

- Un scénario médian (dit "d'ajustement") qui emprunte un cheminement intermédiaire entre les deux précédents et dont l'objectif est de réduire les déséquilibres actuels du fonctionnement de l'agglomération et d'amorcer un rééquilibrage, tout en maintenant les actions volontaristes dans la limite de ce qui est possible.

Ce dernier scénario semble manifestement avoir les plus grandes chances de se réaliser et c'est celui qui sera adopté dans le cadre de la présente étude. On en trouvera le schéma page suivante.

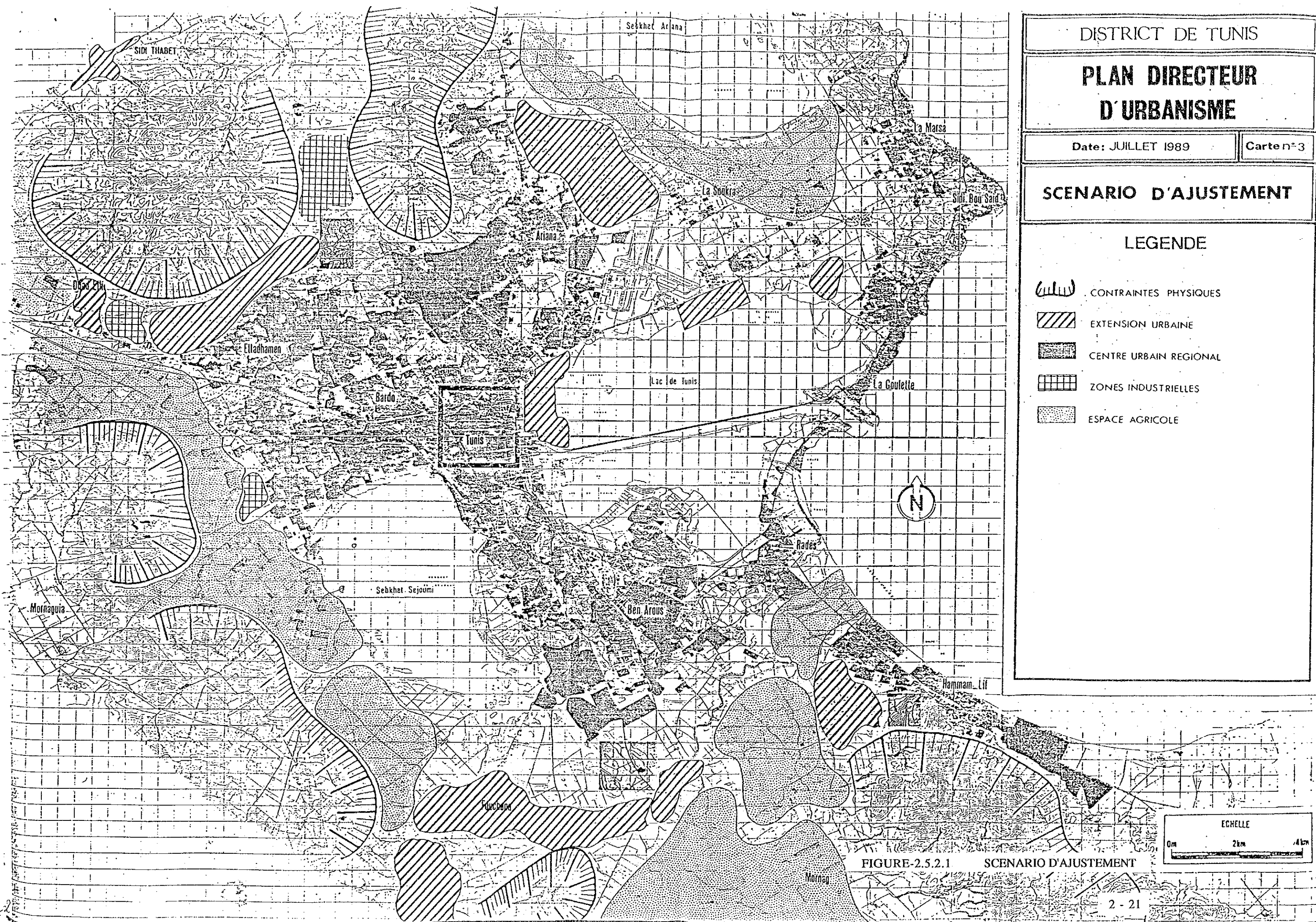
2.5.2 Description du scénario d'ajustement

Compte tenu des déséquilibres actuellement observés au niveau de l'agglomération, le scénario d'ajustement vise à réduire leurs impacts et à amorcer les conditions d'un rééquilibrage des principales fonctions de l'agglomération.

Ce scénario suppose un renversement des tendances à l'échelle régionale à partir de la deuxième moitié des années 90 et implique selon le district de Tunis les options suivantes:

- (i) Implantation de zones industrielles à l'Ouest et au Sud,
- (ii) Développement de l'urbanisation au Sud,
- (iii) Restructuration des extensions urbaines au Nord et au Sud-Ouest,
- (iv) Développement d'une armature centre urbain au sud et à l'Ouest,
- (v) Equipement de l'agglomération et meilleure utilisation du sol.

Ces actions de rééquilibrage à l'échelle du grand Tunis supposent en amont des actions de développement régional. En pratique, les options du scénario d'ajustement impliquent une meilleure maîtrise de l'évolution économique et démographique de l'Ouest de la Tunisie, et, en d'autres termes, une action globale et cohérente d'aménagement du territoire pour l'ensemble de la Tunisie, et pas seulement pour la région de Tunis.



DISTRICT DE TUNIS

**PLAN DIRECTEUR
D'URBANISME**

Date: JUILLET 1989

Carte n°3

SCENARIO D'AJUSTEMENT

LEGENDE


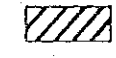

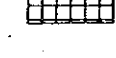
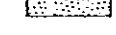
-  CONTRAINTES PHYSIQUES
-  EXTENSION URBAINE
-  CENTRE URBAIN REGIONAL
-  ZONES INDUSTRIELLES
-  ESPACE AGRICOLE

FIGURE-2.5.2.1 SCENARIO D'AJUSTEMENT



2.5.3 Traduction des évolutions en termes d'emplois et de population

Les grandes options de l'aménagement de l'agglomération de Tunis étant arrêtées, il conviendra de les traduire en termes de population et d'emplois dans les 22 zones du grand Tunis et les 7 zones considérées pour le reste du pays. Cette étape est en effet indispensable pour la modélisation des flux de trafic dans l'agglomération, et en particulier à travers le goulet de Tunis.

S'agissant du grand Tunis, les principes de fonctionnement du scénario d'ajustement énoncés précédemment devraient permettre d'estimer la population et les emplois dans les 22 zones avec le concours des spécialistes du district. Cette estimation fait l'objet d'une étape ultérieure de l'étude. (Chapitre 5)

2.6 PROJET D'AMENAGEMENT DU LAC DE TUNIS

Sur le lac de Tunis, un projet de remblaiement était depuis longtemps prévu, dont la réalisation a été retardée à cause de questions financières. Le projet de remblaiement s'est mis en oeuvre sur le lac nord, financé en commun par le gouvernement de la République Tunisienne et les autorités de l'Arabie Saoudite.

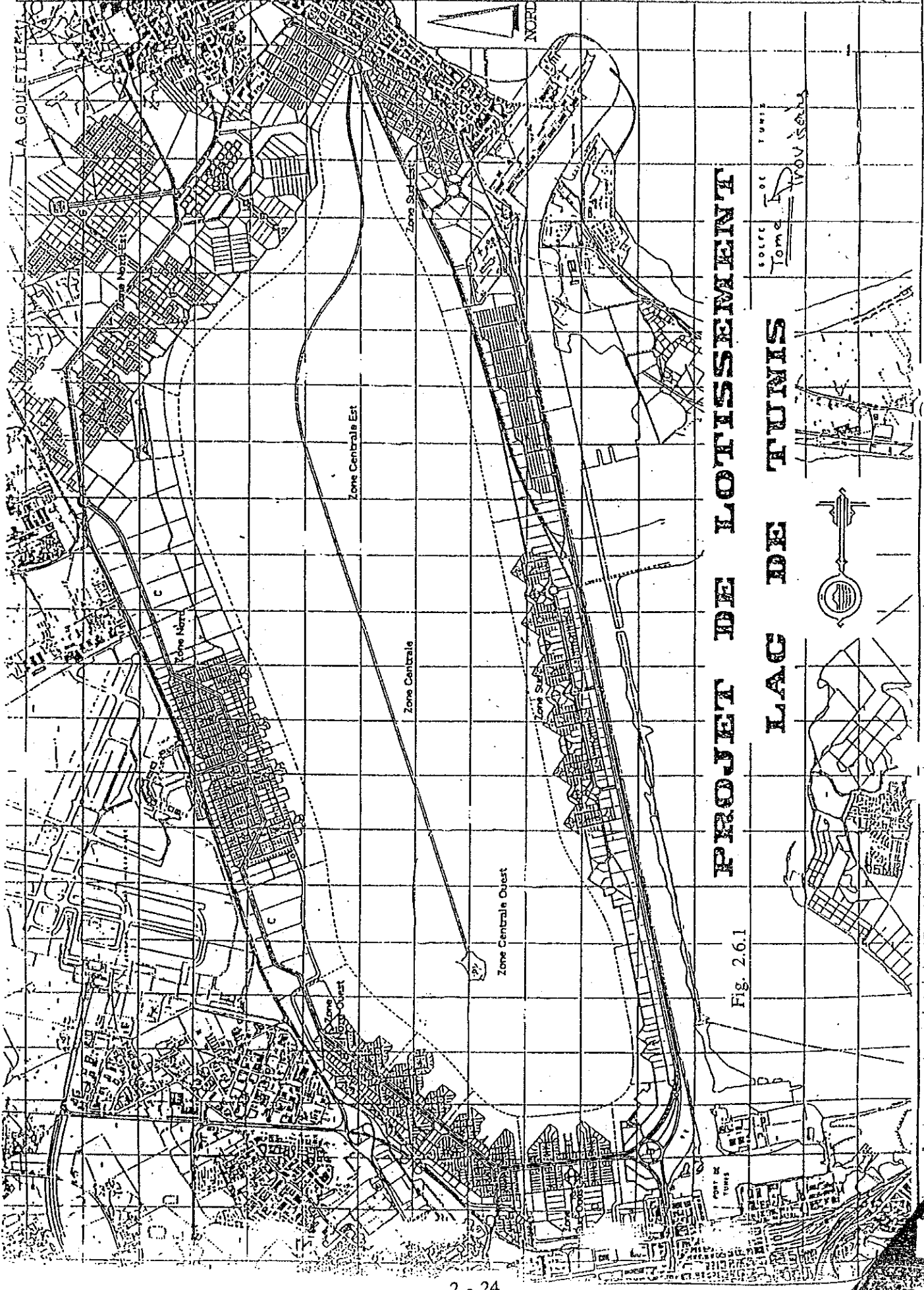
Concernant le remblaiement du lac nord, à l'heure actuelle, le côté nord (côte aéroport) est achevé tandis que le côté nord-est (côté T. G. M nord) est en cours. L'ensemble de ce projet, y compris l'infrastructure, se terminera d'ici à peu près 20 ans.

Tout le terrain de remblaiement se divise en effet en six zones, parmi lesquelles celle du nord (proche de l'aéroport) est en cours d'aménagement depuis juin 1988 et accueille à présent l'établissement principal de la Société de Promotion du lac de Tunis, promoteur de ce projet.

Le tableau 2.6.1 et le schéma 2.6.1 présentent les surfaces et les localisations prévues pour ce projet.

	SUD OUEST	NORD OUEST	NORD	NORD EST	SUD EST	SUD	TOTAL
(SURFACE DU TERRAIN (EN HA	: 210,11	: 159,24	: 310,95	: 526,52	: 221,19	: 166,76	: 1.593,87
(SURFACE DES TERRAINS (POUR PARKING HA	: 16,22	: 8,20	: 19,50	: 37,70	: 20,05	: 13,86	: 115,53
(NOMBRE DE PLACE DE (PARKING	: 6.488:	: 3.280:	: 7.800:	: 15.080	: 8.019:	: 5.545:	: 46.213
(SURFACE DE TERRAIN (POUR ZONE NATUREL- (LE EN HA	: 74,31	: 92,53	: 38,45	: 263,29	: 82,00	: 72,86	: 623,44
(SURFACE DES TERRAINS (DESTINES AUX SPORTS (EN HA	: 0	: 0	: 90,85	: 11,76	: 0	: 0	: 102,63
(SURFACE S.H.O POUR (LES HOTELS EN K2	: 33.000	: 18.000	: 18.000	: 18.000	: 9.000	: 9.000	: 105.000
(NOMBRE DE LITS (HOTELIERS	: 1.100:	: 600:	: 600	: 600	: 300:	: 300:	: 3.500
(SURFACE S.H.O POUR (L'HEBERGEMENT EN K2	: 539.057	: 356.766	: 595.952	: 1.093.285	: 329.219	: 397.910	: 3.312.191
(NOMBRE DE LOGEMENTS	: 5.391	: 3.568	: 5.960	: 10.933	: 3.292	: 3.979	: 33.122
(SURFACE DE TERRAIN (POUR RESERVES (INFRESTRUCTURES EN HA	: 25,69	: 14,53	: 22,28	: 56,82	: 25,17	: 21,81	: 166,31
(SURFACE S.H.O POUR (ARTISANATS ET INDUSTRIE: (EN K2	: 149.297	: 41.757	: 49.596	: 289.605	: 577.526	: 65.031	: 1.172.812
(SURFACE S.H.O POUR (EQUIPEMENT PUBLIC EN K2	: 181.362	: 67.119	: 89.236	: 192.474	: 81.342	: 102.386	: 713.921
(SURFACE S.H.O POUR LES (BUREAUX EN K2	: 339.610	: 144.694	: 94.084	: 335.162	: 140.434	: 107.735	: 1.162.519
(:	:	:	:	:	:	:
(:	:	:	:	:	:	:

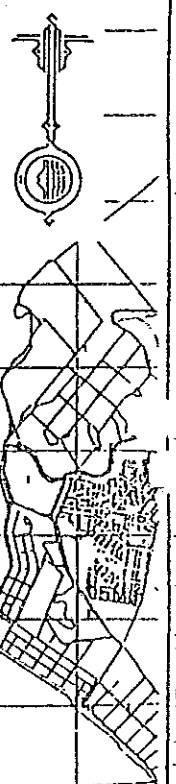
Tableau-2.6.1 RESUME DE LA PROGRAMMATION ET DES SURFACES



**PROJET DE LOTISSEMENT
 LAC DE TUNIS**

Fig. 2.6.1

SOURCE
 Tome 1
 PROVISIONS



CHAPITRE 3 RESEAU ROUTIER, AUTRES MOYENS DE TRANSPORT
ET ENQUETES DE TRAFIC

CHAPITRE 3 RESEAU ROUTIER, AUTRES MOYENS DE TRANSPORT ET ENQUETES DE TRAFIC

3.1 DESCRIPTION DU RESEAU ROUTIER

3.1.1 Description du réseau actuel de la voirie primaire de Tunis

Cette description a été faite dans le Plan Directeur Régional de Transport élaboré par le District de Tunis en 1985. Nous reprenons ci-dessous certains éléments contenus dans ce document et qui décrivent de façon synthétique la structure et le fonctionnement du réseau primaire.

Le réseau primaire de Tunis est essentiellement composé de voies radiales reliant la périphérie au centre de la ville avec une rocade extérieure incomplète (la voie X), et un anneau déformé protégeant le centre.

Ces radiales assurent la collecte du trafic local et la liaison avec le centre; les liaisons inter-secteurs sont assurées par:

- La Z4 : axe Nord-Sud.
- La voie X : pour la distribution et les liaisons Nord-ouest
- La sortie Ouest : pour les liaisons Sud et Ouest.

La topographie de l'agglomération fait que le réseau primaire est quasiment sectoriel : Nord, Sud et Ouest, avec une seule rocade reliant les secteurs Nord et Ouest. Une amorce de liaison périphérique Ouest-Sud est en cours de développement.

C'est au niveau du secteur Sud que l'absence de rocade est fortement préjudiciable au fonctionnement du réseau et occasionne un congestionnement important au niveau de l'entrée Sud, notamment à Bab Aléoua. L'aménagement de la Z4 au Sud dans le prolongement du viaduc sur l'Avenue de la République va permettre de réduire le trafic sur la place d'Afrique et de favoriser les échanges divers Sud-Nord. La réalisation dans un proche avenir de la pénétrante Sud contribuera au décongestionnement du carrefour de Bab Aléoua.

D'une façon générale le fonctionnement du réseau est fortement tributaire de celui des points d'entrée au centre ville qui sont par ailleurs en nombre limité et relativement congestionnés.

On trouvera à la page suivante le plan 3.1.1 qui illustre la consistance du réseau principal actuel ainsi que les principales extensions prévues.

3.1.2 Extension du réseau de la voirie primaire de Tunis dans le futur

(1) Projets en cours de réalisation

Les principaux projets en cours de réalisation qui permettront d'améliorer notablement le fonctionnement de la voirie primaire dans le district de Tunis sont les suivants:

- 1) L'aménagement éénagement de la route GP9 qui relie Tunis à La Marsa. C'est la route qui longe la rive Nord du lac de Tunis et qui autrefois était la seule à desservir l'aéroport.
- 2) Prolongement de la voie Z4 vers le Sud entre Tunis et ben Arous.
- 3) Interconnexion en viaduc entre la voie Z4 et la GP1.
- 4) Pénétrante Sud

La pénétrante Sud permettra de relier l'autoroute du Sud à la GP1 et la voie Z4. A ce titre elle facilitera considérablement les échanges Nord-Sud le long du lac de Tunis, et elle doit par conséquent être prise en compte dans l'étude.

- 5) Aménagement de la sortie sud de Tunis par l'autoroute du Sud.
- 6) Aménagement de la sortie Ouest de Tunis par la route GP7.

Les projets 1 à 5 précédents sont tous importants au regard de l'étude du franchissement du goulet de Tunis. En effet ils amélioreront les conditions du contournement du lac de Tunis pour les usagers venant de la zone Nord (La Marsa, Sidi Bou Said, La Goulette) et se dirigeant vers le Sud de l'agglomération (Ben Arous, Radès, Hammam-Lif). Le dernier projet concernant la sortie Ouest a moins d'intérêt au regard du franchissement du goulet de Tunis.

DISTRICT DE TUNIS

PLAN DIRECTEUR REGIONAL DES TRANSPORTS





Date: Mars 1989

Carte n° A3

PROJETS EN COURS DE RÉALISATION & PROJETS ÉTUDIÉS OU A L'ÉTUDE

LEGENDE

PROJETS EN COURS DE RÉALISATION

-  Dédoublement et Aménagement de Routes
-  Viaduc
-  Echangeur
-  Création d'Infrastructure

PROJETS ÉTUDIÉS OU A L'ÉTUDE





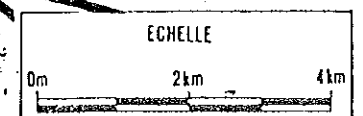
-  Aménagement de Routes
-  Nouvelles Routes
-  Aménagement de Nœuds
-  Echangeurs Projetés

FIGURE 3.1.1



(2) Projets en cours d'étude

Un certain nombre d'autres projets sont en cours d'étude qui pourraient avoir une importance relativement grande pour l'étude de faisabilité de l'ouvrage sur le goulet de Tunis. En fait, les principaux projets présentant un intérêt dans le cadre de l'étude sont au nombre de 3, à savoir:

- 1) Une amélioration du franchissement de l'agglomération de La Goulette, au Nord du goulet, évitant à la voie express de traverser la ville de La Goulette.
- 2) La réalisation du Boulevard intercommunal. Ce boulevard faciliterait le contournement du lac de Tunis par le Sud. A ce titre il doit donc être considéré dans l'étude.
- 3) Le prolongement de la route MC 33 par la RVE 560 qui permettra de connecter la route GP1 à la route MC 34.

Les trois projets concernant les améliorations futures de la voirie primaire de Tunis devront être intégrés au réseau futur dans des conditions tenant compte avec réalisme des dates auxquelles ces infrastructures pourraient être mises en service. Il est vraisemblable que le premier horizon retenu (1994) est trop proche pour prendre en compte ces infrastructures. Par contre elles pourraient figurer pour le deuxième horizon de l'étude, à savoir (2004).

3.1.3 Les trafics actuels et leur croissance au cours du passé récent

Selon les informations contenues dans le plan directeur régional de transport, les principales données concernant les trafics actuels sont les suivantes.

(1) Volume du trafic (jour moyen ouvrable de 1987):

- 1) Le trafic journalier est variable sur les différents axes du réseau.
 - 40.000 véhicules sur les axes du réseau Sud (S. Sud et GP1);

- 25 à 30.000 véhicules sur les axes Nord.
- et de l'ordre de 20.000 véhicules sur les radiales du secteur Ouest.

2) au total plus de 400.000 véhicules empruntent quotidiennement l'ensemble des radiales du réseau primaire dont:

- 54,6% sur les axes Nord et Nord-Est
- 27,0% sur les axes Sud
- et 18,4% sur les axes Ouest

3) Sur l'anneau des boulevards le trafic journalier varie selon les tronçons entre 25 et 50.000 U.V.P.:

- 50.000 uvp/jour sur Hédi Saïdi
- 44.000 uvp/jour sur 9 Avril
- et 25.000 uvp/jour sur Med V

4) Sur la rocade X les variations sont encore plus importantes. Les sections Nord sont les plus chargées. Celles de l'Ouest le sont beaucoup moins. Le tronçon le plus chargé se situe entre la X2 et la X4 (desserte de quartiers fortement motorisés) avec 42.300 uvp/jour.

(2) Le trafic de pointe

L'heure de trafic maximum est variable selon les axes routiers. Toutefois, globalement, l'heure de pointe se situe entre:

- 7H-8H le matin avec un taux de pointe de 7,6%
- 18H-19H pour le soir avec un taux de 8,4%

A la pointe du matin tous les points d'entrée au centre ainsi que les tronçons Nord et Ouest de l'anneau sont saturés.

(3) Evolution du trafic sur le réseau:

1) l'évolution du trafic sur les radiales a été d'environ +5% par an entre 1983 et 1987. Cette variation est peu différenciée selon les secteurs.

- +5,2% sur le réseau Nord
 - +5,8% sur le réseau Ouest
 - +4,3% sur le réseau Sud
- 2) Sur l'anneau des boulevards et les principaux axes du centre la croissance annuelle du trafic a été plus modeste:
- +3,5% sur l'anneau des boulevards
 - +2,5% par an sur le réseau central
- 3) Sur la rocade X la croissance du trafic a été très forte
- +6% à 15% selon les sections pour la période 81-85

3.1.4 Les vitesses sur le réseau primaire

- (1) On a réalisé un certain nombre de mesures concernant les vitesses sur le réseau primaire principalement concerné par la construction d'un ouvrage fixe sur le goulet de Tunis, c'est-à-dire essentiellement l'ensemble des voies qui permettent le contournement du lac de Tunis par l'Ouest.
- (2) Il est toutefois intéressant de disposer d'informations complémentaires sur la plupart des axes du réseau primaire de façon à ajuster au mieux le modèle d'affectation des véhicules sur le réseau.

Dans les documents rédigés par le district de Tunis à l'occasion de l'élaboration du plan directeur régional de transport, un certain nombre de mesures de vitesse ont été fournies, à la fois pour l'heure de pointe et pour la circulation à vide. Ces informations seront utilisées en tant que de besoin comme données d'entrée du modèle d'affectation du trafic.

Un certain nombre de données existent également à l'heure de pointe du matin qui permettent de connaître pour certains grands axes de la voirie primaire les trafics par sens. Ces données, combinées aux vitesses à l'heure de pointe seront utilisées pour la calibration générale du modèle.

3.2 CONDITION DE TRAVERSEE PAR LE BAC

Des bacs sont actuellement en service entre La Goulette et Radès. Leurs données caractéristiques sont les suivantes:

1. Heures de service normales : 5h 30 à 21h 15
2. Nombre de bacs en service : 2
3. Tonnage du bac : 100 + 150
4. Capacité de chargement du bac (nombre des véhicules) :
19 + 32, (poids de véhicule maximal) : 3,5t
5. Nombre de personnes : 38
6. Coût d'exploitation annuelle : 662.000 Dinars (l'exercice
budgétaire 1990)
 - Frais de personnel : 127.000 dinars
 - Frais de matériel : 435.000 Dinars
 - Amortissement : 100.000 Dinars
7. Nombre de véhicules transportés par an : 2.766.704
8. Evolution du trafic empruntant les bacs :

Le trafic empruntant les bacs de La Goulette pendant la période 1981-1988 a été mesuré par les agents du service exploitation de la DRT et présente un maximum en 1986, suivi d'une décroissance brusque pendant les années 1987 et 1988, comme le montre le graphique 3.2.1. Cette décroissance paraît incompatible avec l'augmentation générale du trafic routier à Tunis.

D'après les consultations au service d'exploitation, on constate bien que le trafic horaire et journalier pour cette période est constant (Figure 3.2.2, Figure 3.2.3) alors que la demande potentielle est plus importante notamment aux heures de pointe.

Cela est justifié par la vétusté des bacs en 1987 et 1988, car on n'a exploité qu'un seul bac. Les deux autres étaient en panne et nécessitaient des pièces de rechange qui ne pouvaient pas

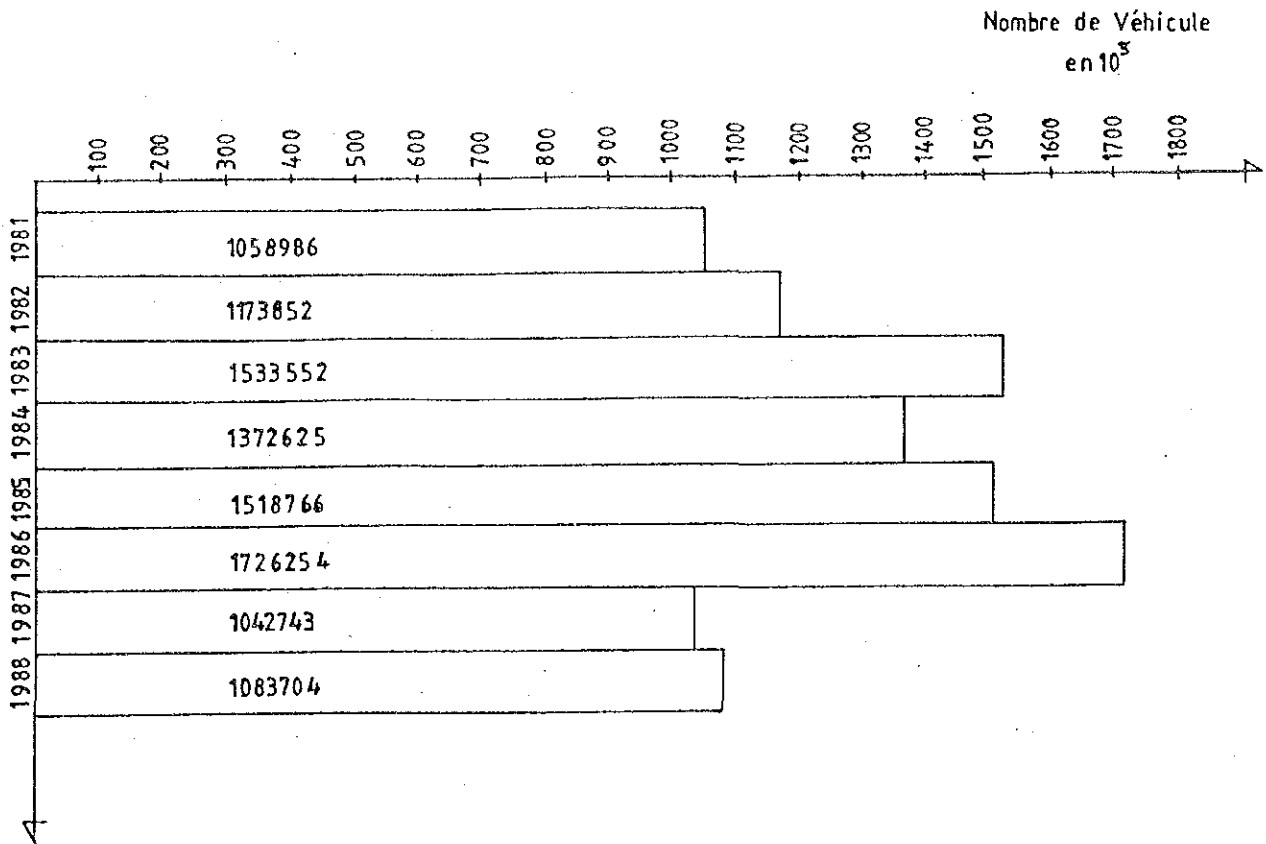


Fig. 3.2.1 EVOLUTION DU TRAFIC EMPRUNTANT LES BACS DE LA GOULETTE

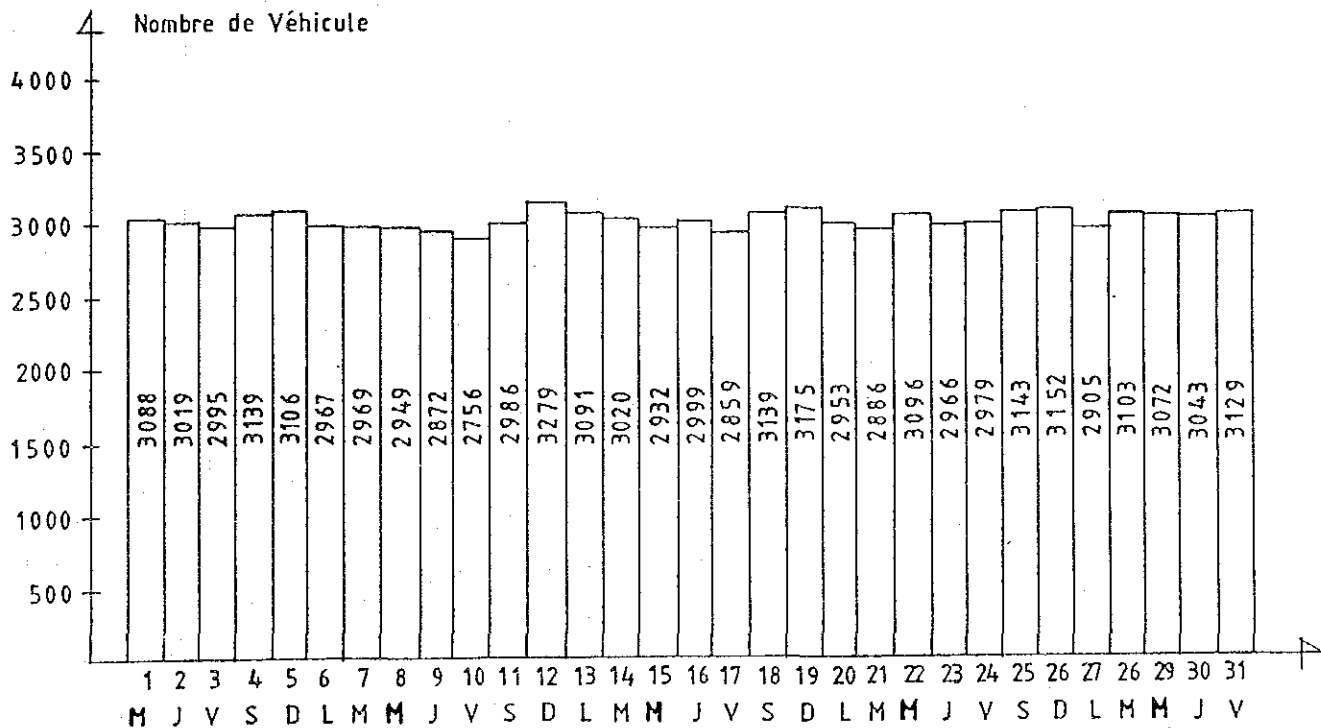


FIG. 3.2.2 MOUVEMENT DU BAC-JUILLET 1987 VOITURES TRANSPORTEES

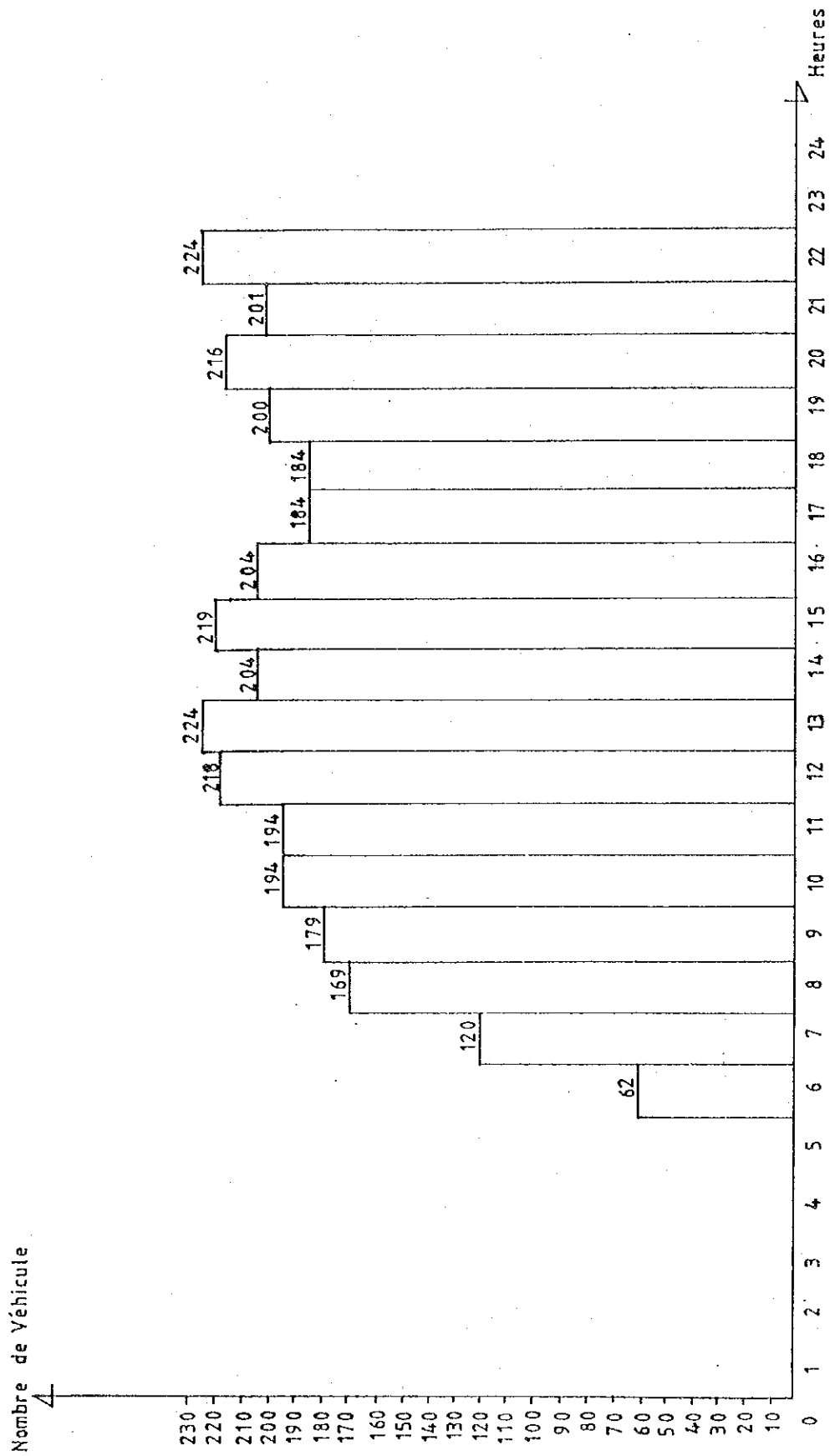


Fig. 3.2.3 MOUVEMENT DU BAC ZARZOUNA-14 AOUT 1988

se trouver sur le marché pour des raisons soit économiques, soit politiques.

9. Exploitation des bacs

- Temps requis pour aller et retour : 15 minutes
- Une vingtaine de voitures font tout le temps une file d'attente. Un certain nombre de voitures restent en file à chaque départ des bacs
- Cadence d'embarquement : 11 secondes en moyenne
Cadence de débarquement : 7 secondes en moyenne

3.3 LE PORT

3.3.1 Généralités

Les ports de La goulette, de Radès et de Tunis se trouvent sensiblement sur une ligne Est-Ouest dans la zone objet du projet tandis que l'ouvrage de franchissement va traverser cette zone portuaire en direction Nor-Sud.

Etant donné que l'ouvrage de franchissement est lié étroitement à cette zone portuaire, il y a lieu de prendre en considération cette interaction lorsqu'on détermine l'emplacement de l'ouvrage de franchissement, son type de structure, le tirant d'air sous l'ouvrage, la largeur et la profondeur du passage navigable, etc., ainsi que lorsqu'on prévoit le volume du trafic futur sur l'ouvrage.

Les descriptions ci-dessous portent sur l'état actuel de ces trois ports.

3.3.2 Statu quo des zones portuaires

Les zones portuaires dans l'agglomération de Tunis sont appelées "Complexe portuaire" et comportent principalement trois ports. Le débouché du lac de Tunis sur la haute mer est formé par étranglement du golfe par deux bancs de sable opposés au nord et au sud. Il existe sur les deux rives de ce débouché le port de La Goulette (rive nord) et celui de

Radès (rive sud), et le goulet s'oriente à partir de ce dédouché vers l'Ouest et se lie enfin au port de Tunis desservant la ville de Tunis. Le port nouveau de Radès fut construit à l'ouest du port ancien de Radès en janvier 1987. Excepté le port de Tunis, les autres 3 ports sont éloignés de l'ordre de 10 km de la ville de Tunis. Au complexe portuaire de Tunis, la quantité annuelle de marchandises à traiter s'est élevée à environ 3 millions de tonnes en 1988, la plus grande de ce pays et les marchandises générales se sont élevées à 1,5 millions de tonnes.

Le Tableau-3.3.2.1 montre ci-dessous leur trafic réparti par port. Le phosphate est la marchandise la plus traitée, avec à 1,5 millions de tonnes et les produits raffinés de pétrole comptent de 500 à 700 mille tonnes.

Tableau-3.3.2.1 TONNAGES DE MARCHANDISES TRAITES PAR LES PORTS
(Unité: milliers de tonnes)

Port de Tunis	300
Port de Radès (nouveau et ancien)	1000
Port de La Goulette	1700
Total	3000

Construit il y a une centaine d'années, le port de Tunis est équipé de postes à quai dragués à - 6,4 m, auxquels sont accostables les navires de 5000 tonnes, et il peut accueillir annuellement 350 navires. Ses entrepôts ont une superficie de 30.000 m³. Les céréales et légumes sont débarqués au port de Tunis et la quantité de pommes de terre débarquées à ce port s'est élevée à 1200 tonnes en 1988.

Le port de La Goulette, construit entre 1965 et 1967, s'est substitué au port de Tunis pour le traitement des marchandises générales et pour l'accueil des paquebots. Aménagé de quais de 1080 m de long, ce port traite annuellement des marchandises générales, de l'ordre de 1,2 millions de tonnes et accueille les transbordeurs en provenance de Marseille et Gênes à raison de 5 parcours par semaine. Il est emprunté annuellement par 60 000 véhicules et par 300 000 passagers. Entre 1973 et 1983, ce port a été utilisé comme terminus de rouliers (Ro-Ro), dont les appontements existants ont été élargis, et les nouveaux appontements ont été en même

temps aménagés au rivage opposé, du côté de Radès, pour une manutention réservée aux céréales. Le port de La Goulette dispose actuellement d'appontements réservés pour les car-ferries (de 25 milliers de tonnes) ainsi que pour les cargos de marchandises générales (de 15 milliers de tonnes).

Les appontements aménagés sur la rive opposée, du côté de Radès, ont servi plus tard comme port de Radès, dont les installations actuelles consistent en différents appontements réservés aux céréaliers (de 30 mille tonnes), pétroliers (de 10 mille de tonnes) et transporteurs de phosphates et de ciments (de 30 mille tonnes).

Quant au nouveau port de Radès, son avant projet a commencé en 1976, et le taux de rentabilité de ce projet a été évalué à 10,5%. Sa construction a été plus tard financée par la Banque mondiale et terminée au mois de janvier 1987. Ce port assure pratiquement un passage de bateaux de 9,5m de profondeur, 500 m de long et un bassin d'évitage d'un diamètre de 400 m et il peut faire accoster en même temps 7 rouliers (Ro-Ro). Les porte-conteneurs peuvent accoster au quai le plus au fond. Le quai No.7 a actuellement une longueur de 180 m et il sera prolongé de 250 m pour répondre aux besoins futurs. Il y a encore d'autre projets en cours en ce qui concerne les frigos, les bureaux et les grues réservées aux conteneurs. Etant donné qu'il ne reste que 3 autres postes à quai disponibles, un certain nombre de quais seront aménagés à nouveau à l'Est de ce port postérieurement à l'an 2000. D'ailleurs, les autorités portuaires envisagent l'extension vers l'ouest des installations portuaires de Radès, ce qui n'est pas concrétisé pour l'instant, mais au stade d'une esquisse seulement.

Les fonctions et statistiques de tous les ports sont présentées à l'Annexe-3.3.2.1.

3.4 LES ENQUETES DE TRAFIC

3.4.1 Description des enquêtes de trafic

(1) But des Enquêtes :

Dans le cadre de l'étude d'un ouvrage de franchissement du goulet Radès - La Goulette des enquêtes Origine-Destination et différents types de mesures ont été réalisés.

Ces enquêtes et mesures avaient pour but d'obtenir le maximum de données sur les trafics routiers en enquêtant non seulement les usagers des bacs mais également les usagers empruntant les principaux axes routiers de la zone d'étude.

(2) Organisation de l'enquête :

1) Préparation de l'enquête :

La préparation de l'enquête s'est étalée sur trois semaines et a permis de définir tous les objectifs:

- Définition des différents types d'enquête et de mesures à réaliser.
- Découpage en zones de la Tunisie.
- Etablissement du calendrier des enquêtes et mesures.
- Choix des horaires de travail.
- Préparation et mise en forme des documents nécessaires à la réalisation de l'enquête (enveloppe de couverture; fiche de comptages manuels; fiche d'enquêtes).
- Définition des méthodes d'échantillonnage.
- Recrutement et formation du personnel d'enquête.
- Composition des équipes de travail.
- Collecte des données statistiques (notamment des comptages routiers).
- Définition des schémas de carte pour la saisie des enquêtes et des comptages.
- Préparation du chiffrement.

- Définition des tests de cohérence à effectuer pour vérifier la qualité de la saisie.

2) Définition des différents types d'enquêtes et mesures à réaliser:

Il était prévu contractuellement de réaliser :

- Des enquêtes Origine-Destination.
- Des mesures de temps de parcours.

En outre, d'autres mesures ont été programmées:

- Mesures des files d'attente au bac.
- Comptages des 2 roues non immatriculées et des piétons sur les bacs.
- Mesures des différents temps de fonctionnement du bac.
- Comptages automatiques.

(3) Localisation des postes d'enquêtes :

Les 9 postes d'enquête O.D. ont été implantés le long de 3 cordons situés dans la zone d'étude. On trouvera ci-après le plan 3.4.1.1 donnant la localisation des postes d'enquête.

- Cordon principal:

Ce cordon était constitué par le canal de la Goulette et ne comportait qu'un seul poste.

Poste n° 1 : Bacs de la Goulette

- Cordon sud : (5 postes)

Poste n° 2 : Avenue Farhat Hached (prolongement de la voie Z)

Poste n° 3 : G.P.1

Poste n° 4 : MC 34

Poste n° 5 : Sortie sud

Poste n° 6 : G.P.3

- Cordon nord (3 postes)
 - Poste n° 7 : voie express
 - Poste n° 8 : G.P.9
 - Poste n° 9 : G.P.10

(4) Découpage en zones :

Le découpage adopté pour cette étude est le même que celui qui avait été utilisé pour l'étude réalisée par la SETEC en 1975 et comporte 30 zones.

Il est à noter que la mission n'a pu obtenir les cartes récentes au 1/25,000 de la zone d'étude ce qui nous a amené à utiliser les anciennes cartes publiées en 1958.

Le découpage utilisé qui correspond toujours à des limites administratives comporte 3 parties principales :

- 1) Zones proches du canal : ces zones comprennent les communes de la Goulette, Carthage, la Marsa au nord et la commune de Radès au Sud.
- 2) Zones intermédiaires : ces zones comprennent le reste du Gouvernorat de Tunis et les gouvernorats de l'Ariana et de Ben Arous.
- 3) Zones éloignées : le reste de la Tunisie a été divisé en 5 zones.
 - Les délégations de Bizerte et de Menzel Bourguiba (zone 23)
 - Le gouvernorat de Nabeul (zone 26)
 - Le gouvernorat de Zaghouan (zone 27)
 - La Tunisie Est (zone 28) comprend les gouvernorats de Béja, Jendouba, le Kef, et le reste du gouvernorat de Bizerte
 - La Tunisie Est (zone 29) comprend tous les gouvernorats non cités ci-dessus.

Enfin une zone 30 a été créée pour les pays limitrophes. On trouvera en annexe 3.4.1.1. les cartes du zoning.

(5) Calendrier des enquêtes et mesures :

1) Calendrier Général :

Les enquêtes et mesures se sont déroulées du mardi 17 octobre au vendredi 3 novembre 1989.

Le calendrier initialement prévu n'a pu être respecté entièrement car les forces de police ont été absentes pendant deux jours, et les jours manquants ont dû être reportés.

On trouvera le calendrier détaillé des enquêtes et mesures sur la Figure 3.4.1.2.

2) Horaires de travail :

Type d'enquête ou mesures	Horaires de travail (1)
Enquête O.D Bacs	:6 h à 21H30 (dernier bac)
Enquête O.D Routes	:6 H à 20 H (2)
Comptages manuels	:Identiques à enquêtes O.D
Comptages automatiques	:Pendant 7 jours complets
Mesures des temps de parcours	:Heures de pointes (matin de 7H à 8H15 et soir de 17H à 19H)

(a) Les horaires de travail des enquêteurs O.D n'ont pu être respectés du fait des retards et absences des forces de police.

(b) Une période de comptages a été effectuée pendant 24 Heures consécutives sur la G.P.1 (poste n° 3).

3) Jours de travail :

(a) Bacs : Les enquêtes sur les bacs ont eu lieu pendant une semaine entière soit 7 jours.

(b) Postes routiers : Un jour de semaine à chacun des 8 postes (pas de travail les samedi et dimanche).

(6) Bilan des Enquêtes :

Le nombre total d'enquêtes réalisées s'élève à 12,500 et se répartit comme suit :

Tableau 3.4.1.1 BILAN DES ENQUETES

(POSTE D'ENQUETE	:	NOMBRE	D'ENQUETES)
(1-Bac	:	6311)
(2-AV.F.Hached	:	380)
(3-GP.1	:	616)
(4-MC 34	:	1144)
(5-Sortie Sud	:	1045)
(6-GP 3	:	1224)
(7-Voie express	:	650)
(8-GP 9	:	743)
(9-GP 10	:	392)
(TOTAL	:	12 505)

(7) Autres mesures effectuées :

- 1) Des mesures de temps de parcours ont été effectuées durant cinq jours pendant les heures de pointe du matin et du soir.

Les mesures ont été réalisées sur les 3 itinéraires qui avaient déjà été testés pour l'étude de la Goulette en 1975.

Itinéraire n° 1 : Place du 7 Novembre 1987-La Marsa (Rond-Point)

Itinéraire n° 2 : Place du 7 Novembre 1987-Sidi Bou Said (Rond-Point)

Itinéraire n° 3 : Place du 7 Novembre 1987-Radès (bac)

- 2) Mesures des files d'attente aux bacs de la Goulette :

Ces mesures ont été effectuées pendant une journée entière de chaque côté du goulet.

Ces mesures permettront de calculer les temps d'attente moyen des usagers du bac.

3) Comptages des 2 roues non immatriculés et des piétons :

Ces comptages ont eu lieu pendant une journée entière (bac par bac).

4) Mesures des temps de fonctionnement des bacs :

Ces mesures qui ont eu lieu pendant une journée de semaine ont permis de décomposer les temps de fonctionnement des bacs.

- temps de chargement
- temps de traversée
- temps de déchargement

5) Comptages automatiques :

A chacun des postes d'enquête routière des compteurs automatiques ont été posés par le service circulation de la Direction Régionale de l'Equipement de Tunis.

Ces compteurs qui enregistrent les trafics horaires, ont été placés pendant 7 jours à chacun des postes.

Ces comptages doivent permettre d'analyser les variations horaires et hebdomadaires des trafics.

(8) Tests de cohérence

Lors du chiffrage des enquêtes et des tests de cohérence, la vérification des questionnaires a porté principalement sur les questions suivantes:

- type de véhicule
- origine et destination
- motif du trajet

On trouvera en annexe 3.4.1.2 un exemplaire des fiches d'enquête, fiches de comptage et des enveloppes de couverture utilisées.

3.4.2 Caractéristiques des trafics actuels

(1) Cadre de l'étude des trafics actuels

Les enquêtes de trafic se sont déroulées au passage du bac et sur huit postes d'enquêtes routiers répartis au Sud et au Nord du lac de Tunis pour obtenir la demande potentielle de trafic sur l'ouvrage. Les 12,500 enquêtes recueillies doivent être pondérées pour retrouver les trafics constatés en 1988 à chaque poste d'enquête. Il est alors possible d'étudier les caractéristiques principales de ces trafics et d'élaborer des matrices origine-destination.

(2) Exploitation des enquêtes de trafic par poste

1) Pondération des enquêtes par poste

(a) Trafics en véhicules

Pendant la période des enquêtes, deux séries de mesures de trafic ont été réalisées :

- (i) Des comptages manuels effectués par sens et par catégorie de véhicule sur la période d'enquête.
- (ii) Des comptages automatiques par sens sur une période de sept jours.

Une première série de coefficients de pondération a été calculée pour retrouver les trafics recensés pendant la période d'enquête.

Ces coefficients ont été déterminés par :

- Type de véhicule
- Heure
- Sens
- Poste

Une deuxième série de coefficients a permis de prendre en compte les comptages automatiques pour passer à des trafics sur une journée complète, puis sur une période de sept jours.

Enfin, un dernier coefficient "saisonnier" a été déterminé pour se ramener aux trafics journaliers moyens annuels de 1988. Lorsqu'on ne disposait pas de comptages permanents en 1988, on a adopté le coefficient saisonnier du poste d'enquête le plus proche.

Chaque enquête a alors été affectée d'un poids calculé comme le produit des trois coefficients définis ci-dessus.

Le nombre très faible d'interviews recueillies auprès de deux roues immatriculés n'a pas permis de conserver cette catégorie de trafic lors de l'exploitation de l'enquête.

(b) Trafics en passagers :

Une fois déterminés les trafics en véhicules, on peut calculer les trafics de passagers en utilisant la variable de l'enquête "Nombre total de personnes dans le véhicule". La procédure a été légèrement différente selon le type de véhicule :

(i) Pour les voitures particulières et les camionnettes, la pondération "passagers" a été obtenue en multipliant le poids du questionnaire en véhicules par le nombre de passagers.

(ii) Pour les autres types de véhicules (taxis, camions, autocars), le nombre de personnes prises en compte est défini comme suit :

- 1 si le "nombre total de personnes dans le véhicule" est égal à 1.

- "Nombre total de personnes - 1" s'il y a plusieurs personnes dans le véhicule. On exclut alors le chauffeur du véhicule.

(c) Trafics en tonnes de marchandises

Pour les véhicules de transport de marchandises (camionnettes et camions), le "poids véhicules" du questionnaire est multiplié par le chargement en tonnes du véhicule.

(d) Exploitation de l'enquête

Le programme d'exploitation d'enquête utilisé permet de réaliser des tableaux croisant deux ou trois variables de l'enquête en offrant le choix de l'unité statistique (véhicules, passagers, tonnes). Il est également possible de recodifier des variables, de calculer des moyennes et des pourcentages ou de définir un filtre (exemple : déplacements domicile-travail).

Dans ce chapitre sont présentés les résultats principaux de l'exploitation de l'enquête. Les résultats plus détaillés figurent dans le volume 2 du rapport intermédiaire.

2) Trafics de véhicules par poste :

Sur le tableau 3.4.2.1 de la page suivante figure la répartition des véhicules par poste selon le type de véhicule. Ces répartitions sont données en véhicules par jour et en pourcentage. On peut constater que :

- a) Les trafics du bac s'élèvent à 2,969 véhicules par jour moyen en 1988 et comprennent 64% de voitures particulières.
- b) Sur les autres postes, les trafics varient de 6,000 véhicules par jour sur la GP3 à 31,000 véhicules par jour sur la sortie Sud de Tunis.

Tableau-3.4.2.1 REPARTITION DES VEHICULES PAR POSTE SELON

le type de véhicule

le poste d'enquête

en véhicules/jour

Poste d'enquête	le type de véhicule							total
	voitures particul.	taxis louage	camionnettes	camions légers	camions lourds	camions articulés	autocars tourisme	
1 . Eac	1908.	194.	611.	238.	18.	0.	0.	2969.
2 . Megrine	7226.	1137.	1608.	451.	299.	117.	0.	10037.
3 . G.P.1.	10360.	2779.	3408.	866.	857.	253.	50.	18573.
4 . MC 34	3960.	1912.	1921.	457.	348.	164.	3.	8766.
5 . Sortie Sud	15597.	4415.	7246.	1675.	1554.	277.	185.	30949.
6 . G.P.3	2690.	1309.	1344.	396.	256.	30.	1.	6026.
7 . Voie express	9496.	2002.	1669.	384.	250.	132.	88.	14021.
8 . G.P.9	18752.	3276.	2511.	424.	304.	36.	131.	25434.
9 . G.P.10	8526.	2803.	2987.	808.	481.	0.	0.	15605.

en pourcentage

Poste d'enquête	le type de véhicule							total
	voitures particul.	taxis louage	camionnettes	camions légers	camions lourds	camions articulés	autocars tourisme	
1 . Eac	64.3	6.5	20.6	8.0	.6	.0	.0	100.0
2 . Megrine	66.7	10.5	14.8	4.2	2.8	1.1	.0	100.0
3 . G.P.1.	55.8	15.0	18.4	4.7	4.6	1.4	.3	100.0
4 . MC 34	45.2	21.8	21.9	5.2	4.0	1.9	.0	100.0
5 . Sortie Sud	50.4	14.3	23.4	5.4	5.0	.9	.6	100.0
6 . G.P.3	44.6	21.7	22.3	6.6	4.3	.5	.0	100.0
7 . Voie express	67.7	14.3	11.9	2.7	1.8	.9	.6	100.0
8 . G.P.9	73.7	12.9	9.9	1.7	1.2	.1	.5	100.0
9 . G.P.10	54.6	18.0	19.1	5.2	3.1	.0	.0	100.0

- c) Les pourcentages de voitures particulières varient de 45% sur la GP3 et la MC 34 à 74% sur la GP9.

Sur les postes routiers, les taxis et les voitures de louage représentent entre 11% et 22% du trafic et les camionnettes entre 10% et 23% du trafic.

3) Trafics de passagers par poste :

Les tableaux en passagers décrivent la répartition du nombre de passagers par jour, par type de véhicule et par poste d'enquête et également par motif de déplacement.

Un tableau donne également le taux d'occupation moyen des véhicules par poste et par type de véhicule (cf annexe 3.4.2.1) le tableau 3.4.2.2 montre que :

- a) Sur le bac, le nombre de passagers par jour (en véhicules motorisés) s'élève à 5,407 passagers, et le taux d'occupation moyen des véhicules est de 2.04.
- b) Sur les postes routiers, les trafics journaliers de passagers varient de 9,830 sur la GP3 à 67 450 sur la sortie Sud.

Les tableaux détaillés par motif montrent que sur le bac, les motifs personnels concernent 50% des trajets. Sur les postes routiers, ce motif représente de 24% à 44%. Les déplacements domicile - travail constituent selon les postes de 18% à 36% des trajets.

4) Trafics de marchandises par poste :

Pour les tableaux concernant les marchandises, nous n'avons conservé comme type de véhicule que les camionnettes et les différentes catégories de camions.

Ces tableaux donnent les répartitions par poste d'enquête des tonnages transportés par type de véhicule et le chargement moyen par véhicule (tableau-3.4.2.3)

Tableau-3.4.2.2 REPARTITION DES PASSAGERS PAR POSTE SELON

le type de véhicule
le poste d'enquête

en passagers/jour

Poste d'enquête	le type de véhicule									
	voitures particul.	taxis louage	camion- nettes	camions légers	camions lourds	camions articulés	autocars tourisme	total		
1 . Bac	3997.	264.	817.	308.	20.	0.	0.	5407.		
2 . Megrine	13010.	1660.	1827.	530.	345.	156.	0.	17528.		
3 . G.P.1.	18829.	4222.	4018.	1044.	928.	270.	198.	29511.		
4 . MC 34	7046.	2443.	2354.	542.	394.	232.	32.	13043.		
5 . Sortie Sud	32742.	16581.	9737.	2059.	1666.	302.	4358.	67446.		
6 . G.P.3	5511.	1803.	1746.	490.	273.	30.	2.	9855.		
7 . Voie express	19907.	2906.	2343.	525.	404.	146.	3955.	30187.		
8 . G.P.9	36886.	3677.	3895.	536.	381.	48.	1899.	47321.		
9 . G.P.10	16469.	2965.	3595.	862.	526.	0.	0.	24416.		

Enfin, sur un tableau détaillé, on trouvera les nombres de véhicules vides ou chargés par type de véhicule (cf annexe 3.4.2.2)

Ces tableaux appellent les commentaires suivants :

- a) Sur le bac, la quantité de marchandises transportées s'élève à 380 tonnes par jour, soit un chargement moyen de 0.44 tonnes par véhicule.
- b) Sur les postes routiers, les quantités de marchandises transportées varient de 950 tonnes par jour sur la GP 3 à 7 600 tonnes sur la GP 1. Ces tonnages sont plus importants sur la GP 1 que sur la sortie Sud à cause du chargement moyen des ensembles articulés qui est de 9.7 tonnes sur la GP 1 au lieu de 5.0 tonnes sur la GP 3.
- c) Les tonnages moyens transportés sont calculés sur l'ensemble des véhicules de marchandises, qu'ils transportent ou non des marchandises. Les pourcentages de véhicules vides sont plus élevés pour les camionnettes et les camions légers que pour les camions lourds et articulés.

(3) Exploitation des enquêtes de trafic par origine-destination

1) Elaboration des matrices origine-destination

Pour obtenir les matrices origine-destination dans le zoning défini lors de l'enquête, il faut additionner les trafics obtenus à chacun des postes en évitant les doubles-comptes.

Toutes les cases des matrices origine-destination ne seront pas remplies puisque l'enquête n'avait pas pour but d'intercepter tous les déplacements dans l'agglomération de Tunis mais essentiellement ceux susceptibles d'emprunter l'ouvrage de franchissement du goulet Radès-La Goulette.

Pour additionner les trafics par poste en évitant les doubles-comptes, nous avons procédé de la façon suivante :

Tableau 3.4.2.3 REPARTITION DES TONNES DE MARCHANDISES PAR POSTE SELON

le type de véhicule marchandise

le poste d'enquête

Poste d'enquête	le type de véhicule marchandise				
	camion- nettes	camions légers	camions lourds	camions articulés	total
1 . Bac	154.7	192.7	30.8	.0	378.2
2 . Megrine	186.3	164.6	644.5	321.3	1316.7
3 . G.P.1.	399.0	712.0	4041.4	2455.5	7607.9
4 . MC 34	169.3	133.1	398.4	450.4	1151.3
5 . Sortie Sud	1081.4	622.2	2866.4	1007.3	5577.3
6 . G.P.3	110.3	278.5	411.6	149.6	949.9
7 . Voie express	116.8	220.1	1148.6	875.7	2361.2
8 . G.P.9	183.7	96.9	432.9	298.2	1011.6
9 . G.P.10	439.3	417.5	1109.6	.0	1966.4

TONNAGE MOYEN TRANSPORTE SELON

le type de véhicule marchandise

le poste d'enquête

en tonnes/véhicule

Poste d'enquête	le type de véhicule marchandise				
	camion- nettes	camions légers	camions lourds	camions articulés	total
1 . Bac	.25	.81	1.74	.00	.44
2 . Megrine	.12	.37	2.16	2.75	.53
3 . G.P.1.	.12	.82	4.71	9.69	1.40
4 . MC 34	.09	.29	1.14	2.74	.40
5 . Sortie Sud	.15	.37	1.85	3.64	.51
6 . G.P.3	.08	.70	1.60	5.03	.47
7 . Voie express	.07	.57	4.60	6.62	.94
8 . G.P.9	.07	.23	1.42	8.26	.30
9 . G.P.10	.15	.52	2.31	.00	.46

- a) Trois types de poste d'enquête ont été définis :
- Le bac (poste 1)
 - Les postes au Sud du bac (postes 2 à 6)
 - Les postes au Nord du bac (postes 7 à 9)
- b) Une première exploitation des enquêtes a été réalisée par origine-destination en distinguant les trois types de cordon. Les postes des cordons Sud et Nord étant situés sur des routes parallèles, un même véhicule ne peut passer que par un poste d'enquête d'un cordon donné. Les trafics des postes 2 à 6 ont été additionnés pour obtenir les trafics au Sud du bac, ainsi que les trafics des postes 7 à 9 pour obtenir les trafics au Nord du bac.
- c) Nous avons alors examiné les origines-destinations pour lesquelles on trouve du trafic sur plusieurs des trois cordons. Lorsqu'un véhicule effectuant ce trajet doit logiquement passer par deux cordons différents, nous avons moyenné les trafics sur ces deux cordons. Si le trafic au troisième cordon est également non nul, cela correspond à un deuxième itinéraire possible et le trafic de ce cordon a été ajouté à la moyenne des deux autres. Lorsque les trafics sont non nuls sur deux cordons correspondant à des itinéraires concurrents, ils ont été additionnés.

Cette méthode nous a permis de recalculer des coefficients de pondération "tous postes d'enquête confondus" en véhicules, en passagers et en tonnes et d'effectuer ensuite des tableaux généraux et par origine-destination

2) Tableaux généraux tous postes :

a) Présentation :

Avant l'édition des différentes matrices origine-destination, nous avons réalisé quelques tableaux généraux en passagers et en tonnes.

Les premiers tableaux en passagers sont ventilés par motif et par type de véhicule regroupé (véhicules légers, poids lourds et cars de tourisme).

Les suivants utilisent les variables de revenus : revenu mensuel du ménage ou revenu par tête (cf annexe 3.4.2.3).

Les tableaux concernant les marchandises donnent la répartition par type de véhicule, les pourcentages de véhicules vides ou chargés et les tonnages moyens transportés. Sur l'ensemble des postes d'enquête, les trafics recensés représentent :

- 132 500 véhicules par jour.
- 243 400 passagers par jour.
- 22 152 tonnes par jour.

b) Répartition des passagers :

Pour les passagers, l'ensemble des trajets d'ordre professionnel représentent 64% des déplacements dont 26% pour le seul motif domicile-travail. Les trajets personnels représentent 32% des trajets, les cars de tourisme 4%.

Les tableaux sur la répartition des passagers en fonction du revenu du ménage montrent que 66% des ménages interrogés disposent d'un revenu mensuel compris entre 80 et 350 dinars.

Dans les modèles de demande globale, c'est la variable revenu par tête qu'il convient d'utiliser.

Sur le tableau 3.4.2.4 présenté ci-après, on constate que 45% des passagers disposent d'un revenu par tête compris entre 20 et 40 dinars par mois.

Enfin, il faut signaler que la variable revenu n'est pas significative pour les cars de tourisme, puisque dans cette catégorie de véhicule, c'est le chauffeur qui a été interrogé et non pas un passager.

Tableau-3.4.2.4 REPARTITION DES PASSAGERS AYANT DECLARE LEUR REVENU SELON

Revenu mensuel par tête	en passagers/jour				en pourcentage			
	profes-sionnel	person-nel	cars tourisme	total	profes-sionnel	person-nel	cars tourisme	total
Moins de 20 Dinars	18826.	5065.	643.	24533.	12.4	7.0	7.2	10.6
De 20 à 40 Dinars	47525.	15968.	2415.	65908.	31.4	22.2	27.0	28.4
De 40 à 60 Dinars	23838.	14377.	2599.	40814.	15.8	20.0	29.0	17.6
De 60 à 80 Dinars	19016.	9221.	1777.	30015.	12.6	12.8	19.9	12.9
De 80 à 100 Dinars	9454.	8255.	1520.	19229.	6.2	11.5	17.0	8.3
De 100 à 120 Dinars	6801.	3720.	0.	10520.	4.5	5.2	.0	4.5
De 120 à 140 Dinars	4834.	1296.	0.	6131.	3.2	1.8	.0	2.6
De 140 à 160 Dinars	8321.	3992.	0.	12313.	5.5	5.5	.0	5.3
De 160 à 200 Dinars	3065.	2907.	0.	5972.	2.0	4.0	.0	2.6
De 200 à 250 Dinars	4092.	1397.	0.	5488.	2.7	1.9	.0	2.4
De 250 à 300 Dinars	2443.	2011.	0.	4454.	1.6	2.8	.0	1.9
De 300 à 400 Dinars	1331.	877.	0.	2208.	.9	1.2	.0	1.0
De 400 à 500 Dinars	900.	2025.	0.	2925.	.6	2.8	.0	1.3
Plus de 500 Dinars	880.	836.	0.	1716.	.6	1.2	.0	.7
Non précisé	0.	0.	0.	0.	.0	.0	.0	.0
Total	151325.	71947.	8954.	232226.	100.0	100.0	100.0	100.0

Dans un dernier tableau sont ventilés les déplacements domicile-travail selon la zone du domicile. Pour 11% de ces trajets domicile-travail, la zone du domicile est le centre de Tunis (zone 15) (cf annexe 3.4.2.4).

c) Répartition des véhicules de transport de marchandises

Les trafics de camionnettes et camions représentent 34 531 véhicules par jour. Si l'on ne considère que les véhicules qui sont chargés, le tonnage moyen transporté est de 2.4 tonnes. Ce tonnage moyen varie de 0.6 t pour les camionnettes à 10.8 t pour les camions articulés.

3) Matrices origine-destination en véhicules :

La matrice origine-destination des trafics en véhicules par jour, trouve en annexe 3.4.2.5.

La principale zone émettrice et réceptrice des trafics est celle du centre de Tunis (zone 15) qui émet 21% des trafics et en reçoit 20%.

La deuxième zone par ordre d'importance des trafics est ensuite celle de Ben Arous (zone 17) qui émet 9% du trafic de véhicules et en reçoit 12%.

Ces pourcentages sont du même ordre de grandeur pour les voitures particulières. Pour les taxis et les voitures de louage la zone du centre de Tunis émet 27% du trafic et en reçoit 25%. Pour les camionnettes et les poids lourds ces pourcentages diminuent.

4) Matrice origine-destination en passagers :

La matrice origine-destination en passagers figure en annexe 3.4.2.6. On remarque que la zone du centre de Tunis représente 23% du trafic émis et 21% du trafic reçu.

Dans les tableaux détaillés, dans le volume 2 du rapport intermédiaire, on trouvera en outre une ventilation des passagers selon le type de véhicule regroupé (véhicules légers, poids lourds, cars de tourisme) et une ventilation par motif.

Enfin, un dernier tableau ventile les déplacements domicile-travail par zone de domicile et d'emploi. Pour ces trajets, la zone de Tunis centre représente 11% des lieux de domicile et 38% des lieux d'emploi.

5) Matrice origine-destination en tonnes :

A la lecture de la matrice origine-destination en tonnes présentée en annexe 3.4.2.7, on peut remarquer que les principales zones émettrices des trafics de marchandises sont par ordre décroissant :

- La zone du port de la Goulette : 11.5%
- La zone de La Goulette Sud : 10.0%
- La zone de Ben Arous : 9.3%
- La zone du Cap Bon : 9.1%

Les principales zones de réception pour les trafics de marchandises sont :

- Tunis Sud : 14.8%
- Ben Arous : 13.1%
- Tunis Centre : 12.0%

(4) Matrices actuelles en u.v.p :

1) Coefficients d'équivalence par type de véhicule :

Il est ensuite important de calculer la matrice origine-destination en u.v.p (unité de voiture particulière) puisque le modèle d'affectation des trafics sur le réseau routier fonctionne avec une matrice en u.v.p.

Nous avons donc adopté les coefficients suivants par type de véhicule :

- Voitures particulières, taxis, camionnettes 1
- Camions légers 2
- Camions lourds 3
- Camions articulés 4
- Autocars de tourisme 3

2) Matrice origine-destination en u.v.p :

La matrice origine-destination a été calculée à partir des matrices origine-destination par type de véhicule et des coefficients d'équivalence définis ci-dessus. Ceci conduit à un total de 150 500 u.v.p par jour, où la zone de Tunis Centre représente 19% des trafics émis et 19% des trafics reçus.

Cette matrice, symétrisée, est présentée dans l'annexe 5.4.2.1 avec les matrices futures.

CHAPITRE 4 L'ETUDE DES TRAFIC ET TIRANT D'AIR SOUS L'OUVRAGE,
PROFONDEUR ET LARGEUR DU PASSAGE NAVIGABLE

CHAPITRE 4 L'ETUDE DES TRACES ET TIRANT D'AIR SOUS L'OUVRAGE, PROFONDEUR ET LARGEUR DU PASSAGE NAVIGABLE

4.1 LES COULOIRS DE TRACE

4.1.1 L'environnement immédiat du projet

Le Goulet de Tunis sépare deux presqu'îles qui elles mêmes séparent le Lac de Tunis original, de la mer Méditerranée.

Le Lac de Tunis a été découpé en deux parties, Lac Nord et Lac Sud par:

- Le canal d'accès au port de Tunis qui est rectiligne constitue le Goulet en s'évasant vers l'Est au niveau de La Goulette et de son port. Au sud du canal a été édifié le port de Radès.
- Deux digues d'importance variable qui encadrent le canal:
 - La digue Nord porte la voie express Tunis La Goulette et la voie ferrée du TGM.
 - La digue Sud est une simple levée de sable.

Les deux presqu'îles présentent des caractéristiques différentes:

La presqu'île nord, de La Goulette-Carthage, est fortement urbanisée de la mer aux berges du Lac. Elle s'élargit au niveau du Kram, autour des collines de Carthage et de Sidi Bou Said.

La presqu'île sud, de Radès, était jusqu'à une époque récente très faiblement peuplée et à vocation industrielle. Cette vocation s'affirme de jour en jour davantage.

4.1.2 Les contraintes majeures

Des contraintes analysées dans l'Annexe du Rapport d'avancement 1, il est possible d'établir une liste de contraintes majeures qui vont influencer la recherche des tracés.

Il conviendra théoriquement, dans l'élaboration des tracés d'éviter au maximum les obstacles qu'elles représentent et de n'envisager une atteinte à ces obstacles qu'en dernière extrémité.

Il s'agit, du sud vers le nord:

(1) Du côté de Radès

- 1) De la zone industrielle AFI de Radès.
- 2) De la cité la Saline.
- 3) De la centrale électrique de Radès.
- 4) De la zone portuaire existante de Radès, avec son extension à l'Est.
- 5) De l'extension éventuelle de la phase 2 de la zone portuaire de Radès, à l'Ouest.
- 6) Des appontements divers sur la berge sud du port de La Goulette.
- 7) Des zones de stockage d'hydrocarbure de la zone portuaire de Radès.
- 8) Des réseaux ferroviaires de la zone de Radès.

(2) Du côté de La Goulette:

- 9) De la zone portuaire de La Goulette.
- 10) De la centrale électrique de La Goulette 2.
- 11) D'un ensemble de bâtiments regroupant la centrale électrique de La Goulette 1 et les habitations au nord.

(3) Nous y avons adjoint les lignes HT suivantes:

- 12) Ligne Ouest franchissant le canal.
- 13) Ligne Est.
- 14) Ligne en bordure du Lac Sud.

Le plan 4.1.3.1 figurant plus loin, porte le repérage de ces contraintes. Sur ce plan a également été reporté le tracé de la prolongation de la voie express vers Carthage tel que la Direction Générale des Ponts et Chaussées l'envisage à ce jour.

4.1.3 Les couloirs du tracé

L'examen de ces documents permet de dégager trois couloirs de tracé. Les couloirs, à ce stade de nos réflexions, définissent les orientations autour desquelles nous nous proposons d'étudier, pour chacun d'entre eux:

- Les tracés possibles qui se feront jour, en fonction des divers problèmes locaux qui ne manqueront pas de survenir.
- Les variantes d'aménagement possibles en ce qui concerne le mode de franchissement.

Il s'agit des COULOIRS OUEST, CENTRAL et EST. (voir Figure 4.1.3.1)

(1) LE COULOIR OUEST:

Ce couloir est situé à la jonction du terre-plein portuaire existant (4) et de l'extension éventuelle de la phase 2 du port de Radès (5).

Ce couloir a deux raccordements possibles à la MC 33 vers le sud:

- Un raccordement court: au niveau de la cité la Saline par une trouée existante dans le tissu urbain actuel, prévue d'ailleurs au plan d'aménagement de Radès.
- Un raccordement long: vers Radès en longeant le Lac, à l'extérieur de la ligne HT (14).

Le raccordement du côté de la Goulette s'effectue immédiatement sur la voie express.

(2) LE COULOIR CENTRAL:

Situé entre les deux lignes HT (12) et (13) ce couloir correspond, de manière plus générale, à la zone portuaire générale de La Goulette, en rive sud du port, et à l'extension de la première phase de la zone portuaire de Radès.

Le raccordement à la MC 33 s'effectue directement.

Le raccordement à la voie express, en raison du grand développement prévisible de la rampe d'accès nord s'effectue au

nord de la centrale de La Goulette 2 sur la prolongation de la voie express vers Carthage.

(3) LE COULOIRE EST:

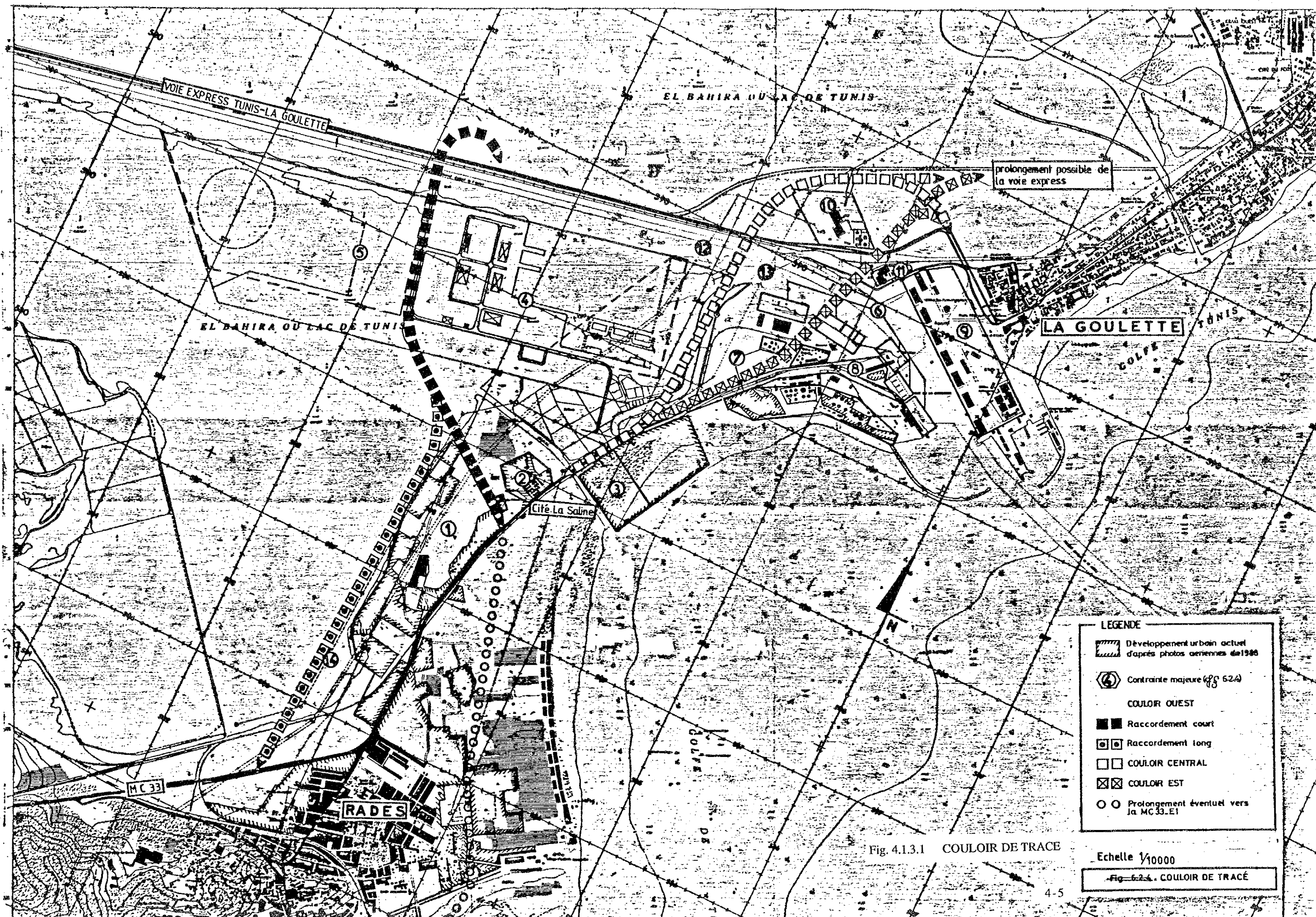
Ce couloir est constitué par une succession de travées, entre:

- Le réseau ferroviaire de la zone de Radès (8) et les zones de stockage de produits pétroliers (7).
- Diverses composantes de ces dernières zones.
- Les divers appontements (6).
- La zone portuaire de La Goulette (9), la zone de la centrale de La Goulette 1 (11), et la centrale de La Goulette 2 (10).

Le choix de ce couloir ne se justifie que par une variante pont dégageant un grand tirant d'air (45m environ) dont les viaducs d'accès autorisent l'enjambement des infrastructures diverses au sol.

Le raccordement à la MC 33 s'effectue directement.

Le raccordement à la voie express, en raison du grand développement prévisible de la rampe d'accès nord s'effectue à l'Est de la centrale de La Goulette 2, sur la prolongation de la voie express vers Carthage.



VOIE EXPRESS TUNIS-LA GOULETTE

EL BAHIRA OU LAC DE TUNIS

prolongement possible de la voie express

EL BAHIRA OU LAC DE TUNIS

LA GOULETTE

COLFE

Cité La Saline

MC 33

RADES

LEGENDE








-  Développement urbain actuel d'après photos aériennes de 1988
-  Contrainte majeure (S 52A)
- COULOIR OUEST
-  Raccordement court
-  Raccordement long
-  COULOIR CENTRAL
-  COULOIR EST
-  Prolongement éventuel vers la MC 33.E1

Fig. 4.13.1 COULOIR DE TRACE

Echelle 1/10000

Fig. 6.2.4. COULOIR DE TRACÉ

4.2 TIRANT D'AIR SOUS L'OUVRAGE, PROFONDEUR ET LARGEUR DU PASSAGE NAVIGABLE

4.2.1 Généralités

Du fait que l'ouvrage de franchissement traverse le passage (Goulet) reliant les trois ports (La Goulette, Radès et Tunis) entre eux, celui-ci sera fortement soumis aux contraintes de passage des navires. Parmi ces contraintes, on peut citer le tirant d'air, la profondeur et la largeur du passage navigable. Il est préférable, pour les autorités portuaires de minimiser autant que possible l'incidence de l'ouvrage sur ces paramètres. D'un autre côté, et pour une question d'économie il est difficile de concevoir un ouvrage qui évite toute influence sur les fonctions portuaires. C'est la raison pour laquelle il y a lieu, en vue de la promotion du projet, de prononcer un jugement global en considérant suffisamment ces deux parties pour élaborer le tirant d'air sous l'ouvrage, la profondeur et la largeur du passage navigable.

Dans le cadre de l'élaboration de susdits facteurs tels que le tirant d'air sous l'ouvrage, à la mise en place de l'ouvrage de franchissement, on doit tenir compte des points suivants:

1. La position actuelle et future de ces ports dans la dite zone.
2. L'état actuel et le projet futur des installations portuaires.
3. L'état actuel et le projet futur de l'entrée des navires dans le port.

En ce qui concerne 1, 2 et 3 ci-dessus, l'état actuel est présenté dans le chapitre 3.3. Selon la présentation faite dans ce chapitre, les trois ports prémentionnés, qui sont considérés comme un groupe, figureraient parmi les cinq grands ports, au niveau de Bizerte, Sousse, Sfax et Gabès qui sont les ports principaux en Tunisie, et dont l'importance a grandi ces dernières années en particulier grâce à un développement du port de Radès dont la nouvelle tranche a été mise en service en 1987.

4.2.2 Tirant d'air sous l'ouvrage: (Variante par pont)

On peut envisager, comme itinéraires (variantes) de franchissement, la Variante Est traversant la partie ouest du port de la Goulette, la Variante Centrale traversant le goulet entre les ports de La Goulette et Radès et la Variante Ouest traversant le chenal allant vers le port de Tunis situé à l'ouest du port de Radès. Il y a lieu de tenir compte, dans cette situation, d'un tirant d'air vis-à-vis des ports de Radès et de Tunis pour les Variantes Est et Centrale, et d'un tirant d'air vis-à-vis du port de Tunis pour la Variante Ouest.

Dans le cas général du franchissement par pont d'un passage navigable, il y a lieu d'assurer un tirant d'air suffisant pour la navigation des bateaux. Lorsqu'on détermine le tirant d'air, on a besoin de prêter attention, en dehors de la hauteur des mâts de navires, à:

- (i) L'élévation du plan d'eau de mer,
- (ii) La hauteur des vagues,
- (iii) La flèche des ponts due aux températures, charges, etc.,

Cependant, la hauteur des mâts conditionne en grande partie le tirant d'air sous l'ouvrage.

NOTE:

Pour ce qui concerne (i), (ii) et (iii) ci-dessus:

- (i) L'élévation du plan d'eau de mer est engendrée, soit par une tempête ou une forte baisse barométrique, soit par la pleine mer. Ces élévations sont respectivement de 0,8 et de 0,3 m.
- (ii) On peut négliger ce point puisqu'il n'y a pas de vagues dans un port.
- (iii) On peut négliger également ce point du fait que la travée centrale du pont se situe entre 150 m et 300 m et que la flèche, peu importante, se produit en règle générale au milieu de la travée là où la hauteur libre est la plus importante compte tenu du profil en long de la route.

Le tableau 4.2.2.1 montre la répartition des navires "transports de vrac", par tranche de port en lourd, en fonction de leur tirant d'eau et leur tirant d'air. Il est possible de déterminer le tirant d'air prédominant des navires, si le tonnage brut peut être déterminé bien que les valeurs actuelles varient largement.

Etant donné que même si des navires sont de même gabarit leurs tirants d'air peuvent différer suivant leur application, on a collecté des documents concernés aussi nombreux que possible de la Société Nationale d'Aménagement des Navires, des chantiers navals, etc, au Japon et entre lesquels on a choisi et présenté au tableau 4.2.2.2 un certain nombre de navires types par tranche du port en lourd.

On a pris comme critères ces valeurs moyennes du tirant d'air indiqués dans ce tableau:

En général, le tirant d'air des navires décroît des bateaux de guerre, aux paquebots et aux cargos comme indiqué dans le tableau 4.2.2.3. Il est néanmoins très difficile d'obtenir des données correctes sur le tirant d'air des navires.

4.2.3 Gabarits futurs des navires

Le tableau 4.2.3.1 montre les dimensions normales par navire et tonnage, et le tableau 4.2.3.2 montre les navires de la plus grande classe couramment opérationnels dans le monde.

Quelques nouvelles tendances sur la construction de cargos sont apparues ces dernières années et sont énumérées ci-dessous:

- Les nouveaux cargos tendent à la spécification et à l'usage diversifié.
- La capacité de navires s'est élevée plutôt par l'élargissement du bau que par augmentation de leur tirant d'eau et de leur longueur.
- La hauteur de mât a tendance à s'abaisser suite au développement des radars.

TABLEAU 4.2.2.1

REPARTITION DES NAVIRES "TRANSPORTS DE VRAC" PAR TRANCHE DE PORT EN LOURD EN FONCTION DE LEUR TIRANT D'EAU ET DE LEUR TIRANT D'AIR

(Exprimée en pourcentage, pour chaque tranche de port en lourd de navires dont le tirant d'eau ou le tirant d'air est inférieur à certaines valeurs)

Port en lourd	Tirant d'air du navire Iège										Tirant d'eau du navire à pleine charge				Nombre de navires recensés (1)		
	< 90' (27,4m)		< 100' (30,5m)		< 110' (33,5m)		< 120' (36,6m)		< 130' (39,6m)		< 140' (42,7m)		< 150' (45,7m)			< 160' (48,8m)	
< 30.000 T	13,2	30,6	52,6	78	93,5	98,3	99,7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1.856
30.000 à 40.000 T	5	12	33	66	83	96	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	305
40.000 à 50.000 T	1	10	29	48	69	86	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	173
50.000 à 60.000 T	4	6	16	30	52	75	90	95	99	99	99	99	99	99	99	100	169
60.000 à 70.000 T	0	0	3	15	35	53	73	97	97	97	97	97	97	97	97	97	69
70.000 à 80.000 T	8	8	17	17	33	63	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	84
80.000 à 90.000 T	0	0	11	22	50	67	89	94	94	94	94	94	94	94	94	94	32
90.000 à 100.000 T	0	0	7	20	27	33	47	80	80	80	80	80	80	80	80	80	26
≥ 100.000 T	0	2	8	17	24	32	53	64	64	64	64	64	64	64	64	64	102

(1) Nombre total de navires en service : 2.816

Source : THE BULK CARRIER REGISTER (H. CLARKSON, LONDON, édition 1972)

— ligne définissant le tirant d'air nécessaire pour que 80 % des navires d'une tranche donnée de port en lourd puissent utiliser le goulet.

TABLEAU 4.2.2.2 TIRANT D'AIR DES NAVIRES TYPES

Pont en lourd (tonne)	Catégorie	Tirant d'eau (M)			Tirant d'air (M)	
		Navire à pleine charge	Navire lège	Profondeur (M)	Navire à pleine charge	Navire lège
300	Cargo	3,2	1,0	3,3	15,0	17,2
1.100	"	3,9	1,8	4,2	20,9	23,0
1.700	"	4,2	1,8	5,2	21,2	23,6
1.800	"	4,6	2,0	5,5	21,6	24,2
2.600	"	5,1	2,2	6,5	21,6	24,4
5.400	"	6,3	2,8	7,5	25,7	29,2
8.500	"	7,6	3,3	9,7	29,4	33,7
12.200	Transporteur de charges lourd	9,0	4,0	12,1	42,3	47,5
14.600	Cargo	9,1	4,0	12,4	32,7	37,8
21.800	"	10,1	5,0	14,0	33,9	39,0
57.800	"	12,0	5,8	17,8	33,8	40,0
108.700	Pétrolier	14,4	5,6	20,4	33,6	42,4
238.200	"	17,3	7,9	25,7	40,7	50,1
252.000	"	19,6	9,7	26,0	42,5	52,3
372.700	"	27,0	10,4	35,0	47,0	63,6
477.000	"	28,0	12,3	36,0	48,0	63,7

Note : Du fait que le tirant d'eau varie suivant le chargement d'un navire, on a exprimé en valeur le tirant d'air sur la base du tirant d'eau moyen du navire léger en cours de navigation.

Le gabarit des paquebots a atteint son maximum et des navires plus grands ne seront pas construits à l'avenir. Leur hauteur de mâts suivront la même tendance que pour les cargos.

TABLEAU 4.2.2.3 TIRANT D'AIR DE NAVIRES

TYPE DE NAVIRES	NOM DE NAVIRES	DWT	TIRANT D'AIR
Bateau de guerre		89.600	70
Paquebot	Queen Elizabeth II	67.000	53,8
	Camberra	45.000	57
	Caronia	38.000	59
Cargo	Mining ship	50.000	42
		20.000	38
Navire RO/RO	Barber Toba	32.000	48
Navire container	Liverpool Bay	47.000	43
Pétrolier	Tokyo	95.000	47
	Sansui	62.000	46
	Borgila	52.000	40

TABLEAU 4.2.3.1 DIMENSIONS NORMALES

	TONNAGE	LONGUEUR	BAU	PROFONDEUR	TIRANT D'EAU
Paquebot	10.000	160	20,6	12,3	8,2
	15.000	181	23,1	13,9	8,8
	20.000	197	25,1	15,1	9,2
	30.000	223	28,2	17,0	10,0
	50.000	252	32,5	19,4	10,7
Cargo - Général	10.000	144	19,4	11,2	8,2
	15.000	162	21,7	12,7	9,1
	20.000	177	23,4	13,8	10,0
	30.000	199	26,1	15,7	11,0
	40.000	217	28,3	17,2	11,9
	50.000	232	30,0	18,4	12,7
	60.000	245	31,3	19,4	13,4
70.000	257	32,6	20,3	14,0	
Pétrolier	10.000	139	19,0	9,9	8,1
	15.000	157	21,7	11,3	9,1
	20.000	171	23,8	12,4	9,8
	30.000	194	27,2	14,1	10,9
	40.000	211	29,9	15,4	11,7
	50.000	226	32,1	16,5	12,5
	70.000	250	35,9	18,4	13,6
100.000	270	39,0	19,2	14,6	

TABLEAU 4.2.3.2 NAVIRE DE LA PLUS GRANDE CLASSE DANS LE MONDE

TYPE NAVIRE	NOM	TONNAGE	LONGUEUR	BAU	PROFON- DEUR	TIRANT D'EAU	TIRANT D'AIR
Paquebot	S.S Norway	69.400	316	33,7		10,5	
	Queen Elizabeth II	67.100	294	32,0		10,0	53,8
Porteur en vrac	World Cala	287.000	338	54,6		21,9	54,0
	Seiko Maru	248.000	326	52,6		20,5	66,1
Navire RO/RO	Barber Toba	32.000	229	32,3	20,2	10,8	48,2
Navire contai- ners	Liverpool Bay	47.300	280	32,3	24,6	11,0	42,7
Pétrolier	Seavice Giant	239.000	458	60,8		24,6	
	Nissei Maru	239.000	379	62,0	36,0	28,2	
Porte-avions		89.600	342	40,5	10,9		
Grand voilier	Juan Sebastien de Elcano	3.750	107	13,1			

4.2.4 Tirant d'air sous l'ouvrage par variante

Au vu du chapitre 3.3 et des articles prémentionnés, on propose les tirants d'air sous l'ouvrage par variante suivants: (la valeur de 55 m est cependant proposée par les autorités responsables des ports à titre officieux).

Variantes Est et Centrale	Variante Ouest
Proposition No. 1 - 45,7 m	Proposition No. 1 - 30,0 m
Proposition No. 2 - 55,0 m	Proposition No. 2 - 15,0 m
	Proposition No. 3 - 45,0 m

(1) Tirant d'air de 45,7 m sous l'ouvrage pour les Variantes Est et Centrale:

On dit que dans les ports de La Goulette et de Radès, Le tonnage maximal de navires accostés dans le passé est entre 25.000 t. et 30.000 t. Le tirant d'air de 45,7 m permet donc l'entrée de cent pour cent de ces navires dans ces ports (voir tableau). Vis-à-vis de l'agrandissement de navires futurs, les paquebots, qui entreront dans le port de La Goulette, ne sont pas restreints par le tirant d'air sous l'ouvrage; d'autre part face à l'agrandissement des cargos, le tirant d'air de 45,7 m permettra l'entrée de 80% de cargos entre 70.000 t. et 80.000 t. dans le port de Radès (voir tableau 4.2.2.1)

A l'entrée du port de Radès, les deux lignes à haute tension (225 Kv et 90 Kv) traversent en direction nord-sud et leurs hauteurs au dessus du plan d'eau de mer sont de 51 m (225 Kv) et de 50 m (90 Kv). Etant donné la distance de voisinage admissible entre une ligne à haute tension et le mât d'un navire qui est fixée à 5 m, le tirant d'air sous la ligne à haute tension est donc de 45 m (50 m - 5 m). Le choix d'un tirant d'air de plus de 45 m ne serait valable que s'il était prévu une modification de la hauteur de ces lignes à haute tension, ce qui ne semble pas le cas actuellement. Par ailleurs, le port de Radès, qui figure parmi les cinq grands ports en Tunisie, n'est cependant pas le plus grand. Il est donc possible d'affecter une partie de sa fonction à d'autres ports s'il en est besoin. Par conséquent, on peut dire que le tirant d'air de 45,7 m est le plus réaliste et raisonnable.

- (2) Concernant le tirant d'air sous l'ouvrage de 55 m pour les Variantes Est et Centrale:

Avec le tirant d'air de 55 m, presque tous les navires seront admis au port, sauf des grands bateaux de guerre et des navires spéciaux (grues flottantes, etc.). Mais, par rapport au tirant d'air de 45,7 m, la hauteur de piles et la longueur du pont seront accrues respectivement de 20% (de 10 m pour la hauteur et de 350 m pour la longueur), les coûts de construction seront également augmentés de plus de 30%, et l'exécution des travaux deviendra plus difficile.

Par ailleurs, l'entrée de grands navires dans le port nécessitera un accroissement de la largeur et de la profondeur du passage navigable, et le transfert de deux lignes à haute tension. Cependant, de tels grands navires n'entreront pas fréquemment dans le port.

En conséquence, le choix de ce grand tirant d'air sous l'ouvrage, serait idéal du point de vue du développement futur du port, mais il reste à bien envisager ce sujet du point de vue de l'efficacité des investissements économiques.

- (3) Concernant le tirant d'air sous l'ouvrage de 30 m pour la Variante Ouest:

Dans le port de Tunis, le tonnage maximal des navires accostés dans le passé est de 6000 t. Avec le tirant d'air de 30 m, ces navires y sont admis à cent pour cent. Il est bien entendu que le port de Tunis n'est pas prévu à l'avenir pour un accueil de navires plus grands que ceux d'aujourd'hui. D'autre part, un projet d'extension vers l'ouest est prévu au port de Radès. Dans ce cas-là, la Variante Ouest va passer entre le port de Radès existant et le nouveau. Le tirant d'air de 30 m sera ainsi insuffisant pour un passage de navires de 20.000 t. à 30.000 t. On fera donc entrer les grands navires dans le port de Radès existant et les navires de taille moyenne dans le nouveau, ce qui ne provoquera pratiquement pas d'inconvénients.

C'est ainsi que la valeur de 30 m comme tirant d'air sera raisonnable dans la mesure où le nouveau port de Tunis sera

maintenu à l'état actuel et que le nouveau port de Radès sera installé à l'ouest de ce port existant.

- (4) Concernant le tirant d'air sous l'ouvrage de 45 m pour la Variante Ouest:

Ce tirant d'air serait envisagé dans le cas où dans le nouveau port de Radès, seraient prévus également des grands navires. Mais, en pareil cas il faudra envisager avec prudence la nécessité et l'effet des investissements en la matière.

- (5) Concernant le tirant d'air sous l'ouvrage de 15 m pour la Variante Ouest:

Ce tirant d'air serait envisagé dans le cas, où le nouveau port de Radès ne serait pas prévu à l'ouest de ce port existant, ou si le gabarit des navires était diminué dans le port de Tunis (par exemple, si ce port était destiné à de petits navires tels que yachts.). Par ailleurs, cette valeur de 15 m est presque égale au tirant d'air inférieur du pont mobile de Bizerte (lorsque le passage pour les bateaux est indisponible et la circulation de véhicules sur pont possible.).

4.3 LARGEUR ET PROFONDEUR DU PASSAGE NAVIGABLE

La largeur et la profondeur du passage navigable pour chaque port sont indiquées comme suit:

	Largeur du passage	Profondeur du passage
Port de la Goulette	115 m	- 13 m
Port de Radès	100 m	- 10 m
Port de Tunis	70 m	- 7,5 m

Les largeurs ci-dessus permettent le passage de grands navires dans la mesure où les profondeurs ci-dessus sont bien assurées. Par contre les navires de taille petite et moyenne peuvent passer dans une zone moins

profonde. Dans le cas où un ouvrage de franchissement serait installé dans une zone portuaire, il serait préférable d'éviter, dans la mesure possible, l'empêchement par cet ouvrage du passage de ces navires petits et moyens. Les largeurs disponibles pour ces derniers (Largeur de la zone navigable) sont de l'ordre de 200 m à l'entrée du port de la Goulette, de 250 m à 300 m dans le port ci-avant, de l'ordre de 170 m à 200 m à l'entrée du port de Radès, et de l'ordre de 200 m au chenal d'accès au port de Tunis.

On évitera donc, par rapport à chaque variante, d'installer les piles de fondation du pont dans les passages de profondeur désignées ci-dessus. On évitera également, dans la mesure possible, de les installer non seulement dans les passages fréquentés au-dessous des Variantes Est et Centrale, mais aussi dans la zone navigable prémentionné (de 250 m à 300 m dans le port de la Goulette, de 170 m à 200 m à l'entrée du port de Radès), alors que dans le passage peu fréquenté au-dessous de la Variante Ouest, on envisagera de réduire la largeur actuelle, soit 200 m environ suivant les circonstances.

La profondeur du passage est un facteur important pour envisager le tunnel. Les profondeurs exigées sont de -13 m pour les Variantes Est et Centrale d'une part, de -11 m en considération du nouveau port de Radès et de -7,5 m sinon pour la Variante Ouest d'autre part.

CHAPITRE 5 PREVISION DES TRAFICS

CHAPITRE 5 PREVISION DES TRAFICS

5.1 PRINCIPALES ETAPES DE LA PREVISION DES TRAFICS

La prévision des trafics sur l'ouvrage de franchissement du goulet de Radès-La Goulette se décompose en deux étapes principales:

1) Prévision de la demande globale de trafic aux horizons futurs:

On évalue d'abord le taux de croissance général du trafic par catégorie. Puis la prévision des populations et des emplois par zone permet d'estimer la distribution des trafics par origine-destination.

2) Affectation des trafics sur le réseau routier:

C'est lors de cette étape que seront estimés les trafics sur l'ouvrage dans les différentes variantes de tracés.

Pour cela il faut d'abord codifier le réseau routier actuel et ses extensions prévues, estimer les coûts d'exploitation des véhicules et les valeurs du temps et enfin ajuster le modèle d'affectation sur la situation actuelle.

5.2 PREVISION DE LA DEMANDE TOTALE DE TRAFIC

Le total de la matrice origine-destination est projeté séparément pour les trois catégories de véhicule ci-dessous:

- les véhicules légers qui servent essentiellement au transport des passagers (voitures particulières, taxis, camionnettes)
- les poids lourds qui sont les véhicules de transport de marchandises (toutes les catégories de camion de l'enquête)
- les autocars de tourisme

5.2.1 Prévision des trafics de véhicules légers

La méthode de prévision des trafics de passagers basée sur l'évolution de la mobilité, c'est-à-dire du nombre journalier de déplacements par personne n'a pas pu être mise en oeuvre en raison du manque de précision de la distribution des revenus des personnes interrogées lors de l'enquête.

Nous avons donc estimé le taux de croissance global des trafics de véhicules légers à l'aide d'un modèle gravitaire reliant les débits journaliers moyens de la région de Tunis au Produit Intérieur Brut.

Ce modèle a pu être étudié en utilisant les statistiques du "Recensement général de la circulation". Ce recensement est organisé tous les cinq ans depuis 1967 par le "Ministère de l'Équipement et de l'Habitat".

Le modèle a été ajusté séparément pour les voitures et pour les camionnettes et a la forme suivante:

$$\log T_i = a_i \times \log \text{PIB} + b_i$$

où T_i représente le trafic de la catégorie

a_i est le coefficient de régression

b_i est une constante qui n'intervient pas pour estimer les taux d'accroissement des trafics

Les résultats obtenus sont présentés ci-dessous:

Résultats de l'ajustement

Catégorie de trafic	Coefficient a_i	Coefficient de corrélation
Voitures particulières	1,3802	0,8916
Camionnettes	1,9523	0,9473

Ce tableau montre que les trafics sont corrélés de façon satisfaisante au PIB. Les élasticités calculées sont de 1,38 pour les voitures particulières et de 1,95 pour les camionnettes.

L'application de ces élasticités aux taux de croissance prévus du PIB va permettre de déterminer la demande totale de véhicules légers aux horizons futurs.

5.2.2 Prévision des trafics de poids lourds

Nous avons supposé que le trafic de poids lourds augmenterait comme le PIB de la région de Tunis c'est-à-dire en tenant compte à la fois du taux de croissance du PIB national et de l'évolution de la population de Tunis par rapport à la population de l'ensemble du pays.

5.2.3 Prévision des trafics d'autocars de tourisme

L'analyse des statistiques du tourisme montre que l'évolution des différentes variables disponibles n'est pas régulière. A plusieurs reprises, au cours des vingt dernières années des périodes de croissance ont été suivies d'une baisse plus ou moins importante avant la reprise d'une nouvelle période de croissance.

D'autre part, il est difficile de relier directement la croissance du trafic des autocars de tourisme à celle du PIB et les autocars de tourisme représentent moins de 1% du trafic enquêté en u.v.p dans la zone de l'étude.

Si l'on considère la période de 10 ans entre 1977 et 1987, on constate que le nombre d'entrées de voyageurs non résidents en Tunisie est passé de 1,118 millions en 1977 à 1,933 millions en 1987 ce qui correspond à une augmentation moyenne de 5,6 % par an.

Pour tenir compte des fluctuations possibles sur une grande période, nous avons admis que le taux annuel de croissance du trafic des autocars de tourisme serait de 5,0% jusqu'en 2004 et de 4,5% de 2004 à 2014.

5.2.4 Récapitulation

Le tableau suivant récapitule les différents taux de croissance des trafics par grande catégorie, estimés pour les années futures. Le total est obtenu en pondérant les taux de chaque catégorie par leur part respective dans l'enquête, calculée en u.v.p.

TAUX DE CROISSANCE ANNUELS DES TRAFICS

Catégorie	Pourcentage de la catégorie	Période		
		1988 - 1994	1994 - 2004	2004 - 2016
Véhicules légers	80,46 %	5,5 %	5,7 %	5,0 %
Poids lourds	18,67 %	4,2 %	4,7 %	4,7 %
Autocars tourisme	0,87 %	5,0 %	5,0 %	4,5 %
Total	100,0 %	5,3 %	5,5 %	4,9 %

Les taux annuels d'accroissement du trafic seront de 5,3% par an jusqu'en 1994, de 5,5% par an de 1994 à 2004, et de 4,9% par an après 2004.

5.3 PREVISION DES POPULATIONS ET DES EMPLOIS

Les prévisions de population et d'emploi par zone serviront à projeter les marges des matrices origine-destination. Ces prévisions ont été établies d'après les renseignements recueillis auprès du District de Tunis. Les prévisions par zone sont présentées dans l'annexe 5.3.1 et 5.3.2.

5.3.1 Prévision des populations par zone

Les taux de croissance prévus pour l'ensemble de la Tunisie et pour Tunis ont été donnés dans le chapitre 2. Ces hypothèses permettent de ventiler la population par grande zone. Pour la région de Tunis nous avons ensuite considéré les principales zones d'extension urbaine actuelles et les projets d'aménagement du lac de Tunis et estimé que la population du centre de Tunis resterait stable.

(1) Les zones d'extension urbaine se situent principalement:

- Au Nord vers l'Ariana et la Soukra (zone 12 et 13).
- Au Nord-Ouest vers Ettadhamen (zone 24).
- Dans une moindre mesure au Sud vers Hammam-Lif, Ben Arous et Fouchana (zone 16, 17 et 19).

(2) Les projets d'aménagement du lac de Tunis concernent les zones suivantes:

- Aménagement Nord-Est: zones de Sidi-Daoud (10) et du Kram (4).
- Aménagement Nord : zone de l'Aéroport (11).
- Aménagement Nord-Ouest et Sud-Ouest : zone de Tunis-Nord (14) et Tunis-Centre (15).

5.3.2 Prévision des emplois par zone

Comme pour les populations, les emplois ont été ventilés par grande zone, puis par zone détaillée. La ventilation des emplois actuels a été réalisée en fonction des données du District de Tunis et de la répartition par commune de l'INS (Institut National de la Statistique) pour 1984 dans les trois gouvernorats du district.

Aux horizons futurs, nous avons admis que les zones dans lesquelles se trouvent des zones industrielles connaîtront une croissance du nombre d'emplois plus rapide que les autres.

Ces zones industrielles se trouvent dans les régions suivantes:

- L'aéroport et la zone de Cherguia (zone 11)
- Le Kram (zone 4)
- Ben Arous (zone 17)
- Jebel Jelloud (zone 16)
- Megrine (zone 18)
- Radès (zone 20)
- A l'Ouest (zone 24)

Ces hypothèses nous ont permis d'élaborer les estimations d'emplois par zone détaillée que l'on trouvera en annexe 5.3.2.

5.4 PROJECTION DE LA MATRICE ORIGINE-DESTINATION AUX HORIZONS FUTURS

5.4.1 Calcul des marges

Pour les véhicules légers, les marges sont d'abord extrapolées en prenant comme accroissement celui des populations par zone. Les valeurs trouvées sont alors réajustées pour retrouver le total général calculé auparavant.

Pour les poids lourds, la méthode est identique à l'exception de l'extrapolation des marges qui se base sur l'évolution des emplois au lieu de la population. En effet, la distribution spatiale des trafics de marchandises dépend essentiellement de la localisation des emplois.

Pour les autocars de tourisme, le taux de croissance global a été appliqué uniformément à tous les couples origine-destination.

5.4.2 Prévision par origine-destination

Les prévisions par origine-destination sont effectuées séparément pour chaque catégorie de véhicule à partir de la matrice de l'année de base et des marges futures.

Une procédure d'itérations successives d'ajustement de la matrice de base sur les marges futures horizontales et verticales permet de calculer les matrices origine-destination des années horizon.

Les matrices en uvp par jour se trouvent en annexe 5.4.2.1.

Les trafics journaliers s'élèveront à environ 228 000 u.v.p. en 1996, 386 100 u.v.p. en 2006 et à 625 800 u.v.p. en 2016.

On peut remarquer également que la part des zones correspondant au centre de l'agglomération de Tunis a tendance à diminuer dans le futur alors que la part des zones d'extension urbaine ou des zones industrielles augmente.

5.5 LE RESEAU ROUTIER

5.5.1 Codification du réseau

Le modèle d'affectation des trafics utilisé pour cette étude a été présenté dans le "Rapport intermédiaire".

La codification du réseau implique le sectionnement de la voirie en arcs homogènes.

Le modèle cherche ensuite lui-même les meilleurs itinéraires pour chaque origine-destination.

Les principales caractéristiques qui doivent être codées pour chacun des arcs sont les suivantes:

- (1) Le type de voie (autoroute, voie rapide, avenue ou rue, projet ou raccordement).
- (2) La localisation (centre ville, périphérie rapprochée, autre).
- (3) Les sens de circulation possibles (sens unique ou double sens).
- (4) La longueur de l'arc.
- (5) Le nombre de voies.
- (6) La capacité maximale exprimée en nombre d'unité de voitures particulières (u.v.p.) par heure.
- (7) La vitesse à trafic nul.

Pour la capacité et la vitesse à trafic nul, il faut coder ces valeurs par arc ou utiliser une table dans laquelle on définit la valeur de ces paramètres en fonction du type de voie et de la localisation de l'arc considéré.

Au vu des mesures réalisées et des données disponibles nous avons établi la table suivante pour les vitesses et les capacités.

TABLEAU DES CAPACITES BRUTES PAR VOIE ET DES VITESSES
A TRAFIC NUL

Unités : Capacités en u.v.p/heure
Vitesses en Km/h

Type de voie		Centre ville	Périphérie rapprochée	Autre
Autoroute	Capacité	-	2 100	1 900
	vitesse	-	85	90
Voie express ou périphérique	Capacité	1 800	1 700	1 600
	vitesse	60	70	75
Avenue ou rue	Capacité	900	900	900
	vitesse	35	40	45
Projet ou raccordement	Capacité	-	1 100	-
	vitesse	-	60	-

Pour le projet, nous avons retenu une capacité de 1 100 u.v.p par voie soit 4 400 u.v.p/h au total.

C'est en effet la valeur que l'on trouve en appliquant les formules du "Highway Capacity Manual" de 1985 au cas d'une route à 2 x 2 voies avec une pente de 6%.

Chaque arc est repéré par son origine et son extrémité (appelées noeuds).

Les centres de zone sont des noeuds particuliers dont la fonction de centroïde est identifiée, et qui sont reliés au reste du réseau par des arcs appelés "connecteurs".

Les connecteurs sont des arcs qui ont un caractère virtuel, pour lesquels le coût ou le temps est à priori considéré comme nul.

5.5.2 Hypothèses prises en compte dans le réseau

Depuis l'élaboration du plan directeur régional des transports certains travaux en cours à cette date ont été achevés:

- L'aménagement de la GP 9 qui relie Tunis à La Marsa.
- Le prolongement de la voie Z 4 vers le Sud entre Tunis et Ben Arous.
- L'aménagement de la sortie Sud de Tunis par l'autoroute du Sud.

Actuellement, un certain nombre de projets sont en cours de réalisation ou à l'étude.

Nous citons ci-après ceux qui peuvent présenter un intérêt dans le cadre de cette étude.

Nous indiquons pour chacun l'horizon à partir duquel ces projets ont été pris en compte dans le modèle d'affectation.

Les projets qui seront pris en compte dès l'horizon 1994 sont les suivants:

- Aménagement de la sortie Ouest de Tunis par la route GP 7.
- Interconnexion en viaduc entre la voie Z 4 et la GP 1.

Les projets suivants seront pris en compte à partir de l'horizon 2004:

- L'aménagement de la route GP 8.
- La pénétrante Sud qui permettra de relier l'autoroute du Sud à la GP 1 et à la voie Z 4.
- La réalisation de l'intercommunale Sud.

D'autre part, nous avons supposé que la déviation de la voie express autour de la ville de la Goulette serait terminée dès 1994. En effet, au Nord du Goulet, les raccordements du projet avec la voirie existante sont prévus sur cette déviation.

La description complète du réseau figure dans l'annexe-5.5.2.1, sous la forme d'un listing des arcs du réseau avec leurs caractéristiques.

5.6 COUT D'EXPLOITATION DES VEHICULES ET VALEUR DU TEMPS

Le modèle d'affectation utilise le coût généralisé ou "impédance" sous la forme suivante:

$$I = C_{\text{dist}} \times \text{dist} + C_{\text{time}} \times \text{temps}$$

où - dist est la longueur de l'arc

- Temps le temps de parcours qui dépend de l'encombrement de l'arc.
Les deux coefficients Cdist et Ctime sont calculés comme suit:
- Cdist représente la part du coût d'exploitation des véhicules proportionnelle au kilométrage et comprend: la consommation de carburant et d'huile, l'usure des pneumatiques, les frais d'entretien et de réparation.
- Ctime comprend le coût fixe annuel d'exploitation des véhicules et la valeur du temps.

Le coût fixe annuel est composé des frais d'amortissement, d'intérêt, de l'assurance et éventuellement des charges salariales et frais généraux. Ces coûts sont rapportés au nombre d'heures moyen d'utilisation du véhicule. La valeur du temps a été estimée à partir du revenu horaire moyen par actif et des recommandations de la Banque Mondiale par motif de déplacement ce qui conduit à une valeur du temps par passager de 0,69 Dinars/heure. Ces deux coefficients, calculés par uvp ont la valeur suivante:

DONNEES D'ENTREE DU MODELE D'AFFECTION

	HT	TTC
Coût kilométrique en Dinars/km (Cdist)	0,0648	0,0947
Coût horaire en Dinars/heure (Ctime)	2,38	3,57

Dans le futur, la part du coût horaire représentant la valeur du temps augmentera comme le PIB par personne.

5.7 AJUSTEMENT DU MODELE D'AFFECTION

Le modèle d'affectation utilisé a été présenté dans le "Rapport intermédiaire".

Le passage du modèle en 1988 permet:

- De calculer les trafics locaux qu'il est nécessaire de rajouter à la matrice origine-destination disponible.

- D'estimer le malus du bac: c'est un temps supplémentaire à rajouter aux temps d'attente et de traversée qui ont été mesurés, et qui traduit la pénalité liée à l'utilisation du bac.

Au terme de la procédure d'ajustement, le temps total lié à la traversée du bac se décompose ainsi:

- Temps d'attente	15 mn
- Temps de traversée	3 mn
- Malus	17 mn
<hr/>	
Total	35 mn

Ce malus permet d'obtenir un trafic calculé sur le bac de 3 184 uvp/jour, à comparer au trafic observé qui était de 3243 uvp/jour en 1988.

5.8 CALCUL DU TRAFIC ENGENDRE ET DES AVANTAGES

Le trafic engendré résulte de l'amélioration des conditions de transport procurée par la mise en service du projet. Conformément à "l'Instruction relative aux méthodes d'évaluation des investissements routiers en rase campagne" publiée par le ministère français de l'urbanisme, du logement et des transports en 1986, nous avons retenu pour l'élasticité des trafics aux coûts, dans le calcul du trafic engendré, la valeur de 2/3.

Le calcul des avantages a été effectué en utilisant l'expression générale classique du surplus des usagers. Les calculs d'affectation doivent être réalisés en coûts taxes comprises puisque ce sont les coûts réellement ressentis par l'utilisateur. Les avantages ont donc été calculés d'abord en coûts toutes taxes, avant de réaliser un bilan des taxes pour estimer les avantages hors taxes qui sont utilisés pour évaluer la rentabilité du projet.

5.9 PREVISION DES TRAFICS SUR L'OUVRAGE ET DES AVANTAGES POUR L'USAGER

5.9.1 Présentation des différentes variantes

Quatre variantes correspondant à des tracés différents ont été étudiées:

- Deux variantes pour le Couloir Ouest.
- Une variante pour le Couloir Central.
- Une variante pour le Couloir Est,

Les deux variantes du Couloir Ouest diffèrent par la route de raccordement au Sud du projet.

La variante appelée "Ouest 1" dans les tableaux de résultats correspond à la variante de raccordement au Sud du projet N°1, c'est-à-dire à un raccordement plus court à la route MC 33.

La Variante Ouest 2 suppose la construction d'une route de raccordement plus longue au Sud du projet.

5.9.2 Résultats et commentaires:

Les principaux résultats des trafics et des avantages pour l'utilisateur sont présentés dans le tableau 5.9.2.1 de la page suivante.

Pour chaque horizon du calcul, ce tableau comporte trois types de résultats pour chacune des variantes:

- Les trafics sur l'ouvrage, y compris les trafics engendrés: ces trafics sont en u.v.p/jour,.
- Les trafics sur l'ouvrage avant le calcul des trafics engendrés (u.v.p/jour).
- Les avantages totaux des usagers, exprimés en milliers de Dinars par an hors taxes.

Les deux tableaux suivants 5.9.2.2 et 5.9.2.3 donnent des résultats plus détaillés pour la Variante Ouest 1.

Tableau-5.9.2.1 FRANCHISSEMENT DU GOULET DE RADES-LA GOULETTE
TRAFICS ET AVANTAGES PAR VARIANTE

	1994	1996	2004	2006	2014	2016
1. Trafic en uvp/jour (y compris engendré)						
- Ouest 1	19 887	22 529	37 104	39 142	48 478	51 141
- Ouest 2	19 096	21 538	34 856	37 568	50 698	54 643
- Central	24 160	26 396	37 610	39 513	48 137	50 572
- Est	21 853	24 377	37 747	39 198	45 579	47 331
2. Trafic en uvp/jour (hors engendré)						
- Ouest 1	17 701	19 728	30 442	32 463	41 982	44 769
- Ouest 2	15 963	18 159	30 410	33 044	46 067	50 057
- Central	18 692	20 769	31 653	33 406	41 444	43 739
- Est	17 167	19 143	29 600	31 370	39 574	41 940
3. Avantage total hors taxes (en milliers de Dinars par an)						
- Ouest 1	6 729	7 452	11 211	12 417	18 687	20 698
- Ouest 2	5 669	6 192	8 811	10 659	22 826	27 613
- Central	7 968	8 478	10 869	12 276	19 977	22 563
- Est	7 215	7 717	10 101	11 393	18 442	20 802

Tableau-5.9.2.2 TRAFICS JOURNALIERS SUR LE PROJET
VARIANTE : OUEST 1

Année	Trafic en u.v.p/jour		Trafic en véhicules/jour	
	Avec trafic engendré	Hors trafic engendré	Avec trafic engendré	Hors trafic engendré
1996	22 529	19 728	19 920	17 443
2001	30 773	25 872	27 209	22 875
2006	39 142	32 463	34 608	28 703
2011	44 741	38 123	39 559	33 707
2016	51 141	44 769	45 218	39 584

Tableau-5.9.2.3 FRANCHISSEMENT DU GOULET RADES - LA GOULETTE
 TRAFICS SUR L'OUVRANGE ET AVANTAGES POUR L'USAGER
 VARIANTE : OUEST 1

	1994	1996	2004	2006	2014	2016
1. Trafic						
1.1 En u.v.p/jour						
- Sans trafic engendré	17 701	19 728	30 442	32 463	41 982	44 769
- Avec trafic engendré	19 887	22 529	37 104	39 142	48 478	51 141
1.2 En véhicules/jour						
- Sans trafic engendré	15 651	17 443	26 916	28 703	37 119	39 584
- Avec trafic engendré	17 584	19 920	32 806	34 608	42 863	45 218
2. Avantages (milliers Dinars par an)						
2.1 Sur trafic initial	6 567	7 316	11 265	12 405	18 223	20 061
2.2 Sur trafic engendré	1 074	1 171	1 650	1 882	3 172	3 614
2.3 = 2.1 + 2.2 sur trafic (initial + engendré)	7 641	8 487	12 915	14 287	21 395	23 675
2.4 Sur trafic local	- 105	- 149	- 416	- 431	- 471	- 480
2.5 = 2.3 + 2.4 Sur trafic total	7 536	8 338	12 499	13 856	20 924	23 195
2.6 Bilan des taxes	- 807	- 886	-1 288	-1 439	-2 237	-2 497
2.7 = 2.5 + 2.6 Avantage total hors taxes	6 729	7 452	11 211	12 417	18 687	20 698

Les résultats analogues pour les autres variantes sont présentés dans l'annexe 5.9.2.1.

Dans le tableau 5.9.2.2 figurent les résultats de trafic depuis l'année de mise en service (1996) jusqu'à l'année 2016.

Ces trafics ont été calculés tous les cinq ans, en u.v.p par jour et en véhicules par jour, avec et sans le trafic engendré.

Le tableau 5.9.2.3 présente le détail du calcul des avantages pour l'utilisateur et permet d'analyser la part de chaque composante du calcul : avantages sur le trafic initial, sur le trafic engendré, sur le trafic local et bilan des taxes.

L'analyse de ces tableaux appelle les commentaires suivants:

(1) A l'année de mise en service, 1996, les trafics seraient de l'ordre de 22 000 u.v.p/jour pour le Couloir Ouest, de 26 000 u.v.p/jour pour le Couloir Central et de 24 000 u.v.p/jour pour le Couloir Est.

(2) Si l'on considère le Couloir Ouest, le raccordement plus court au Sud du projet (variante Ouest 1) est meilleur les premières années.

La variante Ouest 2 a ensuite plus de trafic parce qu'elle comprend une route parallèle à la MC 33 qui n'offre plus alors une capacité suffisante.

C'est ce qui explique le volume plus élevé de trafic sur la variante Ouest 2 à partir de 2014.

(3) Le Couloir Central a un trafic plus important que les variantes Ouest jusqu'en 1996 mais à partir de cette date les trafics sont équivalents à ceux de la variante Ouest 1.

(4) Le Couloir Est a des trafics comparables à ceux de la variante Ouest 1 jusqu'en 2006, mais ce tracé devient le moins intéressant en 2016.

(5) Sur une période de 20 ans à partir de 1996, les taux de croissance annuels des trafics sur l'ouvrage seront pour les variantes Ouest 1 et Ouest 2 de 4,2% ou 4,8%.

La croissance des trafics serait moins élevée pour les Couloirs Central (3,3%) ou Est (3,4%). Dans tous les cas la croissance sera plus rapide pendant les dix premières années.

(6) Les avantages totaux pour les usagers varieraient selon les couloirs de 6,2 millions de Dinars par an à 8,5 millions en 1996 et de 20,7 millions de dinars à 27,6 millions en 2016.

(7) Sur la période de vingt ans entre 1996 et 2016, le taux annuel de croissance des avantages sera de 5,2% pour le couloir Ouest 1.

(8) Pour la variante Ouest 1, les avantages sur le trafic total de l'ouvrage se décomposent en 85% environ sur le trafic initial et 15% sur le trafic engendré.

L'avantage négatif sur le trafic local reflète une congestion plus importante du trafic local en certains points dans la solution projet avec trafic engendré. Le bilan des taxes est toujours négatif ce qui signifie que l'on observe globalement moins de véhicules-kilomètres et moins de véhicules-heures en situation projet qu'en situation référence.

En conclusion, on peut dire qu'au point de vue des trafics, les variantes Ouest 1 et Central sont comparables avec un avantage pour le Couloir Central les premières années.

En 2014, la variante Ouest 2 devient meilleure parce que la MC 33 est saturée dans les autres solutions.

Il serait souhaitable d'envisager une amélioration de la MC 33 dans le futur si l'ouvrage est réalisé. Au Nord du projet, le problème ne se pose pas car on a supposé que la déviation de la voie express serait achevée dès l'année de mise en service du projet.

5.9.3 Autres résultats

(1) Trafics du bac

Les trafics du bac calculés en situation de référence sont ceux que l'on observerait aux horizons futurs si la qualité de service du bac restait inchangée, c'est-à-dire en supposant que le temps d'attente total ne serait pas modifié par rapport à celui déterminé lors de l'ajustement.

Dans ces hypothèses, les trafics du bac seraient de 3 272 u.v.p par jour en 1994, de 5 462 u.v.p par jour en 2004 et de 12 006 u.v.p par jour en 2014.

Il convient de rappeler qu'entre la situation actuelle et l'horizon 1994, nous avons supposé que la déviation de la voie express autour de la Goulette serait réalisée.

(2) Schématisation des trafics sur le réseau :

Pour permettre de visualiser les résultats du modèle d'affectation, nous avons mis dans l'annexe deux cartes du réseau donnant les trafics par arc.

Ces cartes représentent les volumes de trafic par arc en 1994, en situation de référence et dans la variante Ouest 1.

Ces trafics comprennent les trafics locaux et en projet, les trafics engendrés.

Les connecteurs, arcs reliant les centres de zone au réseau, ne figurent pas sur ces cartes.

Il est ainsi possible d'estimer l'allègement de trafic qu'engendrera le projet sur certains axes et plus particulièrement sur ceux contournant le lac de Tunis.

COMPARISON ENTRE LA REFERENCE ET LE PROJET

Horizon 1994 - VARIANTE OUEST 1

Trafics en u.v.p/jour

ARC		Référence	Projet	Trafic projet/ trafic référence
Route	Numéro			
GP 9	1101-1003	32 191	28 465	0,88
Z 4	1513-1527	47 236	35 207	0,75
Voie express	1512-2207	28 702	26 516	0,92
MC 33	2101- 109	9 507	19 391	2,04

Ce tableau montre bien que la réalisation du projet permettrait une nette diminution des trafics contournant le lac pouvant atteindre 25% sur la partie Sud de la voie Z 4, alors que sur la MC 33 les trafics seraient multipliés par 2 en 1994 entre la référence et le projet.

(3) Gains de temps et de distance :

La comparaison des véhicules x heures et des véhicules x kilomètres entre la référence et le projet permet d'estimer les gains de temps et de distance procurés par la mise en service du projet.

Si l'on considère le trafic initial seulement et que l'on rapporte les gains de temps et de distance totaux aux trafics initiaux du projet, on constate qu'en 1994 les gains de temps seraient de l'ordre de 10 à 11 minutes par u.v.p et la réduction de la longueur des trajets de l'ordre de 3 à 5 km selon les variantes.

(4) Résultats détaillés

Enfin, on trouvera en annexe des résultats plus détaillés pour la variante OUEST 1 pour les années 1996, 2006 et 2016:

- annexe 5.9.3.2: trafics du pont par origine-destination en distinguant le trafic normal et le trafic engendré.
- annexe 5.9.3.3: ce tableau donne pour les origine - destination intéressées par le projet le trafic restant, le trafic détourné et le coefficient de détournement.
- annexe 5.9.3.4: ce tableau présente les résultats de l'affectation par arc sur le trafic initial et sur le trafic total (initial+engendré) et fait la différence entre les deux.

5.10 CONCLUSION

Les trafics aux horizons futurs sur l'ouvrage du projet ont été obtenus sur la base d'une matrice origine-destination aux horizons futurs projetée à partir de la matrice actuelle. La construction de l'ouvrage commencera en 1992, les trafics sont estimés ci-dessous aux horizons 1996 (à sa mise en service), 2006 (10 ans après sa mise en service) et 2016 (20 ans après sa mise en service).

	1996	2006	2016
Trafics journaliers (calculés en u.v.p.)	22.500	39.000	51.000

Les trafics par sens (à l'horizon 2006) sont présentés ci-dessous

- Trafics dans le sens Nord-Est vers Sud : 20 774 (53%)
- Trafics dans le sens Nord-Est vers Sud-Ouest: 6 477 (17%)

- Trafics dans le sens Nord vers Sud :	5 968 (15%)
- Trafics dans le sens Ouest vers Sud :	<u>5 923 (15%)</u>
	Total 39 142(100%)

Les trafics engendrés par région (à l'horizon 2006) sont présentés ci-dessous

- Régions de Radès et de La Goulette	: 21 262 (27%)
- Régions Nord-Est et Nord (hors la Goulette)	: 26 318 (34%)
- Région Ouest	: 5 923 (8%)
- Régions Sud et Sud-Ouest (hors Radès)	: <u>24 781 (32%)</u>
	Total 78 284 (=39 142 x 2)

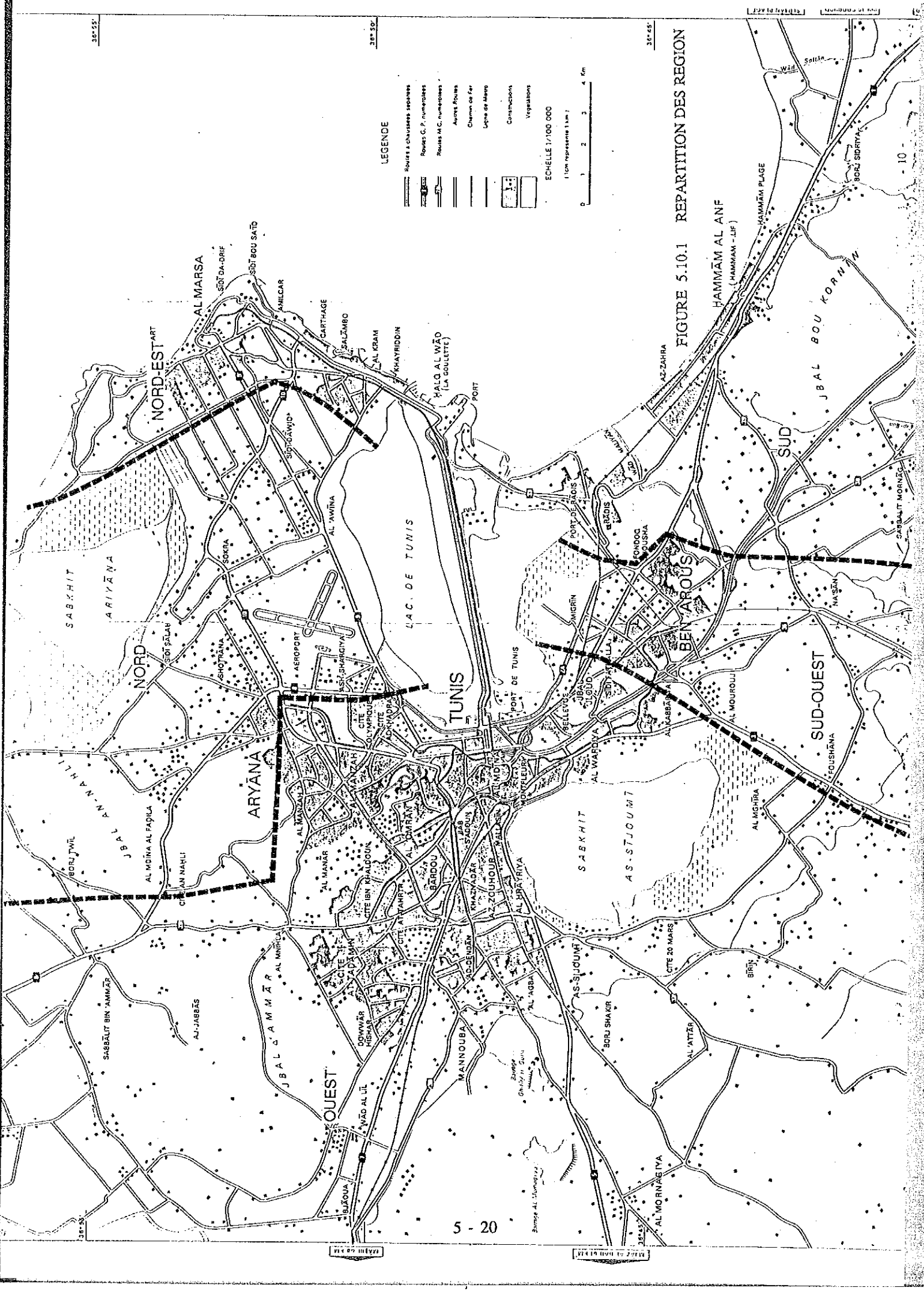
Nous entendons par:

- Nord-Est: Nord du pont (La Goulette, Carthage, La Marsa etc...)
- Nord: Sidi Daoud, La Soukra, L'Ariana, aéroport
- Ouest: Tunis et les zones à l'ouest du lac
- Sud-Ouest: Ben Arous, Mégrine
- Sud: Sud du Pont (Radès, Hamman-lif etc...)

(cf Figure 5.10.1 page suivante)

C'est ainsi que l'ouvrage du projet contribuera non seulement au trafic régional entre Radès et La Goulette, mais aussi aux trafics Nord-Est vers Sud, et aux trafics transversaux (Nord-Est vers Sud-Ouest et Nord vers Sud) dans l'agglomération de Tunis. Cet ouvrage permettra de soulager la ville de Tunis de la quasi-totalité des trafics Nord-Sud, soit 33 219 véhicules (moins le trafic empruntant le bac et le trafic induit). Le trafic en ville de Tunis sera donc décongestionné d'autant et même les usagers n'empruntant pas cet ouvrage en bénéficieront.

En d'autres termes, cet ouvrage jouera un rôle important en tant qu'artère principale dans la région Est, intégré à l'ensemble des réseaux routiers dans l'agglomération de Tunis.



LEGENDE

- Routes à chaussées séparées
- Routes G. P. numérotées
- Routes M. C. numérotées
- Autoroutes
- Chemins de fer
- Lignes de métro
- Constructions
- Végétations

ECHELLE 1/100 000
 1 cm représente 1 km

FIGURE 5.10.1 REPARTITION DES REGION

CHAPITRE 6 CHOIX DE LA VARIANTE OPTIMALE

CHAPITRE 6 CHOIX DE LA VARIANTE OPTIMALE

6.1 GENERALITES

La variante optimale est choisie de la façon suivante. Les couloirs de tracé définis au chapitre 4 étant des passages assez larges, le présent chapitre porte tout d'abord sur le choix de tracé(s) approprié(s) sur chacun de ces couloirs en considération de différentes conditions autour de ces couloirs. Sur chaque tracé ainsi choisi, sont ensuite envisagées plusieurs variantes de l'ouvrage (pont et tunnel) qui sont jugées compatibles avec les tirants d'air et les largeurs et profondeurs du passage navigable proposés pour chaque couloir. On passe alors à la conception préliminaire de chacune de ces variantes de l'ouvrage en vue de l'estimation de leur coût de construction. Par la suite, l'évaluation économique est effectuée pour chaque variante sur la base de la prévision de la demande de trafic futur retenue au chapitre 5 ainsi que de l'estimation du coût de construction indiquée ci-dessus.

La Mission d'étude et les autorités concernées du Ministère de l'Équipement et de l'Habitat de la République Tunisienne ont enfin examiné ces différentes variantes en vue du choix de la variante optimale.

6.2. TRACES RETENUS

6.2.1 Tracés du couloir Est :

(1) Généralités : (voir Fig-6.2.1.1 et Annexe-6.2.1.1)

Les tracés du couloir Est sont les tracés les plus tendus mais aussi ceux pour lesquels le franchissement interfère le plus avec les installations portuaires existantes notamment sur la rive Sud.

La largeur du bassin et du chenal de navigation à franchir nécessite un ouvrage comportant une travée centrale de l'ordre de 320 m de long ce qui oblige à envisager un pont à haubans.

PORT DE LA GOULETTE SUD

ZONE SUD DE L'OUVRAGE

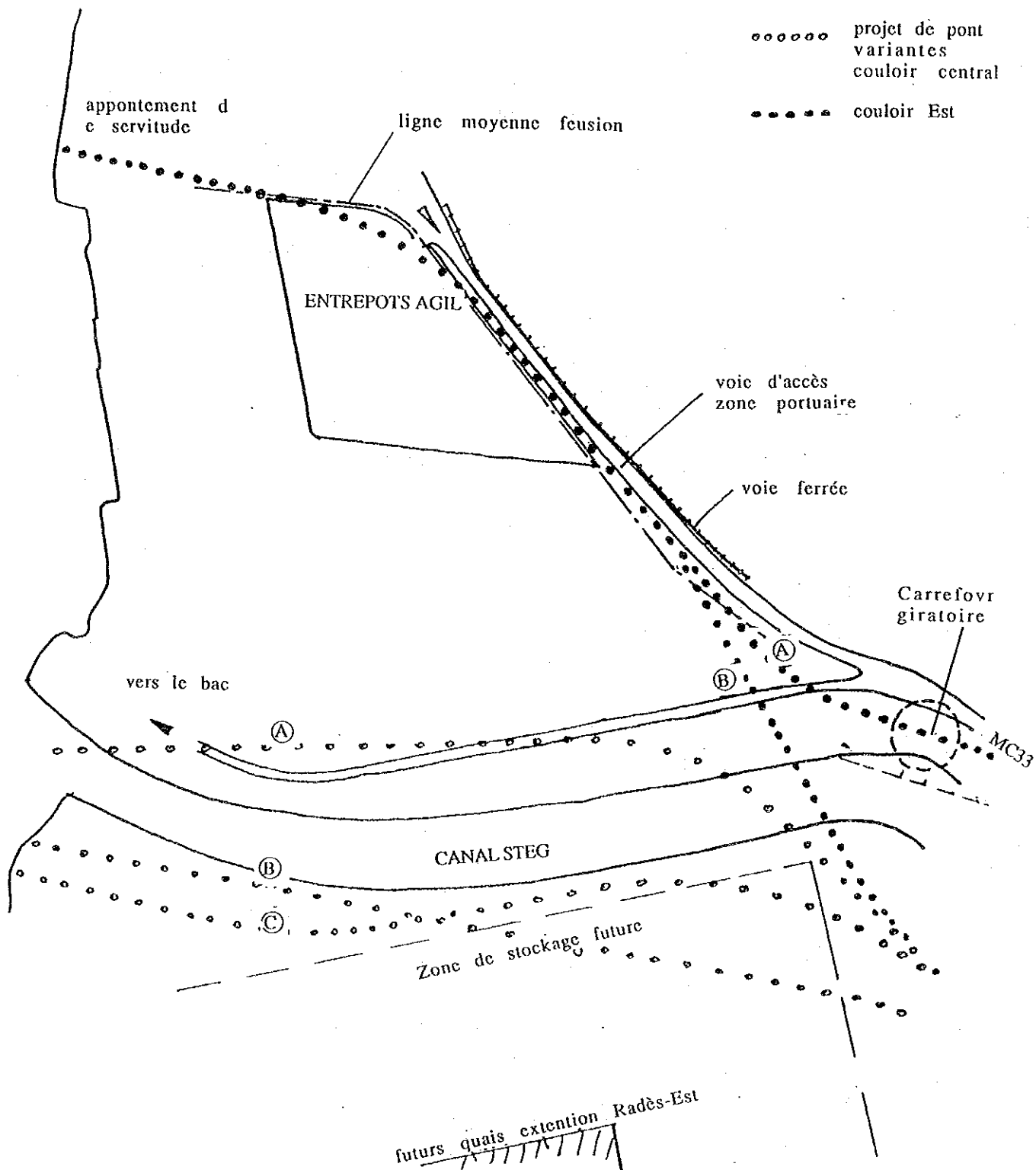


FIG-6.2.1.1 CORRIDORS EST ET CENTRAL

Le raccordement du franchissement du côté de La Goulette s'effectue par l'intermédiaire d'un échangeur sur le prolongement de la voie express qui reliera La Goulette à Carthage.

Deux variantes de tracé ont été étudiées sur la rive Sud pour la voie d'accès à l'ouvrage :

- La variante A qui se raccorde directement à la MC 33,
- La variante B qui se raccorde à la voie d'accès au port de Radès en franchissant le canal d'aménée STEG puis qui rejoint la MC 33 au carrefour de la centrale thermique de Radès qui sera aménagé en conséquence.

(2) Analyse des deux variantes :

On se reportera au tableau 6.2.1.1 comparatif de la page suivante.

1) Contraintes communes :

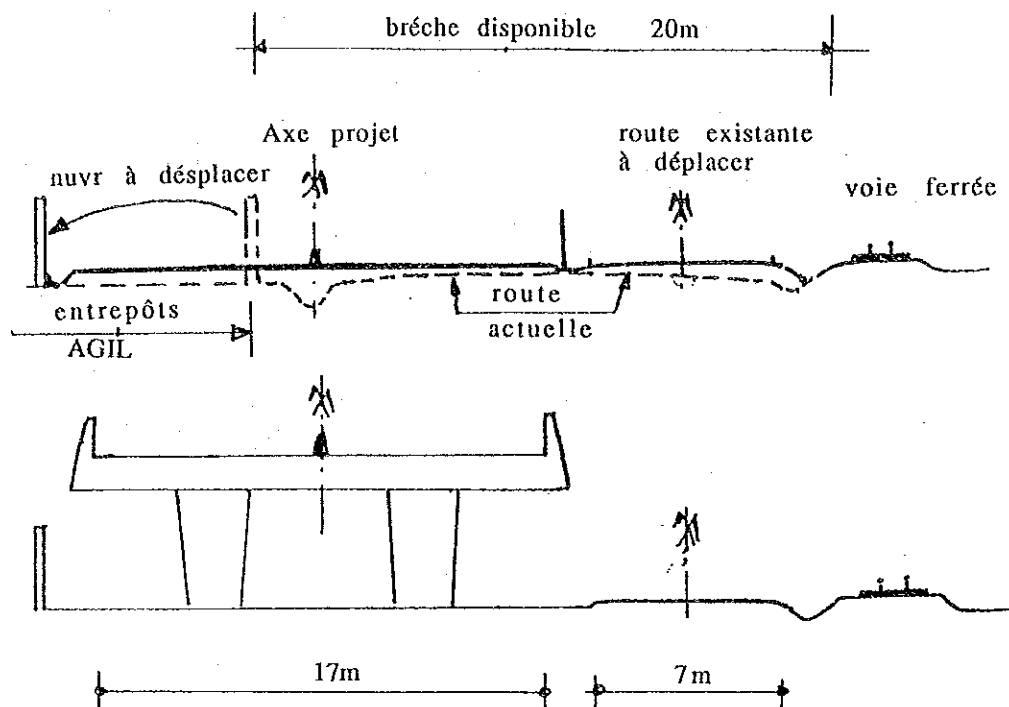
Sur la berge Sud, l'ouvrage passe successivement au dessus de l'apponement de servitude, du poste des douanes et des entrepôts de la société AGIL et débouche à l'aplomb et parallèlement à la principale voie d'accès à la zone portuaire de Radès Est.

La brèche dans laquelle l'ouvrage s'abaisse pour rejoindre le niveau du terrain naturel est trop étroite pour permettre d'y faire passer la chaussée projetée et la route actuelle qui doit absolument être maintenue.

L'ouvrage devra donc être prolongé jusqu'au sol (afin d'éviter les remblais d'accès) et le mur de clôture des entrepôts AGIL devra être déplacé sur environ 150 m (dans le cas d'un ouvrage de 45 m de haut). Voir schéma ci-dessous.

cau 6.2.1.1 COMPARAISON MULTICRITERES ENTRE LES VARIANTES

CRITERES CONSIDERES	Couloir Est		Couloir Central			
	A	B	A	B	C	Tunnel
Longueur totale du tracé	2 700 m	3 500 m	3 780 m	3 690 m	3 740 m	3 750 m
Long. du viaduc pour (H=45m) + PS échangeur	2 020 m + 600 m	2 020 m + 600 m	1 750m + 880 m + 50m	1 650m + 880m + 50m	1 650m + 880m + 50m	1 350m + 880m + 50m
Longueur de la travée centrale	320 m	320 m	200 m	200 m	200 m	/
Longueur d'ouvrage courbe pour H = 45 m	350 m	350 m	700 m	400 m	800 m	350 m
Longueur de route sur remblai lacustre	160 m	160 m	200 m	200 m	200 m	200 m
Distance entre fin de rampe et carrefour Sud pour H = 45 m	400 m	850 m	300 m	300 m	300 m	/
Interférence avec extension portuaire Radés Est	non	Sur accès seulement	Sur accès seulement	Sur accès et zone de stockage	Sur accès seulement	Sur accès et zone de stockage
Rétablissement accès au bac	A partir du carrefour Sud	Impossible par la route actuelle	A partir du carrefour Sud	A partir du carrefour Sud	A partir du carrefour Sud	A partir du carrefour Sud
Rétablissement accès port de La Goulette Sud	A partir du carrefour Sud	A partir du carrefour Sud	A partir du carrefour Sud	A partir du carrefour Sud	A partir du carrefour Sud	A partir du carrefour Sud
Interférence avec CANAL STEG en phase construction	Pendant le déplacement	non	Oui pour 1 pile de pont	non	non	non
Déplacement du CANAL STEG ou franchissement	Déplacement sur 200 m	Ouvrage de 80 m	Non mais allong. Viaduc de 100 m	non	non	non
Interférence avec ligne haute tension	non	non	Viaduc au dessus de la ligne HT	Viaduc au dessus de la ligne HT	Viaduc au dessus de la ligne HT	non
Interférence avec voie d'accès La Goulette Sud	Sur 200 m	Sur 200 m	non	non	non	non
Démolition de bâtiments existants	Mur de clôture AGIL	Bat. anciens Mur de clôture	non	non	non	non
Interférence avec canalisation fuel lourd STEG enterrées	Oui en plusieurs endroits	Oui en plusieurs endroits	non	non	non	non
Accès en phase travaux	Facile partout	Facile partout	Facile partout	Facile sauf pour piles au Sud	Facile sauf pour piles au Sud	Facile sauf pour portion Sud
Accès aux piles hautes en phase travaux	Facile	Facile	Facile sauf pour 1 pile	Facile	Facile	/



L'ouvrage passe également au-dessus de deux voies ferrées de desserte des entrepôts AGIL qui, dans la cas d'un ouvrage à $H=45$ m, ne disposeraient pas du gabarit suffisant ce qui nécessiterait d'abaisser la pente à 5.5% et donc d'allonger l'ouvrage de 50 m environ si on devait maintenir l'utilisation de ces voies.

Il est à noter également que l'ouvrage et la voie d'accès côté Sud traversent en plusieurs endroits la conduite d'alimentation en fuel lourd de la centrale de Radès.

On remarquera que pour les deux variantes, la distance entre la fin de la rampe et le carrefour le plus proche se trouvant sur la voie d'accès Sud est supérieure à 400 m ce qui est suffisant pour permettre aux véhicules de ralentir.

2) Différences fondamentales :

Il apparaît, d'après le tableau comparatif, que la variante B est beaucoup plus longue (d'environ 30%) et qu'elle contraint de plus à réaliser un ouvrage supplémentaire sur le canal STEG. Elle coupe d'autre part la route d'accès au bac qui pourrait être maintenue comme desserte de cette zone si elle était aménagée dans l'avenir.

De son côté, la variante A, dont le raccordement à la MC 33 est précédé d'un carrefour giratoire réalisé pour desservir les différents accès au port, oblige à déplacer le canal d'amenée à la STEG sur environ 200 m.

3) Choix de la variante optimale :

Du point de vue du coût, il est clair que la variante B sera plus onéreuse du fait surtout de l'ouvrage de franchissement du canal STEG. La variante A devra donc être retenue tout en considérant qu'il conviendra d'évaluer avec la STEG la gêne qu'occasionnera le déplacement du canal et de définir les mesures à prendre pour éviter que les transports solides dans l'eau de refouissement du canal ne viennent polluer les installations de la centrale pendant les travaux.

6.2.2 Tracés du Couloir Central :

(1) Généralités : (voir Fig-6.2.1.1 et annexe-6.2.2.1)

Les tracés du Couloir central empruntent le couloir existant entre les deux lignes à haute tension de 150 et 90 Kv qui traversent le chenal. Ils évitent les zones portuaires actuelles et n'hypothèquent pas l'extension prévue en phase 1 du port de Radès à l'Est des appointements existants en se collant au plus près du canal STEG.

La brèche du chenal à franchir étant moins large que pour le Couloir Est (de l'ordre de 250 m), on peut envisager une travée centrale de 200 m de long ce qui permet d'édifier un ouvrage à poutres caissons en béton précontraint.

Le raccordement du franchissement s'effectue côté Nord sur la prolongation de la voie express La Goulette-Carthage par l'intermédiaire d'un échangeur.

Le raccordement côté Sud s'effectue sur la voie d'accès au port de Radès puis à la MC 33 en aménageant le carrefour existant au niveau de l'entrée de la centrale thermique de Radès.

Les trois variantes du tracé du pont et celle du tunnel ne diffèrent que par leur tracé entre ces deux raccordements.

Seuls des critères d'insertion dans le plan de développement du port de Radès phase 1 ou des contraintes d'accès pendant les travaux peuvent les différencier.

(2) Analyse des trois variantes du pont :

On se reportera au tableau comparatif précédent 6.2.1.1.

1) Contraintes communes :

A priori aucune différence de qualité du sous-sol de fondation ne peut être anticipée. En effet, l'emplacement des ouvrages est dans tous les cas à l'intérieur d'une bande de 400 m de large qui, compte tenu de la configuration géologique de la zone, présentera des caractéristiques homogènes.

2) Différences fondamentales :

Elles tiennent essentiellement à la forme du tracé, et à son implantation d'un côté ou de l'autre du canal STEG.

La variante A passe à l'Est du canal puis vient le traverser. Les accès seront donc plus faciles que pour les autres variantes puisque situés à proximité de la voirie existante mais la réalisation de la dernière pile Sud risque de polluer les eaux du canal. D'autre part, le franchissement du canal rallonge l'ouvrage d'environ 100 m.

La variante B passe elle entièrement à l'Ouest du canal. Elle a l'avantage d'avoir une plus faible longueur de pont en courbe

et sa longueur est légèrement plus faible que celle de la variante A (environ 2%) du fait que le tracé est plus tendu.

En revanche, elle vient empiéter sur une zone destinée dans le futur au stockage de l'extension Est du port de Radès.

La variante C, légèrement plus longue que la variante B, a un tracé qui épouse mieux celui du canal et sera donc plus respectueux de l'emprise du futur port de Radès Est. En revanche, elle présentera des travées d'ouvrage en courbe plus nombreuses.

(3) Choix de la variante optimale : (cas du pont)

Eu égard à la longueur totale et surtout à la faible portion d'ouvrage courbe, nous retiendrons la variante B considérant que la portion de terrain perdue pour les futurs aménagements portuaires par rapport aux variantes A et C n'est que d'environ 2 ha.

(4) Tracé du tunnel :

Le tracé du tunnel du Couloir Central présente les mêmes caractéristiques que le tracé de la variante B du pont mais il s'écarte plus du canal STEG de manière à ce que les excavations n'empiètent pas sur celui-ci.

6.2.3 Tracés du Couloir Ouest :

(1) Généralités : (voir Annexe 6.2.3.1, 6.2.3.2)

Les tracés pont et tunnel du Couloir Ouest franchissent le chenal à environ 2 Km à l'Ouest des variantes du Couloir Central et viennent contourner le port actuel de Radès.

Le tracé passe à la jonction du terre-plein portuaire existant remblayé sur le lac et de l'extension éventuelle de la phase 2 du port de Radès vers l'Ouest.

Le raccordement côté Nord sur la voie express se fait par l'intermédiaire d'un échangeur.

Côté Sud, le raccordement sur la MC 33 peut se faire suivant deux variantes :

- Raccordement N°1 (dit court) rejoignant la MC 33 au niveau de la cité de la Saline par une trouée existante dans le tissu urbain peu dense actuellement. Celle-ci était d'ailleurs prévue dans le plan d'aménagement de Radès.
- Raccordement N°2 (dit long) rejoignant la MC 33 à la sortie Ouest de Radès. Cette variante, plus longue que la précédente passe à l'Ouest de la ligne HT qui longe les bords du lac et sera entièrement réalisée sur des remblais lacustres.

(2) Choix des tracés de franchissement :

Les trois variantes de pont à 45, 30 ou 15 m, avec leur échangeur respectif sur la voie express doivent être étudiées puisque le choix est conditionné par celui du tirant d'air à maintenir pour les accès au port de Radès extension phase 2 et au port de Tunis.

Le tableau comparatif 6.2.3.1 donne les principales caractéristiques de chaque variante.

(3) Analyse des tracés de raccordement :

1) Caractéristiques communes :

Dans la perspective d'un aménagement futur du lac Sud de Tunis, il est indispensable de pouvoir maintenir la communication avec la mer du plan d'eau qui sera conservé au milieu du lac Sud afin d'assurer la régénération de l'eau.

Un tracé approximatif mais réaliste du prolongement du canal actuel traversant la presqu'île de Radès a été établi, et il intersecte les tracés de raccordement prévus.

A cet endroit, un ouvrage du type dalot multiple devra être construit.

Tableau 6.2.3.1 COMPARAISON MULTICRITERES ENTRE LES VARIANTES

CRITERES CONSIDERES	OUEST			
	Ouvrage H=45 m	Couloir Ouvrage H=30m et H = 15 m	Tunnel	Raccordement N°1
Longueur totale du tracé	2 750 m	2 500 m	3 050 m	1 275 m
Longueur du viaduc + PS échangeur	1 900 m + 160 m	1 350 m + 160 m 600 m + 300 m	PS échangeur: 300m	130 m sur caral
Longueur de la travée centrale	150 m	150/80 m	/	/
Longueur d'ouvrage courbe	900 m	500 m (H=30m) 240 (H=15m)	300 m	/
Longueur de route sur remblai lacustre	1 100 m	1 100 m/1 300 m	1 950 m	200 m
Epiétement sur lotissement Lac de Tunis	Environ 6 ha	Environ 2 ha	Environ 6 ha	/
Déviation de la voie express	Oui sur environ 1 000 m	Oui sur environ 1 000 m	Oui sur environ 1 200 m	/
Interférence avec CANAL SIEG en phase construction	non	non	non	/
Interférence avec ligne haute tension	non	non	non	non
Démolition de bâtiments existants	non	non	non	Non mais deux propriétés clôturées à exproprier en partie
Interférence avec réseaux enterrés	non	non	non	Non tracé à 40 m
				Non car reste en bordure du Lac Sud

2) Caractéristiques de la variante N°2 (longue) :

D'après les informations provenant des services de la SPLT chargés des études préliminaires de l'aménagement du lac Sud de Tunis, la zone traversée par la variante N°2 sera destinée à des activités industrielles en extension de celles existantes actuellement sur la partie Ouest de la presqu'île de Radès.

La voie projetée devra donc permettre l'accès à cette zone et l'aménagement de carrefours s'avèrera alors nécessaire.

En attendant que les travaux de remblaiement des berges du lac Sud ne soient engagés, la plateforme édiflée pour le projet devra être protégée du côté Ouest contre les affouillements dus au clapot par des enrochements similaires à ceux mis en place pour les plateformes du lac Nord.

A l'extrémité du tronçon, la route traverse la voie ferrée qui dessert la zone industrielle et portuaire de Radès et il est prévu, compte tenu du faible trafic ferroviaire de la franchir par passage à niveau.

(4) Choix de la variante de raccordement

Le tirant d'air sera choisi au chapitre suivant, mais on peut choisir ici un des deux raccordements possibles à la MC 33, soit variante 1 ou 2. La variante 2 (raccordement long) a l'avantage sur la variante 1 (raccordement court) de servir de déviation de la MC 33 dont le trafic serait à la limite de saturation en ville de Radès. Mais, ce trafic est encore très loin d'être saturé; de plus une fois cette partie saturée, la MC 33 du côté Ouest de Radès serait, elle aussi, en état de saturation.

D'autre part, la variante 1 (raccordement court) serait à ce moment-là prolongée à partir de son point d'intersection avec la MC 33 vers la MC 33 El, en passant par le côté Est de Radès.

Notre choix s'est donc porté sur la variante 1 (raccordement court) en raison d'un montant faible de son investissement initial et d'une possibilité de son prolongement futur vers la MC 33 El.

6.3 VARIANTE PONT

6.3.1 Généralités

Cette étude présente les variantes de pont qui semblent applicables sur le tracé recommandé de tous les couloirs: à savoir Est, Central et Ouest, qui ont été précédemment mentionnés au chapitre 4 de ce rapport.

Chaque type de pont a été soigneusement choisi sur la base des études suivantes et de la reconnaissance du site:

- 1) Etude topographique à l'aide des cartes actualisées à partir des photos aériennes,
- 2) Etude géologique à l'aide des données des études antérieures,
- 3) Technologie couramment appliquée à la construction des ponts de par le monde,
- 4) Etude des tracés proposés pour les ouvrages,
- 5) Prise en considération du chenal,
- 6) Reconnaissance des sites prévus pour la construction du pont.

Comme mentionnés ci-après en détail dans le chapitre 6.3.2 les longueurs de la travée centrale du pont ont été proposées ci-dessous pour chacun des couloirs:

- * Couloir Est : 320 m
- * Couloir Central : 200 m
- * Couloir Ouest : 150 m, 80 m

Différents types de structure de pont sont applicables à chacune des longueurs de travée indiquées ci-dessus, puisque ces travées sont destinées à un pont de taille moyenne. L'acier ou le béton sont applicables pour la structure principale. Pourtant compte tenu de la nécessité d'utiliser des fondations profondes, la structure en acier sera préférable à celle en béton en raison de sa légèreté. Par contre du point de vue de la facilité de maintenance, celle en béton sera plus avantageuse.