

ÉTUDE RÉGIONALE DE LA PLUIE ET DU DÉBIT RUISSELÉ DANS UN BASSIN INDONÉSIE

C. THIRRIOT¹ ET A. ARWIN²

RÉSUMÉ

Dans cet article, les auteurs présentent les résultats d'une étude régionale des pluies et des débits dans un bassin indonésien de 2 280 km². Pour ces deux variables, leur analyse porte sur plusieurs niveaux d'agrégation temporelle (durée totale des observations, année et mois).

Pour chacun d'entre eux, ils précisent par régression linéaire, la relation entre les lames précipitées et écoulées.

L'examen des distributions des pluies mensuelles aux 9 postes situés sur le bassin, permet de mettre en évidence une relation entre les moyennes, m , et les écarts types, s , de la forme :

$$s = \frac{2 \cdot m^n}{n^2},$$

où, le paramètre n peut être relié à l'altitude et l'orientation du site.

Les écarts type des distributions des débits mensuels sont eux proportionnels à la racine carré de leurs moyennes. Le coefficient de cette relation est une caractéristique de la station considérée et augmenterait de l'amont vers l'aval.

¹Institut de mécanique des fluides de Toulouse laboratoire associé au CNRS n°005 - 2, rue Charles Camichel - 31071 Toulouse Cedex.

²Laboratoire de mécanique des fluides IUC, ITB 10, Jl. Ganesha 40132 Bandung.

INTRODUCTION

Quel peut-être le mobile d'une étude régionale hydrologique ? La description sous forme d'inventaire des sites géographiques et des faits hydrométéorologiques d'un ensemble territorial ? Certes ce recensement des connaissances est indispensable pour dissenter de la réalité mais à notre avis ce n'est pas suffisant pour parler d'étude régionale. Celle-ci, à notre sentiment plutôt qu'à notre conviction idéologique, devrait être la recherche de ce que Pareto appelle les uniformités, doux nom italien des lois physiques ou économiques. Mais il faut faire plus encore que déchiffrer ce qu'il y a de commun dans les comportements hydrologiques de petits bassins agrégés dans une région, il faut aussi souligner leurs différences. En somme, faire ce qui est recherché dans l'analyse en composantes principales : mettre en évidence, à la fois, les comportements grégaires et les attitudes marginales et indépendantes.

Quelle méthode suivre pour cela ? Le clin d'oeil à l'analyse en composante principale nous indique une piste, celle de l'examen des fluctuations et de leurs liaisons spatiales.

Sans vouloir parler de fractals, peut-être trop à la mode, la boîte à outil pourra être les changements d'échelles spatiales et temporelles.

Pour éviter d'être abscons, nous allons illustrer notre propos sur l'exemple de l'examen académique que nous fîmes récemment d'un bassin indonésien de l'île de Java, le bassin du fleuve Citarum.

Délibérément, dans notre exposé nous irons des grandes échelles de temps et d'espace vers les plus petites, processus qui est évidemment l'inverse de celui de la collecte des données et qui ne peut être appliqué que dans un cheminement didactique visant à affiner petit à petit le portrait robot hydrométéorologique d'un bassin versant.

COUP D'OEIL RAPIDE SUR LA GÉOGRAPHIE DU BASSIN DU CITARUM

Le bassin du Citarum entoure Bandung (figure 1). Il est situé dans l'île de Java, élément le plus peuplé de l'archipel indonésien. L'histoire géologique de la région a été fort tourmentée. Témoins en sont les nombreux volcans qui entourent le bassin du Citarum. Certains ne dorment que d'un oeil (souvent unique d'ailleurs). Leurs sommets paraissent doux mais n'en culminent pas moins aux alentours de 3 000 m, créant ainsi une gêne à la circulation atmosphérique, ce qui va expliquer des disproportions dans les volumes de pluies sur des distances relativement faibles.

L'île de Java est soumise à deux moussons. La mousson d'ouest en hiver vient de l'Océan Indien et de l'Océan Pacifique en léchant d'abord la péninsule asiatique de Malaisie et l'île de Sumatra : elle impose la saison humide.

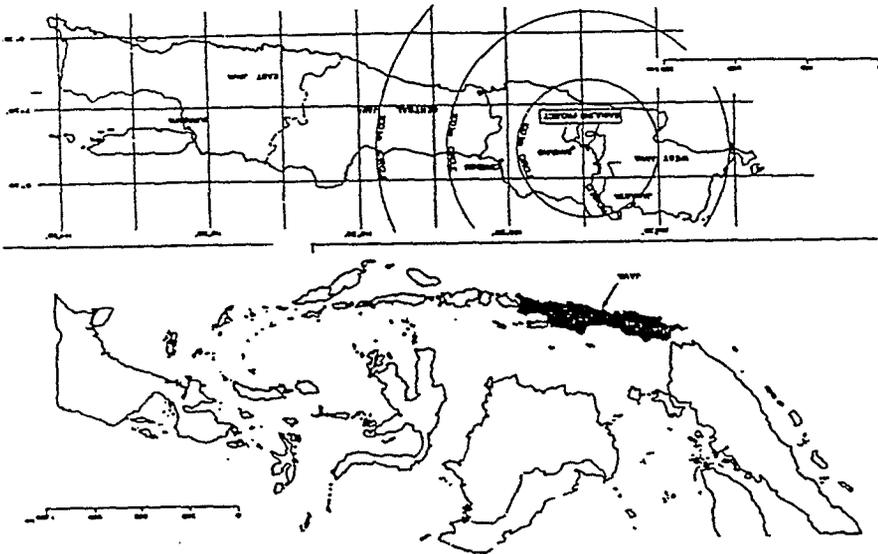


Figure 1
Bassin du Citarum

La mousson d'Est en été vient d'Australie et semble suivre l'Ile de Java d'Est en Ouest : elle caractérise la saison sèche. Si l'on en croit les cartes de circulation générale de la figure 2, ces deux moussons balaient l'Ile de Java en sens inverses l'une de l'autre et l'on comprend que l'effet d'écran joué par l'écrin de montagnes quienser le bassin du Citarum intervient de façon différente sur les différents postes pluviométriques installés nombreux depuis longtemps dans la région. Car c'est là une richesse incroyable des archives météorologiques. Il y a plus de trente postes pluviométriques installés sur une surface d'environ 6 000 km. Et l'histoire hydrométéorologique a été suivie depuis plus de soixante dix ans sur certains sites.

Des documents de synthèse existent déjà, tels les graphes de précipitations mensuelles moyennes comme on peut en trouver sur les cartes Michelin de l'Afrique. De tels documents mettent en évidence de manière décisive l'atténuation de l'impact de la mousson d'hiver due aux hauts sommets volcaniques lorsqu'on passe de la proue occidentale de Java pleinement exposée, au bassin du Citarum partiellement abrité par les sommets voisins. En effet, les moyennes mensuelles peuvent dépasser 600 mm aux mois de Décembre et Janvier sur les flancs Ouest du Mont Pangrango alors qu'elles ne dépassent pas 400 mm sur les pluviomètres les plus arrosés du bassin du Haut Citarum.

Même effet du relief est sensible pour la mousson d'été en provenance d'Australie : les moyennes mensuelles des pluies des mois de Juillet et d'Août semblent diminuer de l'Est vers l'Ouest.

OBJECTIFS DE L'ETUDE

Après ces quelques indications générales sur la géographie de la région Ouest de Java, disons un mot de notre projet d'exploitation de l'information hydrométéorologique disponible sur le bassin de Citarum. L'objectif lointain est l'optimisation de la gestion de la ressource en eau à buts multiples mais surtout à but énergétique dans le fonctionnement des trois usines hydroélectriques de Saguling, Cirata et Jatiluhur en cascade sur le fleuve Citarum comme l'indique la figure 3 et récemment mises en service (la dernière mise en route est celle de Saguling en 1986).

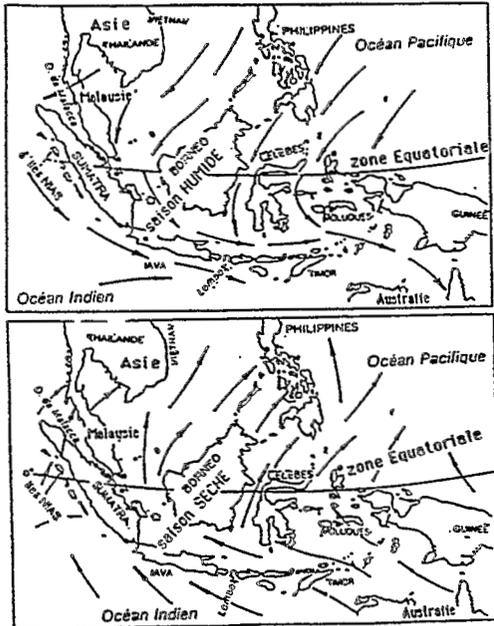


Figure 2
 Mousson d'Ouest (décembre-janvier)
 Mousson d'Est (juillet-août)

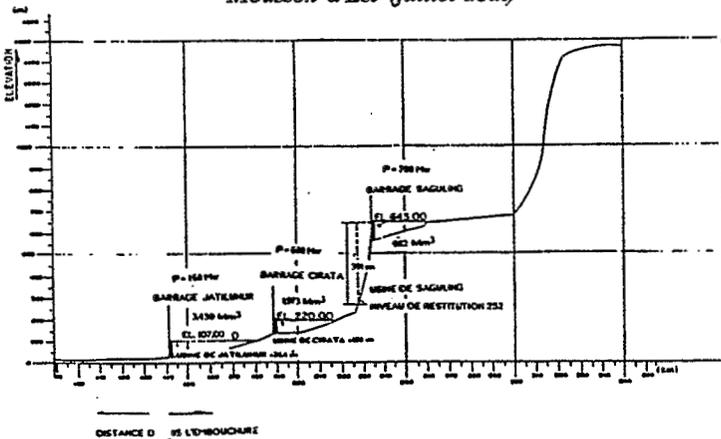


Figure 3
 Ile de Java, aménagement du fleuve Citarum

L'objectif prochain qui nous préoccupera ici, est de tracer un portrait robot hydrométéorologique du bassin du Citarum et tout particulièrement du haut bassin en amont du réservoir de Saguling. Ce sous-bassin couvre environ 2 280 km et dispose d'un grand nombre de stations météorologiques parmi lesquelles nous en avons retenues neuf pour la qualité et la longueur des séries d'observations.

Ces observations pluviométriques portent sur plus de trente ans mais nous prendrons la période commune 1950-1980.

L'observation des débits, elle, porte sur une durée double et va de 1920 à 1980.

LES CARACTÉRISTIQUES RÉGIONALES A LA DIMENSION SPATIO-TEMPORELLE ZERO

Sur la région concernée, nous disposons donc d'une information relativement abondante dans le temps et sur le territoire. Nous parlerons d'un espace variable à deux composantes temps t et espace territorial \bar{x} . Pour chacune de ces variables nous allons considérer un critère de dimension D . La dimension zéro correspondra à l'agrégation la plus forte qui conduit à une seule valeur moyenne soit pour l'ensemble du bassin, soit pour l'ensemble de la période considérée. La dimension résultante est constituée donc des deux dimensions D_x et D_t . Pour la dimension D_x , les choix sont limités. Pour simplifier, on dira que la dimension symbolique 1 correspond à la prise en compte individuelle de toutes les stations (mais on aurait pu tout aussi bien dire que la dimension d'espace correspondait au nombre de stations considérées de 1 à 9 pour les pluviomètres).

Pour la dimension D_t , nous conviendrons de dire que la considération des valeurs annuelles correspond symboliquement à la dimension 1, la considération mensuelle à la dimension 2 et la considération des valeurs journalières à la dimension 3. Pour prendre en compte les effets saisonniers, éventuellement nous parlerons d'une dimension 0,2 pour les moyennes interannuelles (dimension 0) afférente à un mois bien précis (dimension 2).

Ce souci de classification paraîtra peut-être superflu au lecteur qui se serait volontiers contenté de l'annonce littérale du type de variables considérées (moyenne mensuelle en un site, pluie journalière sur l'ensemble du bassin, etc).

En fait, au risque d'une complication de langage, nous avons voulu formaliser le degré d'agrégation de l'information.

Commençons donc par l'information (0,0) sur l'ensemble du haut bassin du Citarum à l'amont de Saguling.

APPORT DU FLEUVE A SAGULING (A)

Sur la période 1920-1980, le débit moyen est 81,4 m³/s

ou 2,4 Gm³/an (milliards de m³)

ou 0,2 Gm³/mois soit 200 Mm³/mois,

ce qui ramené à la surface du bassin qui est d'environ 2 280 km², donne 1 000 mm/an, ce qui, bien entendu, paraîtra énorme à un habitant du Languedoc.

Nous avons fait les mêmes évaluations aux deux autres stations plus en aval de Cirata et Jatiluhur. Les résultats sont rassemblés dans les tableaux 1a et 1b.

Au vu de ces chiffres, on peut être surpris par l'apparente augmentation de la lame d'eau ruisselée de l'amont vers l'aval. En effet, on admet généralement qu'il pleut davantage sur les reliefs où le ruissellement est, aussi, fort. Le paradoxe apparent qui constitue une particularité régionale s'explique vraisemblablement par l'exposition aux moussons et à l'effet d'écran des sommets volcaniques dont nous avons déjà parlé.

PLUIE MOYENNE SUR LE HAUT BASSIN EN AMONT DE SAGULING (P)

A partir des 9 pluviomètres sélectionnés, nous avons calculé le volume de pluie sur le haut bassin du Citarum pour la période 1950-1980, de deux manières :

- par simple moyenne arithmétique, résultat 2 250 mm/an ;
- par application de la méthode des polygones de Thiessen, résultat 2 257 mm/an.

La différence est insignifiante entre les résultats des deux modes de calcul et vraiment pas significative par rapport à l'erreur de mesure elle-même et aux aléas de la réponse du pluviomètre suivant le vent.

De ces premiers chiffres, nous avons tiré un coefficient de ruissellement moyen pour la période 1950-1980, au droit de Saguling :

$$R = P / A \approx 0,49$$

Ainsi, *grosso modo*, la moitié de la pluie qui est tombée entre le réservoir de Saguling. C'est une performance époustouflante pour un hydrologue habitué aux caractéristiques climatiques françaises. Et pourtant la végétation sur le bassin du Citarum est luxuriante. Ce résultat tendrait à conforter l'idée d'une fonction de production qui croît nettement lorsque les précipitations deviennent surabondantes quelle que soit la région.

ÉTUDE DU RUISSELLEMENT ANNUEL

Gardons la dimension 0 pour la variable espace et considérons la dimension 1 pour le temps, c'est-à-dire l'échelle annuelle. L'information alors manipulée consiste en deux vecteurs, le vecteur pluie moyenne sur le haut bassin $\bar{P}^{(1)}(t)$ sur la période 1950-1980 et le vecteur apport à Saguling $A^{(1)}(t)$.

Les premières formes synthétiques de cette information sont les fonctions de répartition (figure 4) que l'on peut sans surprise qualifier de gaussiennes.

Tableau 1a
Période 1920-1980

	Bassin de Saguling	Bassin intermédiaire Saguling Cirata	Bassin de Cirata	Bassin de Jatiluhur
Surface	2283	1778	4061	4601
Débit moyens m ³ /s	81,4	90,0	174,6	182,8
Apport moyen annuel	2567	2838	5405	5765
Apport moyen mensuel	213,9	236,5	450	480,4
Lame d'eau mm ruisselée annuelle	1137	1596	1359	1264
Coefficient par rapport au débit à Saguling	1	1,11	2,15	2,25

Tableau 1b
Période 1950-1980

	Bassin de Saguling	Bassin intermédiaire Saguling Cirata	Bassin de Cirata	Bassin de Jatiluhur
Surface	2283	1778	4061	4601
Débit moyen m ³ /s	81	101	182	181
Apport moyen annuel	2560	3178	5738	5707
Apport moyen mensuel	213,3	265	478	475
Lame d'eau ruisselée annuelle	1121	1787	1413	1240
Coefficient par rapport au débit à Saguling	1	0,80	2,24	2,23

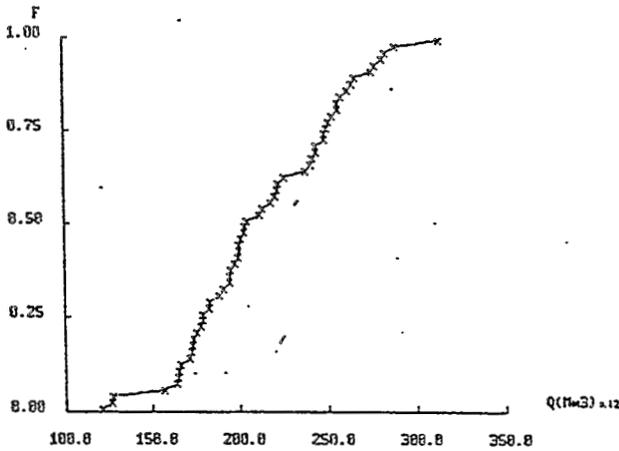


Figure 4

Fonction de répartition des débits annuels à Saguling (1920-1980)

La variabilité est représentée *grosso modo* par l'écart quadratique moyen ou écart type qui permet aussi d'obtenir le coefficient de variation.

Les paramètres synthétiques de ces distributions de valeurs annuelles sont indiqués dans le tableau 2.

Tableau 2

		Valeur moyenne	Ecart type	Coefficient de variation
Pluie moyenne territoriale		433	203	0,468
Apport à Saguling	31 ans	213	104	0,486
	61 ans	216	110	0,513

La corrélation entre précipitation et apports annuels sur la période commune est présentée par la figure 5. La régression linéaire ajustée sur ce graphe est :

$$A = R' \bar{P}S + A_0 + n$$

$$\text{avec } R' = 0,441 \quad A_0 = 293$$

où R' représente en quelque sorte le coefficient de ruissellement marginal indiquant la fraction ruisselée d'un supplément de précipitations.

Le coefficient de ruissellement correspondant à chaque année est représenté par la pente du vecteur OM afférent au point représentatif de l'année dans le plan (\bar{P}, A) .

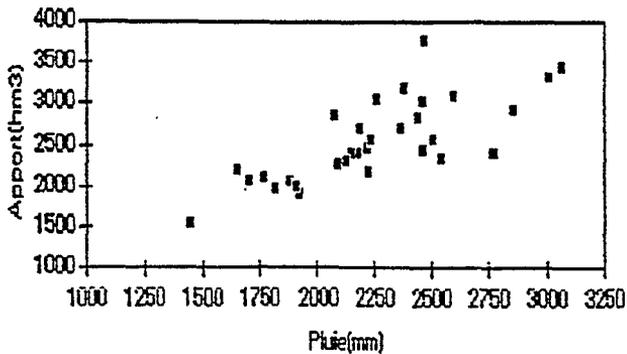


Figure 5

Graphique entre les pluies annuelles et les débits annuels du bassin de Saguling (1950-1980)

INFLUENCE SAISONNIÈRE SUR LE RUISSELLEMENT

Pour juger s'il y a une influence spécifique de la saison englobant implicitement l'effet de la variation du volume précipité et celui de la température et de la végétation, nous allons examiner les observations mois par mois.

Le premier résultat concerne les moyennes globales mais pour un mois déterminé, présentées dans le tableau 3 (la dimension temporelle est alors $Dt = (0,2)$ suivant notre convention symbolique).

Ici encore nous avons examiné la corrélation.

Tableau 3

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Annuel
P(02) mm	285,6	235,8	285,7	245,2	158,0	79,5	73,9	71,3	98,3	170,1	277,8	301,0	2253,4
A(02) Mm3	329,3	289,0	333,9	316,1	226,6	120,7	97,1	76,5	69,3	124,5	247,3	331,1	2561,4
R(02)	0,336	0,452	0,363	0,358	0,393	0,406	0,426	0,330	0,200	0,406	0,443	0,436	0,441

Une représentation graphique (figure 6) et un essai de régression sur les logarithmes¹⁾ ont rapidement montré que l'on pouvait se contenter d'une régression linéaire pour la corrélation entre les 12 valeurs de pluies pondérées $\bar{p}^{(02)}$ et les 12 valeurs de débit $A^{(02)}$ afférentes aux 12 mois

$$A^{(02)} = R^{(02)} \bar{p}^{(02)} S + A_0^{(02)} + \eta$$

avec

$$R^{(02)} = 0,46 \quad \text{et} \quad A_0^{(02)} = 13,8 Mm^3.$$

Le coefficient de corrélation est $r = 0,935$, ce qui entraîne une erreur relative quadratique $\varepsilon = 0,355$.

Si on pense qu'il y a un délai de concentration de l'ordre d'un mois, on peut essayer d'une régression entre l'apport à Saguling At et la pluie moyenne au mois précédent $\bar{p}_{t-1}^{(02)}$.

On obtient :

$$A_t^{(02)} = 0,480 \bar{p}_{t-1}^{(02)} S + 5,29 Mm^3 \quad \text{avec} \quad \rho = 0,938.$$

Enfin, on peut penser essayer d'un panachage entre les pluies du mois antérieur. Ainsi, avec une régression ternaire, on obtient à partir des valeurs moyennes avec un coefficient de détermination égal à 0,990

$$A_t^{(02)} = 0,226 \bar{p}_t^{(02)} S + 0,230 \bar{p}_{t-1}^{(02)} S - 19 Mm^3 + \eta$$

Le coefficient de ruissellement équivalent pris comme la moyenne des coefficients des volumes précipités est $R^{(02)*} = 0,456$, il reste donc très proche des valeurs déjà trouvées.

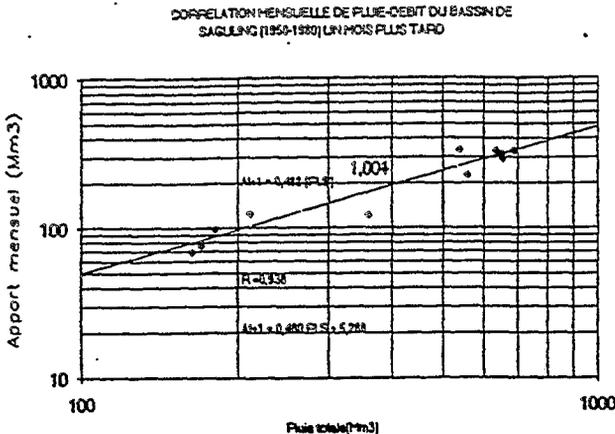


Figure 6
Bassin du Haut Citarum
Relation entre pluie mensuelle et débit le mois suivant

¹ La régression non linéaire est $A^{(02)} = 0,58 \left(\bar{p}^{(02)} S \right)^{0,97}$

En fait, la façon de procéder utilisée ci-dessus n'est pas exempte de critique parce que nous avons travaillé avec des valeurs moyennes sur toute la période 1950-1980 afférente à chaque mois.

On pourrait penser en premier lieu que pour mélanger deux mois successifs du point de vue des crues, il faille d'abord ramener conventionnellement les mois à la même durée par exemple 30,5 jours par mois (qui donne un compte exact annuel lors des années bissextiles). Nous l'avons fait, le changement sur la corrélation est minime.

Ensuite, le fait de corréler des moyennes est une opération possible du point de vue statistique, mais elle s'éloigne de la réalité physique où l'on doit mettre en relation des grandeurs qui ont physiquement des liens, par exemple pluie et apport du même mois la même année. C'est ce que nous ferons plus loin.

LES DISTRIBUTIONS DE VALEURS SAISONNIÈRES

Les distributions des pluies aux différents postes et des débits aux réservoirs peuvent pour chaque mois être grossièrement représentées par leurs premiers moments, la moyenne et l'écart-type.

Nous avons une double distribution dans le temps et dans l'espace de ces paramètres synthétiques. En une station, on peut examiner l'évolution au cours de l'année de l'écart-type en fonction de la pluie moyenne. D'autre part, pour un même mois on peut, pour l'ensemble des stations, confronter pluie moyenne et écart-type.

Commençons par l'examen station par station. La figure 7 donne un exemple du graphe (\bar{P}_m, σ_p) pour la station de Champelas repérée P₂₀₀. Un essai de corrélation entre les logarithmiques conduit à une relation de la forme $\sigma = \bar{P}^n$ avec un coefficient de corrélation satisfaisant ($\rho_i=0,932$ pour la station P₂₀₀).

Ayant réalisé cette opération de corrélation pour les 9 stations, nous avons eu la curiosité d'examiner le graphe reliant les deux paramètres synthétiques a et n . Le résultat montré sur la figure 8 est surprenant. Il y a une corrélation presque parfaite $a = 2,07/n^2$ (n varie de 0,25 à 0,56 et pour toutes les distributions confondues, on trouve $n = 0,40$). Bien sûr, nous ne voyons pas dans la simplicité de cette expression résultant d'ajustement, le reflet d'un phénomène physique précis mais ayant le souci d'étude régionale, on peut y voir un moyen de concrétiser l'information et surtout le fait que les comportements pluviométriques des stations sont liés et cohérents entre eux. Bien entendu, nous ne perdons pas de vue le flou qui existait sur la régression de base afférente à chaque station, flou qui autoriserait une certaine flexibilité (que nous n'avons pas utilisée - les résultats présentés sont ceux d'un premier essai naïf).

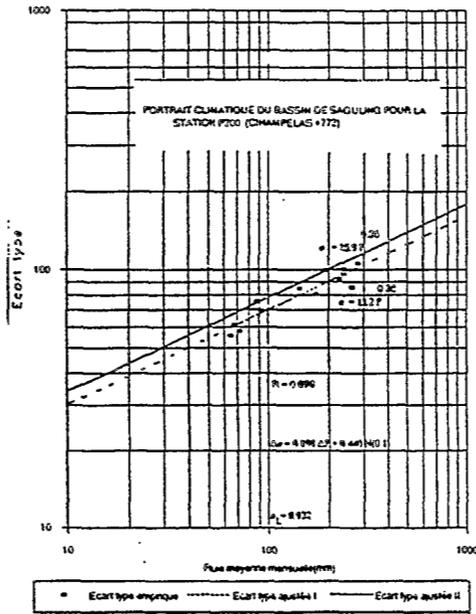


Figure 7
Exemple de la station Champelas

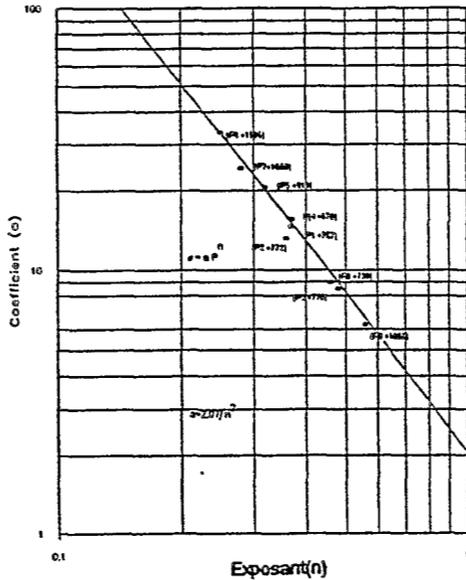


Figure 8
Relation entre paramètres synthétiques climatiques (pluie et écart-type) pour les stations du bassin de Saguling

Evidemment, resterait à relier un de ces deux paramètres a ou n avec les caractéristiques géographiques régionales. Bien entendu, nous avons pensé immédiatement à l'altitude Z . La figure 9 présente le graphe (n, Z). Nous avons été tentés de déceler une double tendance suivant l'exposition des pluviomètres sur les flancs du bassin.

Préoccupé par l'influence de l'altitude, nous avons aussi examiné la corrélation entre les coefficients de corrélations obtenus pour les graphes (\bar{P}, σ_p) tracés pour chacune des stations. Le résultat présenté sur la figure 10, à base de régression simplement linéaire, montrerait que l'altitude réduit nettement la force de liaison entre pluie moyenne et écart-type des pluies mensuelles.

Les conclusions de ces essais ne sont pas péremptoires mais pourront être confrontées à des expériences d'autres hydrologues sur d'autres bassins. Notre outil d'analyse somme toute assez robuste est la relation entre pluie moyenne et écart-type qui sont les éléments prépondérants pour caractériser une situation climatique.

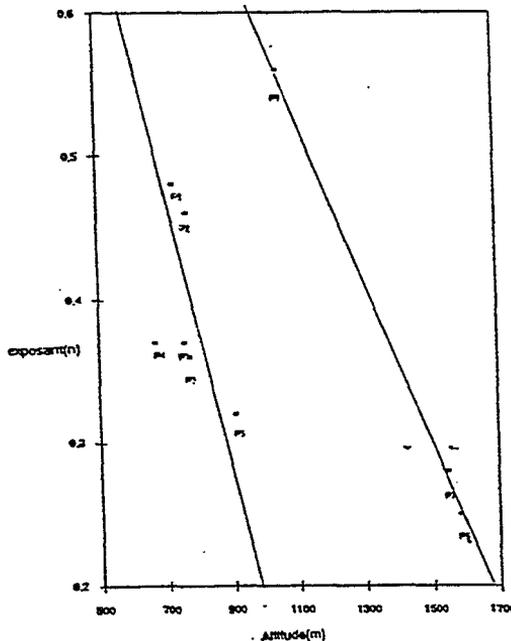


Figure 9

Influence des direction des vents et des orientations des stations pluviométriques du bassin de Saguling

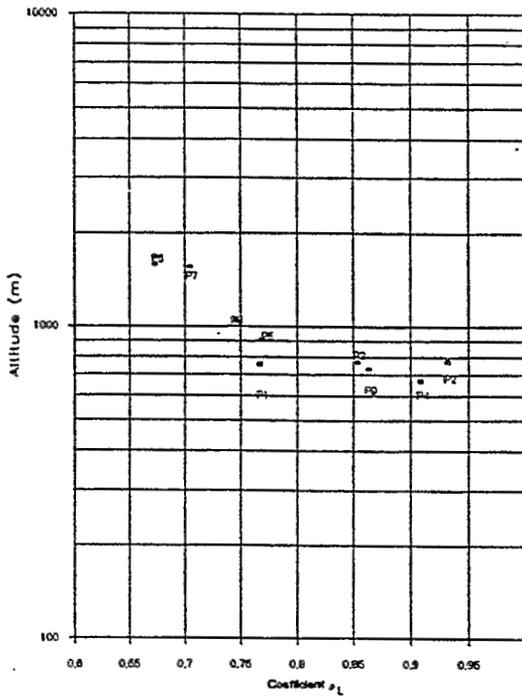


Figure 10

Relation entre coefficient de corrélation et altitude des bassins de Saguling

EXAMEN DES DISTRIBUTIONS DES DÉBITS

Pour faire l'étude critique des pluies ruisselées que sont les débits, nous considérerons encore le même doublet valeur moyenne et écart quadratique. Cette fois, l'aspect régional sera limité à la comparaison des deux stations de mesure de débit de Saguling et de Cirata. L'élément de base est le débit d'apport d'un mois donné pour lequel on calcule moyenne \bar{A}_t et écart-type σ_{At} .

Les graphes confrontant les variables de même nature \bar{A}_t ou σ_{At} entre les deux stations font apparaître une liaison linéaire exceptionnellement serrée comme le montre la figure 11. Ainsi, l'influence saisonnière peut être démarquée avec assez de précision de la connaissance détaillée d'une station sur l'estimation du comportement d'une autre station.

Bien sûr, il s'agit là de conclusions sur des valeurs agrégées ou synthétiques. La corrélation entre les valeurs ponctuelles à Saguling et à Cirata sera moins forte.

Les liaisons internes à une station sont aussi intéressantes (figure 12). Avec une idée préconçue d'analogie avec la dispersion, nous avons essayé des ajustements de la forme $\sigma_A \approx b \bar{A}^{1/2}$ ce qui a donné avec toutes les grandeurs exprimées en Mm^3 :

- pour la station de Saguling $\sigma_A = 4 \bar{A}_m^{1/2}$;
- pour la station de Cirata $\sigma = 5,5 \bar{A}_m^{1/2}$.

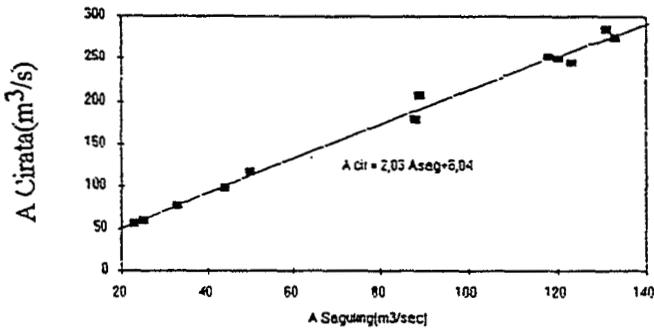


Figure 11

Relation entre les apports moyens mensuels du bassin du Citarum (1920-1980)

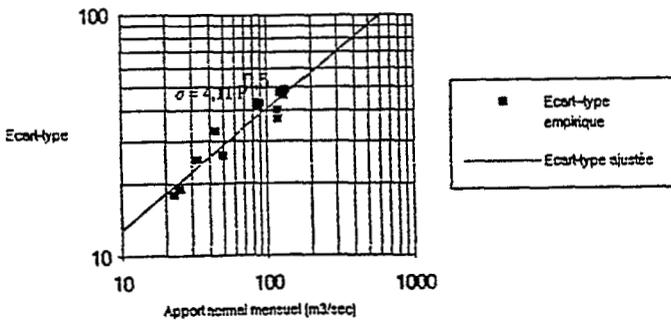


Figure 12

Relation entre l'écart-type et l'apport normal mensuel du bassin de Saguling

La variabilité augmenterait donc vers l'aval mais à Jatiluhur, station inférieure, le résultat est sensiblement le même qu'à la station intermédiaire de Cirata.

Revenons sur l'idée préconçue de l'exposant 1/2. Nous savons que dans les phénomènes de marche au hasard ou de dispersion, le coefficient de dispersion varie comme la longueur parcourue et donc l'écart-type varie comme la racine carrée de cette longueur. Si l'on passe de la pluie mensuelle à la pluie annuelle, l'écart-type va croître *grosso modo* comme la racine carrée de 12, nombre de mois, soit encore approximativement comme la racine carrée du rapport entre pluie annuelle et pluie mensuelle moyenne. Donc l'écart-type varierait comme la racine carrée de la pluie moyenne. Extrapolant hardiment cette constatation floue, nous faisons l'hypothèse que, pour la pluie mensuelle ou annuelle, somme de pluies journalières, le caractère de somme fera apparaître un exposant pas trop loin de 0,5. Il s'agit encore d'une règle empirique seulement guidée par l'analogie de la dispersion et soumise à la censure de l'observation.

EFFET SAISONNIER ET TAUX DE RUISSELLEMENT MARGINAL

Nous avons défini plusieurs valeurs du coefficient de ruissellement suivant le niveau d'agrégation temporelle. Pour l'agrégation la plus forte (dimension zéro) $R = 0,49$. Au pas de temps de l'année, on a obtenu la régression linéaire :

$$A_t = R'_{01} P_t S + A_t^{(0)} + \eta$$

R'_{01} représente en quelque sorte le taux de ruissellement marginal pour la dimension $D = (0, 1)$. C'est l'augmentation de la lame d'eau ruisselée pour une augmentation unité de la lame d'eau précipitée.

En valeurs numériques $A_t = 0,441 P_t S + 293 + \eta$ (en Mm^3).

On peut aussi considérer le rapport des écarts-types qui donne implicitement une idée de la fonction de production marginale. Pour les décomptes annuels, on trouve :

$$\sigma_p = 384 \quad \sigma_A = 507 \quad \text{d'où le taux marginal } R' \sigma = 0,580.$$

Avec la prise en compte saisonnière, on a une autre façon d'apprécier le ruissellement marginal globalement à partir des régressions déjà présentées avec la pluie moyenne du mois concomitant ($R'_{0,12} = 0,46$) ou la pluie moyenne pondérée du mois concomitant et du mois précédent ($R''_{0,12} = 0,54$).

CONCLUSION

La présentation qui précède peut paraître assez décousue, ce qu'elle reste en réalité parce qu'elle est plus la narration d'une expérience que l'exposé d'une théorie. Expérience vécue sur l'examen de données réelles afférentes à un bassin de dimensions moyennes, expérience dont nous souhaiterions la confrontation avec celles d'autres scientifiques pour faire émerger des «uniformités» par delà la diversité des bassins.

Si nous cherchons à résumer nos inductions et nos intuitions, nous dirons d'abord que la distribution spatiale de paramètres synthétiques tels que les écarts-types devrait permettre de subodorer quelques grands traits de la climatologie régionale. Ensuite, nous répèterons que la corrélation entre pluie moyenne et écart-type du même mois nous paraît assez organisée sur toute l'année pour déchiffrer l'influence saisonnière par une relation générale de type puissance $\sigma = bP^n$ qui souvent peut s'accommoder de l'exposant $n = 1/2$ familier de la théorie de la dispersion.

REMERCIEMENTS

L'étude présentée ci-dessus n'a été possible que grâce aux données hydrométéorologiques communiquées aimablement par les sociétés indonésiennes PIKITDRO PLN-JABAR et DPMA BANDUNG.

BIBLIOGRAPHIE

ARWIN., 1992. Modélisation des Ressources en eau et leur exploitation énergétique sur l'exemple du bassin supérieur du Citarum en Indonésie. Thèse INP Toulouse. 378 p.

ARWIN., 1988. Etude stochastique du régime des pluies dans le bassin de Citarum-Saguling en Indonésie. Rapport de stage à INP Toulouse. 101 p.

HANGTUAH., SOEPARTOMO., 1987. Studi sumber daya air sungai Citarum dalam rangka penganangan Waduk Cirata - Institut Teknologi Bandung - Rapport n°614/PT.07.H4 FTSP/N.

THIRRIOT., 1992. Suggestion pour une méthodologie d'étude régionale hydrométéorologique - Rapport IMFT CT 825 Mai 5 p.