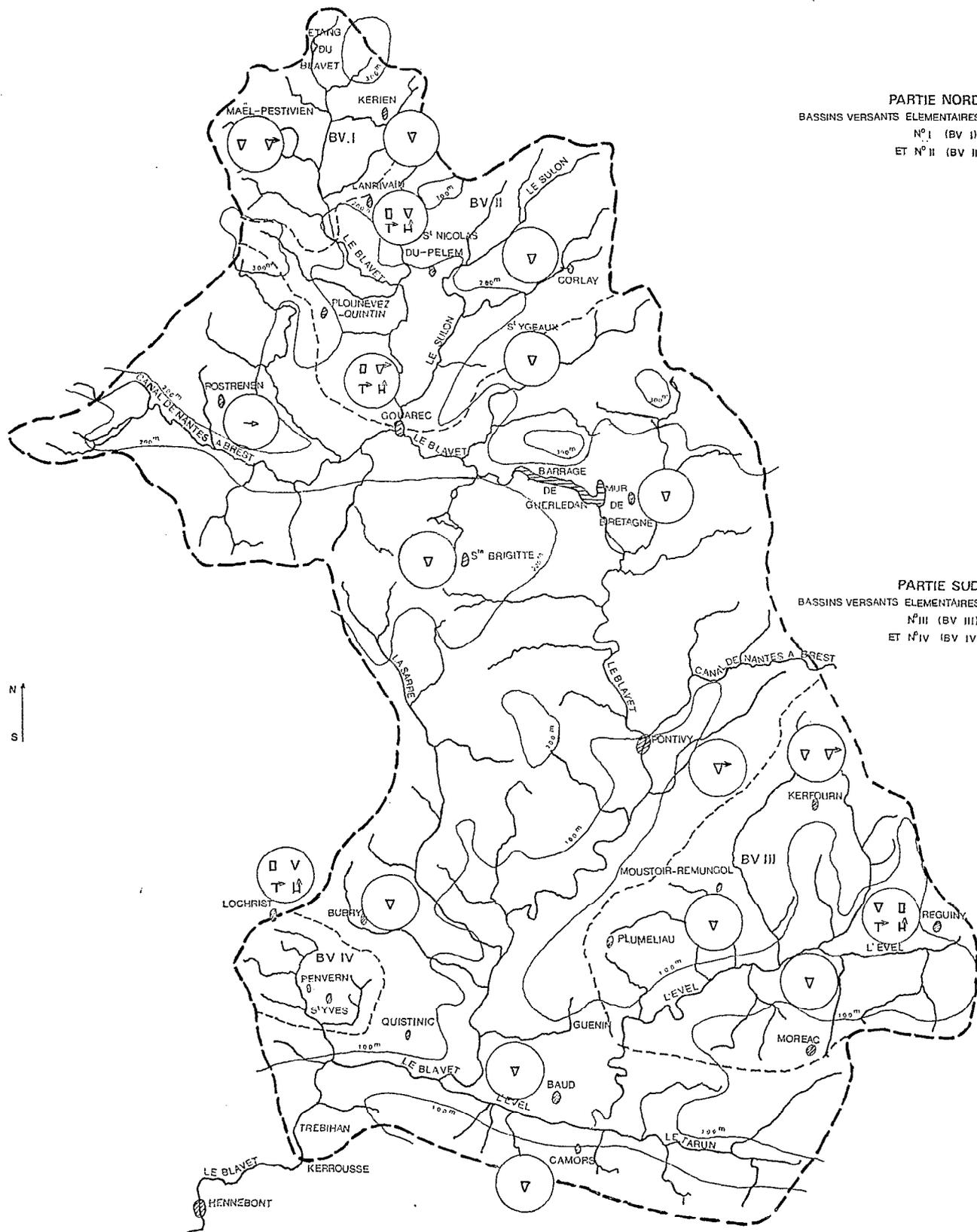
- Station de jaugeage (avec limnigraphe aux B.V. I, II, III et IV)

Climatologie :

- Station ou poste d'observation
- v Pluviomètre
- T Thermographe
- Evaporomètre Piche
- ∇ Pluviographe
- H Hygrographe
- Station météorologique nationale (Station synoptique d'observation).

Situation du Bassin versant général :

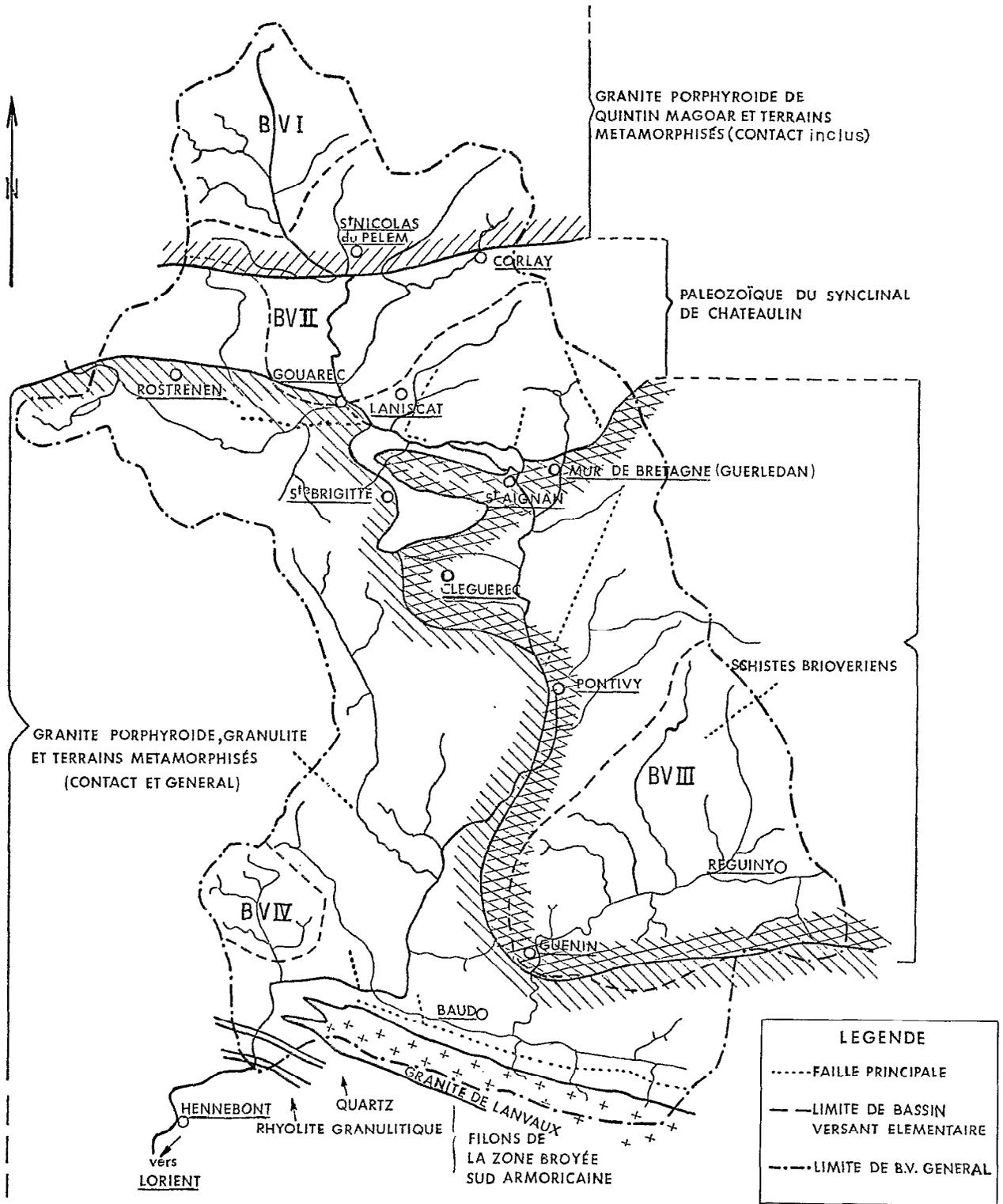




PARTIE NORD
 BASSINS VERSANTS ELEMENTAIRES
 N° I (BV I)
 ET N° II (BV II)

PARTIE SUD
 BASSINS VERSANTS ELEMENTAIRES
 N° III (BV III)
 ET N° IV (BV IV)

Bassin versant du Blavet



Blavet
Lithologie - Esquisse géologique

3.1.2.3. Hydrométrie

Variation du débit mensuel à Gouarec (1965-1967) = 0,9 à 9 m³/s.
Le débit moyen annuel correspond à une lame d'eau de 466 mm.

3.1.2.4. Observations

Des résultats mensuels concernant les précipitations, les débits moyens, l'évaporation à partir du Piche, les températures moyennes de l'air ont été fournis, pour chacun des bassins élémentaires à propos de l'enquête BEP (1) d'avril 1969. Ont également été donnés, pour cette enquête, les résultats mensuels concernant l'évaporation sur bac et l'insolation mesurée à la station de la météorologie nationale à Rostrenen, ainsi que des résultats concernant les qualités chimiques des eaux de rivières et de puits dans les bassins étudiés.

Ces résultats peuvent encore être consultés dans les publications [3], à diffusion pratiquement confidentielle et [5] à diffusion moins restreinte.

3.2. DISPOSITIF DE MESURES ET D'OBSERVATIONS

Cf. page 79 et tableau 3.2. ci-après.

TABLEAU 3.2.
ÉQUIPEMENT ET OBSERVATIONS

| Nature des observations | Stations ou nombre de points d'observations | Fréquence des observations ou des mesures | Période d'exploitation | Forme des données d'observations | Pas de temps | Remarques |
|--|---|--|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Précipitations | 13 (1) + 1 (2) + 6 (3) | Quotidiennes ou diagramme hebdomadaire | Depuis 1964 1966 ou 1967 | Relevés ou pluviogrammes | Journalier | |
| Thermographe | 4 (1) + 1 (2) | Quotidien | Depuis 1965 et | Relevés ou diagrammes | Journalier | |
| Hydrographe Piche | 4 (1) + 1 (2) | diagramme hebdomadaire | 1966 à 1969 | | Journalier | |
| Mesures météorologiques diverses | 1 (2) | Normes météorologiques nationales | Depuis 1954 | Normes météorologiques nationales | Journalier | |
| Débits | 4 (1) + 1 (3) | Diagrammes hebdomadaires | Depuis 1912 (3) ou 1964 | Diagrammes | Journalier | |
| Piézométrie (Puits) | 18 (granites) | Tous les 15 jours pendant 3 mois d'été et 3 mois d'hiver | 1963 1964 1967 | Relevés | Cf. fréquence | |
| Résistivités | 126 (puits) 82 (rivières) | Juin 1967 | — | Relevés | Cf. fréquence | |
| Hydrogéochimie | Pluie = 5 à 9 Puits = 19 Rivière = 14 | 3 prélèvements en hiver 3 prélèvements en été | 1963 1964 | Relevés | Cf. fréquence | |
| Profils pédologiques | 220 (1) | 1 | — | Relevés | Cf. fréquence | |
| Pédochimie et pédophysique (Granulométrie-Réserves-Perméabilité) | 129 (1) | 1 | — | Relevés | Cf. fréquence | |
| Lysimètres (Région voisine) | Quimper (INRA) | Analyses chimiques trimestrielles | Depuis 1954 | Relevés | Cf. fréquence mensuelle | Corrélation avec B.V. N° 1 |

(1) Bassins versants élémentaires.

(2) Parc météo national à Rostrenen. SSO (Station Synoptique d'Observations).

(3) Bassin versant général (Station usine de Guerledan en ce qui concerne les débits).

(1) Bureau d'Etudes Permanent, Paris.

4. PRINCIPALES PUBLICATIONS

- [1] COPPENET (M.) et RAMPON (A.) - 1967 - Contribution à l'étude des sols granitiques et schisteux de Bretagne. Le bassin versant du Blavet. *Annales agronomiques*, Versailles, 18 (5), pp. 455-484.
- [2] RAMPON (A.) - 1969 - Mesures de pendages et de directions de fractures dans des granites. Considérations théoriques et application à la circulation souterraine de l'eau. *Rev. de géographie physique et de géologie dynamique*, Paris, (2), vol. XI, fasc. 2, pp. 177-187.
- [3] RAMPON (A.) - 1971 a - Contribution à l'étude pédologique et hydrogéologique de la Bretagne centrale. Le Blavet et ses affluents. Thèse d'Etat, Paris, ronéo. CTGREF de Paris-Antony, Antony, 109 planches dessins, 12 planches photographies, 773 p.
- [4] RAMPON (A.) - 1971 b - Les sciences de la Terre dans l'étude des bassins versants représentatifs. Le Blavet en Bretagne centrale. *Rev. de géographie physique et de géologie dynamique*, Paris, vol. XIII, fasc. 4, pp. 383-402.
- [5] RAMPON (A.) - 1972 - Contribution à l'étude des facteurs du bilan de l'eau. Les bassins versants élémentaires représentatifs du Blavet. Ronéo. CTGREF de Paris-Antony, Antony, 58 planches dessins, 7 planches photographiques, 354 p.

5. RÉSULTATS OBTENUS

5.1. RÉSULTAT PRINCIPAL

Cette étude démontre comment des considérations et des mesures relevant des Sciences de la Terre permettent d'extrapoler à des unités d'une certaine dimension, des résultats obtenus en des secteurs à surface forcément limitée. Elle fait connaître, dans le domaine de la recherche, une manière de chiffrer l'évapotranspiration effective *in situ* à l'échelle d'un bassin par un bilan trimestriel. D'où une nouvelle méthode de bilan, nouvelle dans le sens où tous les termes (P, ET, RSD, Q) (1) sont connus et où l'on peut ainsi, par différences logiques, mesurer l'évolution mensuelle des réserves hydrogéologiques non permanentes et l'apport des réserves au débit en été.

Ceci permet de connaître le déficit intermensuel moyen DF_m qui donne la lame d'eau correspondant au volume des réserves non permanentes de l'eau souterraine pendant la période déficitaire de l'été, dans une région de socle où l'exploitation des lois de tarissement est irréalisable du fait de la fréquence des pluies. La formule $DF_m = \frac{DF_r \times P_a}{12}$ exprime le DF_m en fonction de la pluviométrie annuelle P_a et d'un coefficient défini selon le type de substratum et calculé grâce à la méthode en question. Un calcul d'erreur démontre que ces coefficients sont significativement différents.

D'une manière plus générale, au demeurant, des calculs d'erreurs ainsi que des analyses statistiques par diagrammes (stéréogramme) ou régressions ou encore par application de lois ou de tests (en tectonique, pédologie, climatologie, hydrogéologie, hydrologie de surface) conduisent à des conclusions sans ambiguïtés.

5.2. RÉSULTATS PARTICULIERS

Dans le plan de la thèse qui en rend compte, les disciplines traitées apparaissent par les titres des chapitres. L'analyse qui en relève conduit à des résultats particuliers, résultats dont certains valent, semble-t-il, d'être signalés :

En pédologie :

Le rapport de l'humidité équivalente à l'humidité au point de flétrissement est de l'ordre de 2, dans le cas des sols sur granites et de 3 pour les sols sur schistes, ce qui permet d'évaluer aisément le point de flétrissement selon le substratum (il existe entre les deux types de substrat, une différence statistique dans leur granulométrie (2) ; le calcul des réserves hydro-pédologiques d'autre part, sur prélèvement et en fonction de la position topographique des sols ainsi que des surfaces correspondantes, gagnerait et ferait gagner à être systématiquement appliqué au cours de telles études. Il en est de même du principe qui consiste à faire intervenir non pas les variations de profils hydriques, mais la variation de la réserve maximum disponible dans le sol en fonction de la pluviométrie et de l'évapotranspiration. Ce principe conduit à des déterminations de la réserve en eau relativement simples et prati-

(1) P = Précipitation ; ET = Evapotranspiration ; RSD = Réserve du sol disponible (à partir des réserves maximum du sol RMS) ; Q = Débit.

(2) Par ailleurs assez proche l'une de l'autre, puisque les granites induisent des sols limoneux à tendance sableuse et les schistes des sols limoneux à tendance argileuse.

cables, qui restent suffisamment précises à cette échelle du temps et de l'espace. Enfin, des analyses pédo-chimiques de magnésium et de matières organiques font apparaître que la circulation de l'eau dans l'horizon humifère, souvent indépendante « du sous-humifère », peut être assimilée au ruissellement hypodermique ; l'existence de ce ruissellement hypodermique n'exclut pas, d'ailleurs, l'existence d'un retard au ruissellement que des auteurs invoquent à propos de l'analyse des hydrogrammes.

En climatologie :

L'intensité des précipitations est la plus fréquente à 1 mm/h, mais peut atteindre, sur trois ans, 24 mm/h; le fait que 80% des pluies aient une intensité comprise entre 0 et 4 mm/h permet de montrer, en faisant intervenir la perméabilité des terrains (mesurée dans l'horizon superficiel) que l'infiltration, dans la plus grande majorité des cas, n'est pas limitée en terrain plat par une trop forte intensité de la pluie, même en région schisteuse.

D'autre part, la détermination de la période végétative relève pratiquement du seul ensoleillement dans ces climats (c'est vraisemblablement la loi du facteur limitant) et l'exposition des stations de mesures de l'évapotranspiration en vallée (x) ou sur une butte (y) induit une différence assez sensible pour que l'on puisse exprimer la relation entre les deux par l'équation : $y = 1,4x + 14,2$. Il est également démontré que l'évapotranspiration BOUCHER, EB, rend compte des variations effectives, mesurées en place, de l'évaporation dans les bassins (elle demande néanmoins un réajustement, par le bilan trimestriel évoqué plus haut) ; cette technique paraît, en cela, préférable à l'usage de formules climatologiques d'évapotranspiration qui font intervenir un élément au moins, d'ordre trop général (latitude par exemple).

En hydrogéologie et hydrologie de surface :

Le chapitre hydrogéologie réalise déjà une synthèse des chapitres précédents ; il y apparaît que la structure hydraulique souterraine correspond à un complexe de réservoirs (porosité d'interstice) et d'un système de fractures et failles (constituants des drains mineurs et des drains majeurs). Ceci confirme les études d'ordre lithologique et tectonique et ressortit à des résultats relevant d'observations aux affleurements, de l'hydrogéochimie, de la piézométrie, de mesures de résistivité des eaux (qui rapportée à l'amplitude piézométrique, conduit à un coefficient de potentiel des réserves permettant de montrer une alimentation latérale en certains bassins), relevant de la recherche de tritium dans les eaux (ce qui confirme que l'eau souterraine a une origine ni trop profonde ni ancienne et que le bilan n'est pas faussé par l'intervention d'eaux juvéniles), relevant également de la corrélation drainage en lysimètre de sol granitique \times écoulement en bassin versant granitique (qui montre l'existence de pertes d'eau par le bassin versant en hiver, ce qui est important dans l'interprétation du bilan). Le régime hydropiézométrique, ainsi que la corrélation coefficient d'écoulement \times déficit d'écoulement font apparaître une période neutre ou période remarquable de transition entre l'excédent des réserves en hiver et leur déficit en été, période qui, avec le déphasage pluie-débit, sert de base à l'établissement du bilan.

Parmi les conséquences de ce type de bilan, il faut mentionner que :

— La réserve pédologique maximum utile du sol se chiffre encore en millions de mètres cubes, dans le plus petit des bassins et qu'il est dangereux de négliger cet élément dans un bilan de l'eau en des bassins versants analogues,

— Sur une moyenne de trois ans, on a ici : $ETR = ETP$,

— On peut déterminer une infiltration annuelle,

— On peut définir, dans l'évolution interannuelle des réserves hydrogéologiques, trois périodes principales (excédentaire, neutre ou déficitaire) qui sont caractéristiques d'un régime hydraulique ou importante dans l'établissement d'un bilan (période neutre).

6. CONCLUSIONS PRATIQUES

6.1. APPLICATION PRATIQUE IMMÉDIATE OU DIFFÉRÉE DES RÉSULTATS

Il est devenu possible de chiffrer rapidement les ressources non permanentes en eau de l'ensemble du massif armoricain ou d'un massif ancien semblable, pendant la période critique de l'été, en fonction de la pluviométrie annuelle et de coefficients géopédologiques tels qu'ils ont été calculés pour des terrains granitiques ou métamorphisés (et assimilables) et des terrains schisto-greux (et assimilables).

Ces coefficients peuvent être appliqués à d'autres types de régions et de climats, sous réserve cependant d'un contrôle, voire d'un réajustement, par la méthode de bilan proposée (en testant un bassin versant représentatif dans chacune des grandes régions d'un territoire, région homogène à une certaine échelle sur le plan des sciences de la Nature).

6.2. INCIDENCES

Pour un nouveau programme de recherche actuellement en cours en Bretagne, et qui consiste à mesurer les effets du remembrement sur l'hydraulique et l'érosion des sols dans un bassin versant, un tel bilan sera — avec

la mesure directe de l'érosion entre autres — un des éléments permettant de comparer ce qui se passe dans un bassin versant expérimental avant et après les opérations connexes du remembrement (arasement de nombreux talus du bocage).

Il est souhaitable d'autre part, que des résultats particuliers retiennent l'attention de certains chercheurs plus spécialisés, les incitant éventuellement à quelque développement (coefficient d'aire relative, par exemple, proposé en géomorphologie).

Sur le plan d'une incidence plus générale une telle étude tend également à démontrer, par l'exemple qu'elle constitue, l'importance du rôle des sciences de la Terre dans ce domaine. Ce rôle intervient au stade de la conception du programme, de son déroulement et des développements physiques, chimiques et mathématiques qu'il implique, au stade du dépouillement (même dans le choix de certains découpages des diagrammes pour les opérations sur ordinateurs qui sont désormais utilisés par les équipes), de l'exploitation et de l'interprétation des résultats. Il permet aussi d'infirmer ou de confirmer — par recoupement lorsque aucun autre procédé n'est possible — bien des hypothèses qui ne manquent pas d'être soulevées en cours de recherche.

Antony, 23 novembre 1973.

A. RAMPON.