

ÉTUDE DE L'ÉVAPORATION SUR LES SURFACES D'EAU LIBRES EN AFRIQUE NOIRE FRANÇAISE

par J. RODIER

*Ingénieur en Chef au Service des Études d'Outre-Mer d'E. D. F.,
chargé de la direction des Études Hydrologiques de l'O. R. S. T. O. M.*

et P. TOUCHEBEUF de LUSSIGNY

Ingénieur au Service des Etudes d'Outre-Mer d'E. D. F.

Les données dont les hydrauliciens disposent pour évaluer l'évaporation sur les surfaces d'eau libres sont peu nombreuses en pays tropicaux. C'est pourquoi nous avons estimé utile de diffuser dans le présent annuaire le texte d'un rapport présenté en avril 1954 aux Troisièmes Journées de l'Hydraulique

L'évaporation est un facteur essentiel du bilan hydrologique : dans le cas d'un bassin à sous-sol imperméable, la totalité des pertes entre précipitations et écoulement est due directement ou indirectement à l'évaporation.

L'évaporation agit non seulement sur l'eau de ruissellement, mais encore d'une façon indirecte sur la fraction des précipitations infiltrée au moment des averses. En effet, nappes superficielles ou nappes profondes alimentent les cours d'eau ; leurs apports sont alors soumis à l'évaporation directe, après déduction des pertes par remontées capillaires ou absorption par les végétaux. Ces dernières pertes correspondent encore aux effets de l'évaporation.

Les pertes définitives par infiltration sont dues uniquement à l'alimentation de nappes s'écoulant vers d'autres bassins versants ou à la disparition dans des régions perméables en grand avec également alimentation d'un bassin différent. Ces cas particuliers sont assez peu fréquents en Afrique Noire.

L'évaporation intervient aux différents stades du cycle de l'eau de la façon suivante :

- 1^o Evaporation sur les feuilles des végétaux et absorption par les végétaux au moment des averses avec évaporation ultérieure ;
- 2^o Evaporation à la surface du sol au moment du ruissellement ;
- 3^o Evaporation à la surface des cours d'eau ;
- 4^o Pertes des nappes par remontées capillaires ou par l'intermédiaire des végétaux au cours du tarissement.

Le bilan hydrologique et, plus précisément, le calcul du déficit d'écoulement donnent une première indication sur l'ordre de grandeur des pertes par évaporation. Mais il est très difficile d'évaluer par des méthodes directes les pertes par évaporation dans le cas le plus général. Seul le cas des nappes d'eau libres ne présente pas de graves difficultés. C'est le premier stade d'une étude générale d'évaporation. La connaissance des pertes dans ce cas relativement simple constitue en quelque sorte une indication permettant des estimations sommaires dans le cas le plus général.

Par ailleurs, les études d'évaporation sur les nappes d'eau libres sont essentielles pour l'examen des conditions d'exploitation des grands réservoirs. Depuis quelques années, il a été nécessaire, pour la mise en valeur de l'AFRIQUE noire française, de rechercher des réservoirs de toutes dimensions destinés soit à l'amélioration de la navigation, soit à la production d'énergie hydroélectrique, soit aux besoins de l'Agriculture. Plus généralement d'ailleurs, ces réservoirs ont été envisagés pour plusieurs fins.

Nous citerons parmi les plus grands :

- Le réservoir de GOUINA sur le SÉNÉGAL ;
- Les réservoirs du KONKOURÉ en GUINÉE ;
- Le réservoir de FOMI sur le NIANDAN (une des branches supérieures du NIGER)
- Le réservoir de LAGDO sur la HAUTE-BÉNOUÉ au CAMEROUN, etc...

Or, les données expérimentales directes sont très rares. Nous citerons une série de mesures effectuées sur le lac de GUIERS et des mesures fragmentaires effectuées à l'Office du NIGER.

Les données américaines provenant d'études expérimentales assez poussées sont souvent utilisées. Malheureusement, les conditions climatologiques sont très différentes dans les régions soudaniennes, de sorte que l'emploi de ces données risque de conduire à de graves erreurs. Des mesures directes s'imposaient donc. C'est pourquoi des études ont été entreprises pour le compte de la Direction Générale des Travaux Publics de l'A. O. F. (Service de l'Hydraulique) ou de sociétés d'économie mixtes, productrices d'énergie électrique. Elles ont été effectuées soit par l'U. H. E. A. (pour GOUINA), soit par Electricité de France (pour l'aménagement du réservoir du NIANDAN et les réservoirs du KONKOURÉ).

Les études d'Electricité de France avaient essentiellement pour objet la détermination des pertes par évaporation à la surface des réservoirs. Elles sont actuellement reprises par l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer qui compte leur donner une grande extension puisqu'elles couvriront, à bref délai, toute l'Afrique Noire Française par un réseau de sept stations. Les études effectuées ne seront plus orientées vers un but particulier comme celles de l'E. D. F., elles seront considérées comme un premier stade dans l'étude générale de l'évaporation.

Plusieurs années seront nécessaires pour aboutir à des résultats définitifs. Les méthodes employées par la Mission E. D. F. présentent de nombreuses imperfections ; de nombreux tâtonnements ont été nécessaires. Il ne s'agit pas de recherches scientifiques parfaitement organisées, mais de mesures faites par des ingénieurs (ces ingénieurs ayant par ailleurs à assurer l'exécution d'un programme très chargé) en vue d'obtenir quelques données expérimentales pour les guider dans leurs estimations. Les résultats sont incomplets. Des extrapolations, peut-être hasardeuses, ont dû être effectuées pour la détermination des principales données.

Toutefois, étant donné le manque de renseignements valables pour cette partie du globe, nous avons cru utile d'exposer, dès à présent, les résultats provisoires obtenus par Electricité de France au cours des premières années d'études. D'autre part, en exposant les difficultés rencontrées et les moyens employés pour les résoudre, nous espérons faciliter la tâche des chercheurs qui auraient à entreprendre des études du même genre.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR L'ÉVAPORATION DES SURFACES D'EAU LIBRES.

Rappelons rapidement les différents facteurs qui interviennent dans le phénomène d'évaporation à la surface d'eau libre :

1^o Le déficit hygrométrique ($F - f$) où F désigne la tension de vapeur saturante correspondant à la température superficielle de l'eau et f la tension de vapeur de l'air ambiant au voisinage du plan d'eau ;

2^o La vitesse du vent au sol.

Il faut noter, en outre, un certain nombre de facteurs secondaires tels que :

- La pression atmosphérique ;

— Les conditions dans lesquelles la vapeur d'eau émise par la surface liquide se disperse dans l'atmosphère environnante ;

— L'existence et la densité de la végétation à la surface du plan d'eau.

Le vent peut intervenir soit par sa vitesse, soit par les conditions de l'écoulement de l'air : régime laminaire ou régime turbulent.

Par ailleurs, le déficit hygrométrique englobe lui-même un certain nombre de facteurs : la température superficielle de l'eau est fonction, non seulement de la température de l'air et du degré d'insolation, mais encore de la profondeur de la retenue et de la plus ou moins grande rapidité de renouvellement de cette retenue.

De nombreuses formules empiriques ont été mises au point pour tenir compte des facteurs les plus importants. Toutes dérivent de la formule de DALTON :

$$e = K (F - f)$$

e : Evaporation journalière ;

K : Coefficient qui tient compte des facteurs autres que le déficit hygrométrique, en particulier de la vitesse du vent V . Il peut être considéré comme à peu près constant pour un site donné si le vent est faible et particulièrement régulier.

Les facteurs F , f et V sont loin d'être constants au cours d'une même journée dans les régions tropicales : ils varient même dans de très fortes proportions.

Le graphique n° 1 montre les variations de la température et de la tension de vapeur le 15 mai 1952 à KANKAN (HAUTE-GUINÉE). Le graphique n° 2 montre comment varie l'évaporation horaire le 24 mai 1953 à KINDIA pour des conditions climatologiques assez peu différentes de celles de KANKAN à cette période de l'année.

Il est difficile, dans la pratique, de découper la journée en tranches horaires pendant lesquelles les différents facteurs resteraient constants. Il est indispensable de procéder alors à des simplifications.

Suivant la façon dont sont prises en compte les variations journalières des températures intervenant dans le calcul de $(F - f)$, le coefficient K de la formule de DALTON peut varier dans de notables proportions.

Nous voyons donc que l'étude d'un site donné devra comporter, outre les relevés des hauteurs d'eau évaporées journallement, les relevés de températures sèche et humide de l'air au voisinage de la retenue, la température superficielle de l'eau, la vitesse du vent au sol, la pression atmosphérique. Enfin, il est très utile de relever l'évaporation à l'appareil PICHE pour lequel on possède des relevés portant sur de longues périodes à de nombreuses stations et d'établir des courbes de variations journalières de ces données.

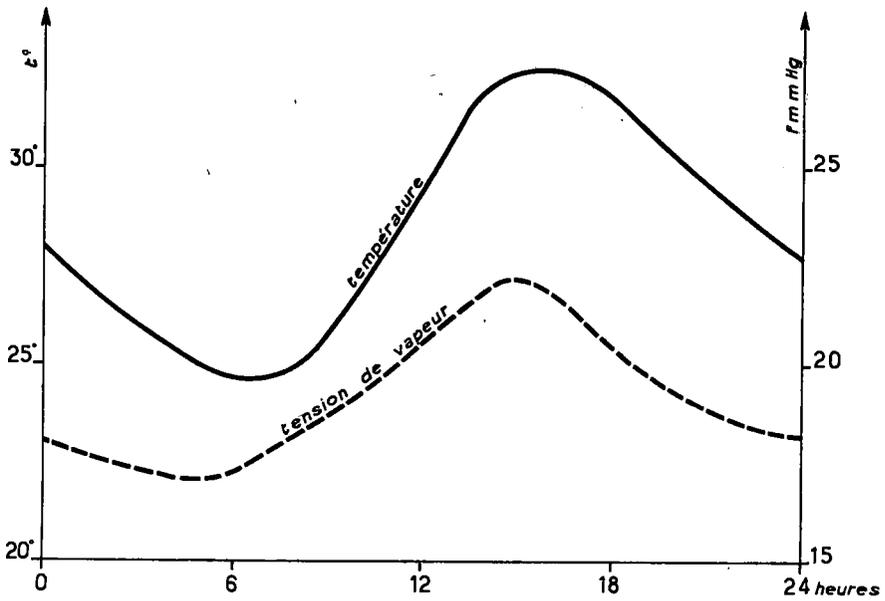
PRINCIPE DES RECHERCHES.

Des études préliminaires effectuées en 1949 avaient déjà montré que la dispersion serait assez grande. D'autre part, il était impossible, étant donné les délais imposés pour les études, de procéder à des recherches portant sur une longue période et sur un grand nombre de points. Par conséquent, on a surtout cherché à établir des lois empiriques simples valables pour la région soudanienne et permettant de relier les résultats obtenus aux données climatologiques fournies par des stations météorologiques exploitées depuis plusieurs années. Aussi, les études ont porté non seulement sur les emplacements de retenue envisagés, mais encore sur d'autres sites pour lesquels les dispositions naturelles ou la présence d'hydrologues rendaient faciles les observations.

Autant que possible, les postes d'observations étaient situés dans le lit apparent de grands fleuves dont le micro-climat se rapprochait sensiblement de celui d'une retenue de grande surface. Les conditions climatologiques au voisinage des points d'eau sont en effet très différentes en région soudanienne de celles des régions environnantes, généralement homogènes.

VARIATIONS JOURNALIÈRES DE LA TEMPÉRATURE ET DE L'HUMIDITÉ ABSOLUE

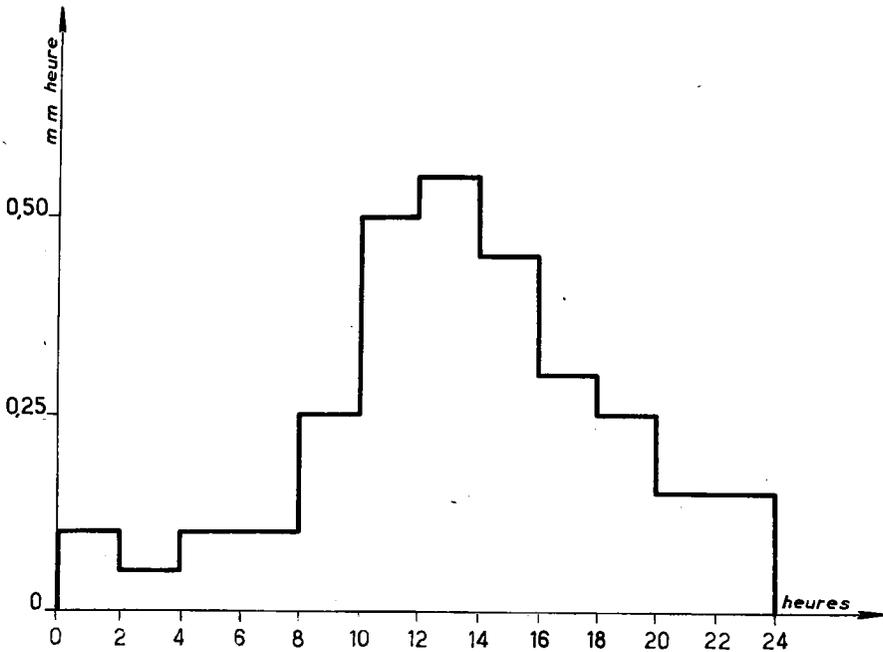
- KANKAN - 15 MAI 1952 -



Gr. 1

- VARIATIONS JOURNALIÈRES DE L'ÉVAPORATION -

- KINDIA (GUINÉE) 24 MAI 1953 -



Gr. 2

Les études avaient donc pour objet :

1^o De déterminer pour un certain nombre de sites les valeurs moyennes de l'évaporation journalière au moyen de bacs évaporatoires du type Colorado (ces mesures n'étaient effectuées que pendant des périodes de durée assez limitée) ;

2^o De rattacher ces mesures par des formules empiriques simples aux données climatologiques relevées au voisinage immédiat des bacs standard et aux observations de la station météorologique la plus proche, en particulier au déficit hygrométrique et à l'évaporation telle qu'elle est mesurée à l'appareil PICHE. Par ce procédé, nous pensions pouvoir extrapoler les résultats des mesures, dans le temps et dans l'espace, c'est-à-dire calculer l'évaporation annuelle à partir de quelques mois d'observations directes puis la moyenne interannuelle et déterminer la hauteur d'eau annuelle évaporée dans un bac flottant à une station quelconque soudanienne.

3^o De donner des indications sur les relations entre l'évaporation mesurée dans les bacs standard enterrés ou flottants et sur des retenues de grande surface et de grande profondeur.

PRATIQUE DES MESURES.

Des mesures ont été effectuées aux sites suivants :

1^o Au voisinage de la centrale du FÉLOU, au SÉNÉGAL ;

2^o Dans un bras mort du NIGER, aux rapides de KÉNIÉ, à 30 kilomètres environ à l'aval de BAMAKO, au SOUDAN ;

3^o Au site du barrage éventuel de FOMI sur le NIANDAN, à 20 kilomètres au Sud-Ouest de KOUROUSSA, en GUINÉE ;

4^o A KINDIA, au voisinage immédiat du FOUTA-DJALLON ;

5^o Aux différents sites de barrage sur le cours du KONKOURÉ. Les deux dernières séries de mesures ont été effectuées par la mission KONKOURÉ (GUINÉE) ;

6^o Des mesures, beaucoup plus sporadiques, ont été effectuées sur la BÉNOUÉ à GAROUA (NORD-CAMEROUN) par la Mission Logone-Tchad (O. R. S. T. O. M.) ;

7^o Cette même Mission a effectué des études poussées à BOGO (NORD-CAMEROUN) et à LAÏ (TCHAD). Les observations ont porté à BOGO sur une période de près d'un an.

Les études les plus complètes ont été effectuées au site de KÉNIÉ. Ce site était particulièrement favorable par suite de la présence d'un certain nombre de mares laissées par le NIGER après la décrue dans le lit rocheux, que l'on pouvait supposer étanches. Ces mares pouvaient permettre de comparer les résultats des bacs à ceux d'une retenue de faible superficie.

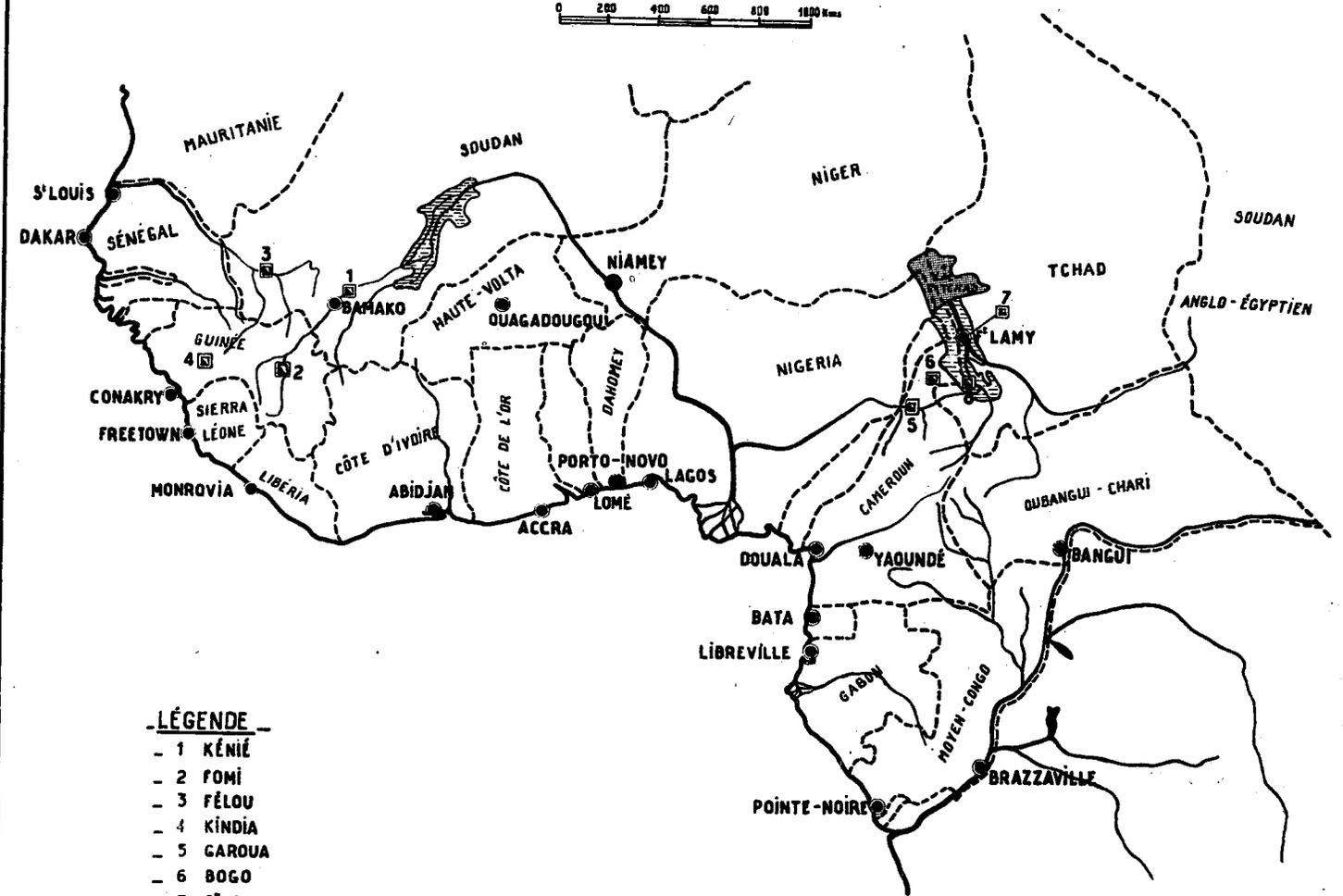
On a donc utilisé à la fois des bacs enterrés, des bacs flottants et deux mares. Les bacs en tôle utilisés avaient une section horizontale carrée (côtés : 920 mm., profondeur : 460 mm.). Pour les bacs utilisés par la Mission Konkouré, des dimensions légèrement différentes d'une cuve à l'autre avaient été prévues pour permettre de les emboîter, ce qui facilitait le transport. Les bords étaient rabattus sur le pourtour. On a constaté depuis qu'il pouvait être intéressant d'incliner légèrement les bords des cuves vers l'extérieur de façon qu'au moment des pluies les gouttes d'eau sur le pourtour des cuves ne viennent pas tomber à l'intérieur.

Les bacs flottants de KÉNIÉ étaient installés dans les mares dont il est question plus haut. La cote de l'eau à l'intérieur et à l'extérieur de la cuve était sensiblement la même, le bord supérieur des cuves étant à 10 cm. au-dessus de la surface de l'eau.

Les bacs enterrés dépassaient le sol de 10 cm, le niveau de l'eau à l'intérieur des cuves coïncidait avec la surface du sol. Ces bacs étaient situés le plus près possible des bacs flottants, dans le lit apparent du fleuve, mais nettement au-dessus de la

_ SITUATION DES BACS D'ÉVAPORATION _

0 200 400 600 800 1000 Kms



LÉGENDE

- 1 KÉNIÉ
- 2 FOMI
- 3 FÉLOU
- 4 KINDIA
- 5 CAROUA
- 6 BOGO
- 7 F'LAMY
- 8 LAÏ

nappe phréatique, de façon à éviter toute influence thermique perturbatrice par suite de remontées capillaires. On a cherché, autant que possible, à donner aux bacs flottants et cuves enterrées la même exposition au vent et à les placer dans le même micro-climat.

Les mesures de hauteurs d'eau évaporée étaient effectuées au moyen de pointes de mesures NEYRPIC installées au centre de façon à éviter toute erreur pour le cas où le plan supérieur des bacs n'aurait pas été exactement parallèle au plan d'eau.

On relevait pour chaque mesure, outre la hauteur d'eau évaporée :

- La température superficielle de l'eau dans le bac ;
- Les températures de l'air sèches et mouillées au moyen du thermomètre-fronde.

On utilisait pour les relevés de l'évaporation PICHE les données du Service Météorologique de BAMAKO. Ce procédé n'est pas recommandable car les stations-météo sont, en général, au voisinage des aérodromes et loin des fleuves, donc soumises à des conditions climatologiques légèrement différentes. Les données de l'évaporomètre PICHE auraient peut-être été différentes à KÉNIÉ de celles de la station de BAMAKO, malgré la grande régularité des données climatologiques tropicales. Il n'y avait pas d'anémomètre au KÉNIÉ pour des raisons que nous expliquerons plus loin. C'est également une erreur.

Un problème délicat était posé par le nombre de mesures journalières et les heures auxquelles elles devaient être effectuées. Nous avons vu que tous les facteurs d'évaporation varient beaucoup au cours d'une même journée, surtout en saison sèche. Il a été nécessaire d'utiliser des méthodes expédiées.

Nous opérions de la façon suivante à KÉNIÉ :

Le niveau des cuves était mesuré chaque matin entre 7 et 8 h. Les températures sèches et humides de l'air, la température superficielle de l'eau étaient relevées le matin entre 7 et 8 h. et, au début de l'après-midi, entre 14 et 15 h., au voisinage du maximum.

Nous avons renoncé à mesurer le vent pour les raisons suivantes :

Pendant toute la saison sèche, la vitesse du vent reste faible. Au moment des tornades classiques, il souffle avec violence pendant quelques minutes. Seules les tornades sèches au début de la saison des pluies peuvent donner lieu à des vents assez violents, de durée notable. L'harmattan ne se traduit pas au sol par des phénomènes violents. Il en est d'ailleurs tenu compte dans les mesures puisqu'il influe directement sur la température. Il ne reste guère que la brise qui suit le lit général du NIGER, brise faible, se produisant l'après-midi et dont il serait difficile de tenir compte puisqu'elle ne dure que quelques heures et qu'elle n'apparaît pas dans les données des stations météorologiques situées trop loin des fleuves.

D'autre part, nous avons cherché des corrélations dans les indications données sur le vent pour ces stations et l'évaporation journalière, sans aucun résultat.

Nous avons préféré, pour les études reliant l'évaporation aux facteurs climatologiques, englober l'action du vent dans le facteur constant K de la formule $e = K(F - f)$. Cette approximation nous semble d'autant plus justifiée que la brise fluviale apparaît très régulièrement. Pour un mois donné, elle peut donc intervenir dans un coefficient constant. Il est certain que dans les études présentant un caractère plus permanent que celles qui ont été effectuées par Electricité de France, il y aurait intérêt à effectuer des mesures à l'anémomètre. Nous avons l'impression que cette brise joue un très grand rôle dans l'évaporation, surtout en mai, époque à laquelle l'eau est surchauffée.

Pour ces mêmes mesures de température et de vent, l'idéal aurait été de pouvoir enregistrer les variations, ce qui n'aurait d'ailleurs pas simplifié le dépouillement.

Indépendamment des mesures sur bacs Colorado, des études ont été effectuées dans des mares fermées : deux mares avaient été retenues dans le lit apparent du NIGER, la mare A et la mare B.

La mare A a une longueur de 600 m. et une largeur moyenne de 80 m. Sa profondeur dépasse 8 m. sur la plus grande partie de sa longueur. Elle aurait pu présenter un très grand intérêt étant donné cette grande profondeur. Malheureusement, une partie

du pourtour est occupée par des alluvions par lesquelles les nappes aquifères viennent apporter un faible débit dans la mare comme nous avons pu le constater après les mesures d'évaporation. Cette mare ne constituait donc pas un système isolé.

La mare B était située entièrement dans un rocher parfaitement sain. Dès le mois de mars, cette mare était complètement isolée du NIGER. L'examen des mesures d'évaporation nous a montré qu'elle ne recevait aucun apport et qu'il ne pouvait y avoir d'autres pertes que celles correspondant à l'évaporation. Sa longueur est de 200 m., sa largeur de 40 m. Malheureusement, sa profondeur est faible, de l'ordre de 0,50 à 1,50 m.

On relevait la hauteur d'eau évaporée journallement au moyen de pointes de mesure installées sur un bâti scellé dans le rocher constituant les berges. La hauteur évaporée était relevée une fois par 24 h. La température superficielle était relevée deux fois par jour, dans les mêmes conditions que pour les bacs.

Les observations ont été effectuées par l'ingénieur hydraulicien qui dirigeait ces études du 19 avril au 20 mai 1952. A partir d'octobre 1952, les observations ont été reprises par un ingénieur hydraulicien assisté d'un opérateur africain qui, à partir de novembre, a effectué les mesures seul, mais sous un contrôle sévère. On a dû renoncer à faire apprécier le $1/10^e$ de mm. par ce dernier observateur. C'est pourquoi les mesures à partir de cette date présentent une dispersion plus grande.

Les études effectuées pour l'estimation de la hauteur d'eau annuelle évaporée ont montré que, dans l'ensemble, cette dernière série d'observations était assez exacte.

Pour tous les autres postes, les observations étaient effectuées par des ingénieurs ou des agents techniques européens.

RÉSULTATS BRUTS.

Les résultats bruts des observations sont exposés dans le tableau n° 1. Bien que ces mesures n'aient porté que sur des périodes de courte durée, les résultats ont cependant une certaine valeur du fait que l'évaporation dépend de facteurs tels que la température qui varie assez peu d'une année à l'autre, beaucoup moins que les précipitations et surtout que les débits. Les hauteurs d'eau évaporées chaque mois doivent donc se rapprocher très sensiblement des moyennes interannuelles correspondant à un bac de même type, installé exactement dans les mêmes conditions et dans la même situation. Nous insistons sur ce point car, pour des bacs à quelques centaines de mètres l'un de l'autre, les résultats peuvent être nettement différents. C'est ainsi qu'au FÉLOU, en juin, la moyenne des relevés à la cuve E. D. F. est supérieure de plus de 50 % à la moyenne de la cuve U. H. E. A. : les emplacements des deux cuves correspondent d'ailleurs effectivement comme l'ont montré les mesures hygrométriques à des conditions différentes. On évite en grande partie cet inconvénient en plaçant les cuves dans le lit apparent des cours d'eau ou en ne considérant que des bacs flottants.

Le tableau n° 1 met en évidence le caractère sporadique des observations. Il est difficile à exploiter sous cette forme soit pour l'examen des variations saisonnières en un point donné, soit pour les variations de l'évaporation d'un point à un autre de l'A. O. F. Il nous a semblé nécessaire de le compléter avant d'entreprendre toute interprétation.

ESTIMATIONS DES HAUTEURS D'EAU ÉVAPORÉES ANNUELLEMENT.

Nous déterminerons tout d'abord le montant total de l'évaporation annuelle dans les différents cas en estimant pour les mois manquants l'évaporation mensuelle à partir des données climatologiques fournies par la station météorologique la plus proche. Nous utiliserons, d'une part, des formules du type de la formule de DALTON, pour lesquelles le coefficient constant sera déterminé à partir des observations déjà effectuées. D'autre part, nous comparerons les données de l'évaporation à l'appareil

PICHE de la station météorologique de référence aux hauteurs d'évaporation trouvées dans les bacs pour les mois observés et nous essaierons d'en déduire des règles applicables pour les mois n'ayant pas fait l'objet d'observations directes.

TABLEAU I

ÉVAPORATIONS OBSERVÉES
(mm. par jour)

	FÉLOU		KÉNIÉ	FOMI	KINDIA	BOGO
	Bac enterré E. D. F.	Bac enterré U. H. E. A.	Bac flottant	Bac flottant	Bac enterré	Bac enterré (3)
Janvier			7		6,5	
Février			6 (1)			
Mars						
Avril.....						
Mai	11,1 (2)	8,4 (2)	8 +	5,6 +		
Juin	9,6	6,3		4,8 +		
Juillet	7+ (1)	4,5+ (1)		3,2 +	2,7 +	
Août					1,3 +	4,5
Septembre .					2,9 +	5,3
Octobre			4 (2)		3,0 +	7
Novembre...			5		3,5 +	10,6
Décembre ..			5		5,9	11,2

(1) Première décade du mois seulement.

(2) Deuxième quinzaine.

(3) Situation un peu analogue à celle du bac Félou E.D.F.

(+) Correction faite pour tenir compte des jours de pluie.

Notons que la formule de DALTON s'applique en toute rigueur à un facteur F dépendant directement de la température superficielle de l'eau dans le bac alors que les stations météorologiques donnent uniquement les températures sèche et humide de l'air ambiant.

Même si nous supposons que le bac est situé à la station météorologique, les valeurs des températures maxima et minima de l'air et de l'eau sont différentes ; nous avons pensé que les moyennes étaient assez voisines et que, par suite, il était possible de remplacer la température moyenne superficielle de l'eau par la température moyenne de l'air dans la formule. Mais l'application brutale de la formule de DALTON à partir des températures d'air sec nous a donné des valeurs d'évaporation nettement surestimées et c'est normal,

La courbe de température de l'air présente un creux sur une longue période et une pointe plus courte. Par suite, la moyenne arithmétique du maximum et du minimum de température est supérieure à la température moyenne de l'air et, par suite, aux températures de l'eau qui se rapprochent de cette température moyenne ; à plus forte raison lorsque l'on considère les valeurs de F correspondantes.

Aussi, nous avons dû prendre en considération deux coefficients différents :

1° Le coefficient K de la formule de DALTON appliquée à F correspondant aux températures superficielles de l'eau toutes les fois que cela a été possible. Nous avons pu ainsi vérifier s'il ne s'était pas glissé d'erreurs de détail dans nos opérations. Par ailleurs, les valeurs des coefficients ainsi trouvés nous ont été utiles pour la suite de notre étude ;

2° Le coefficient K d'une formule identique à celle de DALTON — $e = K(F - f)$ — qui s'appliquerait d'une part aux évaporations réellement observées, d'autre part, aux valeurs de F correspondant aux températures de l'air relevées à la station météorologique la plus proche ; (F est la moyenne pondérée des trois valeurs correspondant aux températures prises à 6 h., 12 h. et 18 h., ou la moyenne arithmétique des mesures effectuées à 8 h. et 14 h. lorsqu'il n'y en a que deux — cas du KÉNIÉ — procédé fort peu orthodoxe, mais c'est le seul qui puisse être employé pour rattacher l'évaporation aux données climatologiques des stations météorologiques).

Le rattachement des observations aux relevés des évaporomètres PICHE était heureusement immédiat. Nous avons défini un coefficient K_p : rapport entre évaporation mensuelle mesurée dans le bac et évaporation mesurée à l'appareil PICHE.

En pratique, les coefficients K , K_1 , K_p ont été déterminés de la façon suivante :

Pour un mois déterminé, nous avons porté sur un graphique les points figuratifs de chaque jour avec, en ordonnée, l'évaporation journalière en mm. et, en abscisse, $(F - f)$ ou les relevés de l'évaporomètre PICHE.

On obtient ainsi un nuage de points au milieu duquel on trace une droite passant par l'origine et laissant autant de points de part et d'autre ; le coefficient angulaire de cette droite est le coefficient K (ou K_1 ou K_p).

Pour tenir compte des variations journalières de la température, le déficit d'évaporation porté chaque jour en abscisse a été choisi égal à la moyenne pondérée des déficits correspondant aux températures relevées, soit trois fois, soit deux fois par jour.

Pour les mois de transition, juin, juillet, d'une part, et octobre, d'autre part, la division du temps par mois risquerait de donner lieu à des périodes d'observations non homogènes. A plusieurs reprises, nous avons dû bloquer les observations de la première décade ou de la première quinzaine avec celles du mois précédent.

Pour les stations à forte pluviométrie, telles que KINDIA, nous n'avons pas éliminé tous les jours de pluie comme nous l'avons fait en zone soudanienne. Nous avons conservé tous les jours à précipitation inférieure à 10 mm. La dispersion dans les valeurs de K est d'ailleurs beaucoup plus grande.

Nous avons porté dans le tableau n° II les valeurs calculées des coefficients K , K_1 , K_p . Les valeurs de K_1 et K_p entre parenthèses ont été extrapolées comme nous l'indiquerons plus loin.

Constatons qu'au cours de l'année, K varie assez peu ; de même, les différences sont faibles entre les résultats de KÉNIÉ et ceux de KINDIA qui correspondent à des climats très différents. Nous vérifions ainsi :

1° Que la formule de DALTON s'applique assez bien aux observations sur les bacs Colorado, malgré les approximations que nous avons faites ;

2° Que l'influence du vent est sensiblement la même pour tous les sites (sous réserve que les bacs soient placés dans le lit apparent).

En première approximation, il semble qu'il n'y aurait pas grand inconvénient à prendre K constant et égal à 0,45.

Nous noterons cependant que ce coefficient varie dans une faible mesure au cours de l'année, le minimum étant atteint en décembre au moment où l'écart journalier des températures est le plus grand et le maximum en saison des pluies au moment où cet écart est le plus faible. Cette variation de K correspond probablement à la façon dont nous faisons intervenir les variations diurnes de la température dans le calcul de la moyenne journalière. Une méthode plus judicieuse pourrait peut être conduire à un coefficient sensiblement constant.

Le calcul de K sert uniquement pour des vérifications puisqu'il est inutilisable pour l'extrapolation à partir des données des stations météorologiques.

Par contre, le coefficient K_1 est de la plus grande utilité pour la détermination de l'évaporation à partir des données usuelles des stations météorologiques, quoique sa signification physique soit moins simple et sa détermination plus imprécise.

TABLEAU II

VALEURS DE K ET K_I

	FÉLOU		KÉNIÉ				FOMI		KINDIA	
	Bac enterré U. H. E. A.		Bacs enterrés		Bacs flottants		Bac flottant		Bac enterré	
	K	K _I	K	K _I	K	K _I	K	K _I	K	K _I
Janvier ..	(0,30)*	0,41		0,44	0,32		(0,25)	0,51	0,59	
Février ...	(0,30)	0,42		0,39	0,27 (4)		(0,30)			
Mars	(0,33)				(0,35)		(0,40)			
Avril.....	(0,35)				(0,40)		(0,45)			
Mai	0,35	0,45		0,48	0,40		0,47	0,41 (3)		
Juin	0,50				(0,60)		0,76 (1)			
Juillet	0,60				(0,70)		0,67 (1)	0,48 (1)	0,90	
Août	(0,75)				(0,70)		(0,75)	0,35 (1)	1,20	
Septembre	(0,75)				(0,70)		(0,70)	0,63 (5)	1,15	
Octobre ..	(0,50)	0,49		0,48	0,40 (2)		(0,50)	0,53	1,10	
Novembre.	(0,35)	0,36		0,46	0,32		0,32	0,50	0,73	
Décembre	(0,30)	0,34		0,42	0,30		0,21	0,63 (5)	0,74	

VALEURS DE K_p

	FÉLOU	KÉNIÉ		FOMI	KINDIA	KALETA
	Bac enterré U. H. E. A.	Bac enterré	Bac flottant	Bac flottant	Bac enterré	Bac enterré
Janvier	(0,7)		0,97	(0,5)	1,2	
Février	(0,7)		0,85 (4)	(0,7)		
Mars	(0,8)		(1,0)	(0,7)		
Avril.....	(0,8)		(1,0)	(0,8)		
Mai	0,80		1,20	0,92 (1-2)		0,66 (3)
Juin	1,20		(1,7)	1,76 (1)		
Juillet	1,27		(1,9)	1,95 (1)	1,8 (1)	
Août	(1,6)		(1,9)	(1,9)	1,5 (5)	
Septembre	(1,5)		(1,7)	(1,7)	1,9 (1)	
Octobre	(1,2)		1,33 (2)	(1,4)	1,8 (1)	
Novembre...	(0,7)	1,05	1,10	0,70	1,5 (1)	
Décembre	(0,6)	0,75	0,85	0,50	1,3	

(1) Compte tenu uniquement des jours sans pluie ou avec pluie faible.

(2) Deuxième quinzaine seulement.

(3) KALÉTA.

(4) Première quinzaine seulement.

(5) Chiffres douteux.

* (0,30) Tous les chiffres mis entre parenthèses sont extrapolés.

L'examen du tableau n° II est assez rassurant. Comme il fallait s'y attendre, K_I varie assez largement d'un site à un autre et même d'un bac à un autre pour un site donné. Ce dernier point est absolument normal puisque nous relierions des résultats d'évaporation et des données météorologiques qui correspondent à des micro-climats différents.

Nous avons atténué ce dernier inconvénient en ne retenant que les résultats des bacs situés dans le lit apparent des cours d'eau ou dans des conditions similaires, auquel cas, la différence entre les résultats des bacs enterrés et des bacs flottants est faible (de l'ordre de 10 %).

Moyennant cette réserve, nous constatons que les variations saisonnières de K_I sont parallèles à celles de K avec minimum en décembre (grands écarts journaliers de température) et maximum en saison des pluies (faibles écarts de température). Mais l'amplitude est incontestablement plus grande. Ceci s'explique par le fait que K_I doit corriger la valeur excessive des écarts de la température de l'air par rapport aux écarts de la température superficielle de l'eau.

Il semble que K_I varie de 0,30 à 0,60 ou 0,70 au FÉLOU ;
de 0,30 à 0,60 ou 0,70 (?) à KÉNIÉ ;
de 0,21 (?) ou 0,25 à 0,75 (?) au NIANDAN.

K_I atteint 1,15 à 1,20 en saison des pluies à KINDIA.

L'amplitude est double ou triple de celle des variations de K .

Il semble que cette amplitude augmente depuis les zones soudanaises (FÉLOU, KÉNIÉ), où nous rencontrons des valeurs presque identiques jusqu'aux zones guinéennes (KINDIA).

Contrairement à ce qui a été exposé plus haut pour le coefficient K , il n'est pas possible d'adopter un coefficient K_I valable pour toute l'année et à plus forte raison pour tous les sites.

Pour extrapoler les valeurs de K_I nous nous inspirerons du parallélisme observé entre les variations de K_I , K et comme nous le verrons plus tard de K_p .

D'autre part, la comparaison des données de l'évaporomètre PICHE à la station météorologique la plus proche et des relevés directs de l'évaporation dans les différents bacs a été effectuée pour les quatre sites étudiés. Les relevés de KÉNIÉ les plus complets montrent que le rapport K_p (évaporation Bac/évaporation PICHE) subit des variations sensiblement parallèles à celles de K_I avec, malheureusement, une plus forte amplitude encore.

Les coefficients de saison des pluies sont assez incertains, mais heureusement les valeurs de l'évaporation à cette époque sont faibles. Nous relevons un certain parallélisme entre les variations aux diverses stations avec, cependant, des valeurs moins homogènes que pour K_I . C'est ainsi que le minimum à KÉNIÉ semble être de 0,85 alors qu'il est de 0,50 à FOMI. Ceci peut s'expliquer peut-être par le fait que l'évaporomètre PICHE amplifie les écarts de $(F - f)$. Or, $(F - f)$ varie peut-être beaucoup plus d'un site à l'autre que les autres facteurs intervenant dans la loi de DALTON. C'est ainsi, par exemple, qu'entre le site de FOMI et la station météorologique de KANKAN nous savons, d'après des relevés faits en fin de saison des pluies, que les indications données par l'évaporomètre PICHE de KANKAN sont supérieures de 20 % en moyenne à celles du même appareil installé à FOMI. Nous ne pensons pas qu'on aurait trouvé de tels écarts entre le site de KÉNIÉ et la station météorologique de BAMAKO ou entre le bac U. H. E. A. du FÉLOU et la station météorologique de KAYES.

L'examen du tableau n° II montre bien que les divers coefficients trouvés s'appliquent uniquement à des relations entre des bacs déterminés et des stations météorologiques également bien déterminées. Il se peut que, si l'on change la position des bacs par exemple, on trouve des coefficients de valeurs voisines avec des variations absolument parallèles ; mais, de toute façon, il sera nécessaire de faire des corrections qui peuvent atteindre jusqu'à 30 ou 40 % d'une station à l'autre, pour les mois présentant les plus grands écarts.

Il ne faut pas oublier non plus dans l'étude de ces divers coefficients que la saison des pluies n'arrive pas à la même date pour les divers bassins, de sorte que les mois de transition peuvent avoir, pour certaines stations, des coefficients de saison sèche alors qu'ils correspondent à des coefficients de saison des pluies à d'autres stations.

Enfin, la pratique qui consiste à prendre 50 % de l'évaporation PICHE pour une retenue de grande superficie est à proscrire.

A partir de ces données, nous avons déterminé, dans le tableau n° III, les hauteurs d'eau évaporée chaque mois pour l'année 1952.

Pour les mois de saison des pluies, nous avons appliqué les coefficients K_1 et K_p du tableau II aux jours sans pluie ou avec faibles pluies. Pour les jours de pluie, nous avons supposé ces évaporations correspondant à la moitié de la moyenne des jours sans pluie. Cette correction semble justifiée par les observations à l'évaporomètre PICHE pour les jours de pluie.

TABLEAU III
ÉVAPORATIONS JOURNALIÈRES
en mm.

	FÈLOU				KÉNIÉ				FOMI			
	Bac enterré				Bac flottant				Bac flottant			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Janvier		5,4	6,1	6	7	—	—	6		4	4	4
Février		7,7	7,9	8	6 (1)	—	—	7		5,9	6,7	6
Mars		11,2	10,7	11		10,2	8,6	9		8	6,2	7
Avril.....		12,3	11,8	12		12,6	9,7	11		7,4	6,6	7
Mai	8,4	—	—	8,5	8 +	—	—	8	5,6+	—	—	5,5
Juin	6,3	—	—	6,5		6,2	4,7	5	4,8+	—	—	5
Juillet	4,5+	—	—	4,5		3,6	2,9	3	3,2+	—	—	3
Août		4,0	3,2	4		3,2	2,5	2,5		2,4	2,8	2,5
Septembre .		3,0	2,1	3		3,1	2,5	2,5		2,4	2,4	2,5
Octobre		4,1	3,5	4	4 (2)	—	—	4		3,9	3,1	3,5
Novembre...		5,6	5,2	5,5	5	—	—	5		3,2	3,1	3
Décembre ..		5,9	5,6	6	5	—	—	5,5		2,8	3,0	3
Total annuel .				2 ^m ,40				2 ^m ,10				1 ^m ,60

- a : Valeurs expérimentales.
- b : D'après la loi de DALTON.
- c : D'après évaporomètre PICHE.
- d : Valeurs admises.

- (1) Première décade du mois seulement.
- (2) Deuxième quinzaine.
- (+) Correction faite par jour de pluie.

L'emploi simultané des coefficients K_1 et K_p nous a fourni des recoupements très utiles.

Nous obtenons, en définitive, pour l'année 1952 :

- au FÈLOU, sur bac enterré 2.40 m.
- à KÉNIÉ, sur bac flottant. 2.10 m.
- au NIANDAN, sur bac flottant 1.60 m.

Ces valeurs confirment sensiblement celles que nous avons précédemment admises à la suite des extrapolations beaucoup plus sommaires. Comme nous le verrons plus loin, elles ne s'appliquent qu'à des situations bien déterminées.

La disposition des cuves est telle, en général, que l'on se rapprochait le plus possible du cas d'une retenue. Nous signalons, en particulier, que dans la région de KAYES, on peut obtenir avec des bacs installés sur des plateaux de grès surchauffés, des évaporations annuelles beaucoup plus fortes. On arriverait également dans la vallée du NIANDAN à des résultats atteignant peut-être 2 m., si les bacs étaient installés sur les cuirasses latéritiques des plateaux. Nous reviendrons plus loin sur ce point.

L'étude des relevés des évaporomètres PICHE montre que pour ces régions tropicales l'écart entre les résultats d'une année à forte évaporation et d'une année moyenne est de l'ordre de 15 %.

L'examen des résultats de l'année 1952 montre que l'évaporation a été :

- forte à KAYES ;
- légèrement faible à BAMAKO ;
- forte à KANKAN.

Mais les relevés portant sur un faible nombre d'années, la moyenne n'étant pas précise, nous n'avons pas cherché à effectuer de corrections. On retiendra simplement que les valeurs annuelles données correspondent probablement à une limite supérieure pour le FÉLOU et le NIANDAN.

VARIATIONS SAISONNIÈRES DE L'ÉVAPORATION.

Elles ressortent immédiatement du tableau n° III. Au SOUDAN, l'évaporation croît pendant toute la saison sèche en relation avec l'augmentation de la température. Elle atteint son maximum généralement en avril : 11 à 12 mm. par jour (en 1952, le maximum était en mai, par suite d'une saison des pluies tardive).

Mais, en général, l'humidité relative augmente nettement en mai, entraînant une diminution de l'évaporation. Par la suite, cette réduction s'accroît pendant la saison des pluies et reste stationnaire en juillet, août et septembre. Elle passe alors par un minimum de 2,5 mm. par jour. En octobre, la saison des pluies s'achève et l'évaporation commence à augmenter, lentement cependant, car si l'humidité relative décroît assez rapidement, par contre, la température moyenne diminue depuis octobre jusqu'en décembre (5 à 6 mm./jour).

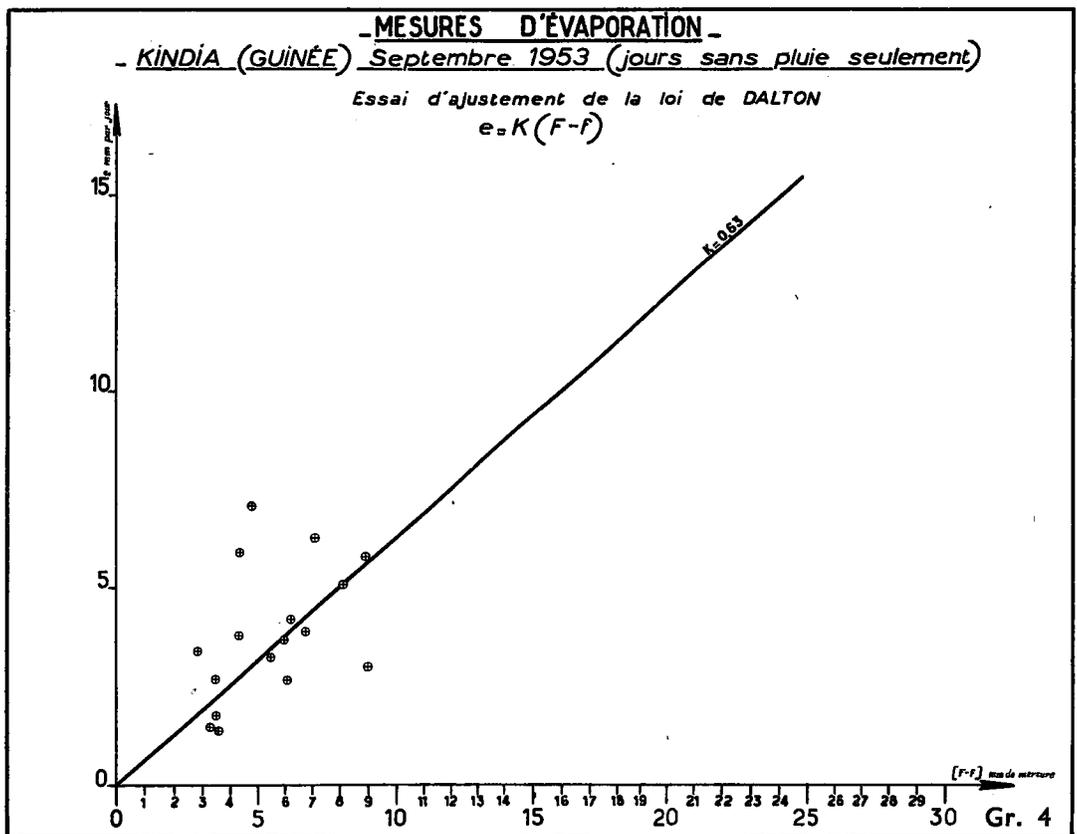
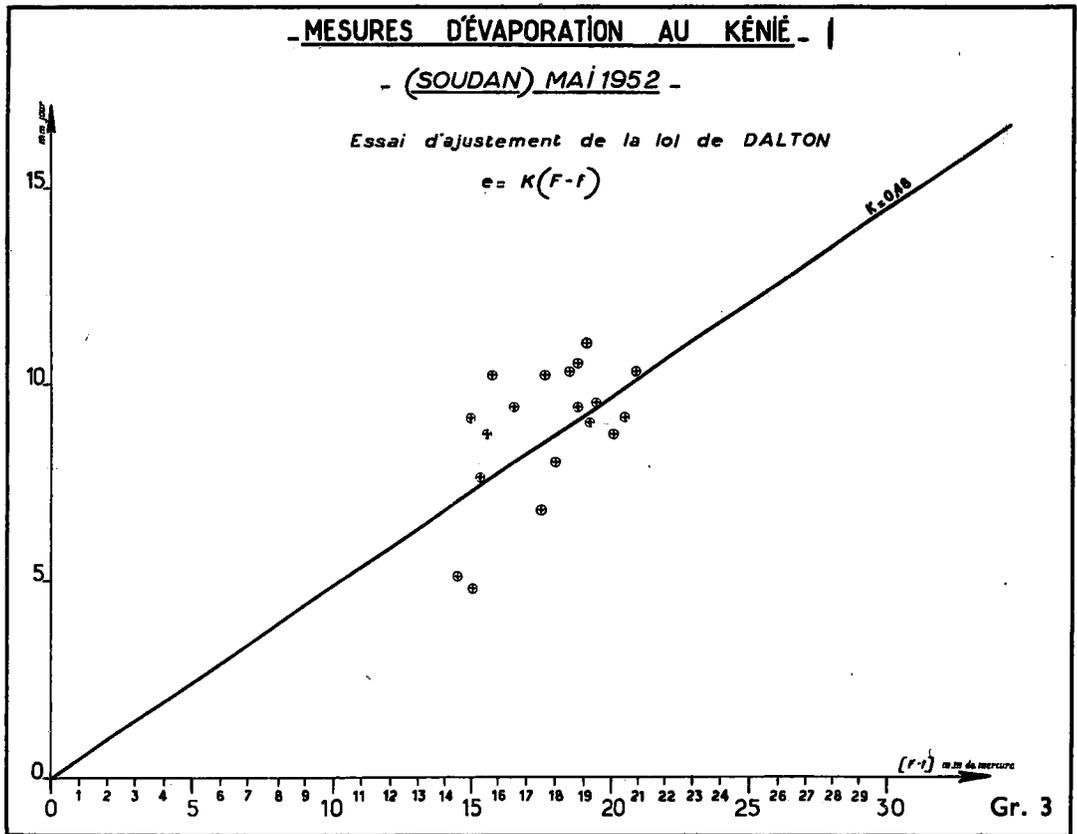
L'évolution est comparable sur les bords du SÉNÉGAL avec cependant des valeurs d'évaporation plus fortes, non seulement en saison sèche, mais également en saison des pluies, et un décalage déjà signalé, correspondant à une saison des pluies plus tardive.

En HAUTE-GUINÉE, sur le NIANDAN, on observe des évaporations de saison sèche nettement plus faibles qu'au SOUDAN. Les variations saisonnières sont sensiblement parallèles à celles du KÉNIE. Cependant, la saison des pluies commence un mois plus tôt et se prolonge jusqu'en novembre. L'écart entre évaporation de saison des pluies et évaporation de saison sèche est beaucoup plus faible qu'au SOUDAN, minimum mensuel : 2,5 mm./jour, maximum mensuel : 7 mm./jour.

D'autre part, fait qui n'apparaît pas sur ces moyennes mensuelles, l'évaporation en saison des pluies présente un caractère très différent suivant la latitude du fait de la nébulosité. En effet, dans le Nord du SOUDAN, un jour sans pluie d'août ou de septembre présente une évaporation notable assez analogue à celle mesurée certains jours de saison sèche, alors qu'en HAUTE-GUINÉE, et à plus forte raison à KINDIA, les jours sans pluie, d'ailleurs rares, présentent une évaporation beaucoup plus faible qu'en saison sèche. Nous devons d'ailleurs signaler que les chiffres que nous donnons pour l'évaporation de saison des pluies à FOMI sont probablement un peu surestimés.

ÉVAPORATION JOURNALIÈRE.

A titre indicatif, nous donnons, sur les graphiques n°s 3 et 4, les hauteurs d'eau évaporée pour un mois de saison sèche au site de KÉNIE et un mois de saison des pluies à KINDIA. On constate que la dispersion est beaucoup plus forte en saison des pluies qu'en saison sèche. En effet, à KÉNIE, l'évaporation varie de 5 mm. à 11 mm. A KINDIA, elle varie de 1,5 mm. à 7 mm. Encore n'avons-nous pas tenu compte des jours de



forte précipitation pour lesquels l'évaporation doit être inférieure aux plus faibles valeurs indiquées. Notons, d'autre part, que des valeurs supérieures aux plus fortes évaporations mentionnées ci-dessus ont été mesurées certains jours : par exemple 14 mm. à KÉNIÉ. Il a été vérifié que ces valeurs exceptionnelles correspondaient généralement à des déficits hygrométriques particulièrement forts, et non à des valeurs différentes du vent ou à des erreurs de lecture.

Nous signalons ce fait car l'examen des premières séries de relevés par des ingénieurs peu habitués à ce genre de mesures les conduit généralement à penser que ces observations sont fantaisistes et peut même les rebuter dans certains cas. Il est nécessaire, en raison de ces variations importantes, de poursuivre les observations pendant une période de 15 jours au moins pour avoir une idée de l'évaporation moyenne pendant un mois donné.

ÉVAPORATION HORAIRE.

Quelques observations ont été faites concernant les variations de l'évaporation au cours d'une même journée. Le graphique n° 2 correspond à des relevés faits toutes les deux heures ; il donne une idée de ces variations. Les relevés ont été effectués en mai à KINDIA. L'amplitude est très grande puisque l'évaporation varie de 0,05 mm./h. à la fin de la nuit à 0,55 mm./heure au milieu de la journée. L'évaporation nocturne est loin d'être négligeable.

DÉTERMINATION DE L'ÉVAPORATION A LA SURFACE D'UNE RETENUE.

Les valeurs que nous avons indiquées correspondent à des cas bien déterminés.

Par exemple, un bac enterré au voisinage d'un certain thalweg, pour le FÉLOU, un bac flottant dans une mare à KÉNIÉ, un bac flottant en plein courant à FOMI sur le NIANDAN.

Il serait imprudent d'extrapoler les résultats ainsi trouvés, à des cas généraux, sans précautions spéciales. Nous voyons qu'en particulier, au FÉLOU, pour deux bacs enterrés dans des conditions nettement différentes, les moyennes brutes de juin donnaient, pour ces bacs distants de quelques centaines de mètres seulement, 6,3 et 9,6 millimètres d'évaporation moyenne journalière. Précisons que les lectures étaient faites par le même observateur. Les variations d'un jour à l'autre pour ces deux bacs sont parfaitement cohérentes et concordent avec les mesures de température et d'humidité.

Comme nous l'avons dit plus haut, le phénomène s'explique parfaitement par des situations différentes :

— L'un des bacs étant au voisinage d'un thalweg qui, bien qu'à sec, donnait lieu à une certaine humidité, décelée par la mesure de f ;

— L'autre bac étant sur le plateau surchauffé.

De même, à FOMI, nous avons trouvé, pour le mois de mai, des lectures brutes de 3,5 mm. pour le bac enterré et 5,6 mm. pour le bac flottant. Il s'agissait, comme nous l'avons expliqué plus haut, d'une différence d'exposition à la brise fluviale. Il n'est pas toujours possible de choisir exactement sur le terrain un emplacement de bac correspondant à des conditions normales. C'est pourquoi nous pensons qu'il est prudent, chaque fois que l'on veut étudier un site, d'utiliser au moins 4 à 5 bacs à des emplacements différents. Il est d'ailleurs possible, par une étude serrée des variations locales des températures sèches et humides, de retrouver des conditions climatologiques « normales » et d'éliminer un ou deux bacs qui ne peuvent donner aucune indication utile pour le but recherché, par suite de leur situation « anormale ». L'exemple des deux bacs enterrés du KÉNIÉ montre qu'en se plaçant dans des conditions climatologiques comparables on trouve des résultats très voisins, exemple en mai : 10,3 et 9 mm.

Nous ne saurions trop recommander à cet effet de placer les bacs pendant la saison sèche dans le lit apparent des cours d'eau. On peut d'ailleurs parfaitement le faire dans les cours d'eau tropicaux sans que pour cela le fond du bac touche la nappe phréatique et soit influencé par des remontées capillaires venant de cette nappe

phréatique. La grande amplitude des variations du plan d'eau des différents fleuves et rivières le permet. Dans ces conditions, le bac enterré sera soumis aux mêmes conditions d'humidité et de ventilation que les bacs flottants. Il est nécessaire cependant de disposer d'un bac enterré témoin car bien entendu au moment des crues le bac du lit apparent ne peut plus être observé.

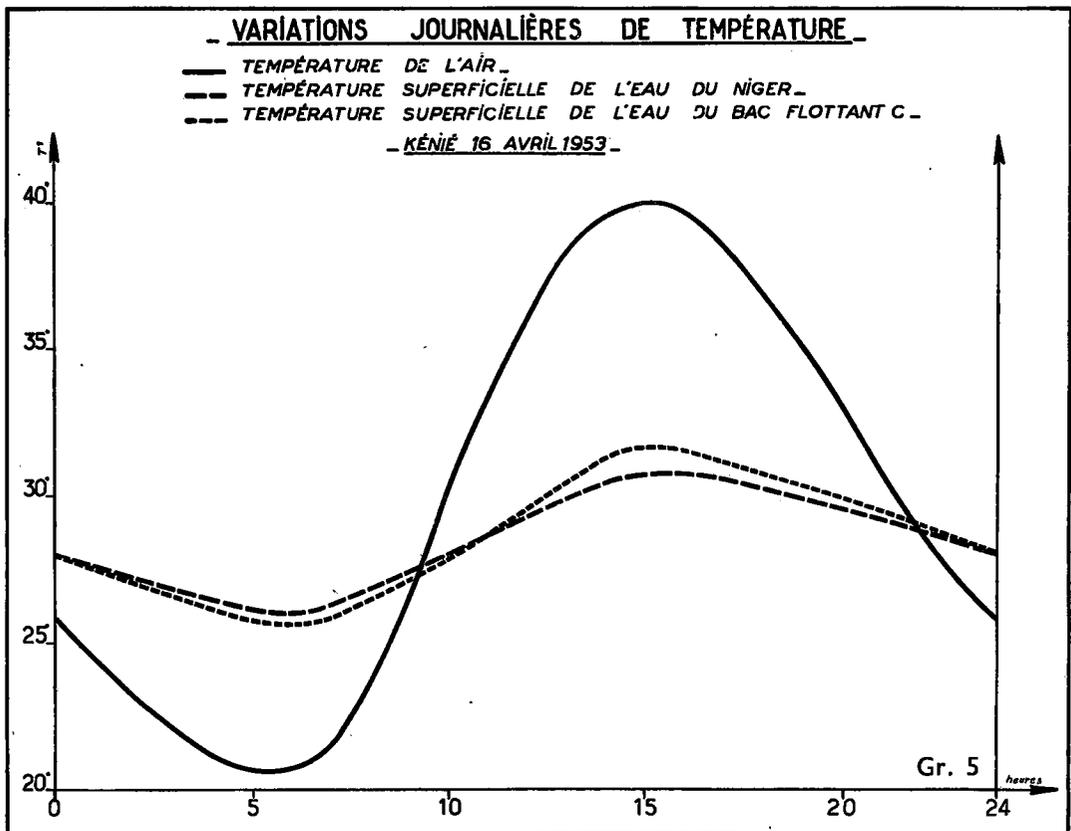
Moyennant ces précautions, il semble que le coefficient de réduction entre bac flottant et bac enterré soit très faible. Nous avons vu que si l'on ne prenait pas les précautions indiquées, il est fort possible que des bacs enterrés donnent des résultats inférieurs à ceux des bacs flottants.

Nos études ont porté sur des périodes de trop faibles durées pour pouvoir donner des indications générales sur la valeur des coefficients entre évaporation sur le bac flottant et évaporation sur le bac enterré. D'ailleurs, ce coefficient varie suivant la situation respective des deux bacs. Il semble qu'à KÉNIÉ, entre les bacs enterrés et les bacs flottants A et C, on puisse prévoir un coefficient de réduction de 95 %. Les deux bacs étaient très voisins l'un de l'autre.

Il semble que, pour un cours d'eau à régime très régulier, on ait tout intérêt à utiliser des bacs flottants malgré une installation un peu plus laborieuse.

Il reste à déterminer le coefficient de réduction entre bac flottant et retenue. Nous espérons beaucoup de l'étude des mares. En fait, nos essais ne sont pas très probants. Il semble d'après ces essais, que l'évaporation trouvée dans un bac Colorado flottant soit sensiblement équivalente à l'évaporation dans une retenue de faible profondeur telle que la mare B du KÉNIÉ. Cependant, les variations de température superficielle de l'eau à l'intérieur du bac flottant ont une amplitude nettement plus grande que les variations de température à la surface de l'eau d'une mare, telle que la mare A, et à plus forte raison que celles d'une grande retenue. A cet effet, nous avons mesuré les températures maxima et minima de l'eau du NIGER pendant trois mois.

Nous avons groupé sur le graphique n° 5 les variations des températures de l'air ambiant, de l'eau dans le bac flottant C et de l'eau du NIGER pour une journée correspondant sensiblement aux conditions médianes des mois de mars-avril. Les amplitudes sont très différentes. Toutefois, si nous calculons l'évaporation par une formule



type de DALTON avec un coefficient K correspondant aux valeurs que nous avons trouvées dans les études du KÉNIÉ, on constate que l'évaporation sur un bac flottant et l'évaporation dans une grande retenue sont très peu différentes. En effet, la réduction serait de l'ordre de 2 %.

Mais n'oublions pas que si la valeur de F doit être à peu près exacte, il n'en est pas de même de la valeur de f déterminée pour un point voisin du bac enterré, donc déjà à une certaine distance d'une grande étendue d'eau telle que le NIGER. D'autre part, le vent qui parcourt la surface d'une grande retenue est beaucoup plus chargé d'humidité que le vent qui traverse une petite mare. Enfin, il nous a été difficile de reconstituer exactement les variations de température à partir du maximum et du minimum. Notre coefficient de réduction n'a donc pas une grande signification. Il correspond, selon toute vraisemblance, à un maximum.

Ce coefficient de réduction indique toutefois qu'entre les résultats d'un bac flottant et l'évaporation à la surface d'une retenue de plusieurs kilomètres de large, on ne doit pas s'attendre à une grande différence. Il est probable que 80 % par rapport aux résultats des bacs flottants SERAIENT UN MINIMUM.

Nous pensons qu'il serait imprudent d'appliquer des coefficients de réduction de 70 % tels que ceux que l'on voit employer couramment.

A notre connaissance, les coefficients généralement mentionnés sont fondés sur une expérimentation bien légère. Le plus souvent, ils sont appliqués à des bacs enterrés situés en dehors du lit apparent, ce qui explique parfaitement des valeurs aussi faibles.

CONCLUSION.

Les études incomplètes dont nous venons de donner les résultats ont confirmé les valeurs généralement admises pour l'évaporation en zone tropicale, soit entre 1,50 et 3 m. depuis la HAUTE-GUINÉE jusqu'à la région soudanienne Nord. Ces valeurs sont valables pour des bacs flottants ou pour des conditions climatologiques très voisines de celles des bacs flottants. Les valeurs observées peuvent différer, dans une certaine mesure, pour les bacs enterrés suivant les conditions climatologiques surtout pour les mois à forte amplitude diurne.

Il est possible d'utiliser les données climatologiques fournies par les stations météorologiques moyennant des coefficients variables suivant les mois. La valeur de ces coefficients est à peu près équivalente pour les différents sites ; cependant, on doit noter de légers écarts tenant compte de la différence de situation entre bacs et stations météorologiques.

Des études ultérieures plus approfondies permettront de préciser les valeurs trouvées pour les sites déjà étudiés et de donner des indications sur des sites nouveaux. Il n'est pas exclu qu'après quelques années d'études, on puisse dresser une carte de l'évaporation sur des surfaces d'eau libres correspondant à des conditions d'expérimentation comparables. Cependant, il ne nous semble pas que ce soit là les études les plus urgentes. Nous savons fort peu de choses de la valeur des coefficients permettant de passer de l'évaporation à la surface d'un bac flottant, installé sur une nappe d'eau de faible profondeur, à l'évaporation telle qu'elle se produit dans une retenue de grande profondeur.

On pourrait, dans ce but, soit faire des mesures réelles dans des réservoirs existants, mesures très délicates puisque la plupart des termes entrant dans le calcul ne sont pas connus avec une précision suffisante, soit étudier dans le détail tous les facteurs météorologiques existant à la surface d'une grande retenue et, en particulier, le vent et le degré hydrométrique.

C'est ce que l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer se propose d'entreprendre. Malheureusement, ces études exigeront de longues années.