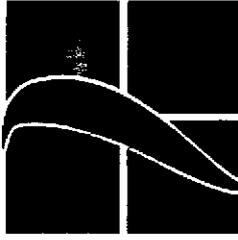


14436



OMVS
ORGANISATION POUR
LA MISE EN VALEUR
DU FLUVE SENEGAL



HAUT COMMISSARIAT

DIRECTION TECHNIQUE

Division Infrastructures et Transports

**POSSIBILITES DE TRANSPORT DES MINERAIS DE FER DU
SENEGAL ORIENTAL (PROJET MIFERSO) PAR
LE COMBINE CHEMIN DE FER/ VOIE NAVIGABLE**

NOTE D'ORIENTATION

**(pour le lancement d'une étude légère
d'évaluation)**

Août 2009

à corriger

quelques coquilles

Par Boubacar CAMARA
Chef de Division

I / AVANT PROPOS

Dans le cadre de la stratégie de réalisation par étape du Projet navigation sur le fleuve Sénégal, l'option cabotage, qui est incluse dans la première phase (2008-2015) du Système Intégré de Transport Multimodal de l'OMVS, (actuellement soumise au financement des bailleurs de fonds), n'inclut pas le trafic de minerais

Toutefois, cette stratégie laisse la porte ouverte, au lancement immédiat, du Projet base de la navigation, dès que les incertitudes sur la disponibilité d'un trafic de masse de produits pondéreux et son affectation à la voie navigable, sont totalement levées. En effet

En 1979, le Projet navigation de base avait, entre autres, pris en compte pour son dimensionnement, les phosphates de Kaédi en Mauritanie (800 000 t/an), les bauxites de Baléa au Mali (réserves = 760 millions de t pour un productible de 1,2 million de t/an) et le fer de l'inter fleuves Bafing/Bakoye au Mali (réserves = 110 millions de t pour un productible de 10 millions de t/an de minerai ou 5 millions de t/an de pellets). Ces gisements sont néanmoins restés au stade d'évaluation préliminaire, car, jusqu'ici, aucune étude de faisabilité n'a été menée pour mieux évaluer les puissances disponibles, les paramètres d'exploitation des mines et les productibles transformables sur place et/ou commercialisables sur le marché mondial qui, en matière de placement de nouveaux produits minéraliers, est resté longtemps en pleine déprime, et, favorisait plutôt les mines riches et proches d'un port maritime de grande capacité

De 1982 à 1986, les paramètres de base de conception du Projet navigation ont été révisés, lors de l'étude du groupement canadien **BBL/SW** * Les phosphates de Boghé sur la rive droite mauritanienne et de Matam sur la rive gauche sénégalaise, sont les seuls minerais retenus, et, des terminaux portuaires ont été prévus au niveau du port fluvio-maritime de Saint-Louis (Wharf) et des escales fluviales d'embarquement, respectivement à Bababé (PK 435) et à Gouriki (PK 700). L'étude d'actualisation du Projet, réalisée par Louis Berger International (1989-1991), a maintenu les mêmes options de transport et de manutention de ces phosphates

Par contre, les minerais de fer du Sénégal oriental n'ont jamais été pris en compte dans les différentes études de la Navigation, en raison du fait que, la voie ferroviaire a toujours été le seul mode de transport retenu par les Autorités, pour l'acheminement des intrants et l'évacuation des produits, ainsi que le futur port de Bargny pour leur embarquement

Cependant, en 1992, dans le cadre de l'Etude macroéconomique de pilotage du programme intégré de l'OMVS, la Direction du Projet navigation, en collaboration avec un expert de l'ONUDI, avait procédé, à un calcul très préliminaire, de la solution combinée – « chemin de fer (de carreau-mine à Gourbassi) et voies navigables (Gourbassi-Aroundou sur la Falémé, et Aroundou-Saint Louis sur le fleuve Sénégal) », avec comme port d'embarquement à Saint Louis. La solution était intéressante, mais dépendait de la réalisation du barrage mixte de Gourbassi sur la Falémé et de l'aménagement d'un chenal navigable en aval de cet ouvrage jusqu'à Aroundou

Nota : (BBL/SW) Beauchemin Beaton Lapointe – Swan Wooster = Groupement Canadien chargé par l'OMVS et l'ACDI de la réalisation des études des ports et escales du fleuve Sénégal.



En 2009, suite aux contacts entre l'OMVS (depuis la mission du port de Rotterdam) et la société ArcelorMittal, il a été convenu d'envisager de nouveau, le combiné Chemin de fer/fleuve Sénégal, comme alternative au schéma officiel

Le fleuve Sénégal, à travers les infrastructures de la navigabilité et de transit portuaire, est t'il capable d'accueillir, de manière économique et rentable, un trafic annuel de l'ordre de 12 millions de tonnes résultant de l'exploitation des gisements de fer du Sénégal Oriental, en plus des autres trafics découlant de la demande de transport de la vallée et du haut bassin?

Une réponse à cette question démontrant l'efficacité et la viabilité de ce combiné chemin de fer/voie navigable, sera un élément confortatif de « l'approche Intégrée et Multimodale des différents modes de transport en présence, face au défi de la globalisation et de la massification des flux, qu'entraîne l'exploitation des immenses potentialités du bassin du fleuve Sénégal

La présente Note d'orientation a pour objet de fournir quelques éléments d'orientation pour effectuer à cet effet une étude légère qui devient nécessaire

L'un des objectifs de cette étude porte sur la réactualisation et l'adaptation de certaines données d'études de la Navigation, notamment au niveau

- du chenal navigable qu'il faudra approfondir et élargir pour accueillir un trafic de minerais de haute densité ,
- de la flotte de transport qu'il faudra également optimiser ,
- des systèmes de balisage et de la télécommunication pour mieux garantir une circulation des unités 24 heures/24 ,
- des contraintes imposées d'ouverture du pont Faidherbe et de l'éclusage à Diama ,
- des structures portuaires et de la logistique de fonctionnement du terminal minéralier du port de Saint-Louis, face aux courants de trafics maritimes des navires vraquiers moyens de types Handimax (30 000 tpl à 50 000 tpl), ou Panamax (60 000 tpl)

Ensuite, l'étude procèdera à une analyse de la compétitivité entre la nouvelle approche et l'option officielle retenue jusqu'ici

II / SYNOPTIQUE DU PROJET MIFERSO

Les gisements de fer, dont le projet d'exploitation est confié à la Société des Mines de fer du Sénégal Oriental (MIFERSO), sont situés ^à les collines de Koudékourou, dans la Région de Kédougou, à l'extrémité Sud-Est du Sénégal En plus des contraintes énergétiques, la logistique de transport (voie de circulation de grande capacité et économique) et de port d'évacuation, demeurent les grands problèmes à résoudre pour le développement et l'exploitation de ces gisements

En effet, près de 750 km ^{à 800 km} de chemin de fer (composé de voie de réhabilitation et de nouvelles bretelles ferroviaires) et un port en eau profonde et bien abrité, sont nécessaires pour le raccordement des mines au front atlantique La construction/réhabilitation de ces sections ferroviaires, requiert des investissements initiaux relativement élevés, et surtout des coûts d'exploitation très onéreux étalés sur une période d'exploitation de la mine d'une vingtaine d'années

Le futur chenal navigable sur le fleuve Sénégal est situé à plus de 300 km des panneaux miniers de Koudékourou

2.1 Exploitation minière

1,70
2,00
2,10

Nota : la barge aut superstructures, cart

Propulsion et consom

- 2 X 400 CV =
- 170 grammes e

2. CONVOIS POU

La configuration des

- **Convois M3**



- **Convois S1**



- **Convois S2**



/-2

- **Convois S6**
= 22,80 m).



/-

Nota : * LDE :Group
Chargé des Etudes
navigation.

1 5 Coû

2 Inve

2 1 Mat

2 2 Bâti

2 3 Mar

2 4 Coû

2.3 Port mi

Situé à 28 m
calant 120
(tpl)

Avec une si

L'appontem
implanté pa

La passerel
à la cote +1
sera suppo

La zone de
faisceaux d
dimensionne

Nota : *Por
autorisés q
* CM = Réf

Sur une réserve globale de 800 Millions de tonnes, les réserves certifiées en première étape, sont estimées à 276,4 Millions de tonnes d'hématite (minerai oxydé), pour un productible annuel de 12 Millions de minerais marchands, pendant 20 ans d'exploitation

Des réserves supplémentaires de magnétites (250 millions de tonnes) et d'hématites existent
Le minerai affleure La mine sera exploitée à ciel ouvert

- 1 Extraction à l'aide de perforatrices, de mélangeurs ANFO (tir) et d'excavatrices ,
- 2 Transport du minerai par camions jusqu'au concasseur primaire ,
- 3 En Usine, traitement du minerai après concassage primaire lavage, criblage, concassage secondaire produits en morceaux = granulométrie comprise entre 25 mm et 6,3 mm et produits fins = granulométrie inférieure à 6,3

L'investissement, en 1992, a été estimé à 293,800 millions de dollars US.

DESCRIPTION	MONTANT (Mi US dollars)
1 Exploitation minière	26,891
2 Usine de traitement	113,514
3 Services techniques	48,590
4 Administration	4,954
5 Management, Ingénierie, CIF, divers	49,934
6 Coûts additifs	49,917
Total	293,800

2.2 Chemin de fer

Réalisation combinée en infrastructures des rails

- 1 Construction d'une nouvelle voie de 311 ou 365* km, entre la mine et Tambacounda ,
- 2 Réhabilitation et renforcement (aux normes minières) du tronçon du chemin de fer Tambacounda-Diam Niadio sur 430 km ,
- 3 Construction d'une nouvelle bretelle de 6 km entre Diam Niadio et Bargny ,

Les rails utilisés sont de 36 Kg/mètre linéaire, avec une charge à l'essieu comprise entre 17 et 21 tonnes, et, seront supportés par 1 500 traverses/km sur 25 cm de couche de ballast

Les trains seront constitués de Wagons à 2 boggies doubles, de charge unitaire de 88 tonnes, et tirés par 4 locomotives de 2600 à 3000 CV Soit une charge totale par train de 12 000 tonnes

L'investissement total a été estimé à 425,913 millions de dollars US EN 1992

DESCRIPTION	MONTANT (Mi US dollars)
1 Investissements Miferso et Autres Usagers	
1 1 Voie nouvelle de 311* km (Mine à Tambacounda)	147,490
1 2 Bretelle de Bargny de 6 km	9,67
1 3 Communications et signalisations -----	4,665
1 4 Management, ingénierie, CIF -----	5,173

TYPE DE CONVOI	CAPACITE DE CHARGEMENT en tonne pour TIRANT D'EAU de			
	1,0 m	1,50 m	2,0 m	2,50 m
M3	830	1700	2600	3500
S3	900	1770	2670	3570
S4	1200	2360	3560	4760
S6	1800	3540	5340	7140

Recommandations :

Pour un trafic annuel de « l'ordre de 12 000 000 tonnes de minerais », soit pour un trafic total annuelle de plus d'une quinzaine de millions de tonnes, il est recommandé d'adopter le convoi S6 (6 barges en coupelle) avec une capacité totale de 5 340 tonnes pour 2,10 m de tirant d'eau minimum à 7140 tonnes pour le tirant d'eau de construction de 2,50 m

Pour le calcul du nombre de convois S6 requis, se référer au rapport final de Louis Berger 1991

La circulation des convois S (barges poussées en coupelle) demandera un aménagement du chenal pour une profondeur de référence de 2,40 m, soit une profondeur hydraulique de 2,80 à 2,90 m (voir chapitre B suivant) à 2,50 m

Ce qui aura comme conséquence, aux regards de la régularisation des débits du fleuve par le barrage de Manantali, de considérer

- Une circulation des unités à pleine charge (2,50 m de tirant d'eau) pendant quatre mois de l'année (août, septembre, octobre, novembre) ,
- Une circulation des unités au tirant d'eau minimum sur seuil de 2,10 m pendant huit mois de l'année (décembre, janvier, février, mars, avril, mai, juin et juillet)

Par ailleurs, pour éviter les retours à vide, les bateaux minéraliers seront conçus de manière à être utilisés pour le transport de vrac liquides (notamment les hydrocarbures) en navigation montante

Dimensions du pousseur

- Longueur hors tout ----- 25,00 m
- Largeur aux couples ----- 11,40 m
- Tirant d'eau constructif ----- 1,10 m
- Hauteur de point fixe ----- 8,00 m au maximum
- Ecoutilles ----- 73,2 m X 9,0 m
- Déplacement ----- 200 m³ environ

Propulsion et consommation du pousseur

Pour pousseur des unités S4 et S6

- 3 X 400 CV* = 1 200 CV ou 3 X 295 KVA = 885 KVA ,
- 170 grammes de gas-oil CV/h par puissance nominale ou 68 KG/h, soit 204 KG/h

Vitesses moyennes effective en KM/h des convois

(mouillage (profondeur) = 2,0 m, pied de pilote = 0,50 m et vitesse de l'eau = 2,0 ¹²¹ KM/h)

TIRANT D'EAU en mètre		M1	M2 S2	S4	80
Circulation montante	0,6 (lège)	13,5	12,5	10,5	7,4
	1,0	9,1	8,8	7,7	6,4
	1,5	9,0	8,7	7,0	5,7
	2,0	8,5	8,2	6,0	5,0
Circulation avalante	0,6 (lège)	16,5	16,5	14,0	13,0
	1,0	13,1	12,8	11,7	11,4
	1,5	13,0	12,7	11,0	10,7
	2,0	12,5	12,2	10	9,7

En termes de recommandation, les vitesses des unités, ainsi que leurs consommations sont à réexaminer par l'étude, en prenant en compte les innovations technologiques dans les formes hydrodynamiques et les systèmes moteurs-propulseurs en navigation intérieure.

B/ AMENAGEMENT DE LA VOIE NAVIGABLE FLUVIALE

L'option cabotage du Projet a retenu une largeur minimum au plafond de 35m qui sera élargie à 55 m pour la circulation des convois M3. Par contre, la circulation des convois S6 exigera une largeur minimum de 80 m au plafond.

Largeur en mètre du chenal navigable pour la circulation des bateaux minéraliers (cf. LDE)

POUR LES RAYONS DE COURBURE de	M3 Avec croisement	S6	
		Avec croisement	Sans croisement en descente
R = 200	95	141	87
R = 400	76	112	66
R = 600	66	97	57
R = 800	60	88	51
R = 1 000	55	83	47
R = 1 200	53	79	45
R = 1 400	51	77	43
R = 1 600	49	75	42
R = 1 800	48	73	40
R = 2 000	46	72	39
R = 2 200	45	70	38

R = 2 400	45	69	37
R = 00	43	66	35

Il est rappelé que les volumes de dragage pour la phase cabotage (Phase 2008-2015 du Système Intégré de Transport Multimodal de l'OMVS) ont été calculés à partir du niveau d'écoulement des débits de la phase définitive de régularisation par Manantali (300 m³/s à Bakel), autrement dit, pour une ligne rouge des travaux de dragage relativement haut, qui permet de moins creuser sur les seuils, pour garantir un tirant d'eau minimum de 1,50 m des bateaux (mouillage = 2,10 m).

Par contre, pour un transport de minerais à grand débit, les volumes d'excavation (dragage et déroctage) sont calculés, à partir du niveau d'écoulement des débits de la phase transitoire par Manantali (227 m³/s à Bakel); autrement dit, pour une ligne rouge des travaux de dragage d'environ 40 cm plus bas que celui du cas précédent, donc en creusant davantage sur les seuils pour garantir un tirant d'eau d'au moins 2,0 m des bateaux (mouillage = 2,80 m)

Le tableau ci-dessous résume le Volume de dragage jusqu'à l'escale de Gouriki.

Tronçon fluvial à aménager		Seuil concerné		Profondeur réf= 1,90 m Mouillage = 2,10 m Volume à excaver		Profondeur réf= 2,40 m Mouillage = 2,80 m Volume à excaver	
Désignation	Longueur km	Nbre	Longueur cumulée	Volume à excaver		Volume à excaver	
PK				Sable	roche	Sable	roche
Boghé 378,4 Vending 487,8	109,2	16	46,8	570 000	15 000	2 032 000	52 000
Vending Matam 635,7	147,9	14	29,12	273 000	2 000	828 000	7 000
Matam Gourouki 704	68,3	7	13,30	211 000	2 000	640 000	7 000
	325,40	37	89,22	1 054 000	19 000	3 500 000	66 000

Travaux pour les ouvrages de correction concernés

Seuil	Types Ouvrage	Préparation Du fond M2	Treillis Filtre M2	Empierrements			
				1-10kg	10-40kg	10-30kg	Total
Dioudé Diabé	E, D, P	34 200	18 500	5 300	29 200	2 700	37 200
NGuidjilone	E, D	14 500	3 600	4 500	15 700	-	20 200
Koundel	E, D	7 500	3 700	1 200	5 900	800	7 900
TOTAL		56 200	25 800	11 000	50 800	3 500	65 300

Nota E = épis, D = digue et P = panneau de protection des berges et du fond du lit

- Les durées d'attente devant l'écluse (ces durées dépendent du nombre d'éclusage par jour)

Actuellement, le temps d'éclusage est de 40 minutes pour le passage du bateau Bou El Mogda. Toutefois, des travaux de restauration sont en cours pour assurer un fonctionnement normal du dispositif.

La **capacité théorique de l'écluse a été** établie sur la base d'un trafic annuel de 11 650 000 tonnes selon la répartition suivante

- 3 450 000 tonnes de marchandises générales,
- 2 000 000 tonnes de vracs liquides (hydrocarbures),
- 6 000 000 tonnes de minerais

Ce trafic donne un nombre théorique de passage annuel de 9 900 unités réparties en

- 4 800 bateaux de transport de marchandises générales,
- 3 100 bateaux de transport d'hydrocarbures,
- 2 000 « vraquiers » pour le transport de minerais

Conclusion – Recommandations :

En tenant compte du fait que, d'une part, le trafic de marchandises générales et de vracs liquides progresseront lentement, et, d'autre part, de la capacité d'évolution des autres modes de transport terrestre, il est permis d'affirmer que l'écluse actuelle est capable d'accommoder un trafic annuel de minerais d'environ 10 millions de tonnes.

Autrement dit, la période de démarrage et de montée en puissance de la navigation est plutôt favorable au trafic minéralier.

Par conséquent, l'étude légère doit évaluer et inclure l'impact du temps d'éclusage dans le temps global de rotation des unités, de même que l'impact du désaccouplement des convois S, ou rechercher d'autres ~~des~~ types de convois performants, relativement allongés pour une plus grande capacité d'emport et qui s'adaptent à la largeur du sas de l'écluse.

C / SYSTEMES DE BALISAGE, DE TELECOMMUNICATION ET DE STATIONS DE MESURES

1. Le système de balisage

La densité du trafic induite par un trafic de pondéreux impose une navigation de 24 h/24 qui demandera le renforcement du balisage et des dispositifs permettant de sécuriser davantage la navigation de nuit.

Par conséquent, la détermination du nombre des signaux sera faite sur la base suivante

a) Sur tronçons normaux du chenal navigable

- distance moyenne entre bouées = 2 Km
- distance moyenne entre balises = 3 Km

b) Sur seuils critiques

- par seuil ----- = 3 bouées
- par groupe de 30 seuils ----- = 2 balises supplémentaires par seuil
- par groupe de 23 seuils ----- = 4 balises supplémentaires par seuil. Ces balises joueront le rôle de lignes directionnelles

c) Le long des courbes de Rayon < 1000 m ----- = 3 bouées

Recommandation : L'étude devra passer en revue le dossier d'appel d'offres établi par l'OMVS en 1981 et les résultats de l'étude SCET-Tunisie/BCEOM et ceux de la campagne de balisage sommaire du chenal naturel menée récemment par le groupement des Ports Autonomes de Dakar et Nouakchott.

2. Télécommunications au sol et sur les navires

Il est indispensable de mettre en place des équipements nécessaires à un réseau de télécommunication indépendant qui sera raccordé au réseau téléphonique public des Etats, en tenant compte de la présence, le long du fleuve, du réseau de communication offert par le fil de garde à fibre optique de l'artère Ouest de réseau de transport d'énergie hydroélectrique de Manantali.

- installations téléphoniques
 - 6 raccordements aux réseaux publics (à titre indicatif)
 - et 50 à 60 raccordements internes ,
- radiocommunications fixes et embarquées pour assurer les communications à établir entre les stations fixes au niveau des ports et escales, entre ces stations fixes et les bateaux, et, entre les bateaux;
 - stations fixes équipées d'émetteurs/récepteurs à ondes courtes de 100 w
 - bateaux équipés d'émetteurs/récepteurs à ondes courtes de 400 w
- fax, email et autres moyens de communication

Recommandation :

Ces normes sont à revoir à partir de l'exploitation des anciens DAO disponibles.

3. Densification des stations de mesures

Il s'agit d'installer, sur chaque seuils et au niveau des ports et escales fluviales, des échelles de mesure pour connaître les niveaux d'eau le long du fleuve. Ces données quotidiennes ou de prévisions hebdomadaires ou mensuelles, sont indispensables pour adapter les tirants d'eau, et conséquemment les chargements des bateaux, à l'évolution des niveaux et profondeurs d'eau le long des parcours

D / LES INSTALLATIONS PORTUAIRES

1. L'escale fluviale d'embarquement, soit à Ganquel-Soulé, ou à Gouriki

Le site de Gandel-Soulé ou celui de Gouriki, a été proposé pour abriter le terminal minier d'embarquement. Ces deux sites se situent entre le PK 700 et le PK 705, et dans un rayon

de 9 km des gisements de phosphates de chaux de N'Dendouri et Ouali-Diala, près de Semmé

Contrairement aux ports et escales portuaires retenus dans le Projet qui ont été bien étudiés, aucune étude n'a été menée sur les données physiques de base (topographiques, géotechniques, géologiques, hydrographiques, etc) et sur les ouvrages portuaires proprement dits sur ces sites. Pour Gounki, l'étude d'actualisation du Projet réalisée par le consultant Louis Berger International, sur la base des données de trafic de phosphates, s'est limitée à évaluer les besoins en postes de quais, le matériel et le rendement de manutention.

Il s'agit donc, pour ce terminal fluvial, ou tout autre site aux environs des panneaux miniers, d'entreprendre les études complètes de faisabilité et d'avant projet requises.

2. Le terminal au niveau du port fluvio-maritime de Saint-Louis

Les études relatives aux plans directeurs de développement des ports et escales du fleuve Sénégal de BBL/SW (1982-1986), l'étude d'actualisation du projet navigation de Louis Berger International (1989-1991) et les études SOGREAH sur l'accessibilité et les installations portuaires de Saint-Louis, fournissent un nombre impressionnant de données qui permettent de répondre aux exigences d'un véritable port fluvio-maritime multifonctionnel.

Il faudra signaler le fait que, malgré la présence d'un fort transit littoral, les eaux profondes à Saint Louis sont à une distance relativement faible du littoral. Cette situation serait favorable à l'accostage des vraquiers de port en lourd plus important, comme les over Panamax par exemple.

IV / CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La combinaison chemin de fer/voie navigable, qui s'insère parfaitement dans le Système Intégré de Transport Multimodal de l'OMVS, est une solution intéressante à étudier pour plusieurs raisons

A court et moyen terme

- 3 le combiné permet d'intégrer facilement les phosphates de Matam ,
- 4 les phosphates de Matam sur la rive gauche sénégalaise et ceux de Bofal sur la rive droite mauritanienne du fleuve Sénégal constituent les mêmes entités géologiques et souffrent des mêmes contraintes de logistique de transport et de port d'évacuation pour lesquelles le Projet navigation constitue la solution naturelle et de coût d'exploitation défilant toute concurrence

Dans une perspective à moyen et long terme :

Le développement et l'exploitation des mines du MIFERSO, situées non loin du barrage régulateur à but multiple de Goubassi, favorisera le développement des gisements miniers de l'interfleuve Bafing-Falémé-Bakoye au Mali, qui ne sont que les prolongements naturels des mines de la MIFERSO

En recommandation, si les résultats de l'étude s'avèrent intéressants, il s'agira de faire, aux Responsables de l'OMVS et aux Promoteurs du développement et de l'exploitation

des gisements miniers de l'hinterland du fleuve Sénégal, des propositions, notamment sur

- la définition de la règle d'affectation des investissements sur la variante de transport par la voie navigable, et de transit par l'escale d'embarquement et le terminal minéralier et les infrastructures communes du port de Saint-Louis, en fonction probablement de l'importance du trafic de pondéreux par rapport au trafic total escompté (pondéreux, marchandises générales solides et liquides, conteneurisées et non) ,
 - les investissements dans les modes de transport d'approche (chemin de fer ou route) à affecter en totalité à la société minière ;
 - la nature des exemptions escomptées (douanes, impôts, taxes) par la société de la part de la puissance publique (OMVS)
-