

Le milieu physique

Jean Collinet
Bruno Monteny
Bernard Pouyaud

La programmation scientifique du Ministère de la Recherche Scientifique regroupait sous le titre "Evolution du milieu physique" six opérations de recherche destinées à faire le bilan des conditions du milieu physique pré-existant et à en évaluer les modifications sous l'effet des transformations dues aux activités humaines.

La présentation que nous retenons ici et les fortunes diverses des opérations nous amènent à rassembler les principaux résultats relatifs au milieu physique pré-existant sous la forme de trois exposés synthétiques, consacrés, l'un à une présentation bioclimatique générale du sud-ouest ivoirien, et plus particulièrement de la région de Taï, l'autre à une étude de la couverture pédologique des bassins versants de la station de Taï, le dernier enfin à une présentation des caractéristiques hydrologiques des rivières du sud-ouest ivoirien et plus particulièrement obtenus sur les trois bassins versants expérimentaux.

DESCRIPTION PREALABLE DE LA GEOLOGIE, DE LA GEOMORPHOLOGIE ET DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE

La Côte d'Ivoire appartient à la plate-forme épi-éburnéenne dans le socle de laquelle l'analyse structurale permet de distinguer deux anciennes chaînes orogéniques superposées : les Libérienides d'âge archéen (3.000.000-2.300.000 années) et les Eburnéides d'âge protérozoïque inférieur (2.300.000-1.700.000 années). Les Eburnéides sont partiellement constituées par des laves et sédiments plus ou moins métamorphisés connus dans l'Ouest africain sous le nom de birrimien.

L'ensemble de la Côte d'Ivoire est découpé longitudinalement en éléments structuraux orientés NNE - SSW. Sur la carte de Tagini* (1972) on peut voir que le sud-ouest ivoirien comporte successivement des blocs appartenant aux orogénies libérienne et éburnéenne. Dans le sud-ouest, le métamorphisme a été de basse pression variant

du faciès amphibolite au sous faciès granulite à hornblende. Les migmatites sont largement représentées. Le complexe charnockitique de Tabou reste très discret et l'assemblage orogénique libérien, représenté par des gneiss, amphibolites, pyroxénites et quartzites ferrugineux, ne subsiste le plus souvent que sous la forme de lambeaux. Mais les observations de terrain menées dans le périmètre des bassins versants de Taï se rattacheront plutôt à des roches de type mica-schistes. Le réseau hydrographique, bien développé, exploite les directions structurales ou tectoniques (failles) de la région. Fortement hiérarchisé dans ses parties aval, ce réseau est relayé en son amont par un réseau arborescent plus ramifié sans orientation préférentielle dû à une reprise d'érosion moderne par les ravinements.

Les paysages de la région de Taï sont organisés en grands interfluves allongés dont les diverses formes pédomorphologiques par leurs différences permettent d'appréhender le passage des plateaux souvent cuirassés du Nord aux classiques demi-oranges du Sud de la région.

La couverture pédologique présente des formations anciennes (cuirasses, lithosols, carapaces) reliques de périodes climatiques vraisemblablement plus sèches (dernière période "sèche" : - 30.000 ans). Ces formations occupent les positions hautes du modelé et s'étagent sur deux niveaux successifs. Le plus ancien et le plus dégradé est constitué de quelques sommets nettement convexes culminant à 195 m d'altitude. Un second niveau moins dégradé situé à 170 m d'altitude environ est soit représenté par des préplats sur les pentes des sommets précédents, soit isolé dans le paysage (sommets plan convexe). Ces formations sont nettement en déséquilibre avec l'altération ferrallitique du climat équatorial actuel. C'est ainsi que la couverture pédologique rouge kaolinitique s'approfondit, que les cuirasses ou carapaces se démantèlent en donnant des nodules observés sur la plupart des sommets et en épandage sur les versants.

Les trois études spécifiques qui suivent préciseront chacune dans son domaine les résultats déjà obtenus.

BIOCLIMATOLOGIE

DETERMINISME GENERAL

Le mécanisme de la circulation climatique atmosphérique générale en Afrique de l'Ouest est en relation avec la quantité d'énergie solaire reçue. Avec le soleil passant au zénith à l'équateur le 21 mars et le 23 septembre, les régions tropicales et équatoriales ont, tout au long de l'année, un bilan radiatif positif. Les températures observées restent relativement constantes d'une année à l'autre. Cet état d'équilibre provient, au niveau du continent, du transfert du surplus d'énergie calorifique par les masses d'air.

Dans les régions subtropicales, les masses d'air sont chaudes et généralement sèches. Elles

proviennent de la circulation, à haute altitude, d'un gigantesque flux d'air "jet stream" qui s'écoule à grande vitesse (100 à 200 km h⁻¹) au-dessus des tropiques et qui rabat l'air de haut en bas, créant à basse altitude des zones de haute pression.

Les masses d'air, en s'accumulant au sol, se compriment, se réchauffent et s'assèchent. Elles sont responsables de déserts tropicaux de part et d'autre de l'Equateur. Ces centres de haute pression subtropicale émettent des vents au sol : les alizés boréal (N) et austral (S) qui soufflent vers les zones de basse pression, en particulier vers les zones équatoriales. Ils transportent avec eux les caractéristiques de sécheresse sur une certaine distance. Toutefois, l'alizé austral, en passant sur des étendues océaniques, se charge au fur et à mesure de vapeur d'eau et, arrivé dans la région équatoriale, l'air est très humide. La convergence des alizés boréal (N) et austral (S) venant des deux hémisphères, explique l'ascension généralisée de l'air au niveau de la zone équatoriale. Le contact entre la

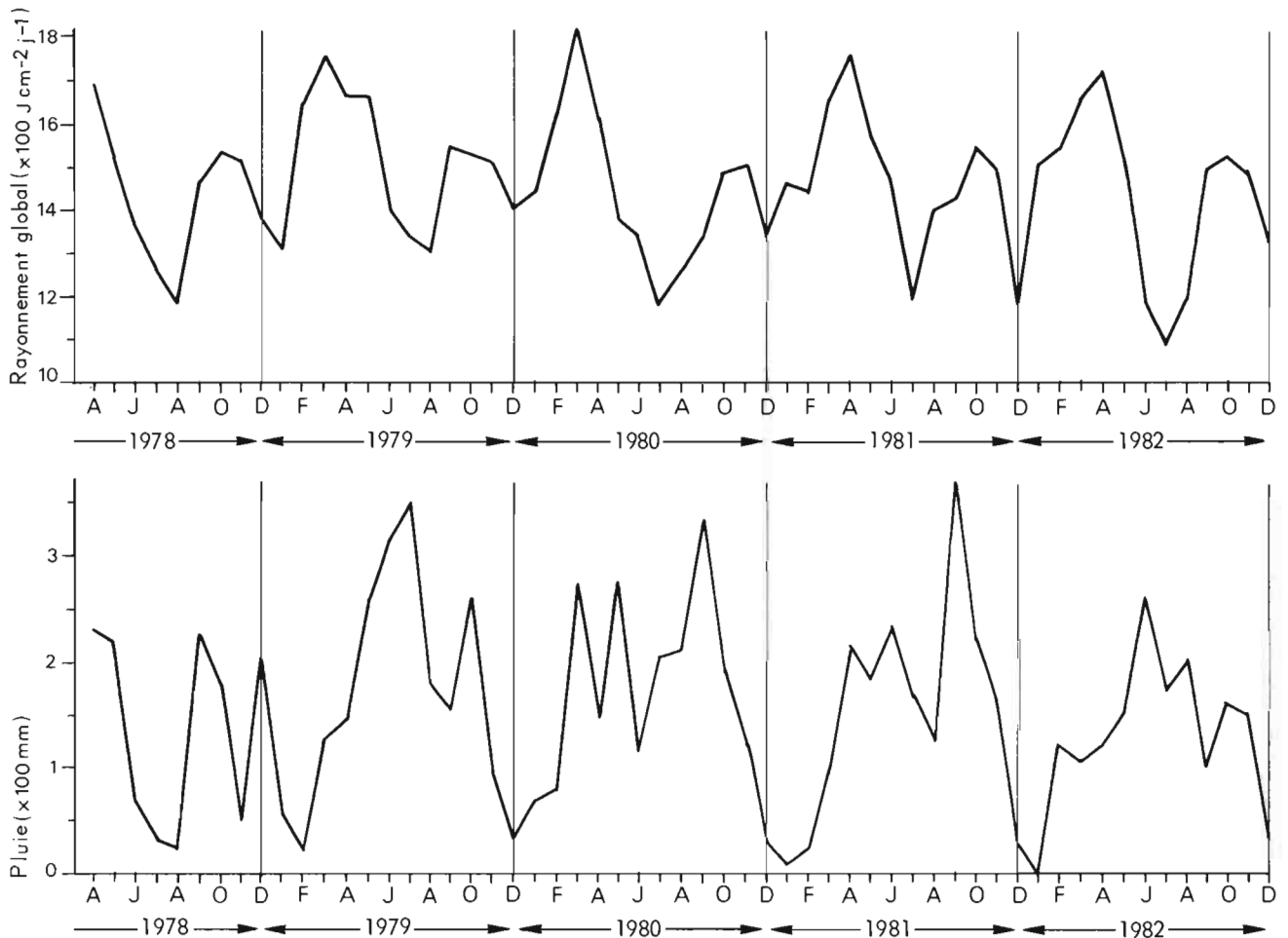


FIGURE 5. Evolution du rayonnement global (moyenne mensuelle) et de la pluviosité durant la période considérée pour la région de Taï (d'après Monteny, 1983)

Le milieu physique

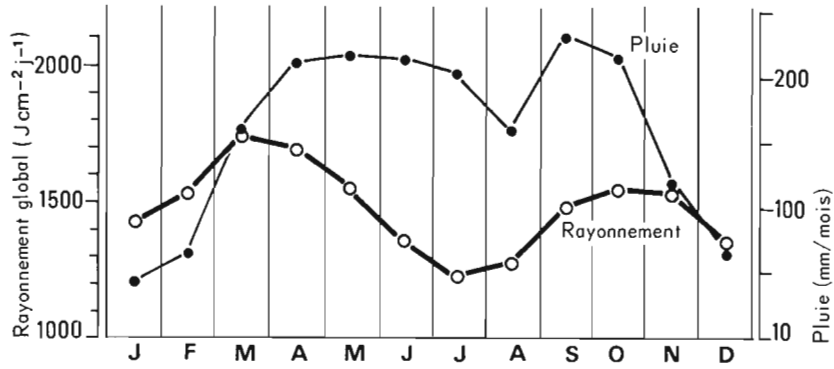


FIGURE 6. Moyennes mensuelles du rayonnement global et des précipitations pour la période de 1978 à 1982 à la Station de Taï (d'après Monteny, 1983)

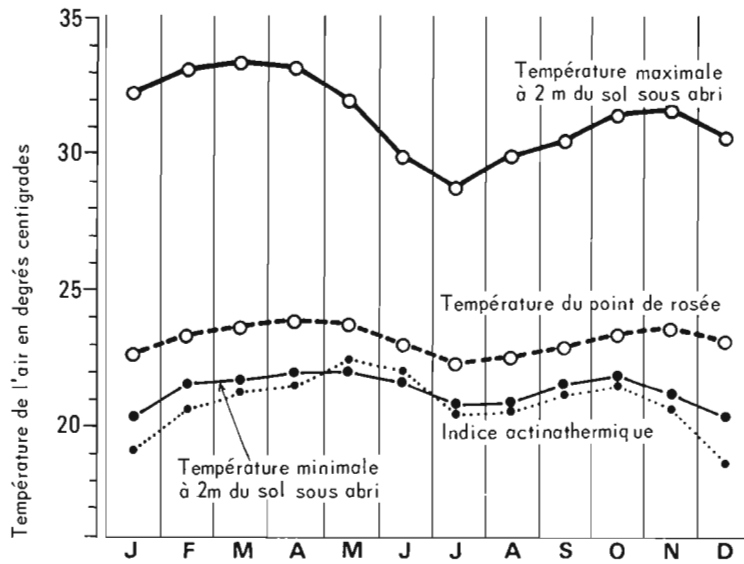


FIGURE 7. Températures minimales et maximales à 2 m (T_m et T_M), température du point de rosée (T_r), indice actinométrique (T_s) pour la période de 1978 à 1982, à la Station de Taï (Monteny, 1983)

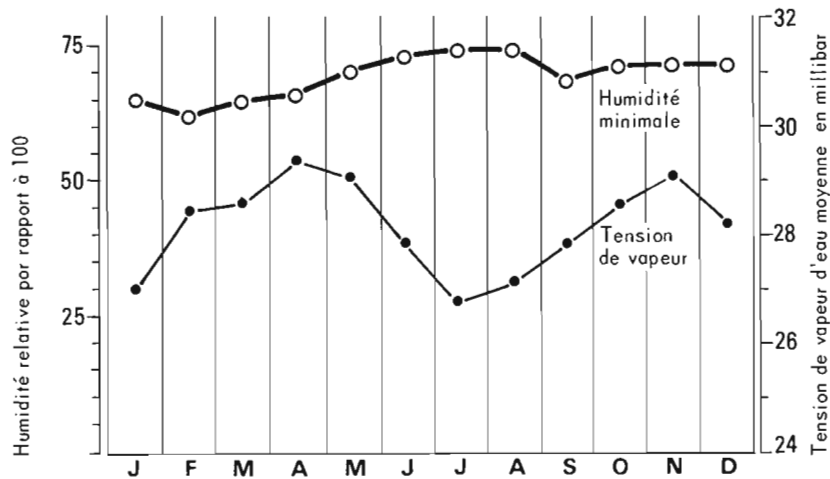


FIGURE 8. Humidité relative moyenne (HR_m) et tension de vapeur d'eau moyenne (\bar{e}) mensuelles pour la période de 1978 à 1982 à la Station de Taï (Monteny, 1983)

masse d'air sec venant du continent et la masse d'air humide d'origine océanique appelé **zone de convergence intertropicale** (ZCIT) n'a pas de limite précise. C'est une vaste zone de convergence à caractère diffus où les pressions sont basses et instables, l'atmosphère est quasiment saturée en vapeur d'eau et la convection thermique est généralisée. Les vents y sont faibles et irréguliers. Toutefois, la position des zones de basses pressions équatoriales est davantage décalée vers l'hémisphère nord en été en liaison avec l'importance des masses de terre au nord de l'équateur.

La confluence des alizés de cette zone équatoriale est compensée par une divergence en altitude liée aux courants ascendants qu'ils engendrent. Ces courants, par détente, refroidissent l'air et le rapprochent de son point de saturation, entraînant la formation de masses nuageuses avec d'importantes condensations, qui entraînent des pluies abondantes souvent orageuses.

Le balancement de l'axe terrestre, en relation avec un déplacement apparent du soleil et l'alternance des zones de basses pressions équatoriales et des hautes pressions subtropicales induisent un mouvement alterné général de la zone de convergence intertropicale sur l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest. Le déplacement saisonnier de la ZCIT détermine le climat pour une région donnée.

On signalera l'enquête préliminaire effectuée sur les postes et données climatiques de la région environnant le massif forestier de Taï (Cardon, 1978).

LES DONNEES CLIMATIQUES DE LA STATION DE TAI

Nous distinguerons deux périodes au cours de l'année basées sur la répartition des pluies et du rayonnement solaire, en relation directe avec le mouvement de va-et-vient de la zone de convergence intertropicale (Fig. 5, 6, 7, 8).

Ainsi, entre **novembre et mi-mars** la quantité d'énergie solaire atteignant la région ne représente qu'une fraction de l'énergie solaire extra-terrestre (près de 50 %). Cette atténuation est liée en partie à la déclinaison solaire, à la présence de vapeur d'eau atmosphérique et d'aérosols: poussières en suspension et nuages de brouillards. S'il y a présence de l'alizé boréal (harmattan), il modifie les conditions climatiques habituelles, en relation directe avec la concentration en vapeur d'eau de la masse d'air : les amplitudes thermiques sont plus importantes du fait principalement du bilan radiatif nocturne très négatif (Fig. 7). Cette période de novembre

à mi-mars se caractérise par la faiblesse de la pluviosité. Les pluies occasionnelles sont très localisées (Fig. 5, 6).

De **mi-mars à octobre**, le mouvement de la zone de convergence intertropicale vers le nord puis son retour vers le sud entraîne une succession de différentes masses nuageuses. Celles-ci, non seulement donnent la pluie, mais occultent également le rayonnement solaire durant une partie de la journée (64 % de l'énergie solaire extra-terrestre aux mois de juin, juillet et août). Par ailleurs, l'augmentation de la tension de vapeur d'eau de l'air au-dessus de la zone forestière de mars à mai et d'octobre à novembre favorise la formation de brouillard et de rosée, en relation avec le refroidissement par rayonnement (Fig. 3, 4). La température de l'air est souvent égale à la température du point de rosée peu après le coucher du soleil. Contrairement à d'autres régions du sud-ouest de la Côte d'Ivoire, la répartition moyenne mensuelle inter-annuelle des précipitations ne permet pas de distinguer la "petite saison sèche" intermédiaire située en août dans d'autres sites. Seule l'évolution du rayonnement global permettrait de la distinguer (Fig. 5, 6).

Compte tenu de la hauteur du couvert forestier et de la difficulté de disposer d'appareillages de mesure à 60 m de haut, une surface de 2 ha a été défrichée au sol. C'est à ce niveau que le parc météorologique a été installé (Cardon, 1979a).

Nous attirons l'attention du lecteur sur le fait que ces données climatiques représentent la résultante des échanges qui se produisent dans une clairière de 2 ha entourée d'une forêt de 50 à 55 m de haut, et qu'elles ne sont donc pas représentatives ni de la situation climatique sous forêt, ni de celle régnant au-dessus de la voûte végétale de la canopée (Photo 1).

L'INTERCEPTION DE LA PLUIE

Lorsqu'on veut réaliser le bilan énergétique ou le bilan hydrique d'une forêt on ne saurait ignorer la quantité d'eau interceptée par la végétation.

Un dispositif expérimental de 33 pluviomètres linéaires a été installé sur trois lignes de 11 dans le sous-bois de la forêt à proximité du parc météorologique, qui comportait lui-même 11 pluviomètres identiques, à découvert cette fois, étalonnées avec le pluviomètre association. Ces pluviomètres furent ensuite permutés successivement avec les trois premières séries. L'expérimentation a duré une année (Cardon, 1979b).

La première impression est celle d'une extrême dispersion des résultats. Cette dispersion



(ORSTOM)

Photo 1. Le parc météorologique installé dans une clairière de 2 hectares

est imputable à l'hétérogénéité du couvert végétal, aux imprécisions de lecture des faibles pluies, à la médiocre précision dans le cas de fortes pluies et aux différences de précipitations sur l'ensemble du dispositif. Les imperfections instrumentales ont un effet totalement négligeable sur le résultat.

Le Tableau 5 donne les précipitations mensuelles, les quantités interceptées correspondantes et le pourcentage qu'elles représentent.

Les différences inter-mensuelles assez notables s'expliquent par les conditions de précipitations. Ainsi l'interception mesurée en mars 1979 fut anormalement faible lors de deux grosses pluies consécutives, en juin-juillet-août 1978 les précipitations sont arrivées sous forme de crachins intermittents permettant au feuillage de se ressuyer fréquemment, ces précipitations restant d'un faible poids dans le total annuel.

Pour remédier à l'imperfection du dispositif expérimental, il est possible à partir des informations disponibles de proposer un modèle d'interception. Seul un modèle logarithmique (Jackson*, 1975) donne des résultats acceptables. S'il est d'une grande simplicité d'emploi et s'il ne nécessite que l'usage d'un pluviographe on se permettra de rappeler que, pour une part au moins, "les modèles ont été appliqués sur les données ayant permis de les établir" (Cardon, 1979b).

DISCUSSION

L'évolution de certaines caractéristiques des masses d'air - température, tension de vapeur d'eau - résulte du bilan radiatif de la surface et de la répartition de l'énergie absorbée.

En effet, au-dessus de la forêt, le bilan radiatif R_n correspond aux divers échanges par rayonnement se produisant entre la surface forestière et l'atmosphère, les apports au système étant positifs, les pertes négatives :

$$R_n = R_g - R_r + R_a - \epsilon \sigma T_s^4$$

R_n : rayonnement net ($0,25 \mu m < R_n < 100 \mu m$)

R_g : rayonnement solaire global
($0,25 \mu m < R_g < 3 \mu m$)

R_r : rayonnement réfléchi par la surface
($0,25 \mu m < R_r < 3 \mu m$)

R_a : rayonnement atmosphérique ($> 3 \mu m$)

$\epsilon \sigma T_s^4$: rayonnement émis par la surface forestière, fonction de sa température moyenne T_s ($> 3 \mu m$)

Il ressort de cette équation que le paramètre déterminant du bilan radiatif est le rayonnement solaire global. Toute variation de ce dernier influencera donc les quantités d'énergie absorbées par le système.

Les variations des moyennes mensuelles

Le Projet Taï : recherche et aménagement

TABLEAU 5. Précipitations mensuelles, pluies interceptées et pourcentage d'interceptions sur douze mois, de mai 1978 à avril 1979.

| Années | 1978 | | | | | | | | 1979 | | | | Total |
|------------------------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|---------|
| | Mai | Juin | Juil. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | Jan. | Fév. | Mars | Avr. | |
| Précipitations (en mm) | 221,1 | 68,8 | 35,4 | 29,7 | 229,8 | 180,5 | 47,9 | 203,6 | 55,3 | 21,4 | 116,7 | 272,0 | 1.483,2 |
| Interceptions (en mm) | 24,8 | 18,0 | 13,8 | 10,9 | 28,0 | 28,5 | 12,6 | 14,3 | 5,9 | 4,1 | 8,0 | 28,9 | 197,8 |
| Pourcentage | 11,2 | 26,2 | 39,0 | 36,7 | 12,2 | 15,8 | 26,3 | 7,0 | 10,7 | 19,2 | 6,9 | 10,6 | 13,3 |

du rayonnement solaire global peuvent atteindre 30 à 40 % (Fig. 6) en relation avec l'état de transparence de l'atmosphère et de la déclinaison solaire. Les moyennes présentent deux maxima (mars-avril et octobre-novembre) et deux minima (juillet-août et décembre-janvier). C'est la position de la zone de convergence intertropicale (ZCIT) qui influence les caractéristiques optiques des masses d'air :

- Dans sa limite australe (décembre-janvier), la ZCIT est caractérisée soit par la superposition des deux masses d'air océaniques au sol et continentales en altitude, soit par la présence de la masse d'air continentale. Les refroidissements nocturnes liés au bilan radiatif ($R_a - \epsilon \sigma T_s^4 < 0$) de la masse d'air entraînent la condensation de la vapeur d'eau avec formation de brouillard au-dessus des zones forestières et de rosée. Les masses d'air continentales sont généralement chargées de poussières et de fumées. Les aérosols et brouillards atténuent fortement les quantités d'énergie du rayonnement solaire arrivant au sol.

- Avec la remontée vers le nord de la ZCIT c'est l'importance de la couverture nuageuse qui déterminera la fraction d'énergie transmise au sol. Les plus fortes valeurs de la transmission de l'énergie solaire par l'atmosphère ont été relevées après des périodes d'orages importants (mai et novembre) qui lessivent l'atmosphère de ses aérosols.

Elles correspondent à 60-62 % de l'énergie extra-terrestre. Les plus faibles valeurs traduisent par contre l'importance de l'ennuageant et ne représentent que 15 % de la fraction hors atmosphère.

La valeur moyenne annuelle de la quantité d'énergie solaire atteignant le sol dans la région

de Taï représente 41 % de la fraction d'énergie solaire reçue au sommet de l'atmosphère, comparée à 44 % pour la région d'Abidjan, 48 % pour Kinshasa (Zaire) et 58 % à Samaru (Nigeria) (Monteny et Lhomme, 1981).

Quant à l'énergie absorbée, R_n , par le système, elle est répartie selon les différents échanges qui s'établissent entre la surface végétale et le milieu :

$$R_n = LE + S + G + P + \Delta S$$

R_n : rayonnement net

LE : flux de chaleur latente

S : flux de chaleur sensible

G : flux conductif de chaleur dans le sol

P : assimilation photosynthétique

ΔS : variation du stock énergétique de la masse végétale.

Pour une période de 24 h, P et ΔS ont des valeurs très faibles comparativement aux autres termes du bilan d'énergie et peuvent donc être négligées.

Le flux de chaleur latente, LE, correspondant aux échanges de vapeur d'eau entre la communauté végétale et l'atmosphère, influence la concentration de vapeur d'eau de la masse d'air et donc les caractéristiques comme la pression réelle de vapeur d'eau et l'humidité relative de l'air.

Le flux de chaleur sensible correspond aux échanges convectifs de chaleur entre la végétation et l'air et influence donc la température de la masse d'air. Quant au flux conductif de chaleur dans le sol, il influence la température du sol.

Ainsi, la mise en place d'un parc météorologique doit tenir compte de ces bilans et de

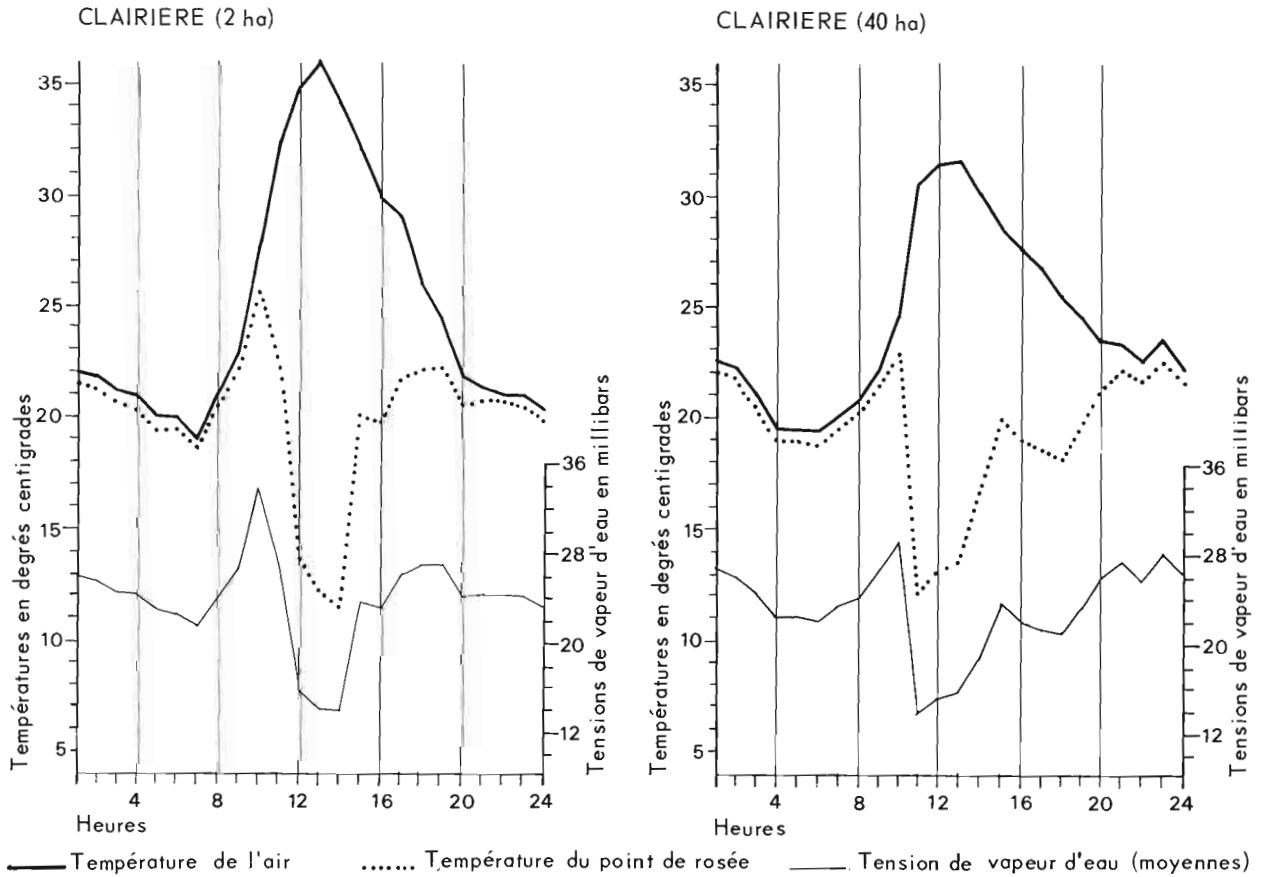


FIGURE 9. Comparaison des températures de l'air (T_a), des températures du point de rosée (T_r) et de la tension de vapeur d'eau (\bar{e}) dans deux clairières de 2 et 40 ha au cours de la journée du 26 janvier 1981

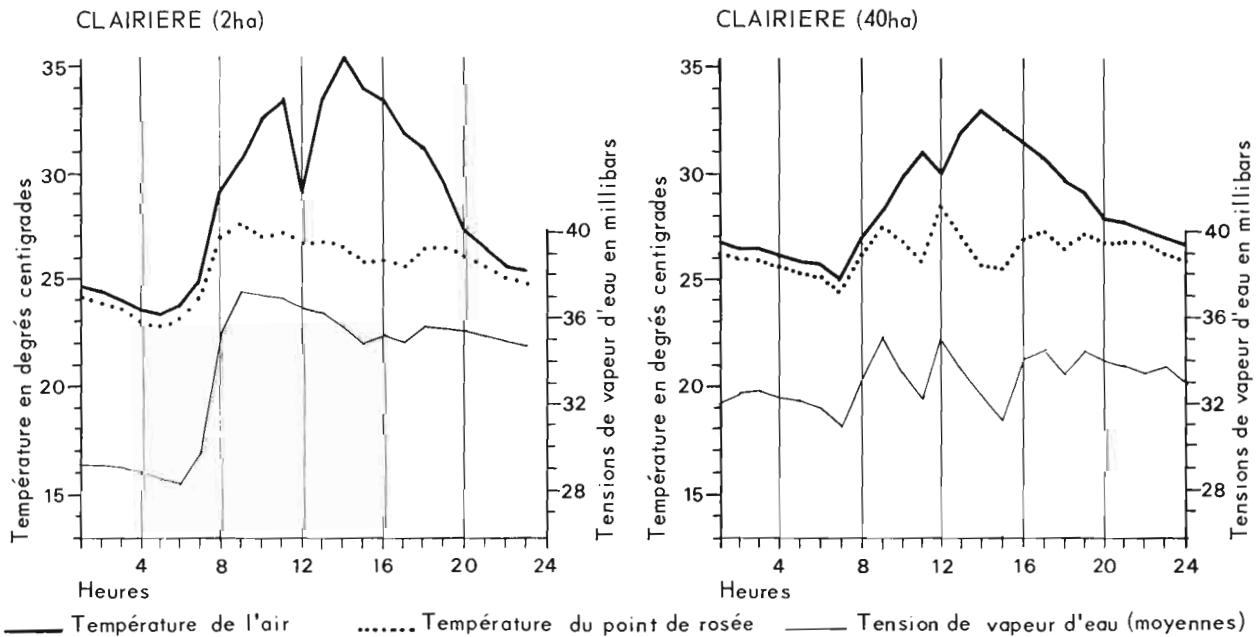


FIGURE 10. Id. Fig. 9 au cours de la journée du 6 mars 1981

l'importance de l'effet des caractéristiques des surfaces où s'établissent les échanges.

En effet, globalement, la suppression de la couverture forestière entraîne un changement des caractéristiques de la surface réceptrice qui modifie les bilans :

- **au niveau des échanges radiatifs**, l'albédo de la défriche sera plus élevé que celui de la forêt et la fraction d'énergie émise ($\epsilon\sigma T_s^4$) par la surface du sol sera plus importante. Le refroidissement radiatif que cela entraîne provoque d'abondantes condensations de vapeur d'eau (rosée).

- **au niveau des échanges d'énergie**, la déperdition du rayonnement absorbé se fera principalement sous forme thermique (flux de chaleur sensible élevé, flux conductif dans le sol important). Le flux de chaleur latente sera faible en relation avec le bilan hydrique du sol et le développement de la couverture végétale dans la défriche.

Ces remarques, concernant les changements susceptibles de modifier certaines caractéristiques des masses d'air prennent une importance particulière dans l'échelle plus générale de la région.

Dans ce cadre, il est intéressant de comparer l'évolution de certains paramètres des masses d'air dans la défriche de 2 ha, qui aurait dû fournir les caractéristiques climatiques de la région, avec celle d'une autre clairière dont la superficie est d'environ 40 ha. On considérera deux périodes distinctes selon les caractéristiques des masses d'air :

- en janvier, en présence des masses d'air continentales (Fig. 9) ;
- en mars, avec la présence des masses d'air plus océaniques (Fig. 10).

29 janvier (Fig. 9)

La réduction progressive de la température de l'air (bilan radiatif négatif) dans la clairière de 2 ha jusqu'au lever du soleil provoque une condensation de la vapeur d'eau avec formation de rosée entraînant une diminution de la pression partielle de vapeur d'eau de l'air (e). L'état d'équilibre est atteint beaucoup plus rapidement dans la clairière de 40 ha.

La réduction rapide de la pression partielle de vapeur d'eau, observée vers 10 h, provient du passage des masses d'air continentales au-dessus de la zone forestière. Son maintien au-dessus du site est temporaire, la poussée des masses d'air océaniques se manifeste dès 14 h, la tension de vapeur d'eau augmente. Quant à la température de l'air, elle est plus élevée de plusieurs degrés dans la petite clairière durant la période diurne, le flux de chaleur sensible est important; inversement en période nocturne en relation avec le refroidissement radiatif, elle est inférieure à celle de la grande clairière.

Mars (Fig. 10)

Le refroidissement radiatif nocturne est ici aussi plus important dans la clairière de 2 ha que dans celle de 40 ha avec abondance de rosée. L'apport d'énergie solaire le matin provoque une élévation rapide de la température de l'air, entraînant une évaporation de la rosée, ce qui se traduit par une augmentation de la pression partielle de la vapeur d'eau. Ce phénomène est nettement moins marqué dans la grande clairière en raison de l'importance de la masse d'air et des échanges par turbulence existant au niveau de la canopée forestière.

Remarquons la différence dans la diminution de la température de l'air vers 12 h : s'il est à peine marqué dans une masse d'air importante, le phénomène est amplifié au niveau d'une clairière de faible superficie. Les variations de température de l'air sont en relation directe avec les passages nuageux. L'occultation de l'énergie solaire intervient au niveau des bilans, en particulier au niveau des échanges d'énergie. La masse d'air n'est plus "chauffée" par le flux de chaleur sensible. Ce phénomène est beaucoup plus amorti dans un grand volume compte tenu de la possibilité d'homogénéisation des masses d'air par le vent. Il en est de même pour la tension de vapeur d'eau de l'air qui augmente légèrement au cours de la journée dans la grande clairière ce qui est bien différent de ce qui se passe dans la petite clairière où est situé le parc météorologique.

CONCLUSION

La clairière de 2 ha où est installé le parc météorologique agit comme une cuvette où l'effet de serre est très marqué. Dans ces conditions, **les données climatiques doivent être considérées comme valables uniquement pour ce qu'elles représentent et ne peuvent être utilisées à l'échelle régionale** (Monteny, 1983).

LA COUVERTURE PEDOLOGIQUE DES BASSINS DE L'AUDRENISROU

Les relevés topographiques des quarante transects étudiés dans le bassin de l'Audrenisrou se regroupent en six grands types d'interfluves (Fig. 11) qui se différencient par leur dénivelée relative et la forme de leur versant.

Les versants sont, par rapport à la ligne de crêtes, presque toujours dissymétrique. La distribution des deux grands types de versants obéit à une règle générale : les versants de "type concave" se situent le plus souvent à l'amont des axes de drainage principaux, ceux de "type convexe", généralement plus courts, sont localisés

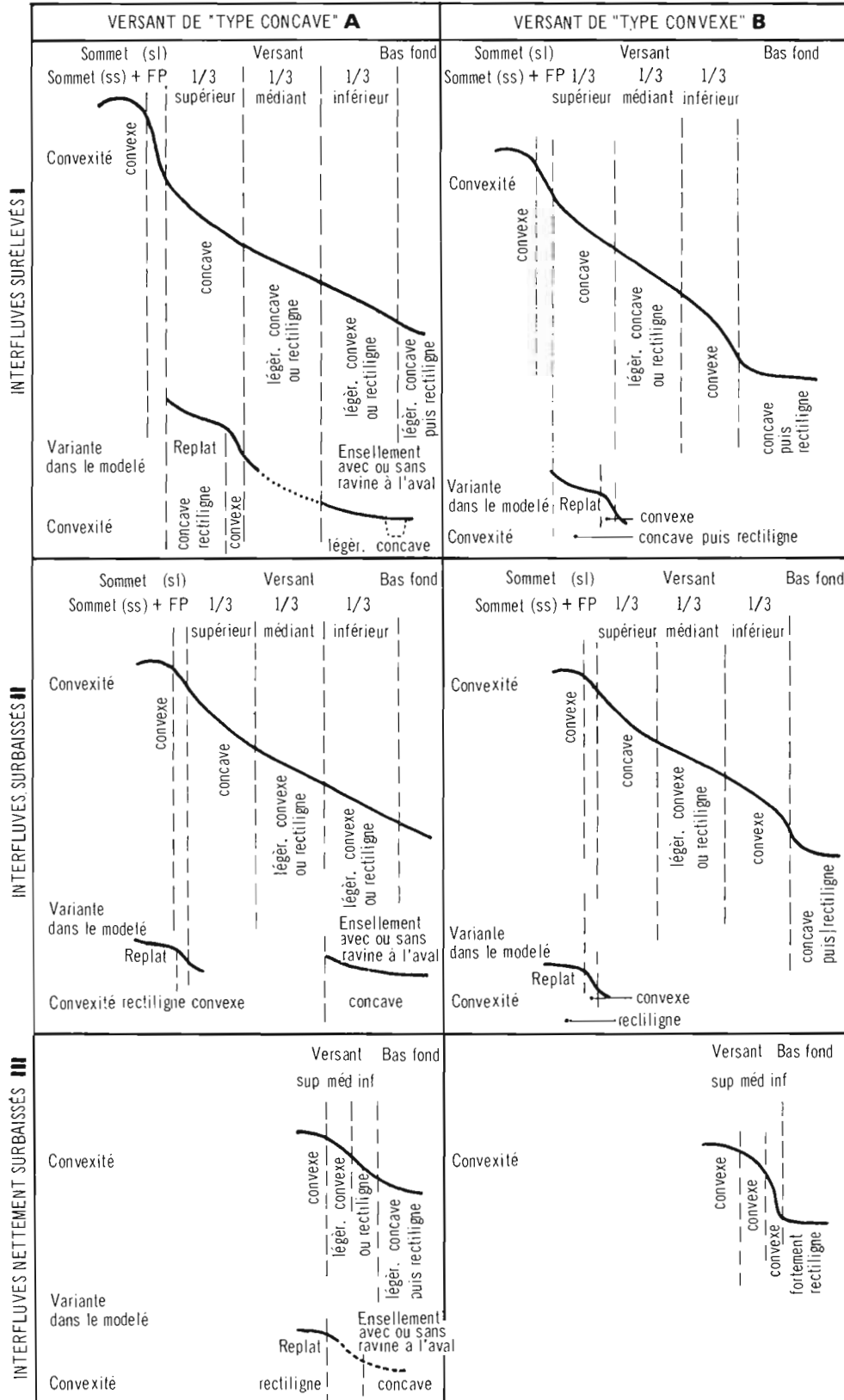


FIGURE 11. Les six grands types d'interfluves (Fritsch, 1980)

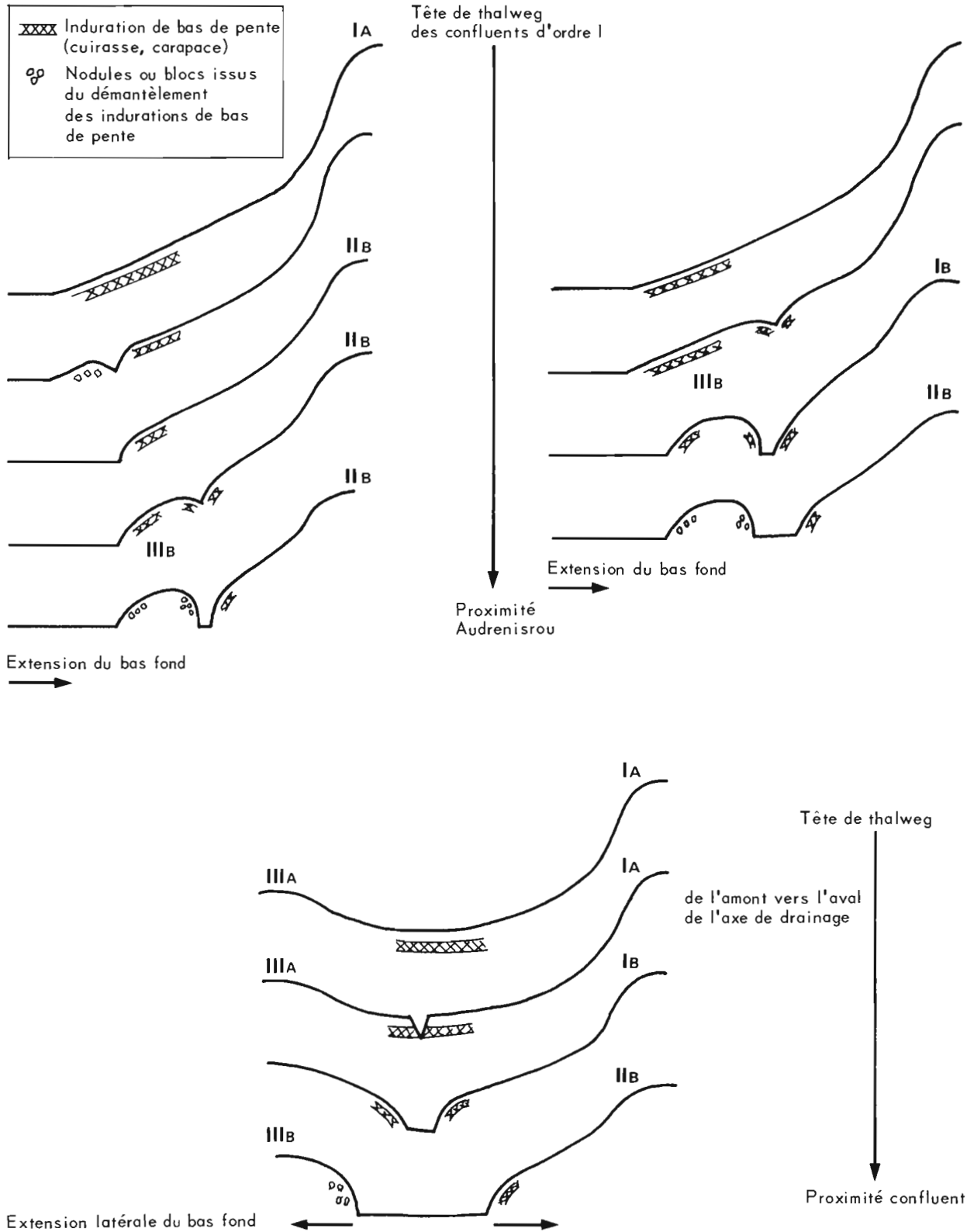


FIGURE 12. Evolution du modelé dans l'espace et dans le temps

soit à proximité de l'Audrenisrou, soit plus à l'amont des principaux axes de drainage mais aboutissent alors à des ravines (Fritsch, 1980).

L'évolution dans l'espace et le temps des bas de versants due pour une grande part à une reprise d'érosion par les ravines, s'accompagne d'une évolution des organisations internes du sol, particulièrement celle des indurations (Fig. 12).

Les premières reconnaissances pédologiques, effectuées par de Blic, Collinet, Moreau et Asseline en 1976, ont permis de s'assurer de l'homogénéité et de la représentativité de la zone d'étude.

Les interfluves atteignent en moyenne 1000 m d'extension latérale et 40 à 50 m de dénivelée, leur profil est convexo-concave avec des sommets parfois plans où subsistent quelques lambeaux de cuirasse très fragmentée. Les bas-fonds sont plats, larges de quelque 100 à 150 m, marécageux et de pente longitudinale faible.

La différenciation séquentielle des sols s'y présente de la façon suivante :

- du **sommet jusqu'à la mi-versant** (pente de 0 à 20 %) on trouve sur 70 cm une accumulation gravillonnaire (50 % en volume) dans une matrice argileuse rouge de structure bien développée polyédrique fine à moyenne, de 70 à 180 cm on observe des argiles meubles (55 à 60 % d'argile) rouges, à structure polyédrique et grenue fine et très fine ; les altérations ferrallitiques du granite apparaissent vers 180, 200 cm et se poursuivent très profondément. Il s'agit de "sols ferrallitiques fortement désaturés, remaniés, modaux" (CPCS*, 1967).

- de la **mi-versant jusqu'au tiers inférieur**, soit sur environ 100, 150 m, et sur des pentes passant de 20 à 5 %, on observe une diminution des affleurements gravillonnaires. Ceux-ci se recouvrent de quelque 10, 20 cm de sables argileux passant ensuite à des argiles sableuses jaunes. A l'horizon gravillonnaire qui ne fait plus que 20, 30 cm d'épaisseur succède un horizon légèrement tacheté argilo-sableux à argileux (40 à 50 % d'argile). Les phases altéritiques n'apparaissent que vers 200 cm. Il s'agit de sols ferrallitiques fortement désaturés, remaniés, à recouvrement, appauvris (CPCS*, 1967).

- du **tiers inférieur jusqu'en limite du bas-fond**, sur environ 100, 120 m l'horizon gravillonnaire disparaît. Depuis la surface jusqu'à 100 cm on découvre des horizons sableux puis argilo-sableux (40 % d'argile) jaune pâle, massifs, à faible porosité fine mais traversés par de gros drains d'origine biologique. En limite inférieure on retrouve un horizon fortement tacheté et très souvent induré en carapace à partir de 120 cm. Les altérites sont rarement situées à moins de 200 cm. Il s'agit de "sols ferrallitiques fortement

désaturés, appauvris, indurés" (CPCS*, 1967).
- les **bas-fonds** sont occupés par des sols hydro-morphes minéraux à gley d'ensemble (CPCS*, 1967) souvent de textures très hétérogènes (sables grossiers blancs à intercalations argilo-limoneuses grises).

La surface du sol est plane, à affleurement de gravillons jusqu'à la mi-versant ; à partir de là, un micromodelé plus ou moins ample canalise le ruissellement en chenaux anastomosés de quelque 30 à 50 cm de large et de plus en plus encaissés vers l'aval (10 à 30 cm de dénivelée).

L'étude pédologique de Fritsch (1980) présente, entre autres objectifs, "une méthode de représentation cartographique et de caractérisation des sols facilement utilisables par les personnes intéressées au Projet Taï". Les horizons distingués à partir des descriptions de profil sont regroupés en "volumes structuraux" qui correspondent à l'extension spatiale d'un horizon majeur défini par une association de caractères macroscopiques.

A partir de ces "volumes structuraux", dix ensembles sont distingués dont le type de superposition et les caractéristiques respectives définissent les unités pédologiques cartographiques. L'ensemble gravillonnaire a une grande importance dans les sols et il en détermine également, dans une large mesure, la possibilité de mise en culture, ses variations dépendent étroitement de la position topographique. La dynamique de l'eau dans le sol permet de distinguer deux grands domaines selon que la dynamique prédominante y est verticale ou qu'elle y est superficielle et latérale.

L'HYDROLOGIE

Le Sud-Ouest ivoirien est délimité à l'est et à l'ouest par deux fleuves puissants, le Sassandra et le Cavally (Fig. 13). Le Cavally qui prend sa source en Guinée au nord du Mont Nimba est long de 700 km et sert de frontière entre le Libéria et la Côte d'Ivoire dans son cours moyen et inférieur. Le bassin versant a une superficie de 28.800 km² à Taté, station la plus proche de l'embouchure (60 km). Le cours du Cavally est haché de rapides, surtout dans son cours inférieur à partir de Taï. Son module moyen annuel doit être d'environ 600 m³ s⁻¹.

Le Sassandra prend sa source beaucoup plus au nord, également en Guinée, et son bassin couvre approximativement 75.000 km². A Soubré, le bassin est déjà de 62.000 km². Comme le Cavally, le Sassandra se caractérise également par de très nombreux rapides et petites chutes. Compte tenu cependant de la situation plus nordique du bassin versant à des latitudes déjà soudanaises son module moyen annuel est inférieur à celui du Cavally et n'atteint pas 600 m³ s⁻¹.

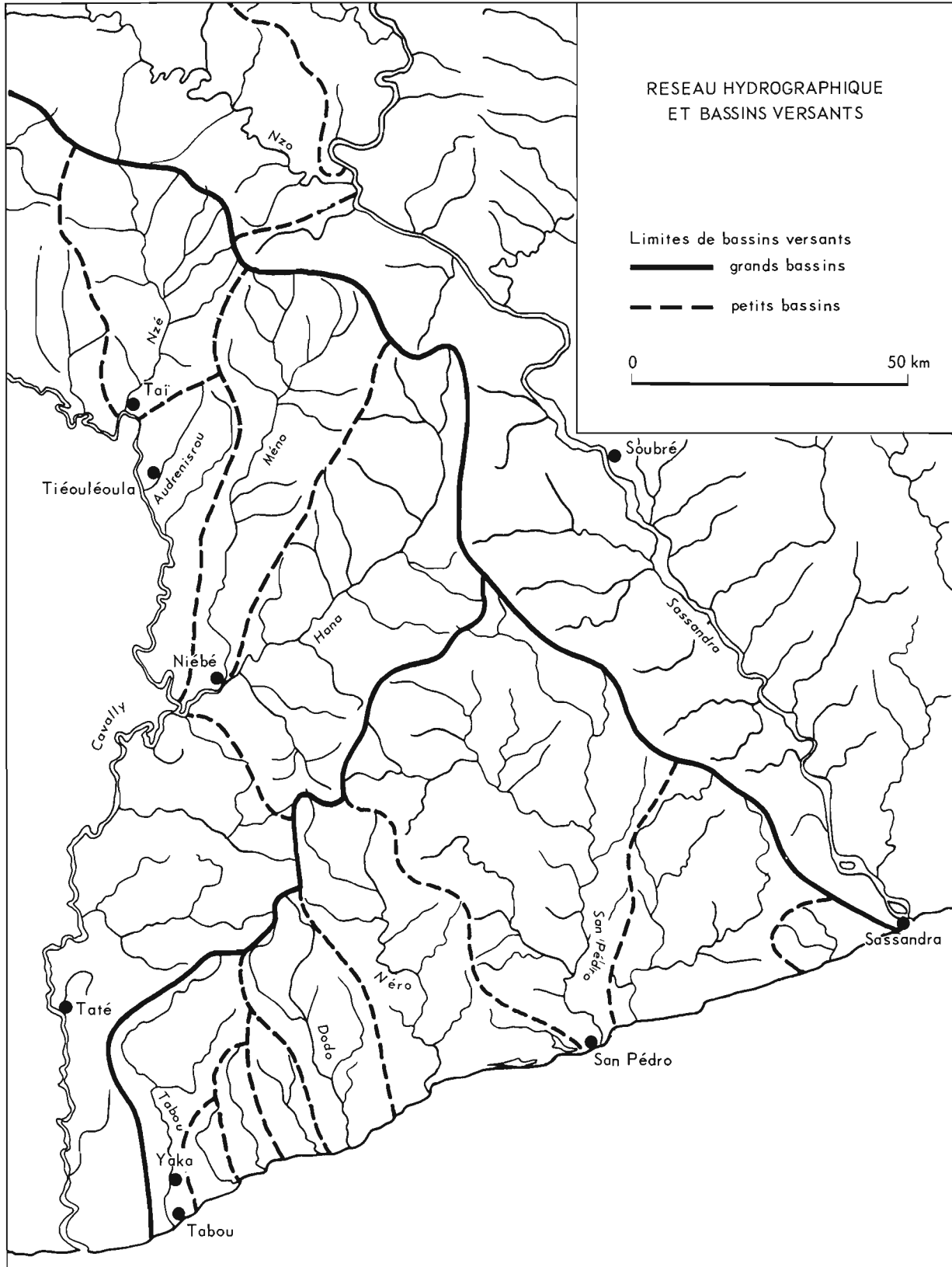


FIGURE 13. Le réseau hydrographique du Sud-Ouest ivoirien (d'après Léna, 1979)

Le milieu physique

Mais ces deux fleuves, qui, lorsqu'ils parviennent dans le sud-ouest ivoirien, ont déjà drainé chacun près de la moitié de leurs bassins versants, ne peuvent caractériser pleinement l'hydrologie du sud-ouest ivoirien. A cet égard, la Hana et la Nzé, affluents du Cavally, le Nzo, affluent du Sassandra, ou encore le San Pédro ou le Tabou, petits fleuves côtiers, paraissent de meilleurs représentants des zones médianes, nord et sud de cette région de la Côte d'Ivoire.

Dans cette même partie centrale les bassins versants hydrologiques de Taï (1 à 40 km²) sur la rivière Audrenisrou peuvent fournir des renseignements intéressants sur l'hydrologie de ces régions forestières.

PLUVIOMETRIE ET HYDROLOGIE REGIONALES DU SUD-OUEST

Pluviométrie

Le gradient pluviométrique est très nettement décroissant de l'ouest vers l'est et, quoique moins nettement, du sud au nord. Le sud-ouest ivoirien est assez bien encadré par les stations de Tabou au sud-ouest, Sassandra au sud-est, Guiglo au nord, Taï à l'ouest et Soubré à l'est (Tableau 6). Ainsi les pluviométries moyennes annuelles (calculées sur des périodes de référence

TABLEAU 6. Pluviométries moyennes annuelles de cinq stations du Sud-Ouest

| Localités | Pluviométrie moyenne | Coefficient d'irrégularité interannuelle K3 | Ecart type σ |
|-----------|----------------------|---|---------------------|
| Tabou | 2343 | (2,0) | 552,5 |
| Sassandra | 1740 | (2,02) | 349,9 |
| Guiglo | 1722 | 1,49 | 270,0 |
| Taï | 1885 | 1,62 | 338,0 |
| Soubré | 1631 | 1,45 | 249,7 |

différentes) sont très significatives. On vérifie également que l'irrégularité interannuelle diminue également de l'ouest vers l'est et surtout de la côte vers l'intérieur.

Ces précipitations correspondent à une régime équatorial de transition caractérisé par :

- une première saison des pluies d'avril à juillet toujours la plus importante ;
- une petite saison sèche de juillet à septembre plus ou moins bien marquée ;
- une seconde saison des pluies plus irrégulière de septembre à novembre ;
- une grande saison sèche de décembre à mars.

Ce climat équatorial de transition s'atténue vers le nord. Les pluies mensuelles aux stations suivantes donnent une idée des diverses facettes de cette pluviométrie régionale (Tableau 7).

TABLEAU 7. Pluies mensuelles moyennes de quatre stations du Sud-Ouest.

| Localités | Jan. | Fév. | Mars | Avr. | Mai | Juin | Juil. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|-----------|------|------|------|------|-----|------|-------|------|-------|------|------|------|
| Tabou | 53 | 48 | 88 | 134 | 416 | 533 | 156 | 83 | 221 | 203 | 195 | 145 |
| Sassandra | 23 | 24 | 74 | 104 | 295 | 511 | 157 | 23 | 48 | 100 | 142 | 87 |
| Taï | 21 | 65 | 148 | 170 | 216 | 269 | 124 | 132 | 293 | 240 | 108 | 47 |
| Soubré | 33 | 56 | 139 | 166 | 173 | 245 | 107 | 100 | 220 | 191 | 120 | 54 |

TABLEAU 8. Fréquence d'apparition des pluies journalières (hauteur d'eau en mm), n'ayant une probabilité d'être dépassée qu'une fois toutes les n années, à Soubré et Taï. Par exemple, à Soubré, il y aurait une pluie de 157,1 mm tous les 100 ans.

| Localités | Nbre années observations | Nombre n années | | | | | | | | Moyenne annuelle |
|-----------|--------------------------|-----------------|---------|---------|----------|----------|----------|-----------|------|------------------|
| | | 1/an | 1/2 ans | 1/5 ans | 1/10 ans | 1/20 ans | 1/50 ans | 1/100 ans | | |
| Soubré | 25 | 74,7 | 86,9 | 103,1 | 115,5 | 128,0 | 144,5 | 157,1 | 1631 | |
| Taï | 13 | 88,1 | 102,6 | 121,9 | 136,6 | 151,4 | 171,0 | 185,9 | 1885 | |

Le Projet Taï : recherche et aménagement

TABLEAU 9. Débits moyens mensuels en $m^3 s^{-1}$.

| Rivière | Cavally | Nzé | Nzo | Tabou | Audrenisrou |
|----------------------|---------|-------|--------|-------|-------------|
| Station | Taï | Taï | Guiglo | Yaka | Tiéouléoula |
| Superficie en km^2 | 13.750 | 1.240 | 6.410 | 810 | 106 |
| Janvier | 68,1 | 9,0 | 18,4 | 11,5 | 0,157 |
| Février | 39,9 | 5,6 | 8,4 | 10,9 | 0,144 |
| Mars | 67,5 | 13,8 | 10,6 | 13,5 | 0,309 |
| Avril | 74,9 | 7,9 | 15,6 | 15,9 | 0,640 |
| Mai | 107 | 12,8 | 20,7 | 30,5 | 1,45 |
| Juin | 216 | 37,1 | 51,7 | 74,3 | 2,88 |
| Juillet | 248 | 44,9 | 99,4 | 58,7 | 1,23 |
| Août | 259 | 35,0 | 153 | 31,0 | 1,37 |
| Septembre | 517 | 86,6 | 299 | 29,7 | 3,07 |
| Octobre | 622 | 97,5 | 250 | 41,8 | 2,93 |
| Novembre | 301 | 37,3 | 91,0 | 33,3 | 1,69 |
| Décembre | 160 | 15,0 | 42,0 | 24,5 | 0,586 |
| Moyenne annuelle | 224 | 33,7 | 88,3 | 31,4 | 1,39 |
| Nbre d'années | 10 | 10 | 12 | 10 | 8 |

Les stations pluviométriques du sud-ouest ivoirien n'ont généralement pas une longue période d'observation et sont souvent de qualité très médiocre. Aussi ne pouvons-nous présenter de résultats à peu près corrects, en ce qui concerne les hauteurs de pluies journalières de fréquences données, que pour les stations de Taï et de Soubré (Tableau 8).

Sur la frange littorale (20 km de largeur), il semble que les hauteurs de pluies journalières puissent être beaucoup plus élevées mais leur approche statistique est assez décevante. On peut néanmoins avancer des hauteurs de pluies journalières décennales comprises entre 200 et 230 mm.

Hydraulicité

Nous avons vu que nous disposions de fort peu de données statistiques caractéristiques de l'hydraulicité du sud-ouest ivoirien. Longtemps difficiles d'accès, les stations n'ont en général pas de périodes d'observations disponibles suffisantes ou présentent des relevés ou des étalonnages déficients. Nous pouvons néanmoins nous appuyer à peu près valablement sur les stations du Cavally à Taï, de la Nzé à Taï, du Nzo à Guiglo, de la Tabou à Yaka et de l'Audrenisrou à Tiéouléoula. Certains résultats partiels de la Hana ou du San Pédro compléteront ces résultats statistiques.

Écoulements annuels et répartitions mensuelles

Appartenant tous au régime équatorial de transition, éventuellement "atténué", ces fleuves et rivières présentent tous deux périodes de hautes eaux annuelles plus ou moins importantes et séparées selon les années. Les minima sont en général obtenus en février, alors que les maxima s'observent en septembre-octobre pour les stations du nord ou en juin pour les fleuves côtiers, conformément à la répartition pluviométrique annuelle (Tableau 9).

L'irrégularité saisonnière est relativement faible (rapport du débit du mois le plus fort au débit mensuel le plus faible). Elle est de 15,6 pour le Cavally à Taï, de 17,4 pour la Nzé à Taï, de 35,6 pour le Nzo à Guiglo, de 3,8 pour le Tabou à Yaka et de 21,3 pour l'Audrenisrou à Tiéouléoula.

A l'examen des résultats figurant dans le Tableau 10, on voit que les modules spécifiques sont plutôt forts compris entre 15 à 30 l s⁻¹ km⁻².

Les coefficients d'irrégularités interannuelles K3 sont dans l'ensemble assez faibles, caractéristiques de régimes équatoriaux de transition, à l'exception du Nzo où le régime équatorial est déjà nettement atténué.

Comparés aux pluviométries moyennes sur les bassins versants correspondants, ces modules spécifiques conduisent à des déficits d'écoulement de l'ordre de 1500 à 1600 mm par an qui traduisent l'influence déterminante de l'omniprésente forêt équatoriale sur l'ensemble de ces bassins.

TABLEAU 10. *Écoulement annuel. (Module : débit moyen journalier annuel ; K3 : rapport valeur décennale humide/valeur décennale sèche)*

| Rivière | Station | Module annuel | | Écart type | Coefficient de variation | | Module spécifique inter-annuel | Lame écoulée inter-annuelle | |
|-------------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-----------------------------------|-----------------------------|-------|
| | | Déc. sec | Inter-annuel | | Déc. hum. | Cv | | | K3 |
| | | m ³ s ⁻¹ | m ³ s ⁻¹ | m ³ s ⁻¹ | m ³ s ⁻¹ | | l s ⁻¹ km ² | mm an ⁻¹ | |
| Cavally | Taï | 130 | 224 | 310 | 77 | 0,343 | 2,4 | 16,3 | 514 |
| Nzé | Taï | 15 | 34 | 55 | 14,5 | 0,426 | 3,6 | 27,4 | 865 |
| Nzo | Guiglo | 30 | 88 | 150 | 39,0 | 0,443 | 5,0 | 13,8 | 435 |
| Tabou | Yaka | 19 | 31 | 45 | 9,4 | 0,301 | 2,4 | 38,8 | 1.207 |
| Audrenisrou | Tiéouléoula | 0,58 | 1,4 | 2,2 | 0,48 | 0,342 | 3,7 | 13,1 | 416 |

Les débits de crues

Nous rappellerons les débits de crues du Cavally et du Sassandra, quoique ces débits soient en fait constitués en grande partie hors de la région qui nous intéresse, où seuls les débits de crues du Nzo et du Nzé sont assez connus pour permettre une étude statistique.

On peut voir (Tableau 11) que si l'irrégularité interannuelle est faible (1,5 à 3), les débits spécifiques des crues annuelles médianes évoluent de 70 à 80 l s⁻¹ km⁻² pour les bassins du Cavally et du Nzo à plus de 130 l s⁻¹ km⁻² pour les bassins moyens entièrement compris dans la zone du sud-ouest.

TABLEAU 11. *Crues*

| Rivière | Station | Débit de crue $m^3 s^{-1}$ en année | | | Débit spécifique $l s^{-1} km^2$ en année | | | K3 | Débit crue centennale $m^3 s^{-1}$ | Surface du bassin versant en km^2 |
|-----------|----------|--|---------|--------------|--|---------|--------------|------|---|--|
| | | Déc. sec | Médiane | Déc. hum. | Déc. sec | Médiane | Déc. hum. | | | |
| Cavally | Taï | 500 | 800 | 1250 | 36,4 | 58,2 | 90,9 | 2,5 | (1700) | 13.750 |
| Nzé | Taï | 87 | 170 | 270 | 70,1 | 137,0 | 218,0 | 3,1 | (420) | 1.240 |
| Sassandra | Guessabo | 1100 | 1500 | 1900 | 31,8 | 43,5 | 55,0 | 1,73 | 2500 | 35.400 |
| Nzo | Guiglo | 300 | 480 | 620 | 47,0 | 75,0 | 97,0 | 2,06 | 1100 | 6.410 |

TABLEAU 12. *Etiages*

| Rivière | Station | Etiage $m^3 s^{-1}$ année | | | Etiage spécifique $l s^{-1} km^2$ en année | | | K3 | Surface du bassin versant en km^2 |
|-----------|----------|------------------------------|---------|--------------|---|---------|--------------|--------|--|
| | | Déc. sec | Moyenne | Déc. hum. | Déc. sec | Moyenne | Déc. hum. | | |
| Cavally | Taï | 3,8 | 12,8 | 30,0 | 0,27 | 0,93 | 2,18 | 7,9 | 13.750 |
| Nzé | Taï | 0,30 | 1,04 | 1,80 | 0,24 | 0,84 | 1,45 | 6,0 | 1.240 |
| Sassandra | Guessabo | 16,0 | 32,0 | 50,0 | 0,45 | 0,90 | 1,41 | 3,1 | 35.400 |
| Nzo | Guiglo | (0,4) | 2,6 | 5,7 | (0,07) | 0,40 | 0,69 | (14,0) | 6.410 |

Les débits maxima observés sur les rivières du sud-ouest, pendant des données encore trop courtes pour permettre une étude statistique, donnent des modules spécifiques de crues qui peuvent être beaucoup plus élevés. C'est ainsi que l'on note :

- 90 $l s^{-1} km^{-2}$ pour la Hana à Niébé
pour 4230 km^2
- 98 $l s^{-1} km^{-2}$ pour le San Pedro à San Pedro
pour 3300 km^2
- 395 $l s^{-1} km^{-2}$ pour le Tabou à Yaka
pour 810 km^2

Dans le cas particulier du San Pedro, mieux connu par une étude hydrologique particulière, on peut estimer la crue médiane à 315 $m^3 s^{-1}$ (05 $l s^{-1} km^{-2}$) et la crue décennale à 440 $m^3 s^{-1}$ (133 $l s^{-1} km^{-2}$).

Les tarissements et les étiages

Le Sud-Ouest ivoirien est assez arrosé (et la saison sèche en général trop courte) pour que les rivières drainant les bassins versants suffisants soient permanentes. Avec les mêmes réserves que précédemment sur la représentativité

du Sassandra et même du Cavally, nous avons rassemblé quelques données dans le Tableau 12. Les étiages moyens sont donc compris entre 1 et 0,4 $l s^{-1} km^{-2}$, avec un coefficient d'irrégularité K3 nettement plus élevé traduisant l'influence de la durée de la saison sèche très variable d'une année à l'autre en climat équatorial de transition.

Nous avons relevé pour quelques rivières, à la période d'observation trop courte pour alimenter une étude statistique, les étiages absolus observés à ce jour :

- Hana à Niébé 0,67 $m^3 s^{-1}$
soit 0,16 $l s^{-1} km^{-2}$ pour 4230 km^2
- San Pedro à San Pedro 0,80 $m^3 s^{-1}$
soit 0,24 $l s^{-1} km^{-2}$ pour 3300 km^2
- Tabou à Yaka 3,50 $m^3 s^{-1}$
soit 4,32 $l s^{-1} km^{-2}$ pour 810 km^2

Le cas de la Tabou est donc très particulier et caractéristique de l'abondance pluviométrique de cette extrême pointe sud-ouest de la Côte d'Ivoire.

En résumé on peut dire qu'à part le Cavally et le Sassandra qui sont maintenant relativement bien connus, il n'en va pas de même de nos connaissances sur le reste du réseau hydrographique



(ORSTOM)

Photo 2. Station de jaugeage aménagée sur un affluent de l'Audrenisrou, bassin n° 1 ; on distingue le déversoir en V, l'échelle limnimétrique et le limnigraphe à flotteur



(ORSTOM)

Photo 3. La station de jaugeage aménagée du bassin n° 2 ; vue extérieure du chenal d'écoulement avec accès à la plateforme de lecture

Le Projet Taï : recherche et aménagement

TABLEAU 13. *Ecoulements mensuels*

Bassin 1 - Année 1980

| Paramètres | Jan. | Fév. | Mars | Avr. | Mai | Juin | Juil. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Pm | 45,0 | 89,8 | 238,9 | 161,5 | 270,0 | 146,2 | 165,2 | 223,8 | 361,3 | 173,5 | 86,4 | 41,2 |
| He | 7,1 | 6,4 | 32,6 | 29,5 | 64,5 | 47,2 | 33,5 | 75,2 | 137,4 | 54,5 | 35,5 | 14,5 |
| Ke | 15,8 | 7,1 | 13,6 | 18,3 | 23,9 | 32,3 | 20,3 | 33,6 | 38,0 | 31,4 | 41,1 | 35,2 |
| Hr | 0,8 | 2,5 | 21,3 | 17,0 | 37,3 | 15,9 | 15,7 | 30,2 | 75,2 | 18,3 | 6,4 | 2,0 |
| Kr | 1,8 | 2,8 | 8,9 | 10,5 | 13,8 | 10,9 | 9,5 | 13,5 | 20,8 | 10,5 | 7,4 | 4,9 |
| Hb | 6,3 | 3,9 | 11,3 | 12,5 | 27,2 | 31,3 | 17,8 | 45,0 | 62,2 | 36,2 | 29,1 | 12,5 |
| Kb | 14,0 | 4,3 | 4,7 | 7,7 | 10,1 | 21,4 | 10,8 | 20,1 | 17,2 | 20,9 | 33,7 | 30,3 |
| D | 37,9 | 83,4 | 206,3 | 127,0 | 205,5 | 99,0 | 131,7 | 148,6 | 223,9 | 119,0 | 50,9 | 26,7 |

Bassin 2 - Année 1980

| Paramètres | Jan. | Fév. | Mars | Avr. | Mai | Juin | Juil. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Pm | 23,8 | 65,4 | 228,1 | 182,9 | 264,5 | 149,8 | 170,9 | 225,1 | 388,8 | 179,3 | 68,4 | 39,0 |
| He | 11,0 | 7,3 | 29,7 | 31,7 | 58,1 | 52,5 | 42,1 | 83,4 | 171,7 | 76,7 | 36,3 | 22,2 |
| Ke | 46,2 | 11,2 | 13,0 | 17,3 | 22,0 | 35,0 | 24,6 | 37,1 | 44,2 | 42,8 | 53,1 | 56,9 |
| Hr | 0,4 | 1,8 | 16,3 | 15,6 | 27,4 | 11,8 | 14,1 | 19,8 | 85,0 | 19,6 | 2,0 | 1,4 |
| Kr | 1,7 | 2,8 | 7,1 | 8,5 | 10,4 | 7,9 | 8,3 | 8,8 | 21,9 | 10,9 | 2,9 | 3,6 |
| Hb | 10,6 | 5,5 | 13,4 | 16,1 | 30,7 | 40,7 | 28,0 | 63,6 | 86,7 | 57,1 | 34,3 | 20,8 |
| Kb | 44,5 | 8,4 | 5,9 | 8,8 | 11,6 | 27,2 | 16,4 | 28,3 | 22,3 | 31,8 | 50,1 | 53,3 |
| D | 12,8 | 58,1 | 198,4 | 151,2 | 206,4 | 97,3 | 128,8 | 141,7 | 217,1 | 102,6 | 32,1 | 16,8 |

Bassin 3 - Année 1980

| Paramètres | Jan. | Fév. | Mars | Avr. | Mai | Juin | Juil. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Pm | 37,4 | 64,3 | 255,1 | 173,4 | 255,6 | 158,9 | 179,3 | 230,8 | 387,7 | 171,4 | 82,5 | 33,0 |
| He | 9,4 | 5,0 | 31,7 | 30,2 | - | 51,6 | 40,0 | 80,0 | 166,3 | - | - | - |
| Ke | 25,1 | 7,8 | 12,4 | 17,4 | - | 32,5 | 22,3 | 34,7 | 42,9 | - | - | - |
| Hr | 0,6 | 1,2 | 18,8 | 14,9 | - | 12,4 | 17,4 | 18,7 | 84,1 | - | - | - |
| Kr | 1,6 | 1,9 | 7,4 | 8,6 | - | 7,8 | 9,7 | 8,1 | 21,7 | - | - | - |
| Hb | 8,8 | 3,8 | 12,9 | 15,3 | - | 39,2 | 22,6 | 61,3 | 82,2 | - | - | - |
| Kb | 23,5 | 5,9 | 5,1 | 8,8 | - | 24,7 | 12,6 | 26,6 | 21,2 | - | - | - |
| D | 28,0 | 59,3 | 223,4 | 143,2 | - | 107,3 | 139,3 | 150,8 | 221,4 | - | - | - |

du sud-ouest. Cela est dû bien naturellement à l'isolement de cette partie de la Côte d'Ivoire restée jusqu'à une époque récente inaccessible durant une partie importante de l'année. Le désenclavement du sud-ouest ivoirien permettra maintenant d'améliorer considérablement notre connaissance hydrologique de cette région.

LES BASSINS VERSANTS HYDROLOGIQUES DE TAI

Dans le cadre du Projet Tai, la section hydrologique du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé installait, à partir de 1978, un dispositif de bassins versants expérimentaux et représentatifs, destinés à évaluer les effets des transformations de l'écosystème originel sur les phénomènes d'écoulement et d'érosion. Ce dispositif comprend un grand bassin versant représentatif de 40 km², aux résultats extrapolables à la région, et deux petits bassins versants expérimentaux (1,4 et 1,2 km²) susceptibles de mettre en évidence les modifications du milieu dues à la déforestation. Ce dispositif complète à une échelle plus grande celui mis en place par la section de Pédologie (parcelles d'environ 250 m² et bassins versants de 3 et 7 ha), permettant ainsi la mesure des phénomènes sur une large gamme de surfaces (Photos 2 et 3).

Un protocole d'essai avait été adopté, qui tenait compte de la nécessité d'entreprendre d'abord des recherches comparatives sur les bassins expérimentaux afin de caractériser les phénomènes dans l'écosystème originel. A cette fin une étude préliminaire a été effectuée pendant deux ans sous forêt naturelle. Cette phase de "calibrage" a permis de définir l'aptitude au ruissellement de chacun des bassins.

Les résultats complets des mesures faites sur ces bassins figurent dans les publications citées en annexe. Nous présentons toutefois certains résultats synthétiques à titre indicatif.

Écoulements mensuels et annuels

Dans le Tableau 13 figurent les valeurs en mm ou en % des paramètres suivants :

- Pm : Pluie moyenne sur le bassin
- He : Lame écoulée
- Ke : Coefficient d'écoulement en % = He/Pm
- Hr : Lame ruisselée
- Kr : Coefficient de ruissellement en % = Hr/Pm
- Hb : Lame correspondant à l'écoulement de base
- Kb : Coefficient d'écoulement de base en % = Hb/Pm
- D : Déficit d'écoulement = Pm - He.

Ces résultats, complétés de ceux des années précédentes, ont permis de mettre en évidence une corrélation entre les lames écoulées mensuelles et la pluviométrie moyenne mensuelle correspondante. Dans le cas du bassin 1, mais aussi des bassins 2 et 3, il existe deux corrélations distinctes pour les pluies mensuelles inférieures ou supérieures à un seuil compris entre 250 et 280 mm.

Parmi les facteurs correctifs traduisant le mieux l'état d'humectation des sols, c'est la pluviométrie cumulée des deux mois précédant le mois étudié qui permet la meilleure correction. Il en va de même pour la lame ruisselée et l'écoulement de base qui dépendent aussi de la pluviométrie mensuelle, corrigée par la pluie cumulée des deux mois précédents.

Analyse du ruissellement

L'étude du ruissellement a été faite sur les crues individualisées des trois bassins versants.

Une première étude a permis de définir les précipitations limites des trois bassins que l'on peut définir comme la hauteur de pluie qu'une averse doit dépasser pour qu'il y ait ruissellement. Cette pluie limite est bien sûr fonction de l'état d'humectation initial du sol, que l'on peut caractériser par le débit de base initial au début de l'averse. On peut remarquer que si les pluies limites sont fortes sur les sols secs, elles diminuent très rapidement, particulièrement sur les bassins 2 et 3, mettant ainsi en évidence une aptitude de ces sols à se saturer très vite.

Les lames ruisselées de l'ensemble des crues qui ont donné lieu à un ruissellement supérieur à 1 mm ont été étudiées en fonction de la pluie moyenne correspondante. Une dispersion importante des points apparaît autour d'une courbe moyenne. Le débit de base initial Q_0 , qui représente l'état d'humectation des sols, a été utilisé là encore comme facteur correctif. Cette correction permet de resserrer de façon assez satisfaisante les points représentatifs des crues notamment en début de saison des pluies.

Nous donnons ci-joint à titre indicatif les graphes des relations lames ruisselées/pluies moyennes et coefficient de ruissellement/pluies moyennes et de leur corrélation grâce au paramètre Q_0 pour le bassin 1 (Fig. 14, 15, 16, 17). Les bassins 2 et 3 ont également donné des résultats assez satisfaisants.

Comparaison entre les bassins 2 et 3

On peut noter toutefois une aptitude au ruissellement du bassin 3 nettement moins forte

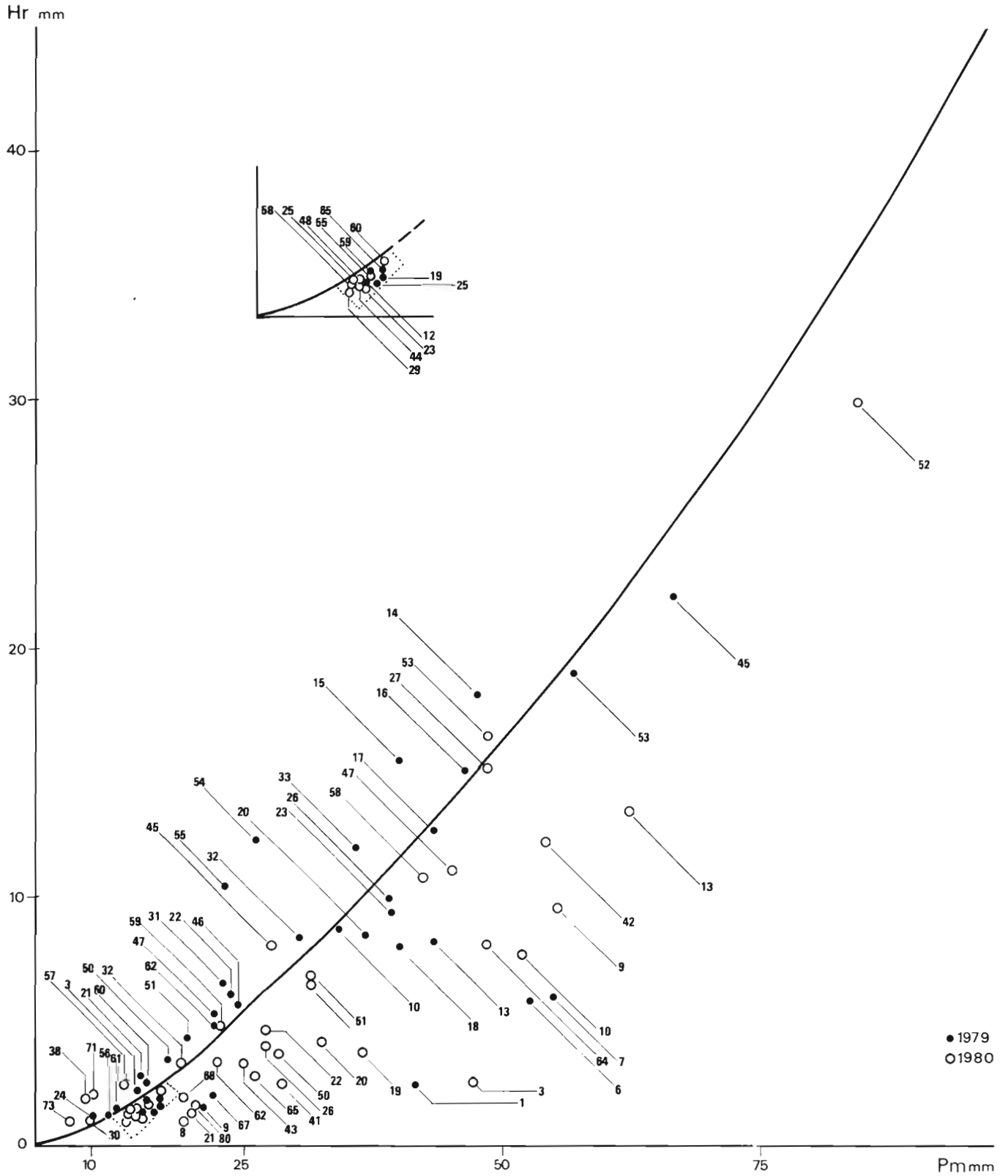


FIGURE 14. Taï : bassin 1 - Relation lame ruisselée-pluie moyenne

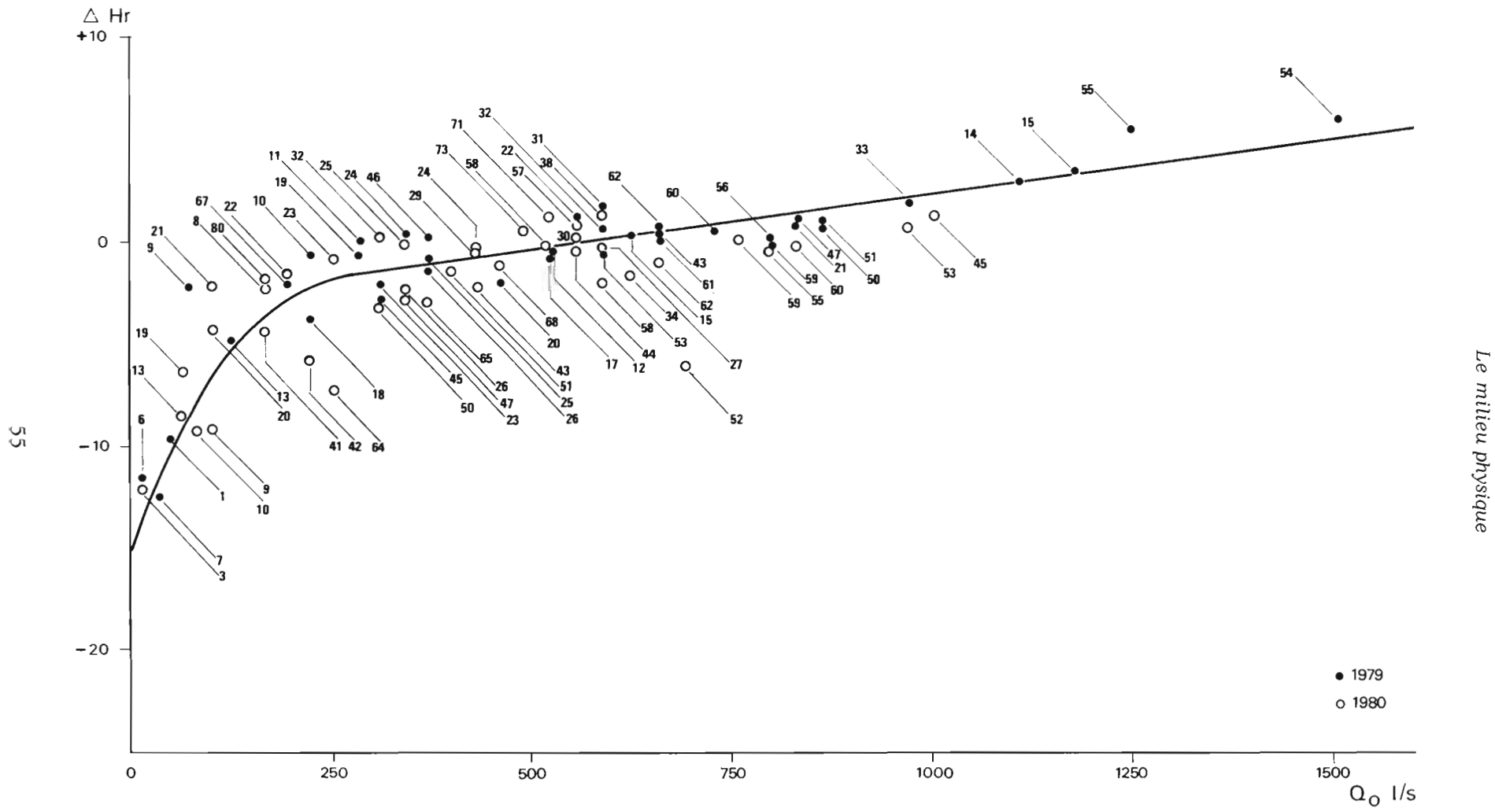


FIGURE 15. Taï : bassin 1 - Correction de la lame ruiselée en fonction du débit initial

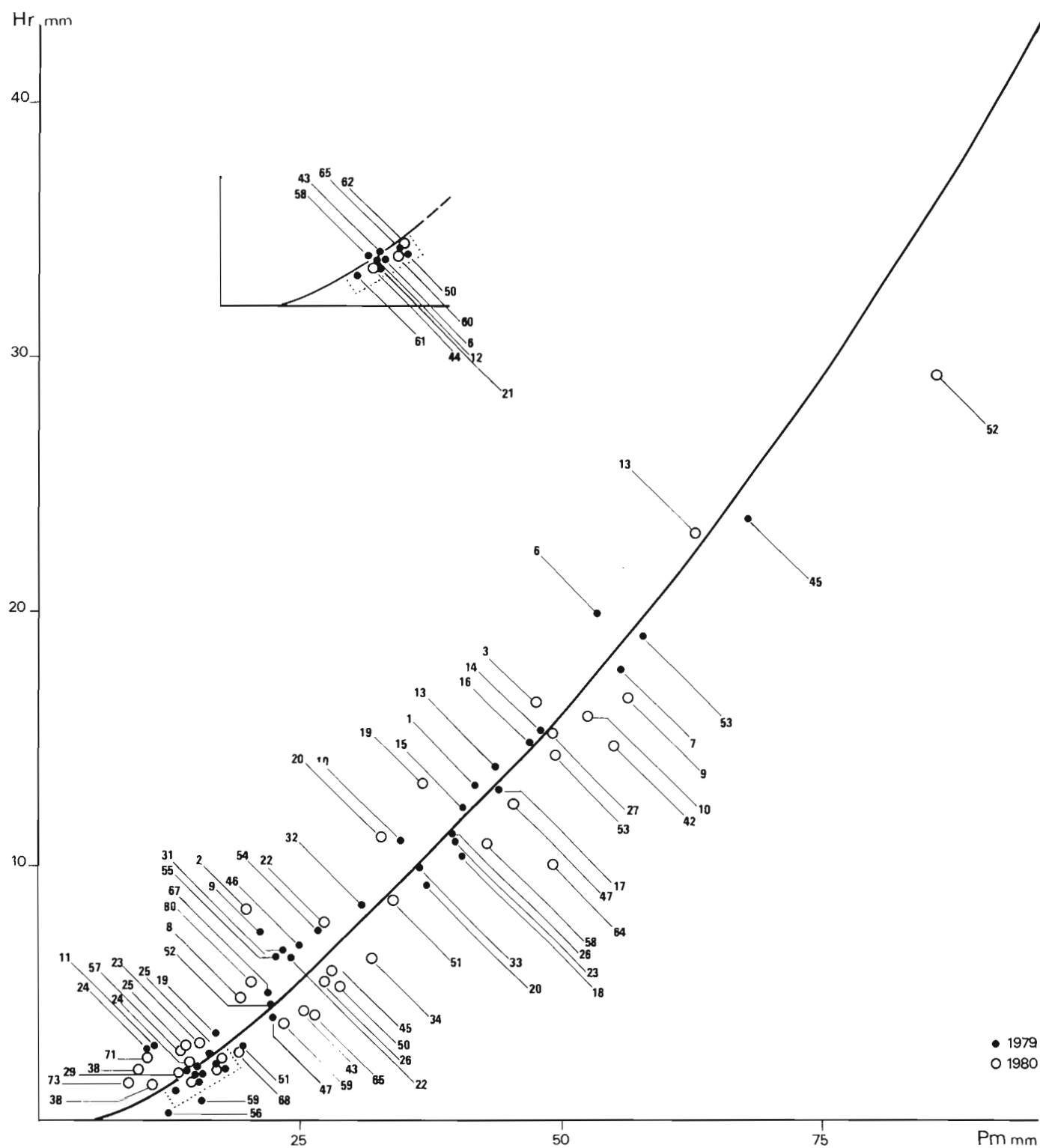


FIGURE 16. Taï : bassin 1 - Variation de la lame ruisselée corrigée en fonction de la pluie moyenne

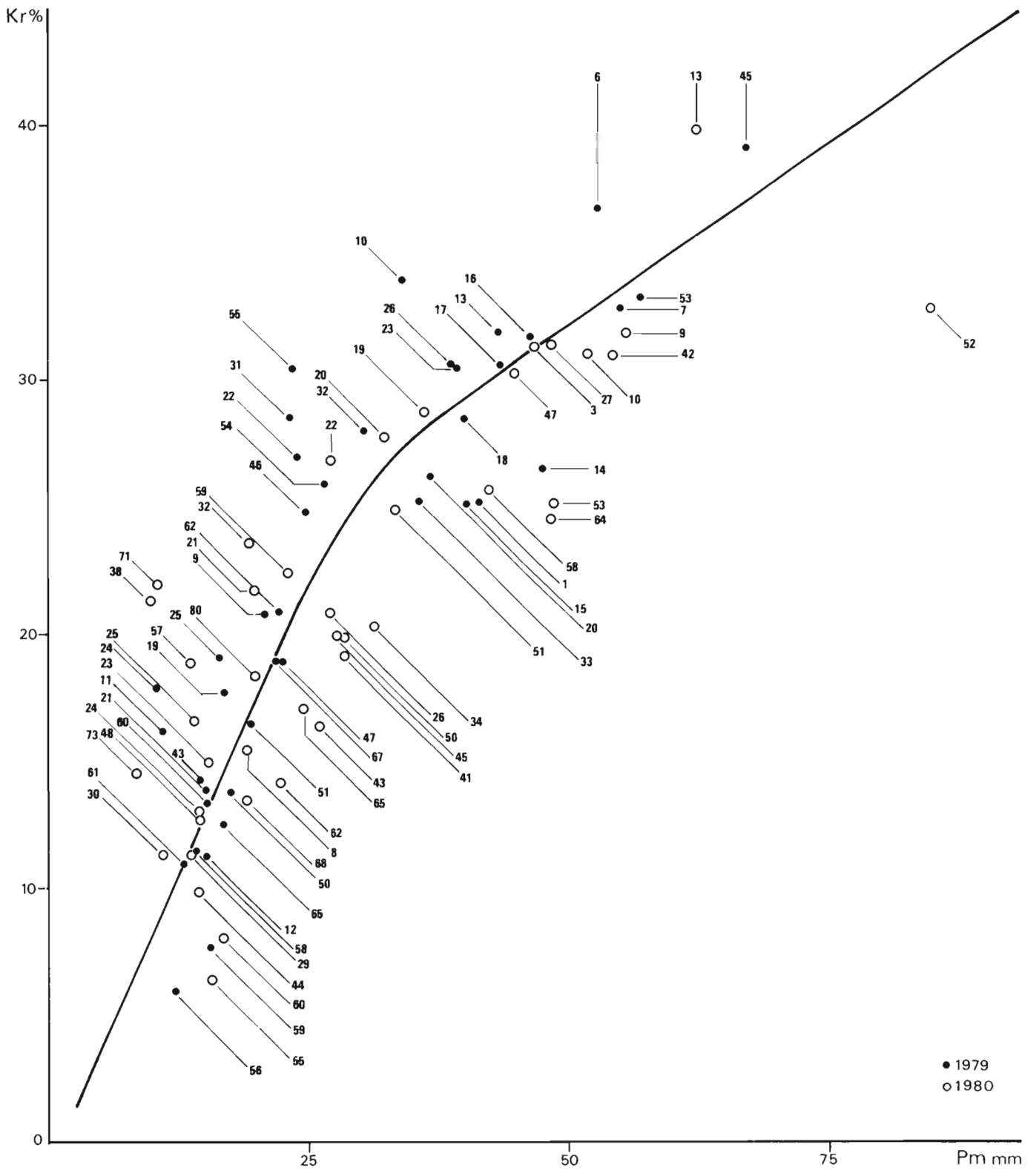


FIGURE 17. Taï : bassin 1 - Variation du coefficient de ruissellement en fonction de la pluie moyenne

que celle du bassin 2 pour les faibles valeurs de Pm. Cette différence a tendance à s'atténuer quand Pm augmente. Il semblerait même que pour les fortes valeurs de Pm (Pm > 100 mm) le bassin 3 ruisselle un peu plus que le bassin 2.

Des corrélations ont donc été établies entre les ruissellements des bassins 2 et 3 :

- **Au niveau de l'averse**

Pour Pm < 50 mm Hr BV2 = 1,215 Hr BV3 + 1,627
 Kr BV2 = 1,017 Kr BV3 + 6,791
 Qo = 20 l s⁻¹ Hr BV3 = 0,823 Hr BV2 - 1,336
 Kr BV3 = 0,982 Kr BV2 - 6,655
 Pour Pm > 50 mm Hr BV2 = 0,887 Hr BV3 + 4,458
 Kr BV2 = 0,720 Kr BV3 + 11,548
 Qo = 20 l s⁻¹ Hr BV3 = 1,127 Hr BV2 - 5,019
 Kr BV3 = 1,389 Kr BV2 - 16,033

Pour comparer exactement les caractéristiques du ruissellement de ces deux bassins, il a fallu les ramener à une même humidité initiale des sols, c'est-à-dire à un même Qo. Nous avons choisi une valeur moyenne de Qo égale à 20 l s⁻¹ et effectué les corrections nécessaires faisant apparaître une double corrélation pour les valeurs de Pm inférieures et supérieures à 50 mm.

- **Au niveau des moyennes mensuelles**

Les 17 mois d'observations communes permettent de dégager une corrélation unique entre les coefficients d'écoulement ou les coefficients de ruissellement des deux bassins qui ont été préférés aux lames ruisselées pour s'affranchir de l'influence possible de pluviométries mensuelles différentes.

$$\begin{aligned} \text{Ke BV3} &= 0,882 \text{ Ke BV2} \\ \text{Ke BV2} &= 1,134 \text{ Ke BV3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kr BV3} &= 0,953 \text{ Kr BV2} \\ \text{Kr BV2} &= 1,050 \text{ Kr BV3} \end{aligned}$$

Hydrogramme unitaire

L'hydrogramme unitaire est l'hydrogramme résultant d'un ruissellement généralisé et homogène du bassin à la suite d'une averse homogène et de courte durée. A partir des différents hydrogrammes unitaires, on peut reconstituer un hydrogramme unitaire type caractéristique du bassin qui permet, par affinité, translation et composition, de reconstituer les crues non unitaires observées sur le bassin et de construire les hydrogrammes correspondants à des averses de différentes récurrences.

Par cette méthode sont déterminés les hydrogrammes unitaires des trois bassins versants de Taï :

| | BV1 | BV2 | BV3 |
|------------------------|--------|------|------|
| Hr/mm | 1 | 1 | 1 |
| Vr/m ³ | 37.750 | 1170 | 1426 |
| Qmax l s ⁻¹ | 841 | 161 | 157 |
| Tm/h/mm | 10.00 | 1.30 | 2.00 |
| Tn/h/mm | 26.00 | 5.45 | 6.30 |

qui, compte tenu des valeurs de l'averse de récurrence décennale par exemple, permettent le calcul des débits de crues de récurrence décennale.

CONCLUSION

Les données de base sur l'hydrologie de surface de trois bassins représentatifs en conditions naturelles, c'est-à-dire non modifiés par l'action humaine sont actuellement réunies.

BIBLIOGRAPHIE

CPCS, 1967. *Classification des sols*. ENSA-Grignon. 87 p. multigr.
 JACKSON, I.J., 1975. Relationships between fain fall parameters and interception by tropical forests. *Journal of Hydrology*, 14 : 215-238.
 TAGINI, B., 1972. Carte géologique de la Côte d'Ivoire. In : *Atlas de la Côte d'Ivoire* (Carte A2). ORSTOM-IGT, Abidjan.

* Pour les références citées **sans astérisque** dans le texte, on se référera à la liste des publications du Projet en fin d'ouvrage (Annexe 2).