

DIVISION DES RESSOURCES EN EAU

---§:§---

Note concernant les dégats  
sur la voie-ferrée SFAX-GAFSA

---§:§---

MARS 1974

R. KALLEL

J. COLOMBANI

D8  
KAL

13432

REPUBLIQUE TUNISIENNE

---§---

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

---§---

Direction des Ressources  
en Eau et en Sol

Division des Ressources en Eau

PLAN DIRECTEUR DE LUTTE CONTRE LES INONDATIONS

---§:§---

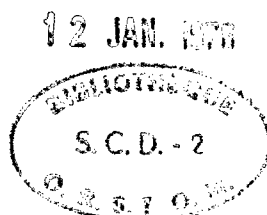
Note concernant les dégats sur  
la voie ferrée SFAX-GAFSA

MARS 1974

R. KALLEL

J. COLOMBANI

D8  
KAL



13432

--§o§--

Note concernant les dégats sur  
la voie-ferrée  
SFAX-GAFSA

I.- INTRODUCTION :

Les régions traversées par la voie-ferrée Sfax-Gafsa sont peu connues du point de vue hydrologique du fait que cette région n'était pas placée en première urgence jusqu'à ce jour. Dans ces conditions l'étude demandée ne pourra s'appuyer que sur des hypothèses "raisonnables", elles même fondées sur des résultats d'expérience.

Il parait nécessaire en premier lieu d'estimer les débits de crue maxima que peuvent fournir les bassins à l'amont de la voie-ferrée. Pour ce faire il convient de délimiter ces bassins versants. Cette opération est parfois délicate, surtout dans les zones très plates comme la zone côtière. On sera parfois amené à considérer un ensemble indissociable de petits bassins versants qui en temps de crue ont pour exutoire commun une certaine longueur de voie ferrée, ce qui est en particulier le cas lorsque les exutoires sont trop petits et que la voie-ferrée se transforme en barrage à pertuis ouverts ( Cf compte-rendu annexe de tournée.)

II.- CALCUL DES DEBITS SPECIFIQUES :

Lorsque les bassins seront délimités et mesurés une distinction sera faite entre les bassins d'une superficie de plus de 100 Km<sup>2</sup> et ceux de superficie inférieure à 100 Km<sup>2</sup>. Cette limite de 100 Km<sup>2</sup> est un peu arbitraire mais on peut admettre qu'au dessous de cette valeur, le débit maximum à l'exutoire est conditionné essentiellement par l'intensité maximum moyenne de la pluie sur le bassin (du moins pour les fortes ou très fortes pluies), tandis que pour les bassins plus grands interviennent des facteurs morphologiques du bassin (forme, réseau de drainage etc...).

En fait les facteurs morphologiques interviennent également pour les bassins de superficie inférieure à 100 Km<sup>2</sup> mais d'autant moins que le bassin est plus petit. Autrement dit on devra dans ce cas faire intervenir dans l'estimation des débits un facteur correctif lié d'une part à la taille du bassin et d'autre part à sa forme. On peut utiliser le coefficient de capacité de Gravélius  $Kc = 0,28 \frac{L}{\sqrt{S}}$  où L est le périmètre du bassin et S sa superficie ( c'est le rapport du périmètre du bassin au périmètre d'un cercle de superficie égale).

.../...

Pour un bassin parfaitement circulaire  $K_c = 1$

Pour un bassin carré  $k_c = 1,12$

Pour un bassin rectangulaire deux fois plus long que large  $K_c = 1,19$

Pour un bassin rectangulaire trois fois plus long que large  $K_c = 1,29$

Ces exemples tout à fait théoriques indiquent l'ordre de grandeur des variations du coefficient  $K_c$ . La difficulté est de quantifier l'intervention du terme correctif. En effet, nous l'avons déjà dit plus haut nous n'avons pas de mesures disponibles dans la région considérée pour ces petits bassins à l'exception des premiers résultats de l'Oued Zita ( $3,2 \text{ Km}^2$ ). Dans ces conditions on devra se contenter de penser que pour les bassins les plus allongés nos estimations sont probablement trop fortes. De même le facteur pente intervient ; plus la pente est forte plus l'écoulement peut-être violent.

Mais là encore rien ne nous permet de quantifier l'influence du facteur pente qui pourra compenser dans certains cas l'influence de l'allongement du bassin.

#### II.1- Débits spécifiques extrêmes sur les bassins de superficie inférieure à $100 \text{ Km}^2$

Pour les petits bassins (moins de  $100 \text{ Km}^2$ ) le calcul du débit maximum sera simple :

$$Q_{\text{max}} (\text{m}^3/\text{s}) = \frac{(I_{\text{max}} \times S \text{ Km}^2 \times 1000)}{3600}$$

(Sous réserve des observations ci-dessus concernant le coefficient  $K_c$  et la pente des bassins).

$Q_{\text{max}}$  = débit max en  $\text{m}^3/\text{s}$

$I_{\text{max}}$  = Intensité maximale moyenne sur le bassin en  $\text{mm}/\text{h}$

$S$  = Surface du bassin en  $\text{Km}^2$

Reste à évaluer l'intensité maximale moyenne. Pour l'instant nous en sommes réduits à choisir des valeurs à priori qui nous paraîtront probables (valeurs qui pourront être confirmées éventuellement par des enregistrements pluviographiques s'il y en a).

L'échelle de ces intensités maxima instantanées moyennes sur les bassins peut-être choisie de la façon suivante en fonction de la superficie du bassin :

.../...

TABLEAU 1

SURFACE Km <sup>2</sup>	INTENSITE Max.			DEBIT SPECIFIQUE Max. m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup>		
	1	2	3	1	2	3
1	100	200	300	28	56	84
5	60	145	205	17	40	57
10	42	97	140	16,7	27	39
20	22	55	84	6,1	15	23,3
50	15	35	48	4,2	9,7	13,3
100	10	25	40	2,8	6,9	11,1

Colonne : 1 = valeurs faibles (fréquence élevée)(période de retour de 10ans)  
 2 = valeurs fortes(fréquence moyenne)(période de retour de 20 à 50 ans).  
 3 = valeurs très fortes (fréquence rare)(période de retour de 50 à 100ans).

Les valeurs du tableau 1 sont extraites du graphique 1. Il convient de bien se rappeler que les courbes intensité maximale pendant 5 min. moyenne (sur la superficie du bassin) en fonction de la superficie sont estimées et ne reposent que sur quelques données provenant soit de l'étude de l'Oued Zita (1) dans le Sud (en cours) soit de quelques relevés observées en 1969 (2) ailleurs. Toutefois les valeurs retenues sont très raisonnables à notre avis et nullement exagérées. On en déduit (même tableau) les débits maxima spécifiques à craindre (le débit à l'exutoire s'obtenant en multipliant ce débit spécifique par la surface du bassin).

(1) le 12 Décembre 1973 à l'Oued Zita (3,2 Km<sup>2</sup>) I max observé ponctuellement en 5 minutes = 136 mm/h

I max moyenne en 5 minutes sur le bassin = 123 mm/h

Débit observé: 135 m<sup>3</sup>/s

(2) Le 26 Septembre 1969 à Haffouz I max ponctuelle = 219 mm/h.

.../...

INTENSITE MOYENNE MAXIMUM EN 5  
MINUTES SUR LES BASSINS VERSANTS  
EN FONCTION DE LA SUPERFICIE  
DANS LE TRIANGLE GAFSA.GABES.SFAX  
ET DEBIT MAXIMUM CORRESPONDANT

I Max. mm/h

300

200

100

Q Max. m<sup>3</sup>/s

700

600

500

400

300

200

100

③

②

①

③

②

①

① ESTIMATION FAIBLE

② ESTIMATION FORTE

③ ESTIMATION TRES FORTE

GRAPHIQUE N°1

S Km<sup>2</sup>

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

## II.2.- Débits spécifiques sur les bassins de superficie supérieure à 100 km<sup>2</sup>

Pour ce genre de bassin on utilisera la formule de Francou-Rodier :

$$\frac{Q_{\max}}{Q_0} = \left( \frac{S}{S_0} \right)^{1 - \frac{K}{10}}$$

$$Q_0 = 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S_0 = 10^8 \text{ km}^2$$

K = sans dimension

Sur un graphique bilogarithmique, cette formule se traduit par un réseau de droites convergentes correspondant chacune à une valeur de K.

Il est généralement possible de définir dans une région une valeur type de K pour les crues de fréquences déterminées. C'est ainsi que pour la Mejerda on a trouvé K variant de 3 à 4,2 suivant la région du bassin pour les crues centennaires. En 1969 on a observé les valeurs dans le Centre :

- Oued Leben K = 5,1 et K = 4,73 (pour 2 crues différentes)
- O. Zéroud K = 5,61 ; K = 5,1 et K = 4,69 (pour 3 crues successives).
- O. Merguellil K = 5,1

Pour la région qui nous intéresse il est raisonnable pour la crue centenaire de choisir K = 4,9 à 5,1. Le tableau (2) ci-après donne les débits correspondants à l'exutoire en fonction de la superficie.

TABLERAU 2

SURFACE Km <sup>2</sup>	K = 4,9 Q m <sup>3</sup> /s	K = 5,1 Q max
100	871	1148
200	1240	1612
500	1980	2526
1000	2818	3548
2000	4014	4983
5000	6404	7807
7000	7603	9207

Ici encore le coefficient de compacité K<sub>c</sub> intervient, l'allongement d'un bassin pouvant diminuer le maximum de crue prévisible sans que l'on puisse quantifier pour l'instant cette diminution.

Pour un bassin très allongé on choisira un coefficient de Francou-Rodier K = 4,9 et pour un bassin compact on prendra K = 5,1.

Rappelons que dire qu'une crue est centenaire c'est dire que en moyenne sur une période très longue, par exemple 1000 ans, on observerait 10 fois ce phénomène ( le climat restant stable). Mais au fait ce qui est intéressant c'est de savoir quelle probabilité nous avons d'observer une crue centenaire dans les 10 années à venir par exemple : on a près d'une chance sur 10 (9,6 %) (cette probabilité se déterminé à l'aide d'une loi de Poisson).

### III.-APPLICATION DES RESULTATS AU CAS DE LA VOIE FERREE SFAX-GAFSA :

Nous avons traité une grande partie des cas de destruction mentionnés dans le rapport SNCF. On trouvera dans le tableau récapitulatif ci-dessous les résultats obtenus.

Une visite sur le terrain pour mieux apprécier l'origine des dégats et pour mieux délimiter quelques bassins versants a eu lieu et fait l'objet d'un rapport annexe.

N° de Coupure	Oued (s) ou zone	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Débit à l'exutoire en m <sup>3</sup> /s ) *			OBSERVATIONS
			Hyp. 1	Hyp. 2	Hyp. 3	
1	Maou	5,2	I=60 Q=87	I =145 Q =209	205 Q=295	
2	Rhedir Eddebbeb	11,3	39,5 124	88 276	130 408	Exutoire actuel insuffisant
3	Affl. d'O. Agareb	37,8	16 168	38,7 406	55 578	Exutoire actuel insuffisant
4	Charchar	31,5	19 166	41,1 360	60 525	Exutoire actuel insuffisant
5-6	Guergour	20,7	21,8 125	53,5 308	79 454	Ecoulement non défini + Oued Gargour.
7-8-9	El Gharb + ruissellement local	63,4	13 229	31,5 555	45,0 793	Exutoire insuffisant
10	Mouridj	15,1	29 122	65 273	104 436	Exutoire très insuffisant
11	Messaouda	49,1	14,5 198	36,5 498	48 655	Exutoire très insuffisant
12	Zir	73,4	12,3 251	29 591	44 897	Exutoire insuffisant
13-17	Ecoulement Nappe	-	-	-	-	Bassins insocioales
18-23	Tarfaoui	92,8	10 258	27 696	42 1083	Ouvrages insuffisants
24-25	Hajel	32,1	18,5 165	41 366	60 535	Plusieurs écoulements non définis en plus de l'O. Hajel.



26	Kheroua	37,1	16 165	39 402	56 577	pas d'ouvrage
27	Hammam	35,4	17 167	40 393	57 561	Exutoire insuffisant
28	Souinia	81,1	12 270	28 631	43 969	Exutoire insuffisant
29-31	Oudrane	-	-	-	-	Voir plus loin
32	Ecoulement non défini	26,0	20 144	45,5 329	67 484	Pas d'ouvrage
33	Ecoulement non défini	12,6	33 123	79 277	118 413	Pas d'ouvrage
34	Ecoulement non défini	17,9	25,5 127	58 288	90 448	Pas d'ouvrage
35-36	El Ouâar	6,6	53 97	127 233	180 330	Ecoulement non défini en plus de 1'0.Ouâar.
37-38	non défini	10,2	39 111	95,5 271	135 383	Exutoire nettement insuffisant
39-40 41-42	Ecoulement en nappe	-	-	-	-	Bassins indissociales difficiles à délimiter.
43	Ksar Ahmar	-	-	-	-	Bassin difficile à définir au point de coupure.
44-45 46-47	Ecoulement en nappe	-	-	-	-	Bassins indissociales écoulement loc. sur une gr.superf.
48	El Gabioun	14,5	30 121	68 274	106 427	Exutoire actuel insuffisant
49	Et Terch	15,4	29,5 126	65 278	102 436	
50	Larneb	4,8	60,5 81	145,5 194	206 275	Pas d'ouvrage d'évacuation
51	Delfa et Koucha	21,6	21,5 129	52 312	76 456	Ouvrage détruit
52	Mahaned	9,3	43 111	103 266	146,5 378	Exutoire nettement insuffisant
53	Abd-es-Sadok	36,6	16 163	39,5 402	56 569	Exutoire actuel partiel. détruit <sup>ent</sup>
54	El Aanz	29,3	19 155	42 342	62,8 511	Exutoire insuffisant
55	Om El Aleg	36,5	16 162	39,5 400	56 568	Exutoire insuffisant
56	non défini	9,4	43 112	103 269	146,5 383	Ecoulement non définis. exutoire nettement insuffisant.
57	Er Rtiba	40,1	16 178	38,5 429	53 590	
58-59	Fard el lebba	14,5	30 121	68 274	106 427	
60	Baïech					Voir plus loin

\* Nous donnons pour chaque hypothèse l'intensité maxima moyenne sur le bassin (mm/h) et la valeur de débit correspondante.

- Points n° 29-30-31 : Oued Oudrane (Leben)

- Superficie de bassin en amont :  $S = 2680 \text{ Km}^2$

Débit à l'exutoire (formule de Francou-Rodier)

Hypothèse faible :  $K = 4,9 \longrightarrow Q = 4660 \text{ m}^3/\text{s}$

Hypothèse forte :  $K = 5,1 \longrightarrow Q = 5750 \text{ m}^3/\text{s}$

au niveau de la voie ferrée, l'oued s'épand sur une grande distance

- Point n° 60 Oued Baïech :

Superficie du bassin en amont :  $S = 6600 \text{ Km}^2$

Débit à l'exutoire (pont chemin de fer à Gafsa) (formule de Francou-Rodier).

Hypothèse faible :  $K = 4,9 \longrightarrow Q = 7380 \text{ m}^3/\text{s}$

Hypothèse forte :  $K = 5,1 \longrightarrow Q = 8940 \text{ m}^3/\text{s}$

Le maximum de la crue de Décembre 1973 est évalué à  $2500 \text{ m}^3/\text{s}$ , or l'eau a atteint le platelage du pont. Ce pont est donc menacé.

#### IV - CONCLUSION :

Nous pouvons affirmer que l'ordre de grandeur des débits n'est pas exagéré. Même en se limitant aux estimations faibles il apparaît à première vue que tous les ouvrages d'évacuation des eaux sont insuffisants. Il semble dans ces conditions que l'on doive y remédier, peut-être en créant des sections de voie submersibles sans dommage en bien des endroits ou des points destructibles faciles à réparer, en stockant à proximité les matériaux nécessaires.

Nous attirons particulièrement l'attention sur le Pont du Baïech à Gafsa dont la destruction n'est pas improbable et qui poserait évidemment un problème de réparation assez difficile.

En ce qui concerne le Leben l'écoulement de cet Oued dans sa partie Aval paraît tellement divagant qu'il est sans doute difficile de maintenir facilement la voie-ferrée hors d'eau en cas de crues importantes. Là encore il faut peut-être s'orienter vers la construction d'une voie résistante à la submersion et au deversement.

Pour les grands bassins (Baïech, Leben) si des possibilités relativement économiques de barrages existent en amont, leur construction serait de nature à réduire sérieusement les risques.

Dans certains cas (Cf note annexe), l'aménagement ou le déplacement des pistes longeant la voie ferrée devrait éviter des destructions par érosion latérale.

Les Meskats des olivettes de la région de Sfax sont très utiles pour des pluies faibles ou moyennes. Cependant pour les pluies fortes il est à craindre des ruptures en cascade des diguettes qui seront très dangereuses.

De façon générale les travaux de défense contre l'érosion (banquettes) peuvent aussi présenter de tels dangers dans certaines circonstances. Nous ne savons pas, en ce qui nous concerne, si par ces techniques on peut traiter absolument tous les bassins de façon à diminuer l'ampleur de toutes les crues.

COMPTE-RENDU DE TOURNEE EFFECTUEE

LE LONG DE LA VOIE FERREE SFAX-

GAFSA SUR LES TRONCONS :

-Sfax - Graïba  
-Graïba - Gafsa  
-Gafsa - M'Dila  
-Graïba - Gabés

A la suite des inondations des 12 et 13 Décembre 1973, les voies ferrées de la région Sud ont été endommagées en de nombreux points.

La SNCFT a dressé un inventaire des dégats : "Etat récapitulatif des dégats occasionnés aux voies ferrées de la région Sud".

Cette note ne comportait pas de commentaire quant à la cause apparente des dégats.

En de nombreux points les causes de la coupure de la voie ferrée sont évidentes et l'inventaire publié par le bureau d'étude de la SNCFT de Sfax les fait nettement ressortir ; ce qui est le cas des points 32 à 35 par exemple : Pas de débouchés.

Evident également le point 61 où un ouvrage provisoire n'avait aucune chance de résister à la crue de l'Oued C'éria.

En ce qui concerne les autres points de coupure de la voie ferrée, il est possible de les classer en trois catégories :

1<sup>o</sup>/ Les débouchés sont insuffisants : la voie se transforme alors en digue déversante, l'eau entraîne sur son passage le balast et affouille l'aval du talus. Au contraire les points les plus bas se couvrent de sable à la décrue. Parallèlement les survitesses qui ne manquent pas de se produire à l'approche des ouvrages d'art affouillent ces derniers.  
Ce type de détérioration est flagrant aux points 1 à 19.

2<sup>o</sup>/ Sans mettre en cause le dimensionnement du débouché des ouvrages d'art, il arrive que le ruissellement en nappe soit canalisé à l'amont du talus de la voie par la route qui est parallèle. On observe alors des détériorations dont le point de départ est un affouillement longitudinal du remblais. Caractéristique au point 44.

3<sup>o</sup>/ On trouve cet état de fait aux points 62 à 70, toutefois sur ce tronçon les ouvrages d'art sont importants mais peu nombreux ce qui oblige l'eau de ruissellement à se diriger vers l'exutoire le plus proche, le plus souvent en longeant la voie.

.../...

Dans certains cas il semble difficile d'appliquer de façon systématique une loi quelconque régissant le ruissellement des bassins versants, aux bassins dont les exutoires sont les débouchés des ouvrages d'art de la voie de chemin de fer du fait que l'eau ruisselant d'un bassin ayant reçu une averse importante cherche sa voie en partie vers les exutoires mais déverse vers les bassins voisins en se canalisant le long de la voie ferrée, ce qui rend impossible la délimitation de ces bassins.

Dans ce cas, de petits ouvrages nombreux de faible dimension donc peu onéreux sont à préconiser.

Enfin souvent les travaux de réparation d'urgence de la voie ont amené les agents de la SNCFT à emprunter des sols dans les abords immédiats du tracé. Ces fouilles pourraient être le point de départ de nouvelles ruptures si elle n'étaient pas comblées (constatations faites sur le tronçon Maharés-S'hira).

R. CHARTIER

Hydrologue ORSTOM