

PREVISION A COURT TERME des DEBITS de la SANAGA à EDEA
à l'AIDE d'un MODELE HYDROPLUVIOMETRIQUE

La régularisation de la SANAGA à EDA à l'aide de la réserve constituée à M'BAKACU nécessite la prévision 6 jours à l'avance des débits provenant du bassin versant intermédiaire (bassin total à EDEA moins bassin à M'BAKACU) de façon à pouvoir déterminer les lâchures nécessaires au maintien du débit de régularisation adopté.

Trois méthodes de prévision ont été envisagées et expérimentées:

- Méthode du FIT. Le principe de cette méthode est décrit par ENELCAM dans sa note du 23-7-69 qui donne également les résultats de son utilisation pour les années 1968 et 1969.
- Méthode décrite et testée dans le dossier d'avant-projet de M'BAKACU (1966). Elle est basée sur le FIT et les précipitations. Cette méthode, sous sa forme initiale, semble conduire à des résultats nettement moins bons que la précédente (900 millions de m³ de déversements en 1968 pour une régularisation à 600 m³/s, contre 400 millions de m³ avec la méthode du FIT). Il ne semble pas qu'elle puisse être retenue.
- Méthode hydropluviométrique utilisant un modèle matriciel. Cette méthode fait l'objet de la présente note.

I - CONCEPTION, MISE AU POINT du MODELE HYDROPLUVIOMETRIQUE

1.1. - Structure du modèle

L'opération de transformation pluie-débit réalisée par le modèle fait intervenir une matrice dite matrice caractéristique du bassin dont les éléments sont constitués par les surfaces élémentaires $S_{\theta k}$ définies par l'intersection des lignes isochrones et des polygones de

THIESSEN.

Lignes isochrones : considérons une surface élémentaire à la limite du bassin, et supposons qu'elle ruisselle à l'instant 0. Après un intervalle de temps i , l'eau provenant de ce ruissellement aura parcouru une distance l ; elle atteindra la station contrôlant le bassin au bout d'un temps n_i après avoir parcouru une distance nl^* . Ou, si à l'inverse on part de la station, on peut en remontant tracer les lignes sur lesquelles se trouvait l'eau à des intervalles de temps $i, 2i, 3i, \text{etc} \dots$, avant de parvenir à la station. On définit ainsi les lignes isochrones du bassin. Dans le cas présent, nous avons choisi le jour (24 h) comme intervalle de temps séparant deux lignes isochrones.

Polygone de THIESSEN : il délimite la partie du bassin affectée à un pluviomètre donné. On trouve facilement les polygones de THIESSEN en traçant les médiatrices de tous les segments de droite joignant deux pluviomètres voisins.

Cette décomposition du bassin permet de tenir compte de la façon la plus fine possible de l'hétérogénéité des caractéristiques morphologiques et pédologiques du bassin ainsi que de la distribution spatiale des précipitations. Le rôle de la matrice est de permettre l'intégration des volumes ruisselés et des apports souterrains provenant de chaque surface $S_{\theta k}$ et parvenant au même instant à l'exutoire. L'indice θ représente le temps affecté à la bande isochrone et k le pluviomètre relatif au polygone de THIESSEN auquel correspond la surface S . Cette opération matricielle comporte un élément supplémentaire consistant en l'étalement du volume ruisselé tout le long de son transfert de la zone de production à l'exutoire du bassin ; la courbe de crue très pointue à l'échelle d'une petite surface élémentaire s'applatit au fur et à mesure qu'elle descend vers l'aval. Ceci est très net si seule la surface $S_{\theta k}$ ruisselle mais cela se produit également s'il s'agit d'un ruissellement de tout le bassin.

Le second élément de l'opération de transformation pluies-débit est le plus délicat à mettre en oeuvre est le coefficient de ruissellement, c'est-à-dire pour une surface $S_{\theta k}$ le rendement de la pluie en débit défini par le rapport $\frac{\text{volume ruissellement}}{\text{volume pluie}}$. Ce coefficient dépend :

- du taux d'humectation superficielle ; ce taux fait intervenir les précipitations antécédentes et les caractéristiques du sol et de la végétation juste avant l'averse ;
- des caractéristiques de l'averse : essentiellement la hauteur de précipitation journalière ;
- de la morphologie du bassin.

* $n_i \rightarrow n_l$ suppose que la vitesse est constante, hypothèse légitime pour un bassin tel que celui de la SANAGA.

Le taux d'humectation pour le bassin de la SANAGA est défini par un indice dont nous avons admis que la loi de décroissance, en l'absence de précipitations est exponentielle. Cette définition a l'avantage de permettre de calculer l'indice d'humectation du jour J en fonction de celui de la veille :

$$IH (P_J) = \left[IH (P_{J-1}) + P_{J-1} (1 - KR_{J-1}) \right] e^{-k}$$

IH (P_J) désignant l'indice d'humectation relatif à la précipitation du jour J ;

KR_{J-1} le coefficient de ruissellement de la pluie P_{J-1}.

Le terme e^{-k} est considéré comme caractéristique du sol et de la végétation et, à ce titre, est représenté dans le modèle par 4 paramètres correspondant au partage du bassin en 4 zones présentant des caractéristiques différentes du point de vue sol et végétation.

Nous bornant pour caractériser l'averse à utiliser la hauteur de précipitation journalière P, et considérant que P et IH pris séparément, ont des actions comparables sur le ruissellement comme ceci a été démontré sur les bassins représentatifs du Centre du CAMEROUN, nous avons associé ces facteurs en les remplaçant par un facteur unique égal à leur produit. Quant à la morphologie de la surface réceptrice, nous avons admis que son influence se traduisait par une aptitude au ruissellement + grande qu'on a exprimé au moyen d'un terme C₀ qu'on peut assimiler à un seuil de ruissellement et qui intervient comme correctif du produit IH x P, (X = IH x P - C₀). Ce facteur C₀ exprimant une influence spatiale est comme le facteur e^{-k} représenté par 4 paramètres (1 par région).

L'expression du ruissellement prend la forme KR = f (X) avec X = IH x P - C₀.

La fonction f (X) adoptée est la suivante :

$$KR = 0.63662 \operatorname{Arctg} (\beta X^\alpha)$$

La mise en oeuvre du modèle qui a pour but la reconstitution des débits à EDEA du 1er Janvier au 31 Mai nécessite d'adopter des valeurs initiales adéquates pour IH. Ces valeurs pourraient être fournies par le modèle lui-même en l'utilisant sur les 2 mois précédant la période normale d'exploitation. On a estimé que la fixation des valeurs de IH au 1er Janvier ne justifiait pas cette opération supplémentaire. On a d'abord admis que le débit au 1er Janvier, pris sur la courbe de tarissement, était représentatif du

taux d'humectation au 1er Janvier et adopté pour indice d'humectation initial des surfaces S_k , une valeur uniforme égale au débit de base au 1er Janvier multiplié par un certain coefficient que des essais préalables sur plusieurs années permettraient de déterminer. Malgré ce choix d'une valeur initiale pour IH, les essais effectués avec la formule de ruissellement admise plus haut ont montré une tendance systématique du modèle à sous-estimer les débits ruisselés en Janvier et Février. On a donc abandonné cette méthode. On est parvenu à de meilleurs résultats en adoptant pour X l'expression suivante :

$$X = IH \times P + Q_B \times M - C_0$$

où $Q_B \times M$, produit du débit de base de chaque jour par un paramètre dont il conviendra de déterminer empiriquement la valeur, représente un potentiel de ruissellement lié à l'état des réserves souterraines. L'introduction sous cette forme du débit de base dans l'expression du ruissellement nous a alors conduit à admettre pour IH une valeur initiale nulle. Nous indiquerons plus loin comment on détermine Q_B .

Le modèle tient compte également de la recharge des nappes consecutive aux précipitations, recharge qui se traduit par un relèvement du débit de base. Le calcul s'effectue comme pour le ruissellement. On fait intervenir pour chaque surface $S_{\theta k}$ la hauteur de précipitation qui s'infiltré définitivement : $(P - P_0) (1 - KR)$ où P_0 est un paramètre représentant la hauteur de pluie interceptée pendant la précipitation et qui est restituée à l'atmosphère.

Le modèle effectue simultanément et jour par jour le calcul des volumes ruisselés et infiltrés à l'échelle des parcelles $S_{\theta k}$ et procède à leur sommation par l'intermédiaire de la matrice caractéristique et de la fonction d'étalement de façon à obtenir les volumes ruisselés journaliers V_R parvenant à l'exutoire et les volumes infiltrés journaliers V_S . Chaque volume journalier V_S donne naissance à un débit souterrain :

$$Q_S (t) = C_S \times V_S e^{-Kt}$$

qui se superpose au débit de tarissement Q_T qui se déduit par la relation exponentielle générale $Q = Q_0 e^{-Kt}$ du débit de base du premier jour.

Q_B dont il a été question plus haut se calcule comme suit :

$$Q_B = Q_T + Q_S (t)$$

C_S est un paramètre du modèle et e^{-K} le taux de réduction journalier du débit de tarissement ($K = 20.10^{-3}$).

1.2. - Réglage du modèle

Le modèle comporte 15 paramètres au total dont 4 couples destinées à caractériser les régions du bassin du point de vue sol, végétation et morphologie.

Dans un premier stade (réglage manuel) il n'a pas été fait de différenciation entre les régions, ce qui réduit à 9 le nombre des paramètres.

On a utilisé pour le réglage des paramètres un critère permettant de caractériser la qualité du résultat, c'est-à-dire de la reconstitution des débits relative à chaque essai. Ce critère destiné à comparer les débits calculés Q' et les débits observés Q a pour expression générale :

$$\text{CRITERE } (\chi) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{j=N} \left(\frac{|Q'_j - Q_j|}{Q_j \chi} \right)$$

N étant la durée de la période de reconstitution des débits en jours.

3 valeurs ont été utilisées pour χ : 0,7 ; 1 et 1,2.

La valeur obtenue pour le critère varie évidemment en raison inverse de la précision de la reconstitution.

L'application du modèle à une série d'années donnée nécessite que le nombre et l'emplacement des pluviomètres utilisés ne varient pas d'une année à l'autre. Pour la période 1951-1967, un réseau de référence de 24 pluviomètres a été adopté. Pour les années 1968 et 1969, le réseau de référence comporte 61 pluviomètres. La pluviométrie des postes non observés ou observés partiellement certaines années (3 au maximum de 1960 à 1967, 3 en 1968, 5 en 1969) a été reconstituée à l'aide d'un programme de substitution dans lequel les observations manquantes à un pluviomètre sont remplacées par celles du pluviomètre observé le plus proche.

Enfin, dans le dernier stade d'étude du modèle, on a considéré un réseau de référence de 13 pluviomètres correspondant aux stations synoptiques du bassin.

Réglage manuel

Un dégrossissage des valeurs à attribuer aux paramètres du modèle a été effectué au moyen d'essais portant sur l'année 1962 puis sur l'année 1964 (24 pluviomètres) conduisant à une valeur du critère ($\chi = 0,7$) voisine de 1. Avec les valeurs des paramètres correspondant à ces premiers essais, on a traité d'autres années. Les résultats pour certaines d'entre elles étaient assez médiocres.

Après un nombre assez considérable d'essais (60 environ), on est parvenu à uniformiser les résultats pour la période 1954-64, sans descendre toutefois en dessous de 1 pour la valeur moyenne du critère (valeurs extrêmes 0,75 et 1,55).

L'opération avait surtout pour but de fournir des valeurs de départ et des intervalles de variations des paramètres pour l'opération d'optimisation qui allait suivre.

Réglage automatique

Le réglage du modèle a été parachevé (les 8 paramètres des régions compris) au Centre de calcul du S.E.G.N. (Service d'Etudes Générales Nucléaires de CIAMART) à l'aide d'un programme d'optimisation. L'optimisation a été effectuée d'une part à partir des données de l'année 1962 (24 pluviomètres) et d'autre part à partir des données de l'année 1968 (61 pluviomètres).

L'opération a abouti à la détermination de 2 groupes de valeurs des paramètres correspondant aux 2 cas d'utilisation du modèle en ce qui concerne le nombre de pluviomètres pris en compte. Les différences les plus sensibles entre les 2 séries de valeurs concernent les paramètres introduits par la régionalisation.

Par rapport aux derniers résultats du réglage manuel, le critère ($\chi = 0,7$) a été abaissé de 0,90 à 0,44 pour l'année 1962 et de 0,79 à 0,38 pour l'année 1968.

Il convient de respecter la correspondance entre les 2 séries de valeurs des paramètres et les 2 types de réseau considérés (24 et 61 pluviomètres). Si on inverse cette correspondance, on obtient des valeurs du critère très supérieures à celles résultant d'une utilisation conforme.

Cependant, on a constaté qu'avec le réseau de 13 pluviomètres, on pouvait utiliser les valeurs des paramètres correspondant au réseau de 24 pluviomètres.

1.3. - Reconstitution des hydrogrammes - Résultats obtenus

Les résultats obtenus pour la période 1960-1969 en considérant les 3 définitions de réseau pluviométrique et en utilisant les valeurs correspondantes des paramètres fournies par l'optimisation s'établissent comme suit :

VALEURS du CRITERE ($\chi = 0,7$) RELATIVES à la PERIODE 1960-1969

Réseau	Années	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
13 pluviomètres		0,68	1,04	0,55	0,91	1,02	0,95	0,63	0,89	0,60	0,94
24 pluviomètres			1,02	0,44	0,80	0,82	0,85	0,54	0,89	0,53	
61 pluviomètres										0,38	0,83

Précisons, pour fixer les idées, que la valeur 0,40 du critère correspond sensiblement à un écart relatif moyen⁽¹⁾ de 5,5 % et la valeur 1,0 à un écart relatif moyen de 16 %.

La moyenne algébrique des écarts fournit la tendance du modèle à surestimer ou sous-estimer les débits.

Le tableau ci-après donne pour les années considérées les écarts annuels entre volumes écoulés reconstitués avec le réseau de 13 pluviomètres et les volumes écoulés observés pendant la période de l'année où les débits observés ou calculés sont inférieurs à 600 m³/s, ainsi que la moyenne algébrique des écarts entre débits calculés et observés pendant la même période.

(1) écart correspondant au critère avec $\chi = 1$.

COMPARAISON des HYDROGRAMMES CALCULES et OBSERVES pour Q ou Q' < 600 m³/s

Années	Ecart des volumes écoulés (V' - V) en 10 ⁶ m ³		Moyenne des écarts Q' - Q en m ³ /s		Nombre de jours correspondants aux deux colonnes
	+	-	+	-	
1960	163		23,8		79
1961		46		6,1	86
1962	34		5,2		75
1963	136		42,6		37
1964		175		24,7	82
1965		375		54,3	80
1966		296		35,6	96
1967	146		14,0		121
1968		266		32,7	94
1969		331		81,5	47

Ce tableau montre que les écarts varient dans des proportions notables d'une année à l'autre. La tendance du modèle sur les 10 années reconstituées est de sous-estimer les débits d'une quantité égale en moyenne à 14,6 m³/s.

II - EXPLOITATION du MODELE pour la PREVISION des DEBITS à EDEA 6 JOURS à l'AVANCE

Dans le programme de reconstitution de l'hydrogramme qui vient d'être présenté, le calcul des débits s'effectue en ignorant totalement les débits observés. La seule donnée hydrométrique qui intervient est le débit de base du 1er jour de la période d'utilisation du modèle.

Si on utilise le modèle comme moyen de prévision, cela revient à l'appliquer à une période égale à l'échéance de la prévision et à introduire pour chaque opération de prévision le débit de base du jour où la prévision est émise, ce qui conduit à faire intervenir le débit observé.

Deux méthodes peuvent être utilisées pour déterminer le débit de base au jour J :

- a) Retrancher au débit observé le débit ruisselé calculé par le modèle.
- b) Utiliser une formule de récurrence de la forme :

$$Q_B (J) = \left[Q_B (J - 1) + \gamma (Q (J - 1) - Q_B (J - 1)) \right] e^{-K}$$

avec une convention particulière pour le cas où le débit de base viendrait à dépasser le débit observé.

C'est cette deuxième méthode que nous avons adoptée en prenant pour γ la valeur 0,08. Avec la première méthode, les débits de base initiaux, correspondant à des prévisions successives fluctuent autour d'une courbe normale et ces fluctuations se répercutent sur les prévisions.

Un programme de calcul de prévision a été établi et appliqué à la période 1962-69 en considérant uniquement le cas du réseau des 13 pluviomètres et en faisant provisoirement l'hypothèse de l'absence de précipitations les jours suivant celui où la prévision est émise. La routine de calcul est la suivante : Prise en compte du débit de base du jour J en utilisant la formule indiquée plus haut et des pluies observées jusqu'au jour J inclus, calcul du débit au jour J + 6 au moyen du modèle avec précipitations nulles du jour J + 1 au jour J + 6. L'opération est répétée jour après jour tout au long de la période considérée (1er Janvier, 31 Mai).

Il serait évidemment souhaitable de pouvoir introduire des précipitations après le jour J. Cela pose le problème de leur prévision qui pourrait peut-être être résolu par le Service Météorologique du Cameroun ou par l'utilisation d'une méthode de prévision de pluies minimales faisant intervenir la position journalière du FTT. Des études sont en cours à ce sujet. On peut donc espérer que les résultats fournis par le programme de calcul de prévision, basé sur l'absence de précipitations les jours suivant l'émission de la prévision, pourront être améliorés.

Les résultats de la prévision peuvent être jugés sur la comparaison des débits prévus et des débits observés. La qualité de la prévision s'exprime, si on considère qu'on procède à la régularisation, en termes de déficit de régularisation (débit à EDEA $< Q_R$) et en termes de déversements ~~ou de pertes d'exploitation~~ (débit à EDEA $> Q_R$).

Il convient de préciser que ces résultats ne tiennent pas compte des écarts de débit provenant du fait que l'hydrogramme des lâchures à M'BAKAOU sera quelque peu déformé à son arrivée à EDEA et qu'il ne semble pas possible pour le moment de tenir compte de ces déformations. Pour y parvenir, il faudrait pouvoir résoudre le problème inverse de celui de la propagation, c'est-à-dire déterminer l'hydrogramme à M'BAKAOU en fonction de l'hydrogramme aval désiré ($Q_R - Q$ prévu (t)). Or cela n'est possible que lorsque l'hydrogramme aval est connu entièrement. En conséquence, on ne pourra pas adopter d'autre règle pour procéder aux lâchures à M'BAKAOU que celle consistant à lâcher au jour J un débit égal au débit d'appoint fixé par la prévision du débit naturel au jour J + 6.

La déformation de l'hydrogramme des lâchures à M'BAKAOU aura des effets tantôt favorables tantôt défavorables vis-à-vis des déficits de régularisation et des déversements.

Le programme de calcul des prévisions détermine les valeurs journalières des déficits de régularisation et des déversements dans 3 hypothèses de débits régularisés : $Q_R = 600, 650$ et $700 \text{ m}^3/\text{s}$.

Les variations journalières du déficit de régularisation et des déversements pour $Q_R = 600 \text{ m}^3/\text{s}$ sont représentées sur les graphiques n° 1 à 8. On peut faire apparaître sur ces graphiques les débits régularisés en majorant les ordonnées de la courbe représentée en trait continu de la quantité $Q_N - 600$ (Q_N étant le débit observé, c'est-à-dire le débit naturel), lorsque Q_N est supérieur à $600 \text{ m}^3/\text{s}$. La correction porte sur les tronçons de courbe correspondant à des déversements et pour lesquels Q_N est supérieur à $600 \text{ m}^3/\text{s}$. Cela découle des relations :

$$\begin{aligned} \text{Déversement} &= \text{Débit régularisé} - 600 && \text{si } Q_N < 600 \text{ m}^3/\text{s} \\ \text{Déversement} &= \text{Débit régularisé} - Q_N && \text{si } Q_N > 600 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Les résultats globaux pour les huit années traitées sont rassemblées dans le tableau ci-après. Il n'a pas été tenu compte dans les calculs du volume de réserve dont on dispose. Par exemple en 1967, il aurait fallu une réserve utile de 2,35 milliards de m^3 pour exploiter la centrale comme indiqué sur le graphique. Mais ceci ne change rien à la valeur de notre étude comparative.

On constate que malgré l'hypothèse de pluies nulles du jour J + 1 au jour J + 6, on enregistre des déficits de régularisation (débits prévus supérieurs aux débits observés). Toutefois, les déversements l'emportent toujours très nettement sur les déficits de régularisation.

RESULTATS pour la REGULARISATION de l'UTILISATION de la METHODE de PREVISION HYDROPLUVIOMETRIQUE avec un RESEAU de 13 BLUVIOMETRES

Années	Q _R	Déficit de régularisation		DEVERSEMENTS Parfois d'insubordination		Durée de la régularisation (jours)	Moyenne des écarts débits à EDEA-Q _R (m ³ /s)
		Volume (10 ⁶ m ³)	Nbre de jours	Volume (10 ⁶ m ³)	Nbre de jours		
1962	600	15	15	364	69	84	52
	650	22	21	398	74	95	51
	700	27	23	417	77	100	51
1963	600	93	15	147	25	40	69
	650	100	15	213	36	51	71
	700	109	21	298	44	65	72
1964	600	49	26	231	55	81	40
	650	72	31	258	61	92	42
	700	94	35	307	69	104	45
1965	600	77	27	343	51	78	62
	650	79	31	422	51	82	70
	700	83	34	457	53	87	72
1966	600	30	36	381	62	98	48
	650	30	36	447	68	104	55
	700	30	36	498	76	112	54
1967	600	136	39	389	80	119	51
	650	138	40	401	85	125	50
	700	143	41	420	89	130	50
1968	600	32	31	290	63	94	40
	650	36	34	326	74	108	39
	700	40	38	377	74	112	43
1969	600	1	4	229	42	46	58
	650	1	6	301	53	59	59
	700	35	18	362	62	80	58

Le problème est maintenant de savoir quel déficit de régularisation peut être toléré étant donné qu'une partie pourrait être absorbée par ALUCAM et l'autre par un appoint thermique.

- Comparaison de la méthode de prévision basée sur l'utilisation du modèle hydropluviométrique avec les autres méthodes

Le modèle hydropluviométrique utilisé sur la base du réseau des 13 pluviomètres et appliqué à la prévision des débits à EDEA, conduit à de meilleurs résultats que ceux obtenus par la méthode du FIT comme le montre le tableau ci-dessous donnant les résultats obtenus en 1968 et 1969 avec les 2 méthodes pour un débit régularisé de 600 m³/s :

Années	Méthode du FIT		Méthode hydropluviométrique	
	Déficit de régularisation (10 ⁶ m ³)	Déversement (10 ⁶ m ³)	Déficit de régularisation (10 ⁶ m ³)	Déversement (10 ⁶ m ³)
1968	4	407	32	290
1969	0	411	1	229

Les résultats présentés plus haut et les graphiques ont essentiellement pour objet de comparer la méthode du FIT à celle du modèle hydropluviométrique. Les méthodes sont utilisées sous une forme brute, comme le montre très bien l'exemple du graphique relatif à l'année 1963. Il est bien entendu que dans l'exploitation courante, on sera amené à donner un certain nombre de règles complémentaires pour effectuer un certain nombre de retouches. Par exemple, la possibilité d'introduire des précipitations du jour J + 1 au jour J + 6 n'a pas encore été exploitée. Il sera probablement nécessaire, pour réduire les déficits de régularisation, d'introduire le principe d'une marge de sécurité tenant compte des moyens thermiques de dépannage et des tolérances inhérentes à l'exploitation d'ALUCAM. Enfin, il sera nécessaire d'introduire d'autres corrections tenant compte à la fois de l'époque de l'année à laquelle on opère et de l'état de la réserve. Il est certain que pour l'année 1963 l'exploitation réelle du système de prévision conduirait à un résultat très différent de celui qui a été présenté. Ces retouches ne pourront jouer à plein qu'après un ou deux ans d'expériences pratiques d'exploitation.

Quant au modèle lui-même, nous pensons qu'il pourra être amélioré lorsqu'on aura pu optimiser les paramètres sur un plus grand nombre d'années.

Un autre avantage présenté par le modèle est qu'il permet de faire abstraction de telle ou telle partie du bassin, donc de s'appliquer sans modification de structure au bassin versant intermédiaire (BV EDEA - BV de M'BAKAOU) car au stade de l'exploitation, ce sont les apports de ce bassin qui interviennent.

La SANAGA à EDÉA

Résultats d'application à la régularisation à $600 \text{ m}^3/\text{s}$,
des prévisions effectuées à l'aide du modèle hydropluviométrique
(Réseau de 13 pluviomètres)

1962

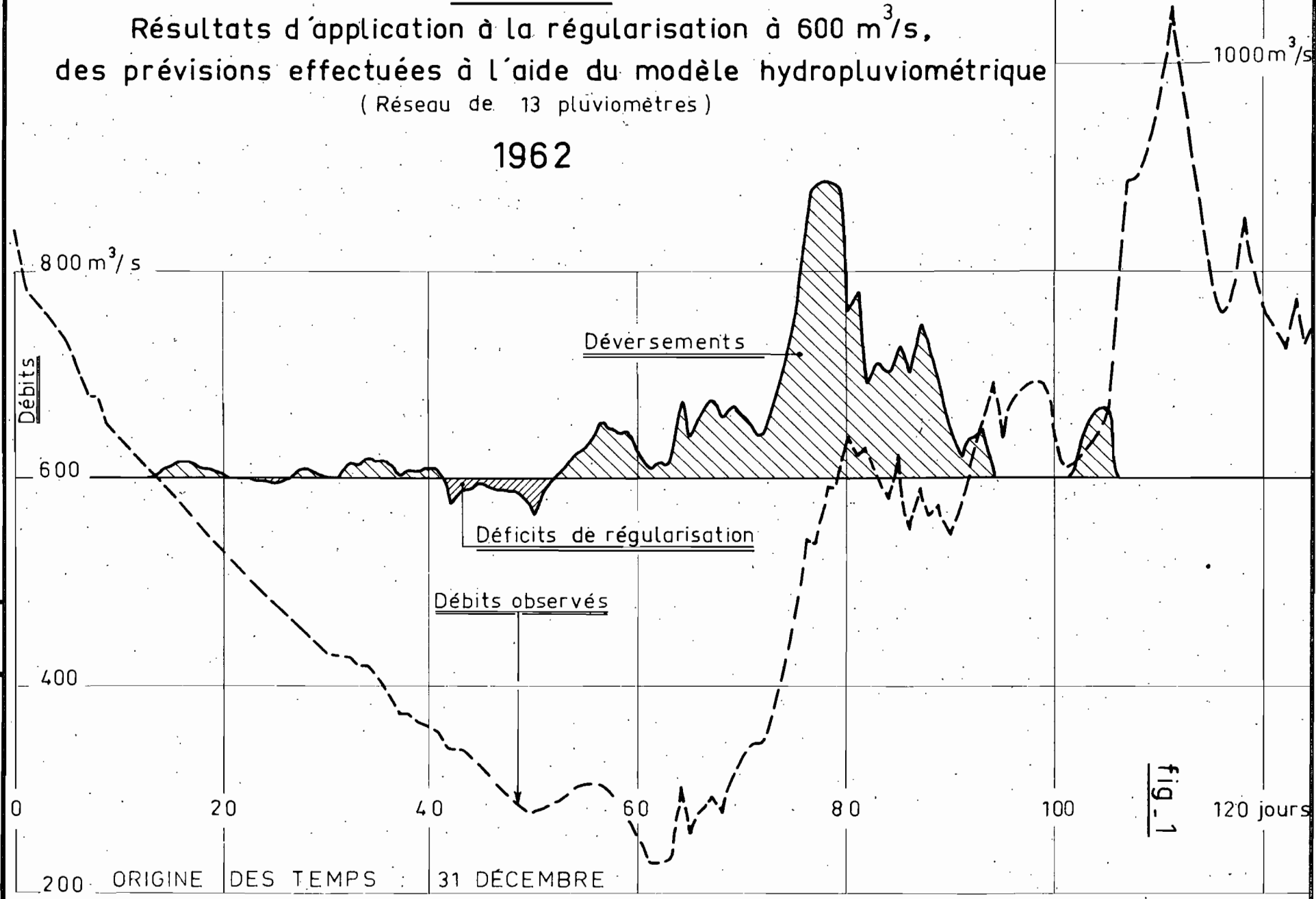


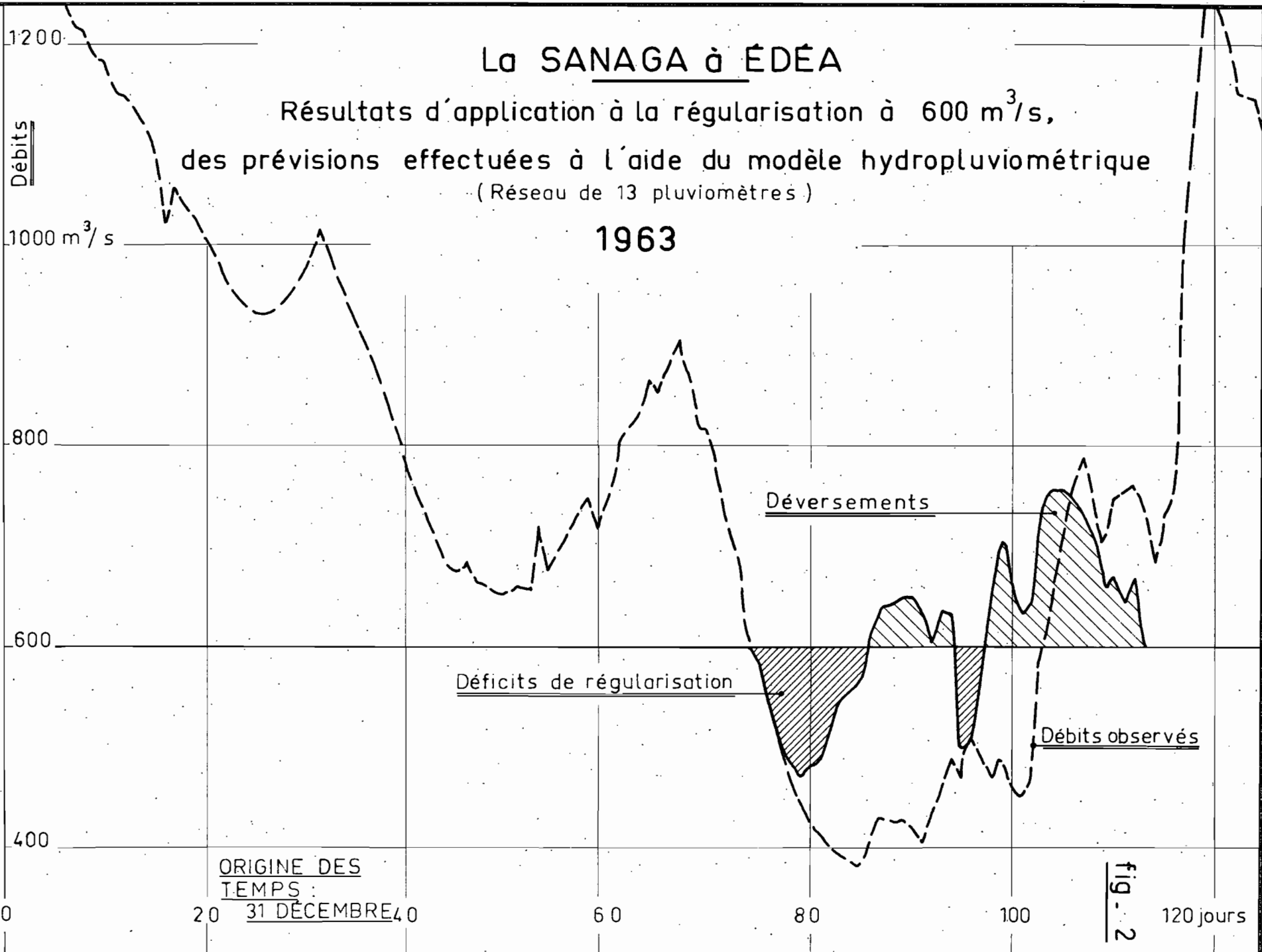
fig. 1

200 ORIGINE DES TEMPS : 31 DÉCEMBRE

La SANAGA à ÉDÉA

Résultats d'application à la régularisation à $600 \text{ m}^3/\text{s}$,
des prévisions effectuées à l'aide du modèle hydropluviométrique
(Réseau de 13 pluviomètres)

1963



La SANAGA à ÉDÉA

Résultats d'application à la régularisation à $600 \text{ m}^3/\text{s}$,
des prévisions effectuées à l'aide du modèle hydropluviométrique
(Réseau de 13 pluviomètres)

1964

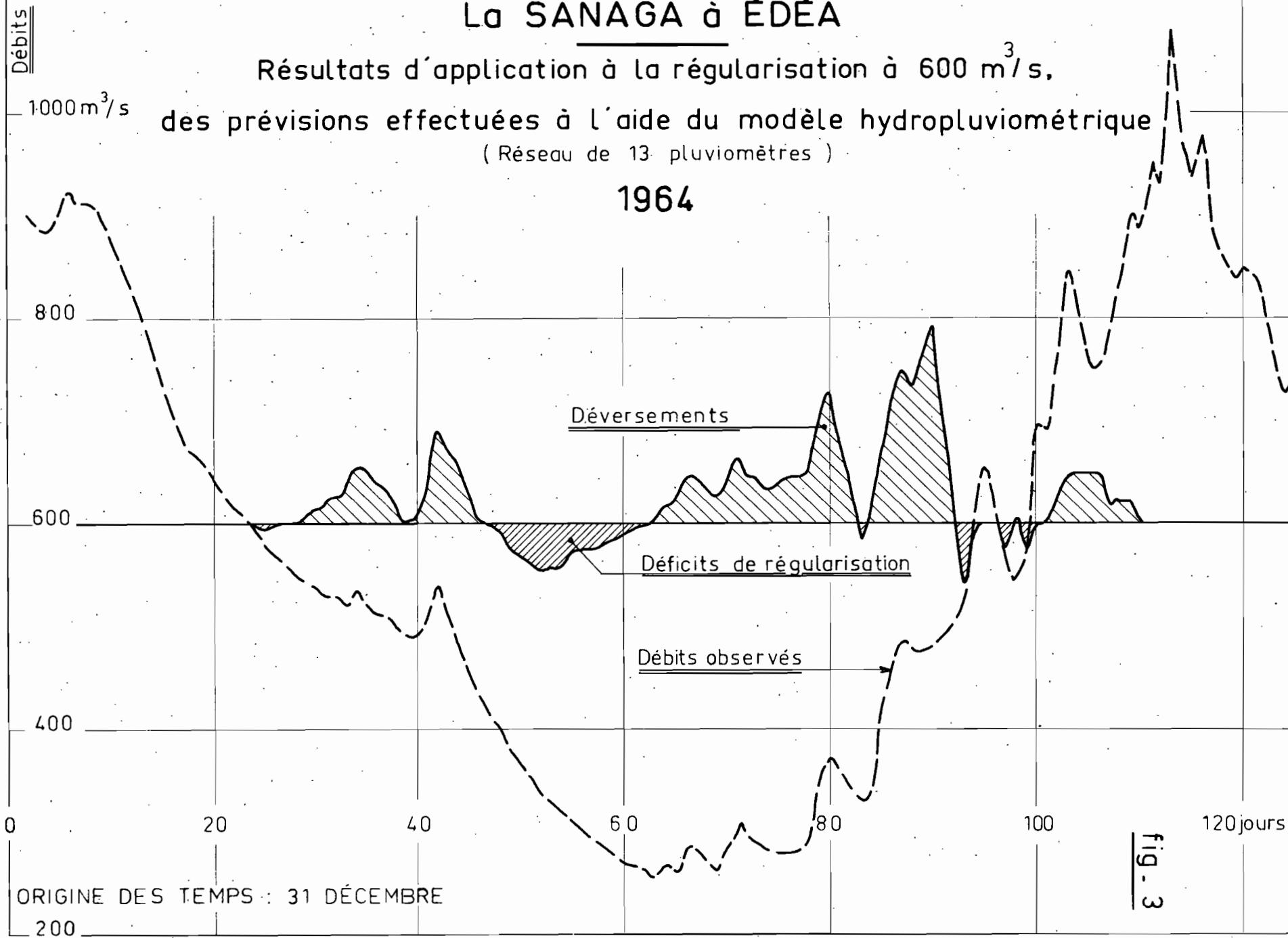
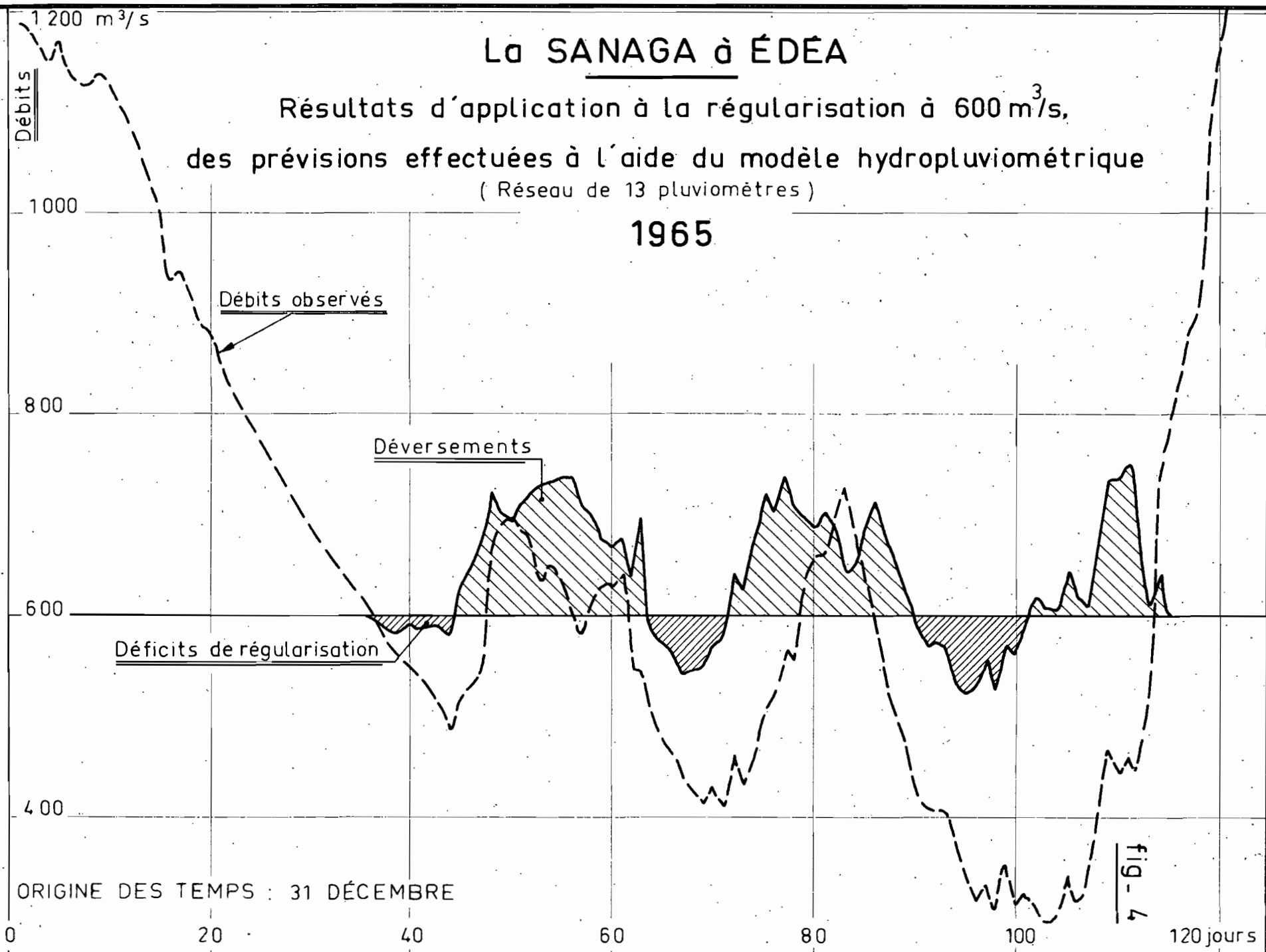


fig. 3

La SANAGA à ÉDÉA

Résultats d'application à la régularisation à $600 \text{ m}^3/\text{s}$,
des prévisions effectuées à l'aide du modèle hydropluviométrique
(Réseau de 13 pluviomètres)

1965



ORIGINE DES TEMPS : 31 DÉCEMBRE

fig - 4

La SANAGA à ÉDÉA

Résultats d'application à la régularisation à $600\text{m}^3/\text{s}$,
des prévisions effectuées à l'aide du modèle hydropluviométrique
(Réseau de 13 pluviomètres)

1966

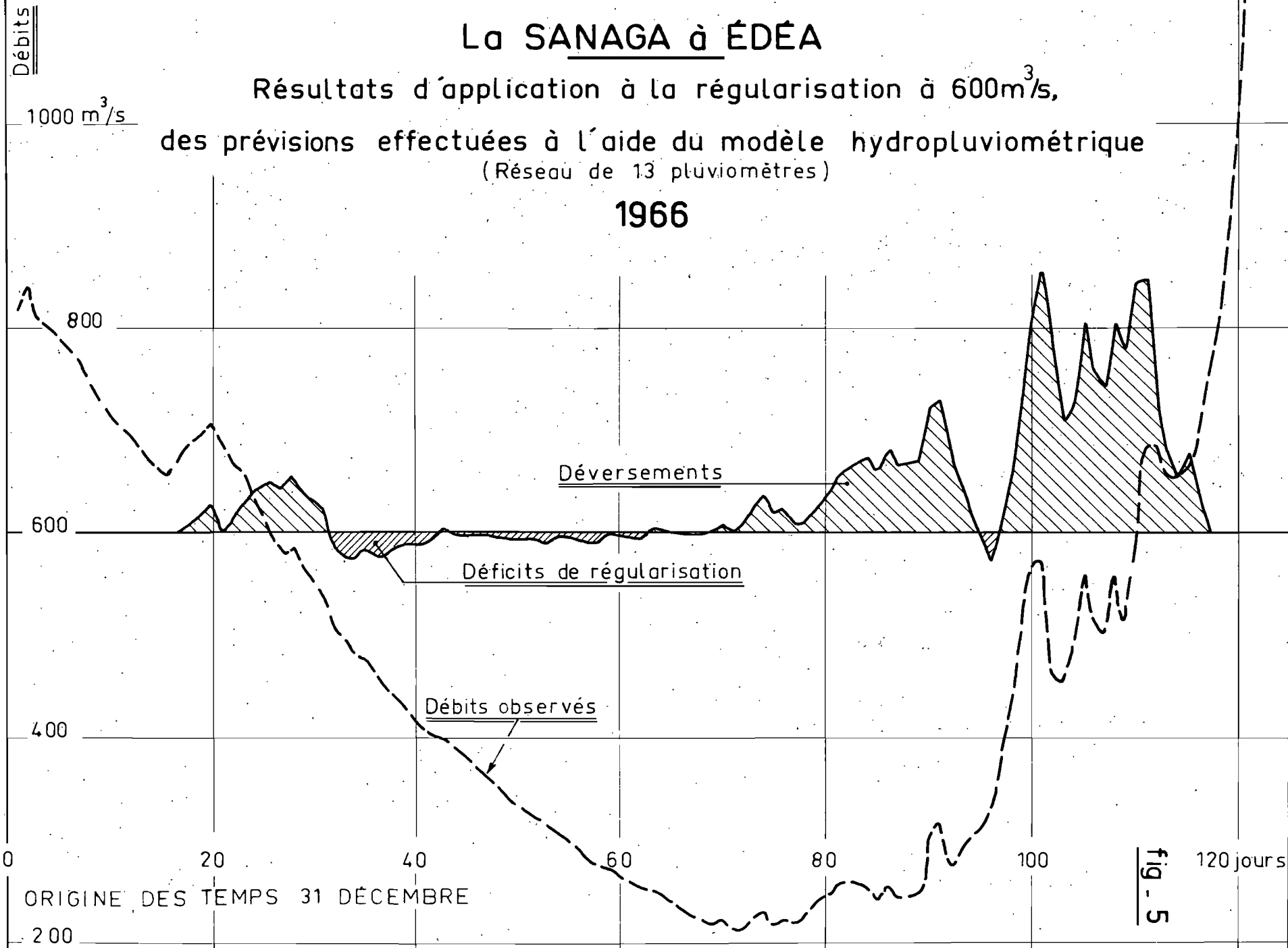
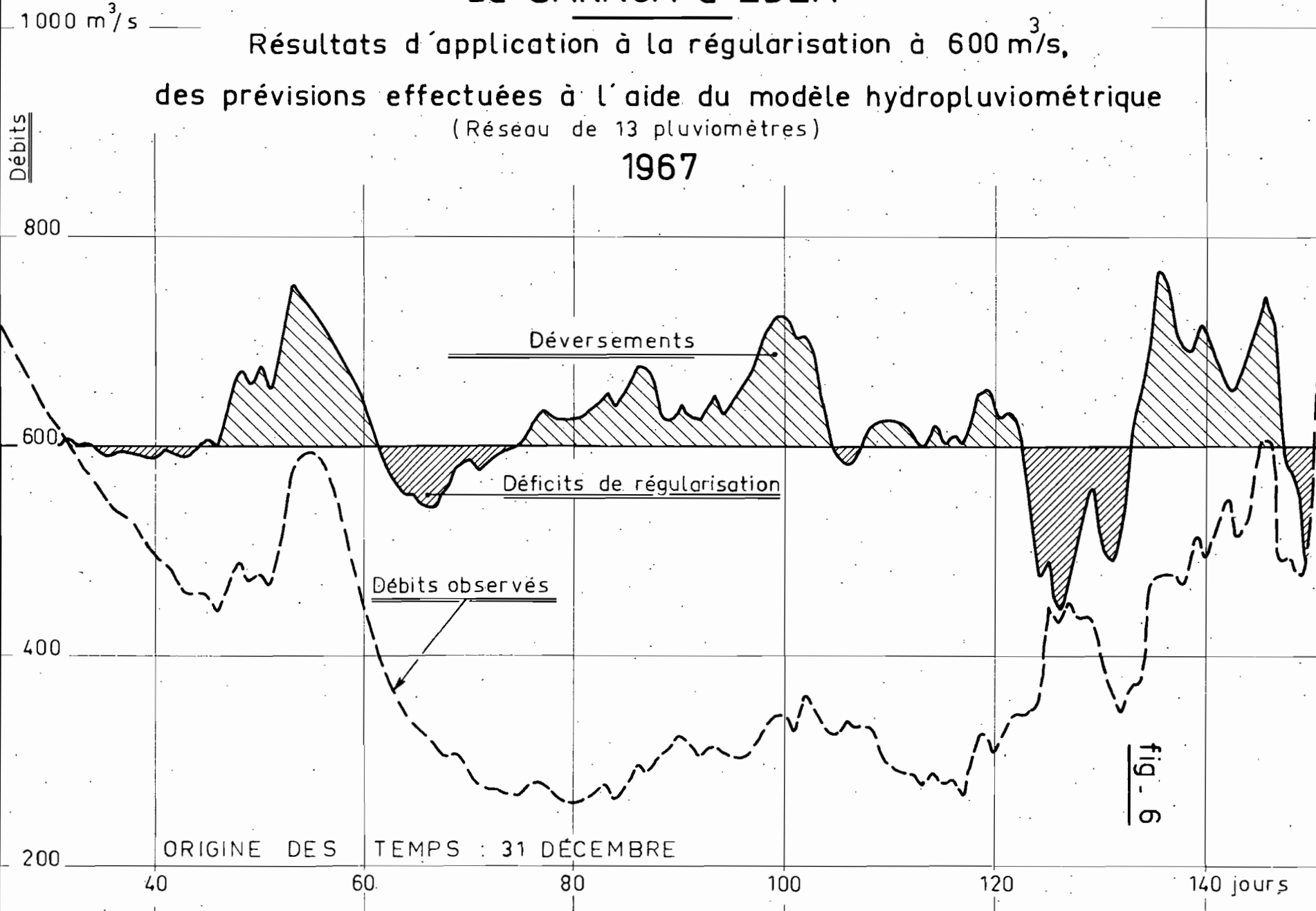


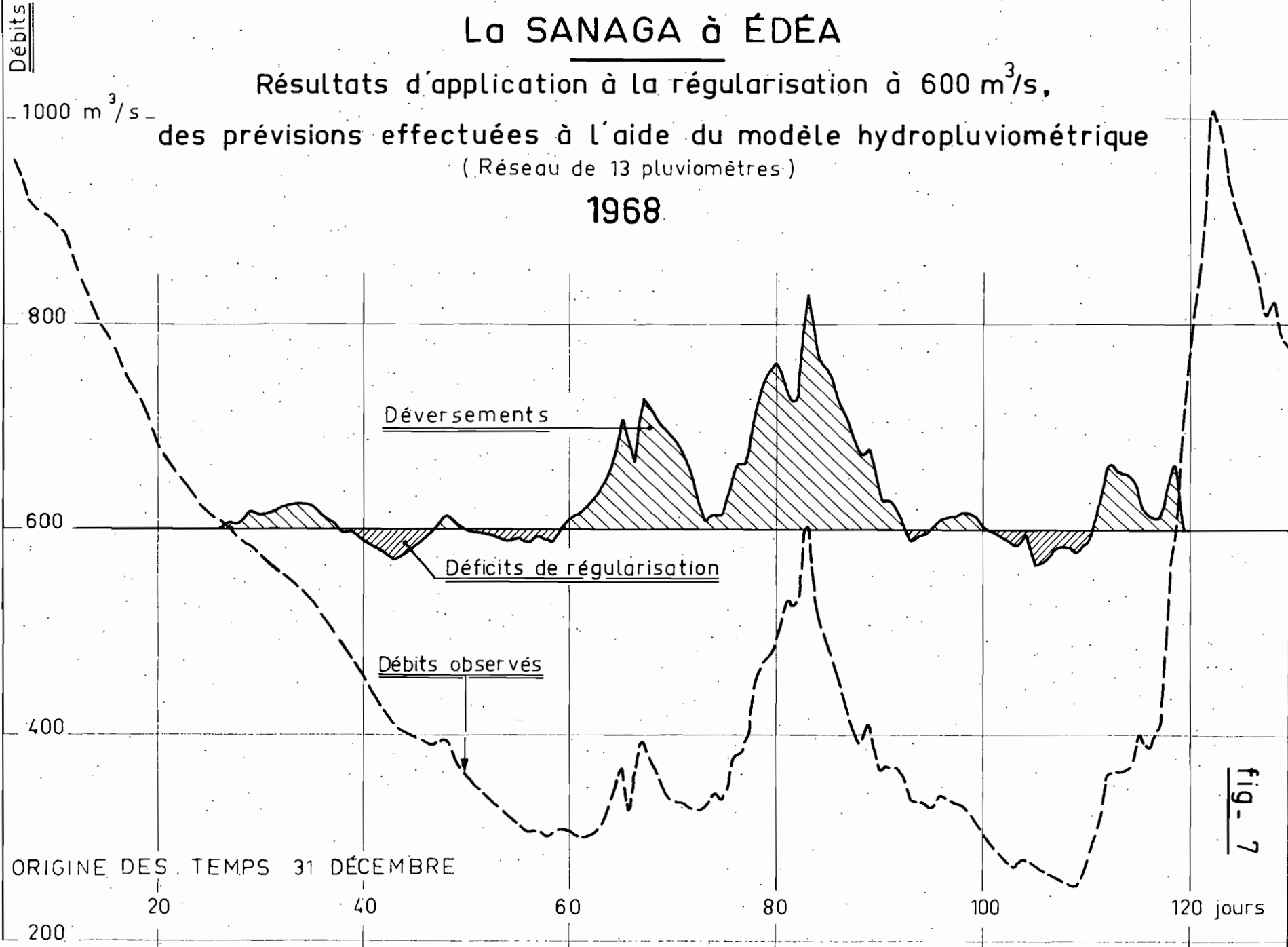
Fig. 5

La SANAGA à ÉDÉA

Résultats d'application à la régularisation à 600 m³/s,
des prévisions effectuées à l'aide du modèle hydropluviométrique
(Réseau de 13 pluviomètres)

1967





La SANAGA à ÉDÉA

Résultats d'application à la régularisation à $600 \text{ m}^3/\text{s}$,
des prévisions effectuées
à l'aide du modèle hydropluviométrique
(Réseau de 13 pluviomètres)

1969

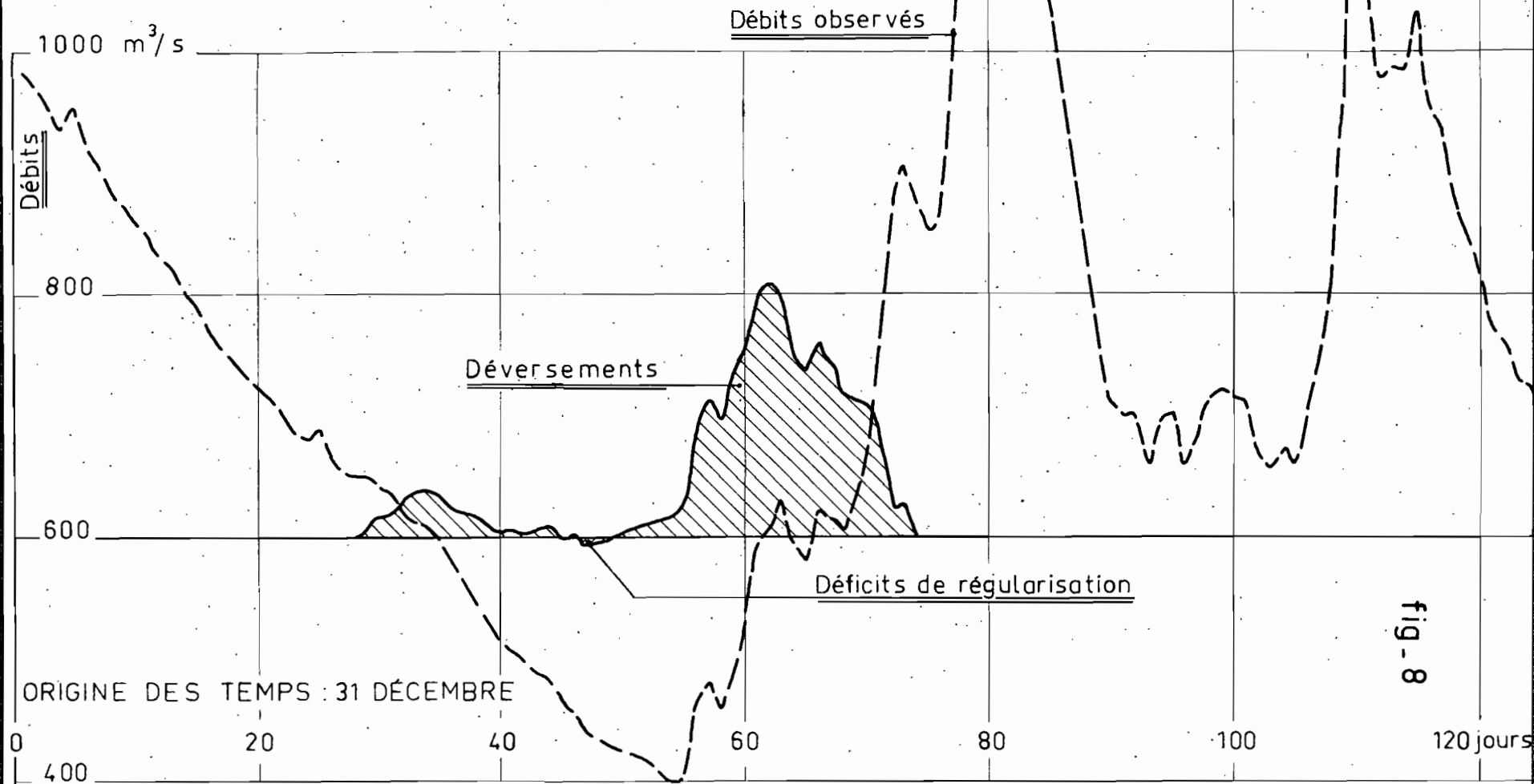


fig-8