

10.9 Etude sur la correspondance du Tracé B avec Cité Jemaâ

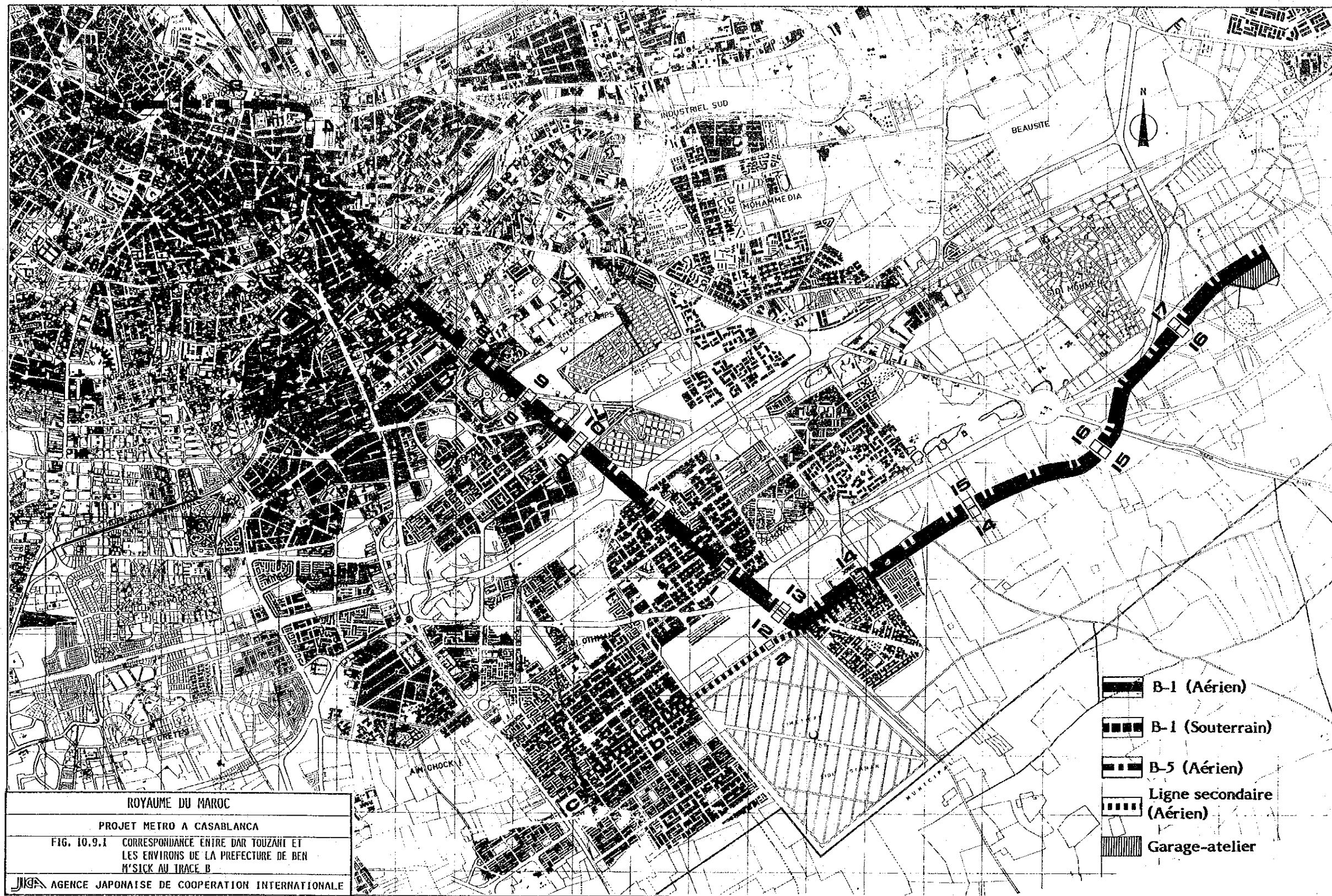
L'étude ci-après portera sur les modalités de raccordement avec le secteur Cité Jemaâ et Dar Touzani qui n'est pas desservi par le Tracé B.

Les conditions d'étude sont les suivantes :

- 1) La Fig. 10.9.1 représente le tracé en plan de la ligne secondaire. La bifurcation sera faite à la station n° 13 (cas de la solution B-1) proche de la préfecture de Ben M'sick. Le terminus de la ligne secondaire sera situé aux environs du croisement de l'Avenue A et de la Roue Principale Numéro 7 (secteur Dar Touzani).

Les stations de passage seront les mêmes que celles proposées pour le Tracé A.

- 2) L'étude vise les solutions B-1 (à monorail) et B-5 (à roues métalliques).
- 3) Vu l'impossibilité de circuler au sol, démontrée par l'étude à l'article 8.3.1, la ligne secondaire circulera sur un viaduc dont le coût de construction est relativement réduit.
- 4) Compte tenu du nombre d'usagers présumé, la ligne secondaire peut assurer la desserte suffisamment en un système à voie unique. Toutes ses installations auront une construction spécifique à la ligne à voie unique, sauf les ouvrages de génie civil (viaduc). Ceux-ci auront la construction à double voie pour réduire la réfection inutile en prévoyant, sur un horizon lointain, l'accroissement de la demande et l'extension vers l'ouest comme une deuxième ligne.



ROYAUME DU MAROC
 PROJET METRO A CASABLANCA
 FIG. 10.9.1 CORRESPONDANCE ENTRE DAR TOUZANI ET
 LES ENVIRONS DE LA PREFECTURE DE BEN
 M'SICK AU TRACE B
 JICA AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE

10.9.1 Demande de transport

La prévision de la demande pour la ligne secondaire étudiée est la suivante :

(1) Sphère d'influence

La sphère d'influence a été délimitée en égard à la position et forme de celle du Tracé A.

(2) Populations riveraines

Les populations riveraines de la ligne secondaire sont les suivantes :

	Année	1985	2005
Population fixe (pers.)		123 000	143 000
Population active (pers.)		7 000	11 000

(3) Nombre d'usagers présumé en toute la journée

Le nombre d'usagers présumé en toute la journée de la ligne secondaire et de l'ensemble de la ligne principale du Tracé B est le suivant :

Année	Ligne secondaire	Ensemble de la ligne principale du Tracé B
1985	20 000	122 800
1993 (inauguration)	24 960	150 100
2005	26 600	159 300

10.9.2 Plan de transport

L'étude menée à partir des principes régissant le planning de transport, décrits à l'argicle 10.2.1, a donné les résultats récapitulés au Tableau 10.9.1.

Tableau 10.9.1 Plan de transport pour les solutions B-1, B-5 et la ligne secondaire

Facteur	Solution		B-1 + ligne secondaire		B-5 + ligne secondaire	
	Niveau de circulation		Souterrain/Aérien		Aérien	
	Système		Monorail		Roues métalliques	
	Ligne		Principale	Secondaire	Principale	Secondaire
Kilomètre exploité (km) () : Souterrain		(2,6) + 9,4 12,0	3,1	12,5	3,1	
Nombre de stations		16	3	17	3	
Temps de parcours	Descendant	26:00	6:30	29:00	6:30	
	Montant	25:30	6:30	28:30	6:30	
Nombre horaire de trains aux heures de pointes (de 7 à 8 heures du matin)	1993	10	3	9	3	
	1995	10	3	9	3	
	2000	11	3	10	3	
	2005	11	4	11	3	
Coefficient d'utilisation aux heures de pointe (%)	1993	171	160	179	150	
	1995	176	165	184	155	
	2000	172	178	177	167	
	2005	183	143	172	179	
Nombre total de trains (Total des montants et descendants)	1993	144	72	142	72	
	1995	144	72	142	72	
	2000	150	72	144	72	
	2005	150	74	148	72	
Nombre requis de matériels roulants	1993	52	8	52	8	
	1995	52	8	52	8	
	2000	56	8	56	8	
	2005	56	8	60	8	

(1) Plan d'exploitation des trains

Comme on peut le constater sur le Tableau 10.9.1, le nombre de trains nécessaires aux heures de pointe à la ligne secondaire est de 4 pour chacun des deux sens, montant et descendant. Les trains suivront le graphique de marche donné à la Fig. 10.9.2.

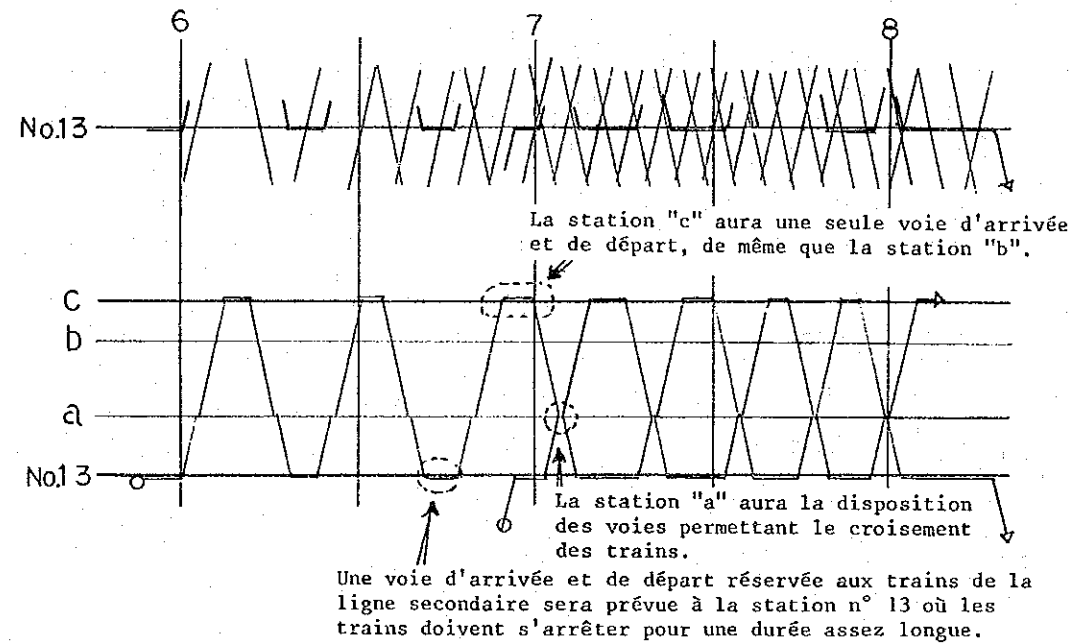


Fig. 10.9.2 Graphique de marche des trains

(2) Plan de disposition des voies

La Fig. 10.9.3 montre la disposition des voies pour la ligne secondaire et la station de bifurcation (Station n° 13 pour le Tracé B), retenue d'après le plan d'exploitation des trains.

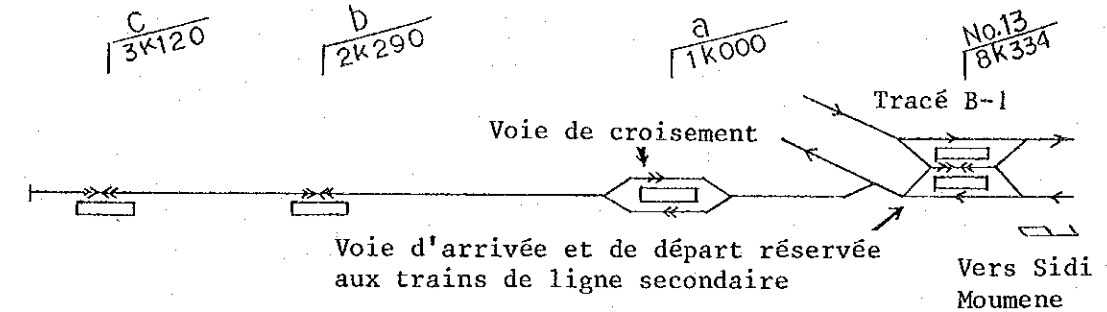


Fig. 10.9.3 Disposition des voies

Comme le montre le graphique de marche des trains, la ligne à voie unique peut répondre à la demande de transport, mais il faut installer une voie d'arrivée et de départ à la station de bifurcation et une voie de croisement à la station "a".

La ligne secondaire aura un même système de sécurité que celui de la solution B-1 ou B-5, mais 2 cantons (dont l'un allant de la station n° 13 à "a" et l'autre de la station "a" à "c").

10.9.3 Calcul des coûts

Le Tableau 10.9.2 récapitule les coûts de construction et de gestion/exploitation calculée de la même manière qu'à l'article 10.8. Au Tableau 10.9.3 sont indiquées les recettes et dépenses (montants convertis en les valeurs de l'année 1986), ainsi que leur rapport, servant d'indices nécessaires à l'étude sur le rendement économique que présente la réalisation de la ligne secondaire.

Tableau 10.9.2 Coûts du Tracé B dans le cas de raccordement avec Cité Jemaâ

Poste	Solution étudiée	B - 1	B - 5	Remarques
	Système	Monorail	Roues métalliques	
Longueur totale de la ligne (km)		16,0 (3,3)	16,9 (3,3)	
Nombre de stations		19 (3)	20 (3)	
Usagers de toute la journée (en mille pers.)		159 (27)	159 (27)	Année 2005
Usagers aux heures de pointe (pers./h)		7 380 (1 120)	7 380 (1 120)	Année 2005 ; 2 060 pers./h pour la ligne secondaire
Nombre horaire de trains aux heures de pointe		15 (6)	14 (5)	Année 2005
Nombre requis de matériels roulants		64 (16)	68 (16)	Année 2005
Coûts (en million de DH)		3 827 (626)	3 048 (471)	Coût de construction + Coûts de gestion et d'exploitation (Total de 30 ans)
1. Coût de construction (en millions de DH)		2 393 (392)	1 801 (290)	
Décompte	Travaux de génie civil	1 054 (158)	741 (114)	
	Travaux électriques	371 (56)	185 (26)	
	Matériel roulant	498 (125)	443 (104)	
	Garage-atelier	252 (17)	268 (19)	
	Frais techniques	218 (36)	164 (27)	
2. Coûts de gestion et d'exploitation (en millions de DH) pour les années de 1993 à 2022		1 434 (234)	1 247 (181)	

NOTE : Les chiffres entre () représente le surcroît découlant de la ligne secondaire.

Tableau 10.9.3 Indices financiers

(en millions de DM)

Indices		Solution B-1 + Ligne secondaire	Solution B-5 + Ligne secondaire	Remarques
Recettes		1 547 (258)	1 547 (258)	Montants convertis en les valeurs de l'année 1986
Dépenses		2 292 (398)	1 782 (301)	Idem
Décompte	1. Coût de construction	1 867 (305)	1 413 (227)	Idem
	2. Coûts de gestion et d'exploitation	425 (93)	369 (74)	Idem
Rapport recettes-dépenses		0,68	0,87	0,68 pour la solution B-1 0,87 pour la solution B-5

NOTE : Les chiffres entre () représentent la surcroît dû à la réalisation de la ligne secondaire.

10.9.4 Conclusion

Les résultats donnés au Tableau 10.9.2 font constater que dans le cas de construction pour le Tracé B d'une ligne secondaire reliant la station proche de la préfecture de Ben M'Sick (Station n° 13 pour la solution B-1) à Dar Touzani via Cité Jemaâ, le rapport recettes-dépenses tenant compte de cette construction, pour les deux solutions B-1 (monorail) et B-5 (roues métalliques), est d'une même valeur que le cas de non-construction de la ligne secondaire. Cependant, on ce qui concerne les surcroîts de recette et de dépense engendrés par la construction de la ligne secondaire, le rapport recettes-dépenses est de $258/398 = 0,65$ pour la solution B-1 et de $258/301 = 0,86$ pour la solution B-5. Le rapport inférieur à 1,0 signifie que la construction de la ligne secondaire rapporte des dépenses supérieures à des recettes. Par exemple, la différence entre les dépenses et les recettes au bout de 30 ans après la mise en service du métro est de 140 millions de DH pour la solution B-1 et de 43 millions de DH pour la solution B-5. C'est dire que la construction de la ligne secondaire augmente le déficit pour les deux solutions.

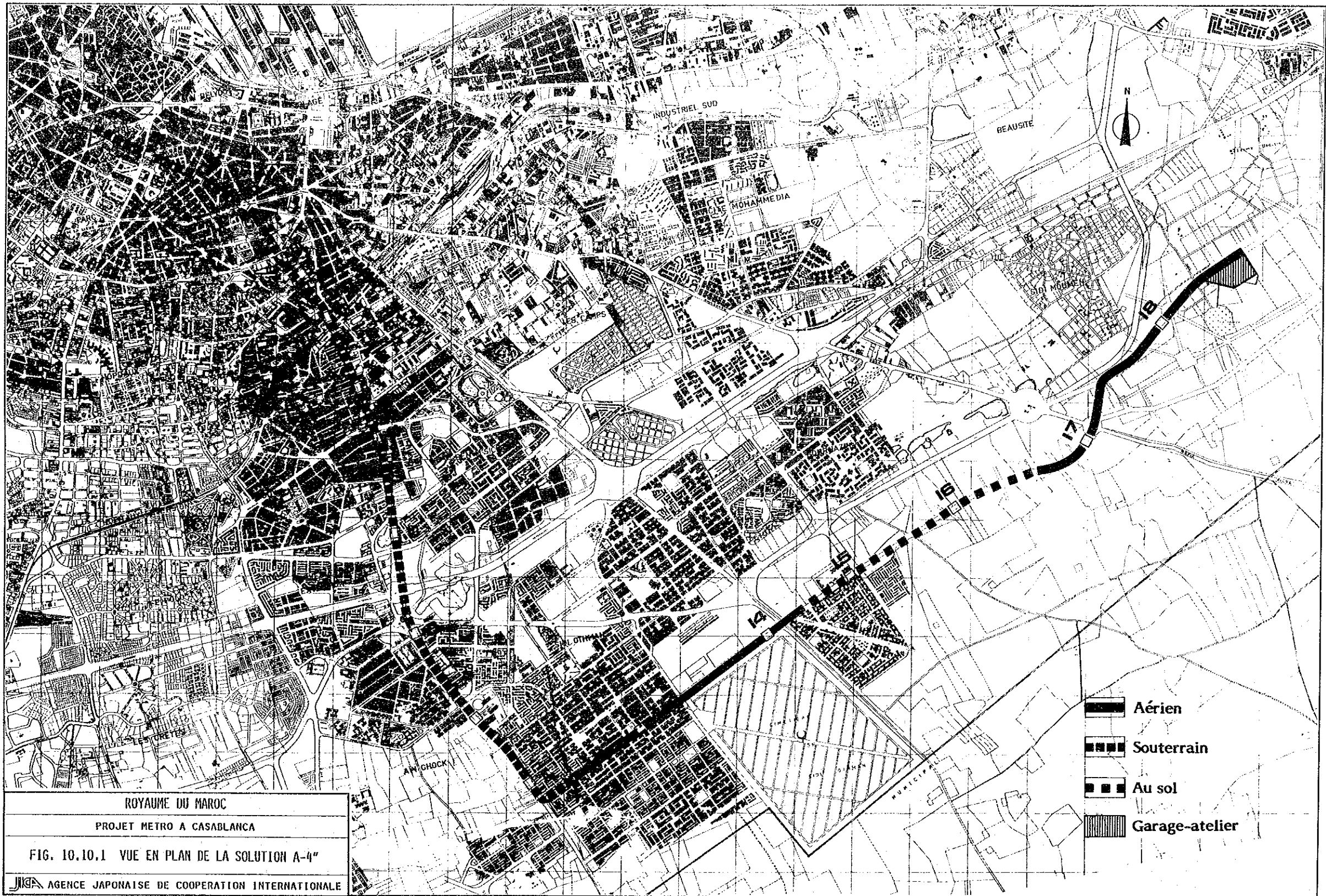
Des résultats de l'étude ci-dessus, on peut déduire qu'il n'est pas avantageux de relier le Tracé B à Dar Touzani par une ligne secondaire du même système. La solution avantageuse est la desserte par autobus. Par conséquent, dans le cas d'introduction du métro au Tracé B, la correspondance par autobus entre le métro et le secteur Dar Touzani sera étudiée dans le cadre du planning de réaménagement des réseaux d'autobus concernés.

10.10 Etude sur l'extension de la section souterraine du Tracé A jusqu'à Dar Touzani

L'étude ci-après portera sur le coût de construction pour une solution posant comme hypothèse le passage souterrain du point de départ jusqu'au secteur Dar Touzani de l'Avenue A (désignée ci-après la solution A-4'') comme montrée sur la Figure 10.10.1. Le profil en long de cette solution est donné à la Figure 10.10.2.

Les conditions d'études sont les suivantes :

- 1) Le tracé en plan est le même que celui de la solution A-4.
- 2) Le nombre de stations est de 18 de même que la solution A-4.
- 3) La préférence étant accordée à la circulation au niveau du sol autant que les circonstances le permettent, la section au sol de la solution A-4' sera retenue après le transfert de niveau du souterrain à l'aérien dans le secteur Dar Touzani.



ROYAUME DU MAROC
 PROJET METRO A CASABLANCA
 FIG. 10.10.1 VUE EN PLAN DE LA SOLUTION A-4''
 JICA AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE

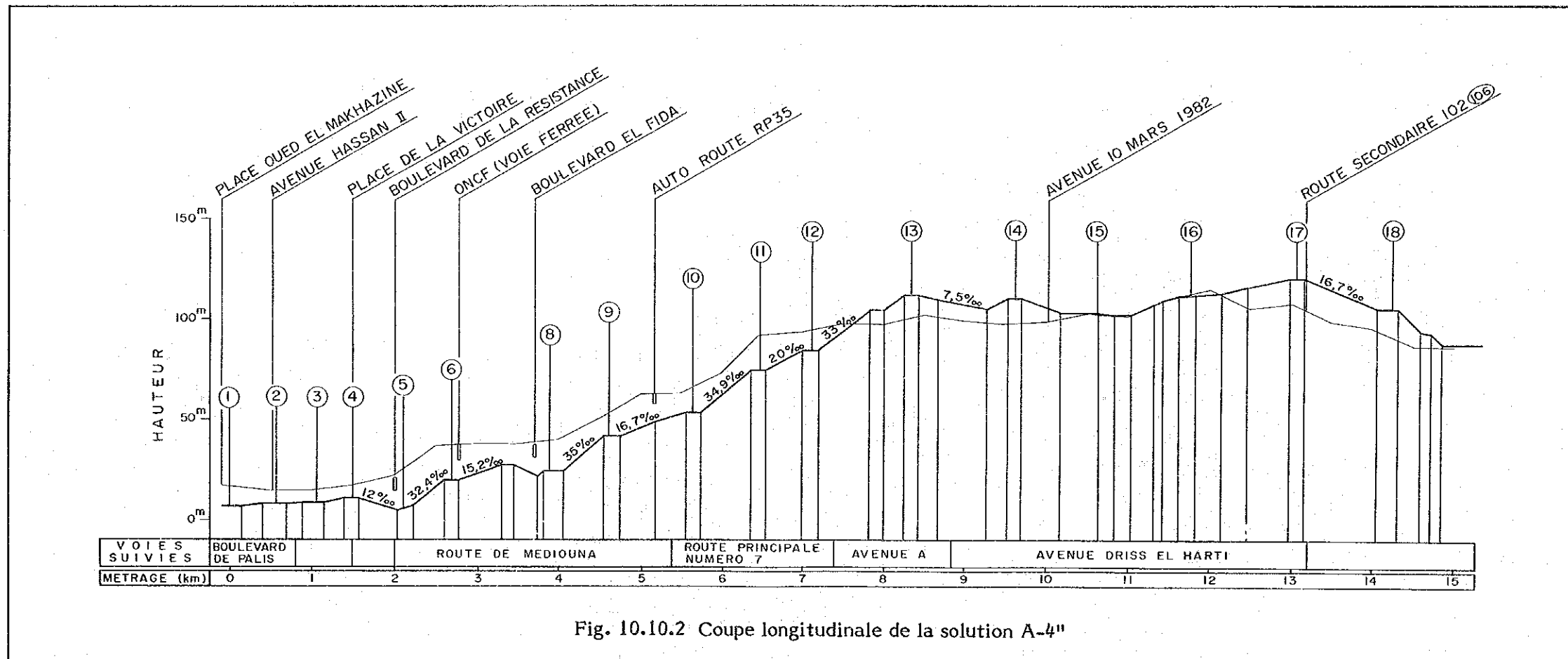


Fig. 10.10.2 Coupe longitudinale de la solution A-4"

10.10.1 Calcul des coûts de construction et de gestion/exploitation

Les coûts de construction et de gestion/et d'exploitation calculés aux conditions citées ci-dessus sont tels que récapitulés au Tableau 10.10.1.

Tableau 10.10.1 Coûts de construction et de gestion/et d'exploitation pour la solution A-4''

Facteur		Remarques
Système	A roues métalliques	
Longueur totale de la ligne (km)	15,2	Souterrain 7,8 + Au sol 2,2 + Aérien 5,2 km
Nombre de stations	18	Souterrain 12 + Au sol 2 + Aérien 4
Usagers de toute la journée (mille pers.)	205 000	Année 2005
Usagers aux heures de pointe (pers.)	9 400	Année 2005
Nombre horaire de trains aux heures de pointe	14	Année 2005
Nombre requis de matériels roulants	76	Année 2005
Coûts (en millions de DH)	4 114	Coût de construction + Coûts de gestion et d'exploitation (Total de 30 ans)
1. Coût de construction (en millions de DH)	2 610	A-4 2 376 A-4' 2 437
Décompte	Travaux de génie civil	1 386
	Travaux électriques	223
	Matériel roulant	496
	Garage-atelier	268
	Frais techniques	237
2. Coûts de gestion et d'exploitation (en millions de DH) pour les années de 1993 à 2022	1 504	Total de 30 ans

Le Tableau 10.10.2 donne les indices financiers calculés à partir du Tableau 10.10.1.

Tableau 10.10.2 Indices financiers

(en millions de DH)

	Solution A-4''	Remarques
Recettes	1 993	Montants convertis en les valeurs de l'année 1986
Dépenses	2 554	Idem
1. Coût de construction	2 049	Idem
2. Coûts de gestion et d'exploitation	472	Idem
Rapport recettes-dépenses	0,78	0,85 pour la solution A-4 0,87 pour la solution A-4'

10.10.2 Résultats de l'étude

(1) La comparaison en le coût de construction avec les autres solutions au Tracé A d'après le Tableau 10.10.1 a révélé les faits suivants :

1) Le coût de construction est de 234 millions de DH (10 %) plus élevé que celui de la solution A-4 (monorail) la plus coûteuse parmi les solutions au Tracé A.

2) Il est de 173 millions de DH (7 %) plus élevé que la solution A-4' du même système à roues métalliques.

(2) Le rendement économique traité au Chapitre 11 a été étudié dans le présent cadre pour la solution A-4'' à partir du Tableau 10.10.2. Les résultats en sont les suivants :

1) Le coût général est de 9 % plus élevé que la solution A-4 et l'est de 7 % par rapport à la solution A-4'.

2) Le rapport recettes-dépenses est de 0,78, valeur plus réduite que les solutions A-4 (0,85) et A-4' (0,87). La solution considérée présente donc un rendement économique inférieur.



CHAPITRE **11**
SELECTION DE LA SOLUTION OPTIMALE

11. SELECTION DE LA SOLUTION OPTIMALE

11.1 Principe de base

Dans le présent chapitre, un examen comparatif des sept solutions retenues au chapitre 9 est effectué, dans le but de la sélection optimale du transport en commun rapide de la ville de Casablanca.

Pour la sélection, l'évaluation sera faite suivant les principes du paragraphe 9.1, mais l'accent est particulièrement mis sur les aspects suivants :

- 1) La compatibilité avec le plan d'aménagement de l'Axe de Médiouna
- 2) Le fait que le présent projet possède de bases économiques solides, en tant qu'entreprise publique
- 3) La promotion d'un essor futur harmonieux de la ville de Casablanca

Le plan d'aménagement de l'Axe de Médiouna était étudié par le Gouvernement marocain dans le cadre du plan d'urbanisme de Casablanca, parallèlement à l'Etude du TCR menée par l'Equipe. Au moment d'étudier la solution optimale du TCR, le Gouvernement marocain a mis au clair ses directives que la réalisation du TCR doit accorder une grande importance à la compatibilité avec le plan d'aménagement de l'Axe de Médiouna.

De plus, l'objectif du présent chapitre étant une appréciation comparative des solutions, parmi les rubriques d'évaluation établies au chapitre 9, celles relatives aux systèmes ne présentant pas de différence significative entre les solutions, l'évaluation est faite, en dehors d'elles.

Les méthodes pratiques d'évaluation sont les suivantes :

11.2 Méthodes d'évaluation

Suivant le principe énoncé au paragraphe précédent, les rubriques d'évaluation sont établies pour chacun des trois grands groupes : compatibilité avec le plan d'aménagement de l'Axe de Médiouna, évaluation financière et évaluation sociale.

- (1) Compatibilité avec le plan d'aménagement de la Grande Route de Médiouna

L'évaluation donnera un poids particulièrement important à toute solution qui ne fait pas obstacle audit plan.

- (2) Evaluation financière

L'évaluation financière se base sur les données préalables suivantes :

- 1) Période utilisée pour les calculs économiques

30 ans, après la mise en exploitation (prévue en 1993)

- 2) Recettes de tarification-voyageurs

Les recettes de tarification-voyageurs annuelles, calculées à partir des résultats de prévision du chapitre 5. Le tarif retenu est de 3 DH pour un trajet par personne (tarification unique).

- 3) Taux de réduction

Le taux de réduction retenu est de 6,5 % par an, qui est le taux d'intérêt du marché marocain.

Pour l'évaluation, les calculs de rapport de recettes et des frais ont été faits après estimation des dépenses et des recettes, respectivement aux prix de 1986, pour les 30 ans de période.

- (3) Appréciation sociale

Les rubriques suivantes ont été retenues pour l'évaluation :

- 1) Aspect esthétique

2) Environnement

- . Bruit
- . Entrave à l'ensoleillement
- . Vie privée

3) Liaison avec les modes de transport existants

- . Chemin de fer
- . Autobus

4) Obstacles à la circulation routière

L'évaluation est portée suivant les normes d'appréciation établies au chapitre 9.

11.3 Sélection de la solution optimale

Par les méthodes précitées, l'évaluation porte sur les sept solutions retenues au chapitre 9.

Les résultats d'évaluation, listés au Tableau 11.3.1, sont récapitulés comme suit :

- (1) En la compatibilité avec le plan d'aménagement de l'Axe de Médiouna, la solution A-4' et toutes les solutions du tracé B prévalent sur les autres.
- (2) De l'évaluation financière des solutions A-4' et du tracé B qui prévalent du point de vue (1), il ressort les solutions A-4' et B-5.
- (3) L'évaluation sociale des solutions A-4' et B-5 a donné une meilleure note à la solution A-4'.
- (4) En nombre total d'utilisateurs, la solution A-4' est beaucoup plus avantageuse que la solution B-5.

D'après les résultats d'évaluation ci-dessus, la solution optimale retenue pour le TCR à introduire dans le Grand Casablanca est la solution A-4'.

Tableau 11.3.1 Résultats d'évaluation des solutions

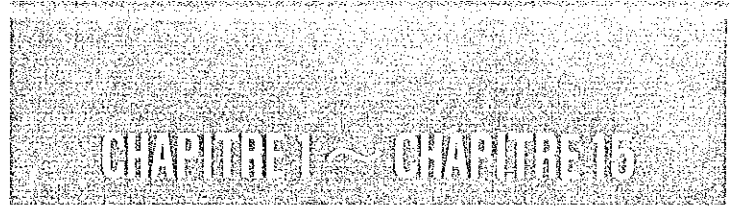
Solution	A2	A4	A4'	A6	B1	B1'	B5	
Système	Monorail	Chemin de fer sur pneumatiques	Chemin de fer à roues métalliques	Monorail	Monorail	Chemin de fer à roues métalliques	Chemin de fer à roues métalliques	
Niveau de parcours	souterrain + aérien	souterrain + aérien	souterrain + au sol + aérien	aérien	souterrain + aérien	souterrain + au sol + aérien	aérien	
Longueur du tracé (km)	15,2 (1,9 + 13,3)	15,2 (3,3 + 11,9)	15,2 (7,0 + 2,2 + 6,0)	15,9	12,7 (2,9 + 9,8)	12,7 (3,9 + 4,0 + 4,8)	13,2	
Population riveraine (1 000 personnes)	1 700	1 700	1 700	1 700	1 100	1 100	1 100	
<taux>	<100>	<100>	<100>	<100>	<65>	<65>	<65>	
Total utilisateurs (million de personnes)	2 271	2 271	2 271	2 271	1 466	1 466	1 466	
Impact sur le plan d'aménagement de l'Axe de Médiouna	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	
Indices financiers	Recettes totales (million de DH)	(6 812) 1 993	(6 812) 1 993	(6 812) 1 993	(6 812) 1 993	(4 399) 1 289	(4 399) 1 289	(4 399) 1 289
	Dépenses totales (million de DH)	(3 852) 2 221	(4 026) 2 335	(3 894) 2 303	(3 685) 2 077	(3 201) 1 894	(2 842) 1 679	(2 577) 1 481
	Coûts de construction (million de DH)	(2 245) 1 752	(2 376) 1 860	(2 437) 1 912	(2 057) 1 605	(2 001) 1 562	(1 758) 1 380	(1 511) 1 186
	Frais de gestion et d'exploitation (million de DH)	(1 607) 469	(1 650) 475	(1 457) 391	(1 628) 475	(1 200) 332	(1 084) 299	(1 066) 295
	Rapport recettes/dépenses	0,90	0,85	0,87	0,96	0,68	0,77	0,87
	Evaluation financière	○	○	○	⊙	△	△	○
Indices sociaux	Esthétique	○	○	⊙	○	⊙	○	△
	Environnement :							
	- Bruit	⊙	⊙	⊙	○	⊙	⊙	△
	- Obstacle à l'ensoleillement	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	- Vie privée	△	○	⊙	△	⊙	⊙	○
	Liaisons avec les moyens de transport existants :							
	- Chemin de fer	○	○	○	⊙	○	○	⊙
- Autobus	○	○	○	⊙	△	△	○	
Obstacles au trafic routier	⊙	○	⊙	⊙	⊙	○	⊙	
Evaluation sociale	△	△	⊙	○	○	△	△	
Solution optimale			★					

Nota : 1) La population riveraine est celle en l'an 2005.

2) Le total des utilisateurs et les frais de gestion et d'exploitation sont la somme de ceux prévisibles sur 30 ans (1993 à 2022).

3) Prix : montant actuel de 1986 estimé aux prix de 1986, actualisé avec le taux d'actualisation de 6,5 % ;
() : montant calculé avec les prix de 1986

Légende : ⊙ : très bien, ○ : bien,
△ : passable, ▲ : médiocre



CHAPITRE

12

PLAN DE CONSTRUCTION SELON
LA SOLUTION OPTIMALE

12. PLAN DE CONSTRUCTION SELON LA SOLUTION OPTIMALE

Dans ce chapitre seront traités, en ce qui concerne la solution optimale retenue (solution A-4') en accord entre le gouvernement marocain et le gouvernement japonais à la suite d'une consultation, les profils de lignes détaillés du tracé, le programme de transport, le plan des stations et le plan du matériel roulant, ainsi que'une étude sommaire des ouvrages génie civil et des installations électriques.

Puis, on procédera aux calculs des coûts de construction et coûts de gestion et d'exploitation requis pour l'exécution du présent projet, suivis de la fixation du calendrier des travaux, ainsi aboutissant à un programme d'exécution.

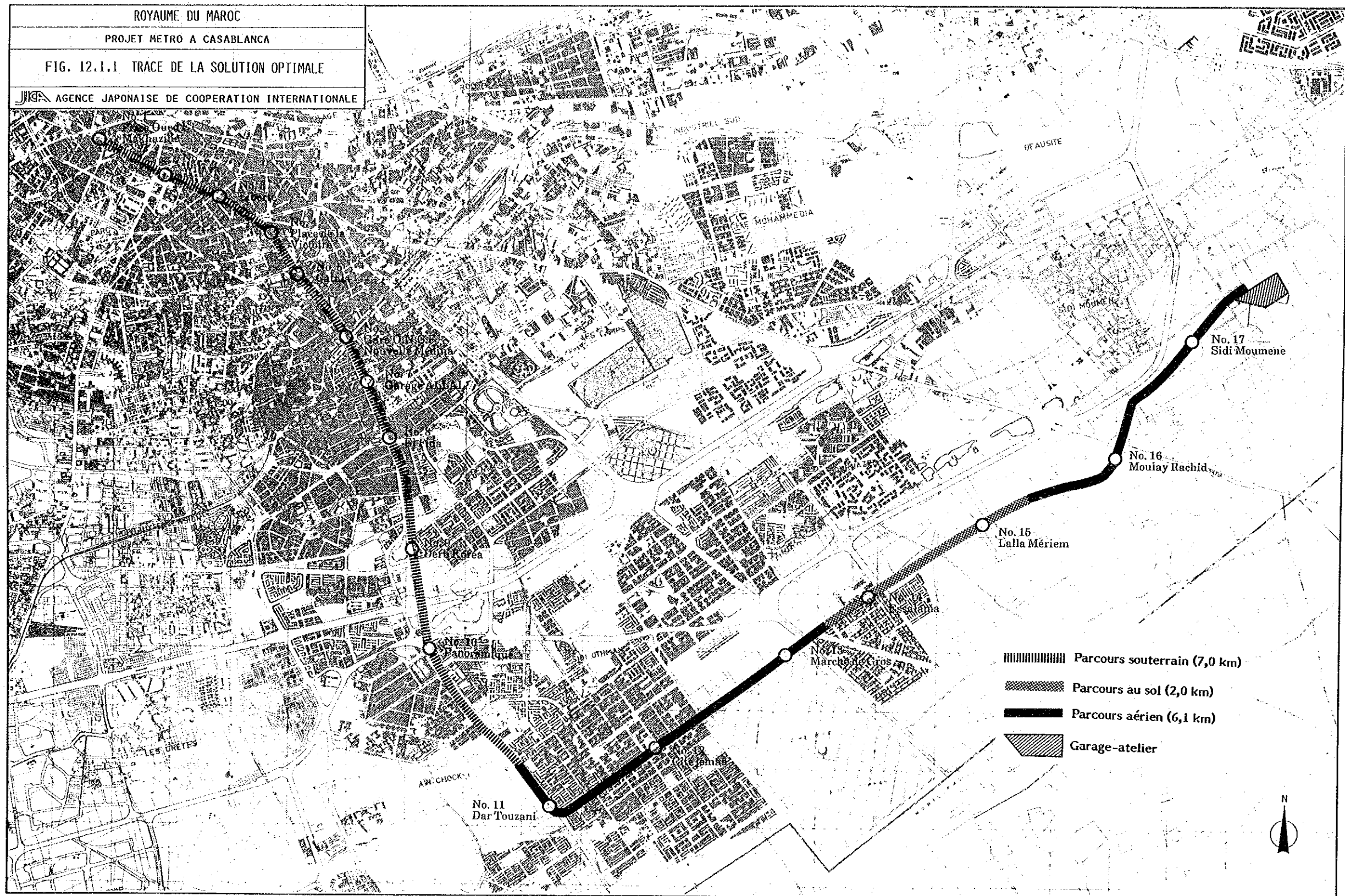
12.1 Fixation du tracé

Sur le tracé retenu comme la solution optimale (Voir Fig. 12.1.1), on a étudié à nouveau, plus en détail, les tracés planimétriques et les niveaux de parcours d'où on a été amené à modifier légèrement le tracé planimétrique de la solution A-4' (AV-1-4) tel qu'expliqué au chapitre 8, ce qui a pour effet de raccourcir la longueur totale de la voie en l'établissant à 15,1 km. Le détail du tracé ainsi revu est indiqué à P. 1 à P. 22 des " Plans ".

Les caractéristiques globales du tracé redéfini de TCR sont telles qu'établies à Tableau 12.1.1 dont les traits particuliers peuvent être résumés comme suit :

(1) La population des zones de desserte étant importante, on peut escompter une forte demande de ce transport.

- (2) L'étude détaillée du tracé a ramené sa longueur totale à 15,1 km dont la section souterraine occupe 7,0 km qui représente la moitié du parcours et la plus longue, la section au niveau du sol étant de 2,0 km et le tronçon aérien de 6.1 km.
- (3) La marche souterraine régnant entre la station de départ, Place Oued el Makhazine, et le RP 35, cette solution ne dérangera pas le projet d'aménagement urbain du Grand Casablanca, notamment le projet d'aménagement des environs le long de la Route de Médiouna, évite la concurrence avec ce projet.
- (4) L'extention future du présent tracé est possible par deux versants : l'un partant de la Place Oued el Makhazine vers l'ouest, en passant par Boulevard d'Anfa et l'autre partant de Sidi Moumene, qui constitue le point final de la ligne, soit vers Aïn Sebaâ au nord, soit Mohammedia à l'est.
- (5) Bien que des contraintes s'imposent par endroit de manière aigüe puisque l'on a adopté partiellement un rayon de courbure de 100 m, ceci est justifié par le souci de ne pas déranger les immeubles riverains existants.
- (6) Quant au niveau de parcours, on a également adopté, pour des points assez nombreux, la rampe maximum admissible de 40‰, qui influera plus ou moins sur la marche du train ; cette décision a été obligée par la topographie accidentée de cette ville.



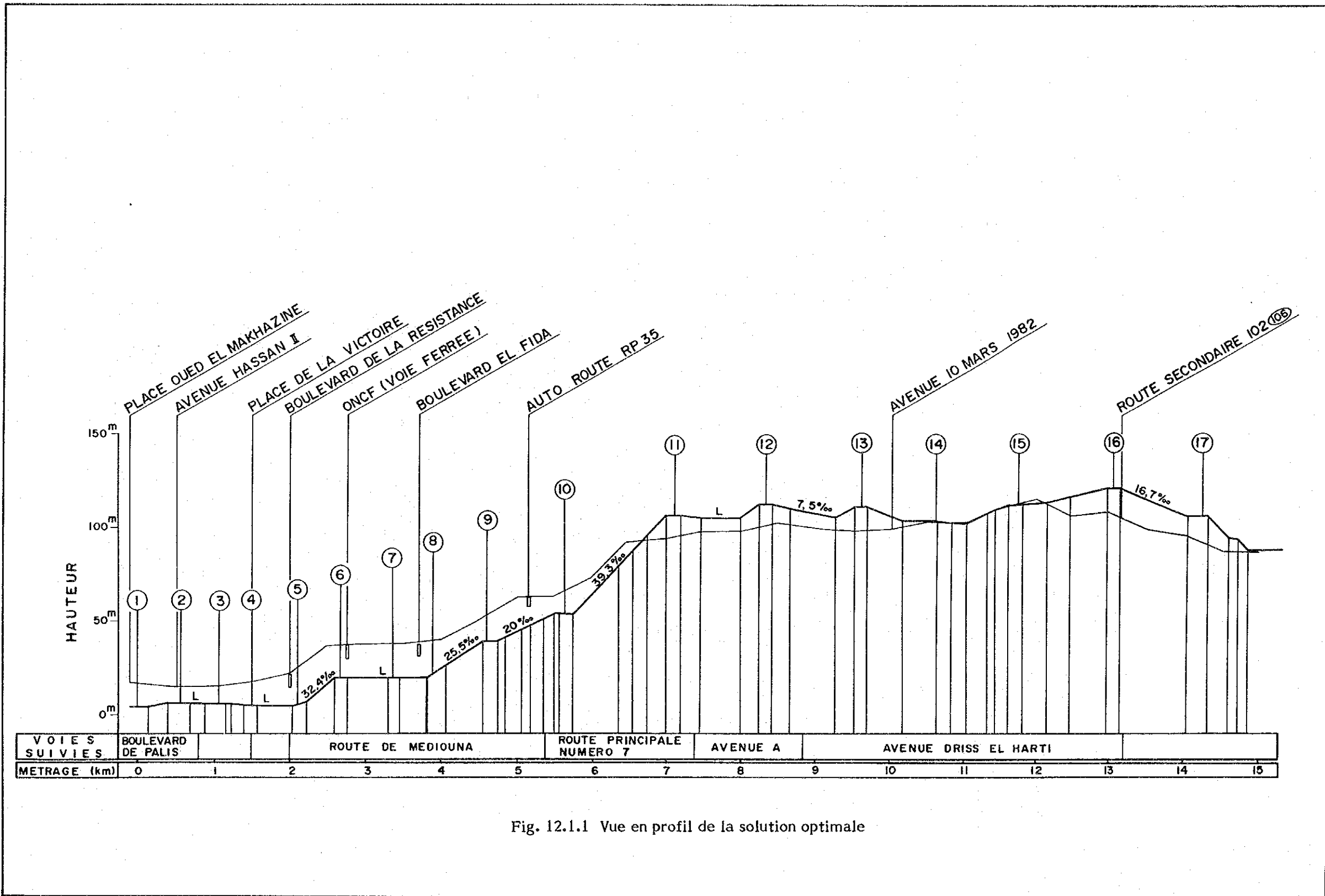


Fig. 12.1.1 Vue en profil de la solution optimale

Tableau 12.1.1 Description générale du tracé

Division des zones desservies	de la Place Oued el Makhazine à l'Autoroute RP35	de l'Autoroute RP35 à la Dar Touzani	de Dar Touzani à la Route secondaire 102	de la Route secondaire 102 à Sidi Moumene	Nota
Caractéristiques					
Principaux lieux entrant dans l'itinéraire	Place Oued el Makhazine Boulevard de Paris Avenue Lalla Yacout Place de la Victoire Route de Médiouna Autoroute RP35	Autoroute RP35 Espace vert à l'ouest de la Route Principale Numéro 7 Dar Touzani	Dar Touzani Avenue Driss El Harti Devant le Marché de Gros Côté de la Préfecture de Ben M'sick Devant l'Université de Hassan II Route secondaire 102	Route secondaire 102 Avenue N (route en projet) Vestige de la carrière	
Niveau de parcours	souterrain	souterrain + aérien	au sol + aérien	aérien	
Longueur du tracé (km)	5,4 (toute souterraine)	2,2 (souterraine 1,6 + aérienne 0,6)	5,8 (au sol 2,0 + aérienne 3,8)	1,7 (toute aérienne)	au total 15,1 km
Nombre de stations	9 (toutes souterraines)	2 (1 souterraine + 1 aérienne)	5 (2 au sol + 3 aériennes)	1 (aérienne)	au total 17 stations
Rayon minimal de courbe sur plan horizontal (m)	200	100	200	200	
Pente maximale (‰)	34,5	39,2	37,5	40,0	
Remarques	<ul style="list-style-type: none"> - Le parcours entièrement souterrain ne gêne pas la circulation routière. - Il ne gêne pas le plan d'aménagement de l'Axe de Médiouna. - Cette section d'environ 3 km sera constituée d'un tunnel à couche épaisse de mort-terrain, puisqu'elle passe par dénivellation tant au-dessous du canal d'écoulement enterré sous le Boulevard de la Résistance et le Boulevard El Fida qu'au-dessous du chemin de fer ONCF et de l'Autoroute RP35 réalisés en fossé. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le tracé sous l'espace vert (plan V17) longeant à l'ouest la Route Principale Numéro 7 change de niveau du souterrain à l'aérien près de Dar Touzani. Le plan V17 doit donc être modifié en partie. - L'acquisition du terrain et le déplacement des immeubles (3 stations-service) sont nécessaires pour cette section. 	<ul style="list-style-type: none"> - La section de parcours au sol de 2 km après l'Avenue 10 Mars 1982 jusqu'aux environs de l'Université de Hassan II est tracée au centre de la route. - Les chaussées des voies montante et descendante de la route dans la section au sol diffèrent entre elles en l'hauteur d'environ 2 m. La route en passage à niveau doit être bien traitée dans l'étude soigneuse. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le tracé passe au-dessus de l'Avenue N en projet. Il faut donc des consultations détaillées avec les organismes concernés. - Le vestige de la carrière est le plus approprié comme emplacement du garage-atelier. 	

12.2 Plan de transport

12.2.1 Philosophie commandant le présent plan de transport

Il est à tenir compte des éléments suivants pour élaborer un plan de transport raisonnable (voir 10.2.1).

- Afin de s'assurer d'une parfaite sécurité, il est à établir un système de sécurité de conduite moderne, adapté au système de transport prévu pour la présente ligne.
- Afin de réaliser le transport efficace et sûr, l'introduction d'un système de contrôle en transport global s'impose.

12.2.2 Conditions de base pour le plan de transport

Lors de l'établissement du plan de transport, les conditions de base telles que la demande en transport, les conditions de la voie, etc., dont on doit tenir compte sont les suivantes :

(1) Demande en transport

Tableau 12.2.1 Demande en transport

Poste	Année	1993	1995	2000	2005
Nombre de passagers sur une journée (1 000 pers./jour)		192,2	196,8	200,9	205,2
Trafic passagers maxi sur 1 h de pointe (pers./h)		8 590	8 890	9 150	9 420

Nota 1. L'horaire de service est compris entre 6 h et 23 h.

Nota 2. Voir le chapitre 5.

(2) Conditions de la voie

- 1) Longueur de desserte : 14,2 km (comprenant 6,8 km de section souterraine)
- 2) Nombre de stations : 17 stations (y compris 3 stations d'enclenchement)
- 3) Pente maxi : Egale ou inférieure à 40‰
- 4) Rayon de courbure mini : Egale ou supérieur à 100 m (sur la voie principale)

Nota :

Le croquis de la voie est inséré dans les " Plans ". Quant au règlement de la conduite, etc., voir le RAPPORT TECHNIQUE.

(3) Constitution de la rame et performances du matériel roulant

- 1) Constitution d'une rame : 4 voitures (2M2R)
- 2) Longueur de la rame : 64 m (4 voitures)
- 3) Nombre fixe de voyageurs : 384 personnes/train (coefficient d'occupation des places assises et debout de 100 % : en cas d'une surface occupée par voyageur debout de 0,35 m²).
- 4) Vitesse maxi : 80 km/h
- 5) Accélération : 3,0 km/h/s (0 à 30 km/h)
- 6) Décélération : 2,5 km/h/s (frein de service normal)
3,0 km/h/s (frein d'urgence)

Nota : Voir 10.6 et RAPPORT TECHNIQUE

(4) Systèmes de sécurité de conduite

- 1) Type de cantonnement : Cantonnement automatique
- 2) Type de signalisation : Signalisation au sol

- 3) Vitesse d'indication de signalisation :
80, 65, 45 et 30 km/h et arrêt
- 4) Type d'enclenchement : Enclenchement à relais électrique à commande en unités multiples (enclenchement électronique pour le garage-atelier)
- 5) Type de sécurité des trains : ATS (par régulation point par point et par détection de vitesse)
- 6) Type de gestion du transport : TTC (Système intégré de gestion du transport)

Nota : Voir 10.2.4.

12.2.3 Plan d'exploitation des trains

- (1) Nombre de trains à mettre en marche, etc.

Afin de s'assurer d'une capacité de transport nécessaire pour satisfaire la demande en transport, il a été établi le diagramme d'exploitation des trains par tranche horaire comme on voit à Tableau 12.2.2.

Pour la tranche comprise entre 5 et 6 heures, on a programmé la mise d'un train pour aller et d'un autre pour retour, en tenant compte de la convenance tant pour les voyageurs que pour le personnel à bord.

- (2) Nombre de voitures nécessaires

Le temps de parcours des trains pour desservir la section considérée a été établi à partir du diagramme d'exploitation des trains représenté à Fig. 12.2.1 ; Fig. 12.2.2 indique l'horaire des trains fondé sur Tableau 12.2.2. Le nombre nécessaire de voitures pour satisfaire ce besoin est déduit à partir de l'horaire fixé, en fonction du nombre de rames à mettre en circuit aux heures de pointe (Tableau 12.2.3).

Tableau 12.2.3 Besoin en voitures

Poste	Année	1993	1995	2000	2005
Nombre de rames nécessaires (composition)		16 (14 + 2)	16 (14 + 2)	17 (15 + 2)	18 (16 + 2)
Nombre de voitures nécessaires		64	64	68	72

Nota : Y compris 2 rames de réserve (8 voitures)

Tableau 12.2.2 Programme d'exploitation des trains (A-4: roues métalliques)

Poste		Heure	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Total des trains/j.	Total Train Kilomètre km/jour
1993	Trafic passagers	Pers./h	0	2292	8591	1993	1069	1324	1547	2061	4849	3441	3334	1454	3146	5688	2234	527	164	91	(76X2) 152	2 158,4	
	Nombre de trains	Trains/h	1	4	12	5	3	3	3	3	7	5	5	3	5	8	4	2	2	1			
	Coeffi. occup. places	%	-	149	186	104	93	115	134	179	180	179	174	126	164	185	145	69	21	24			
1995	Trafic passagers	Pers./h	0	2370	8893	2060	1107	1371	1608	2143	5031	3561	3455	1508	3275	5922	2326	549	171	95	(76X2) 152	2 158,4	
	Nombre de trains	Trains/h	1	4	12	5	3	3	3	3	7	5	5	3	5	8	4	2	2	1			
	Coeffi. occup. places	%	-	154	193	107	96	119	140	186	187	185	180	131	171	193	151	71	23	25			
2000	Trafic passagers	Pers./h	0	2429	9151	2121	1145	1413	1661	2220	5195	3661	3562	1553	3390	6147	2409	569	177	98	(80X2) 160	2 272,0	
	Nombre de trains	Trains/h	1	4	13	5	3	3	3	4	8	5	5	3	5	9	4	2	2	1			
	Coeffi. occup. places	%	-	158	183	110	99	123	144	145	169	191	186	135	177	178	157	74	23	26			
2005	Trafic passagers	Pers./h	0	2496	9419	2181	1173	1456	1716	2292	5358	3770	3670	1602	3511	6369	2497	587	184	98	(88X2) 176	2 499,2	
	Nombre de trains	Trains/h	1	4	14	7	3	3	3	4	8	6	6	4	6	9	4	2	2	2			
	Coeffi. occup. places	%	-	163	175	114	102	126	149	149	174	164	159	104	152	184	163	76	48	13			

Nota :

- i) Pour le trafic passagers et le nombre de trains, on tient compte du trajet simple des trains descendants. (de la station n° 10 à la station n° 11).
- ii) L'abréviation Coeffi. occup. places ci-dessus implique le coefficient d'occupation des places assises et debout.

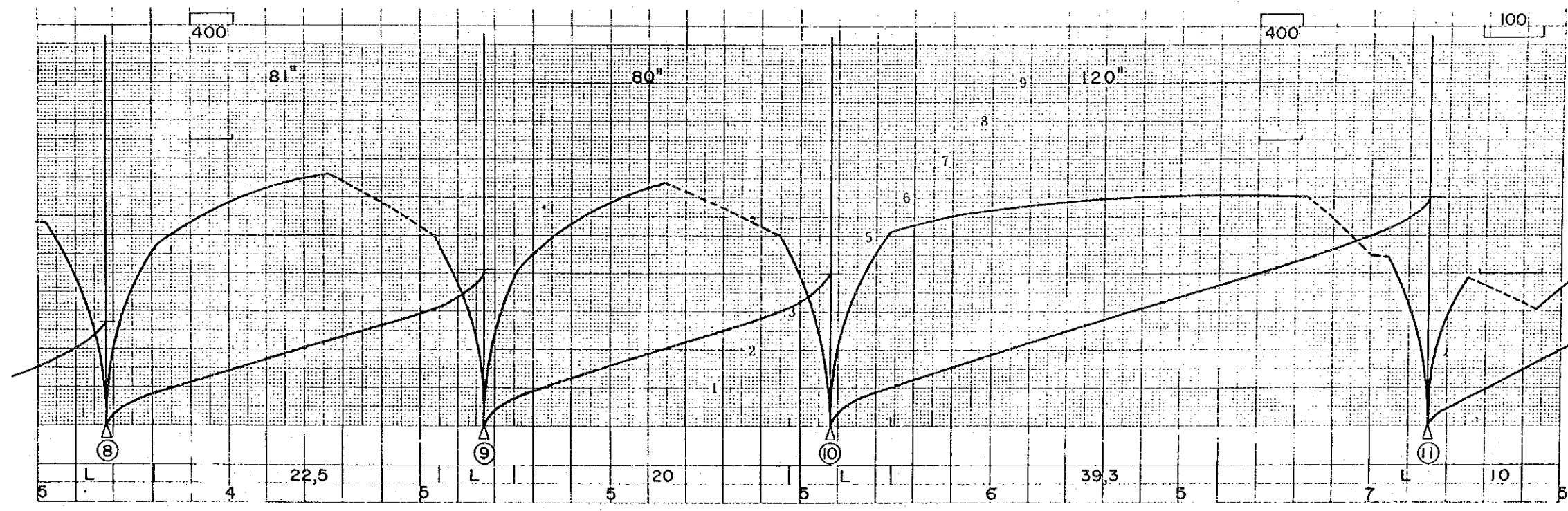
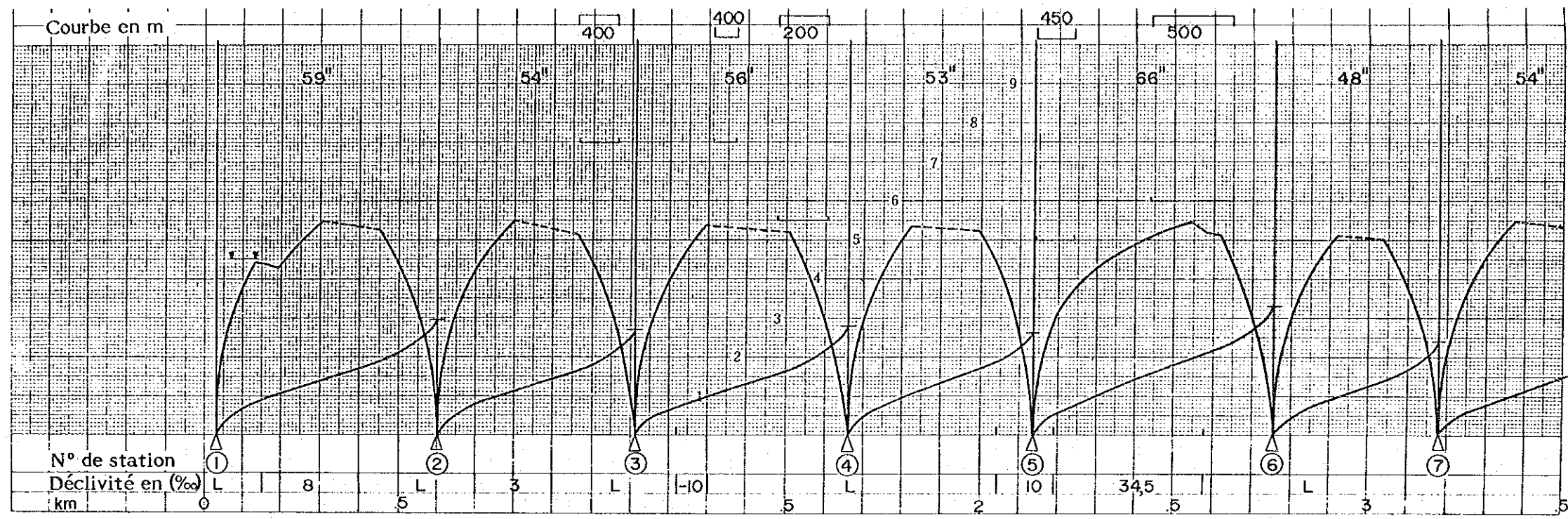


Fig. 12.2.1 Diagramme d'exploitation de trains

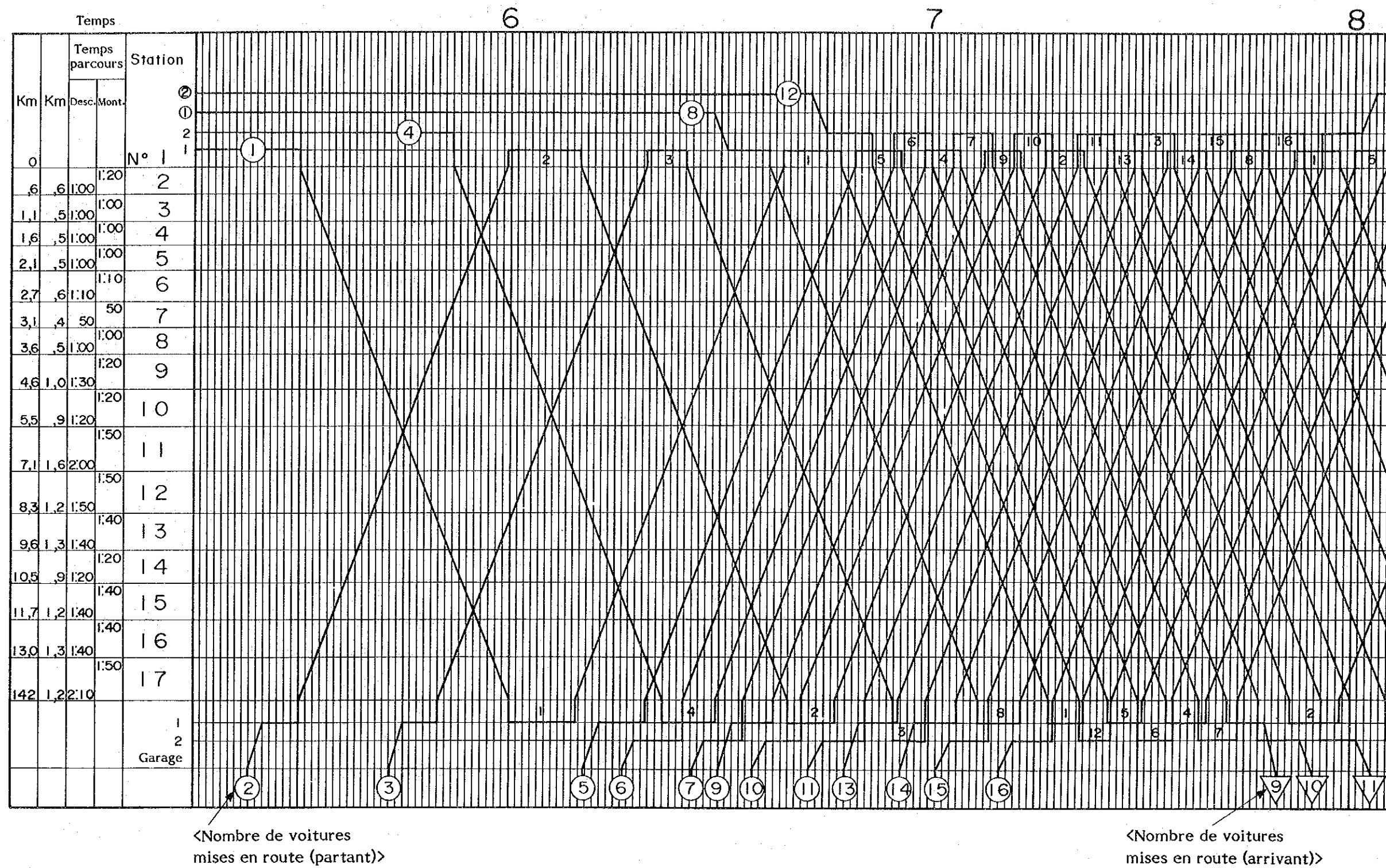


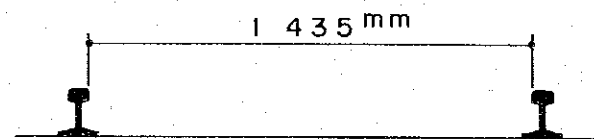
Fig. 12.2.2 Horaire des trains

12.3 Plan des installations génie civil

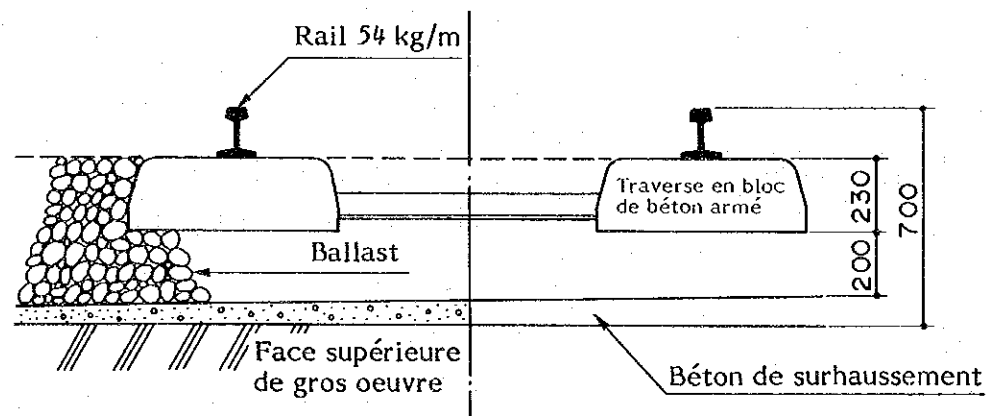
Pour que la solution adoptée au chapitre 11 soit mise en oeuvre en tant qu'un système de transport urbain de taille optimale pouvant répondre au besoin en transport, en toute sécurité et de bonne qualité et que la recherche de sa rentabilité puisse être compatible avec la sauvegarde de l'environnement, il faut étudier les différents critères que nous abordons successivement ci-après :

12.3.1 Normes de construction

- (1) Lignes : L'intégralité des ouvrages nécessaires à la circulation de trains
- Lignes principales : Les lignes utilisées en permanence pour l'exploitation de trains.
- Voies de service : Les lignes autres que celles affectées au service permanent
- (2) Ecartement des rails : La distance minimale entre champignons des deux rails.



- (3) Voies : L'ensemble constitué par le ballast, les traverses, les rails et les ouvrages connexes sur le plan d'exécution.



- (4) Gabarit de libre passage

Les bâtiments, charpentes et autres ouvrages quoi qu'ils soient ne devront pas entrer à l'intérieur du gabarit de libre passage.

Le gabarit de libre passage est tel que l'indique la Figure 10.6.3 a) "Chemin de fer à roues métalliques" (Voir 10.6).

- (5) Courbes

- a) Rayon de courbure

Le rayon de courbure des lignes principales sera égal ou supérieur à 200 m ; le cas échéant, il pourra être réduit jusqu'à 100 m.

Toutefois, le rayon des courbures le long de plates-formes sera égal ou supérieur à 500 m.

Le rayon de courbure des voies de service sera égal ou supérieur à 125 m ; le cas échéant, il pourra être réduit à 100 m.

- b) Courbe de raccordement

Le raccordement affectera la forme de la courbe de 3ème degré. Sa longueur sera la plus grande des valeurs obtenues par les suivantes formules :

$$L_1 = 0,6 \cdot C$$

$$L_2 = 0,008 \cdot C \cdot V$$

$$L_3 = 0,009 \cdot C_d \cdot V$$

où, C : Dévers (mm)

V : Vitesse de train (km/h)

Cd : Insuffisance de dévers (mm)

Le tableau 12.3.1 indique les calculs de longueur de l'arc de raccordement in situ.

Tableau 12.3.1 Calculs de longueur de l'arc de raccordement

	IP 1	IP 2	IP 3	IP 4	IP 5	IP 6	IP 7	IP 8	IP 9	IP 10	IP 11	IP 12	IP 13	IP 14	IP 15
R	1.000	1.500	400	400	200	1.000	450	500	1.000	1.000	400	2.000	500	450	400
I.A	5° 30'	3° 00'	13° 00'	11° 30'	38° 00'	6° 30'	13° 00'	24° 00'	3° 00'	2° 30'	15° 00'	1° 00'	30° 30'	11° 00'	15° 30'
T.L	65,5	54,3	55,6	70,3	103,9	81,8	63,8	118,8	41,2	34,3	82,7	25,0	163,8	75,8	84,4
C.L	131,0	108,5	110,8	140,0	203,6	163,5	127,1	234,4	82,4	68,6	164,9	49,9	321,2	151,5	168,4
T.C.L	35	30	20	60	70	50	25	25	30	25	60	15	55	65	60
V	80	80	50	75	55	80	50	60	80	80	75	80	80	80	75
C o	73	48	71	159	171	73	63	82	73	73	159	37	145	161	159
C d	19	2	38	60	60	0	23	41	27	34	60	14	60	60	60
C	54	46	33	99	111	73	40	41	46	39	99	23	85	101	99
L 1	33	28	20	60	67	44	24	25	28	24	60	14	51	61	60
L 2	35	30	14	60	49	47	16	20	30	25	60	15	55	65	60
L 3	14	2	18	41	30	0	11	23	20	25	41	11	44	44	41

	IP 16	IP 17	IP 18	IP 19	IP 20	IP 21	IP 22	IP 23	IP 24	IP 25	IP 26	IP 27	IP 28	IP 29
R	100	1.500	1.500	1.000	1.200	400	350	200	400	200	400	600	400	800
I.A	92° 30'	1° 40'	1° 40'	2° 30'	16° 00'	9° 30'	31° 00'	34° 00'	15° 00'	53° 00'	16° 00'	6° 30'	20° 00'	6° 00'
T.L	142,0	34,3	34,3	34,3	181,1	58,2	127,1	93,6	72,7	134,7	81,2	41,6	100,5	71,9
C.L	240,6	68,6	68,6	68,6	360,1	116,4	249,6	184,4	144,8	255,9	161,8	83,1	199,8	143,8
T.C.L	75	25	25	25	25	50	60	65	40	70	50	15	60	60
V	40	80	80	80	80	70	70	55	60	55	70	50	75	80
C o	181	49	49	73	61	139	159	171	102	171	139	48	159	91
C d	56	10	10	34	22	56	60	63	36	55	56	23	60	0
C	125	39	39	39	39	83	99	108	66	116	83	25	99	91
L 1	75	24	24	24	24	50	60	65	40	70	50	15	60	55
L 2	40	25	25	25	25	47	56	48	32	52	47	10	60	59
L 3	21	8	8	25	16	36	38	32	20	28	36	11	41	0

(6) Dévers

Il convient de ménager suffisamment de dévers sur les courbures du chemin de fer. Le calcul de dévers sera comme suit :

$$C = 11,3 \frac{V^2}{R}$$

où, C : Dévers (mm)

V : Vitesse de train (km/h)

R : Rayon de courbure (m)

Par ailleurs, la valeur maxi de dévers sera de 140 mm et la valeur maxi d'insuffisance de dévers sera de 60 mm. Le dévers sera à ménager au moyen du surhaussement du rail côté extérieur.

(7) Gradient

Les gradients des lignes principales et des voies de service ne devront pas être plus raides que 40/1000.

Les gradients à l'intérieur des stations ne dépasseront pas 10/1000.

a) Courbe de profil en long

Sur les points de changement de gradients des lignes principales, sera ménagée une courbe de profil en long d'un rayon de 3 000 m ou plus. Ce rayon sera minimisable jusqu'à 2 000 m, si inévitable. Les courbes de raccordement et de profil en long ne sont pas compatibles.

(8) Prévention de l'incendie

Les ouvrages seront autant que possibles ignifugés et les moyens appropriés de lutte contre l'incendie (détecteur d'incendie, etc.) devront être prévus.

(9) Jalons

Les voies ferrées seront jalonnées de différents marquages nécessaires :

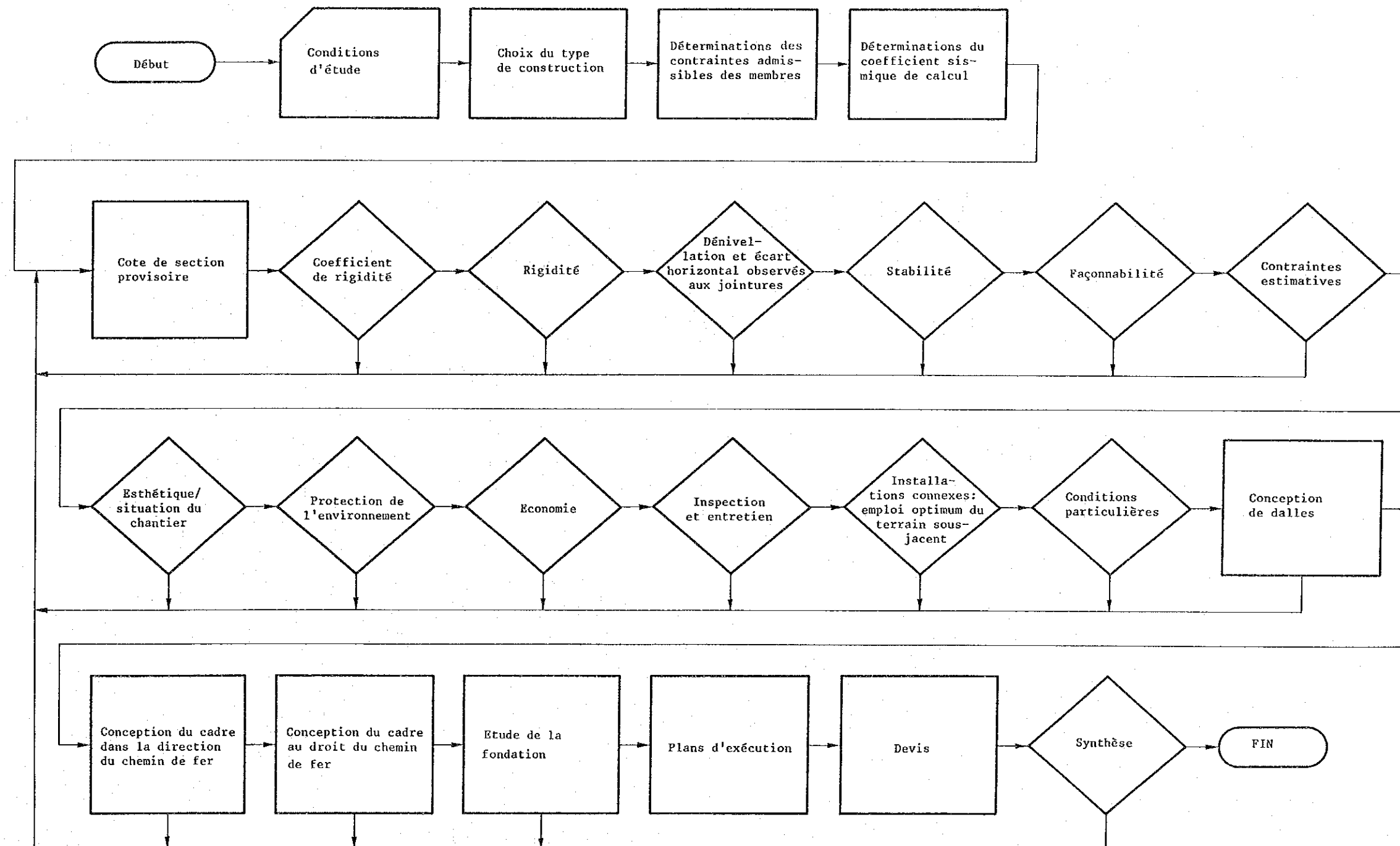
- a) Repères indiquant les conditions de la voie ferrée et/ou matérialisant les points de référence quelconques
- b) Jalons nécessaires à l'exploitation des trains ou matériels
- c) Enseignes portant les indications nécessaires à la gestion des installations de chemin de fer
- d) Gabarits de matériel sur les points de bifurcations

12.3.2 Normes d'étude

Les ouvrages devront pouvoir répondre à l'objectif de leur implantation économiquement et en toute sécurité. A cette fin dans le choix du type de construction et des matériaux à utiliser, à la détermination de la grandeur des contraintes admissibles des ouvrages et à l'élaboration des détails de construction, le bureau d'étude aura à tenir compte des surcharges exercées sur les ouvrages, des variations de température, des surcharges sismiques, des conditions climatiques, de la portance du sol, etc. d'une part et de l'importance du rôle joué par les ouvrages, des impératifs d'exécution/inspection/entretien, des conditions environnantes, et du souci d'esthétique requis, d'autre part.

(1) Processus d'étude

(Ouvrage surélevé pour chemin de fer à roues métalliques)



(2) Charges

L'étude des ouvrages devra tenir compte de toutes les charges et contraintes susceptibles de solliciter les ouvrages depuis sa réalisation jusqu'à la fin de sa durée de service, à savoir :

- a) Charges statiques
- b) Charges dynamiques
- c) Chocs
- d) Charge centrifuge
- e) Charge transversale de voiture
- f) Surcharges au démarrage/freinage
- g) Charge due au vent
- h) Pression de l'eau
- i) Poussée des terres
- j) Surcharges sismiques
- k) Variations de température
- l) Retrait du béton au séchage
- m) Autres

Pour ce qui concerne les surcharges a), b) et j), se reporter au parag. 10.3.3. Nous traitons ici de la charge du vent g) dont l'effet considéré est le plus important.

La charge du vent agira dans la direction horizontale au droit de l'axe et sa grandeur sera :

- En l'absence de train : 300 kg/m^2
- Avec train :
 - Sur le plan de projection verticale du viaduc : 150 kg/m^2
 - Sur le plan de projection verticale du train : 150 kg/m^2

Les valeurs ci-dessus ont été obtenues par la formule suivante :

$$P = \frac{1}{2} C \rho V^2$$

P : Pression du vent (kg/m^2)

C : Coefficient de traînée (en cas de section \square : C = 2,0,
section \circ : C = 1,2)

ρ : Densité de l'air (1/8 normalement)

V : Vitesse de vent

Pour une pression du vent de 300 kg/m^2 , la vitesse de vent sera de 51 m/sec . La charge du vent adoptée ici est justifiée du fait que la mesure in situ de vitesse de vent a enregistré $V = 50 \text{ m/sec}$.

(3) Contraintes admissibles

Les contraintes admissibles devant être prises en compte dans le calcul des membres de construction seront déterminées essentiellement sur la base de la résistance du béton et des armatures vis-à-vis de différents efforts développés.

Les contraintes admissibles du béton et des armatures sont telles qu'indiquées au parag. 10.3.4.

12.3.3 Ouvrages génie civil, plan d'exécution

Nous décrivons ci-après les ouvrages à réaliser dans chacun des tronçons souterrain, au sol et aérien dans le cadre de la solution retenue ainsi que leurs plans d'exécution respectifs.

(1) Tronçon entre la Place Oued el Makhazine et la Place de la Victoire

Ce tronçon est situé dans le centre-ville de Casablanca, le long du Boulevard de Paris et de l'Avenue Lalla Yacout cotoyés de nombreux équipements administratifs (par ex. Préfecture) et commerciaux. Du fait du mort-terrain relativement peu profond, le procédé génie civil à adopter sera la " fouille à ciel ouvert " (à section rectangulaire) avec emploi de pieux de soutènement (jusqu'à dénuder le fond rocheux). Ce procédé entravera la circulation routière, mais il aura, en revanche, l'avantage d'être de coût faible et de durée d'exécution écourtée, le rétablissement de la circulation des routes traversées se fera au moyen du revêtement de la fouille.

Le problème de circulation du Boulevard de Paris et de l'Avenue Lalla Yacout sera résolu en dérivant momentanément le trafic pendant les travaux vers les alentours. La Fig. 12.3.1 illustre la coupe transversale standard.

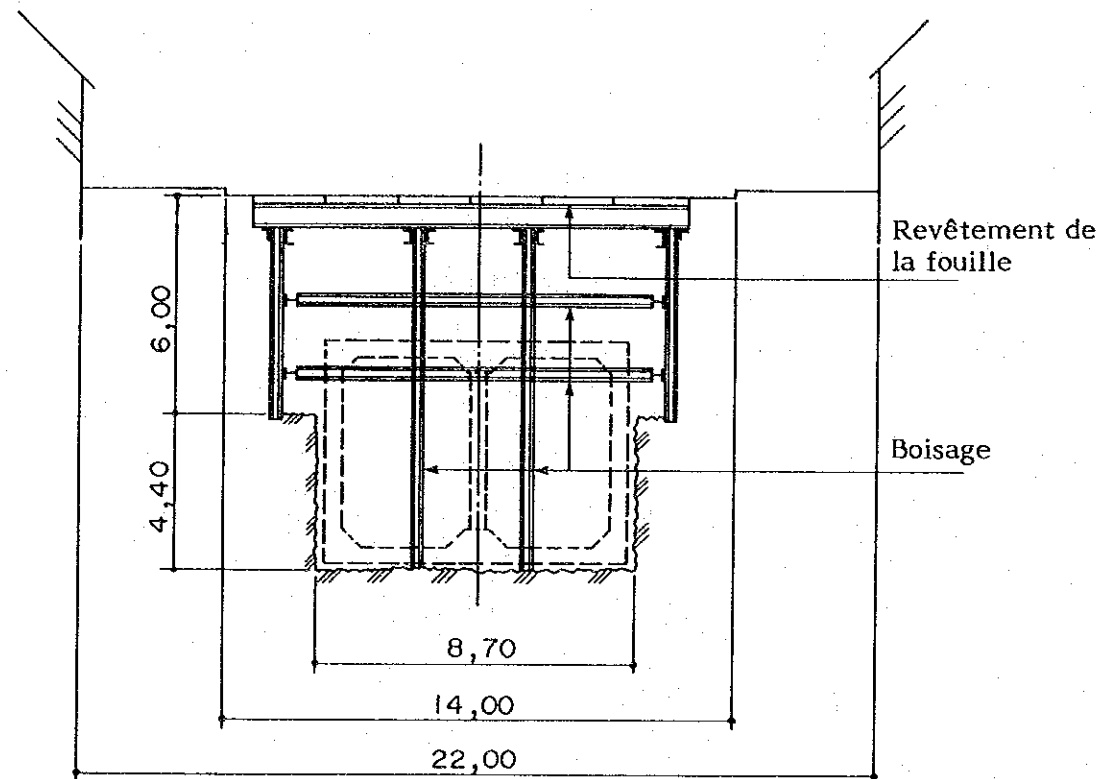


Fig. 12.3.1 Coupe transversale standard

(2) Tronçon entre la Place de la Victoire et l'autoroute PR35

Le tracé retenu ira le long de la Route de Médiouna en constituant une artère principale. Ce tracé passera par les principaux édifices et carrefours tels le Palais Royal, la ligne de l'ONCF (fossé), le carrefour El Fida, l'autoroute RP35 (fossé), etc.

Le projet prévoit un tracé assez profond au-dessous des fossés de la ligne de l'ONCF et de l'autoroute RP35 et sous les carrefours du Boulevard El Fida et du Boulevard de la Résistance où un caniveau d'égout de grand diamètre est enterré.

Compte tenu de ces obstacles et en raison de la présence de la couche rocheuse, le procédé d'exécution à mettre en oeuvre pour ce tronçon sera la fouille couverte.

Quant à la fouille couverte, différents modes d'exécution seront possibles suivant la hauteur du mort-terrain, la configuration topographique du site, la nature de couche et la présence ou non de nappes d'eau phréatique ; les modes envisageables pour ce site sont la fouille mécanique et le tir. La fouille mécanique n'est pas recommandée à cause de la non-disponibilité immédiate de matériels nécessaires d'où une hausse considérable des coûts des travaux pour amener des matériels et de la main-d'oeuvre qualifiée des pays tiers.

Quant à la fouille par explosifs, il y a le tir conventionnel et le tir contrôlé : ce premier procédé requerra un budget immense des travaux pour le sur-revêtement du tunnel et le traitement du bloc détaché, etc. du fait de l'avarie notable du terrain en place, les vecteurs du souffle explosif n'étant pas suffisamment contrôlable.

La préférence sera donc donnée au tir contrôlé, procédé exempt de tous les problèmes précités en ayant recours aux spécialistes étrangers bien expérimentés. Pour enlèvement du déblai, on prévoit deux dépôts : l'un à proximité de la Place Hamidou Al Watani et l'autre à proximité du carrefour du Boulevard El Fida, de sorte à minimiser autant que possible la gêne pour la circulation.

La Fig. 12.3.2 indique l'emplacement des trous de mine et le plan de battage du béton de revêtement ainsi que le plan général du tunnel.

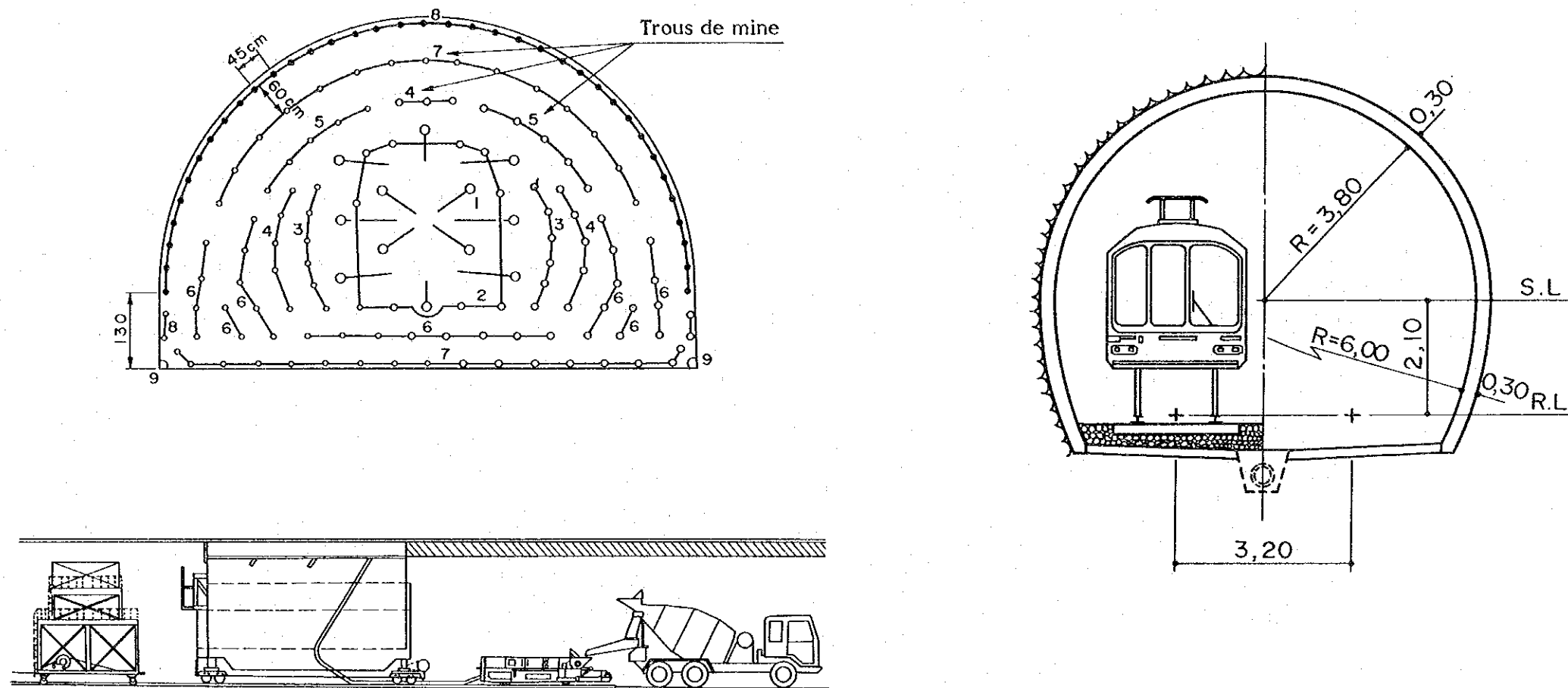


Fig. 12.3.2 Emplacement des trous de mine et plan de battage du béton de revêtement ainsi que le plan général du tunnel

(3) Tronçon entre la Route Principale Numéro 7 et l'Avenue A

Dans ce tronçon, le niveau du tracé variera du souterrain au sol, puis, encore au niveau aérien. La Route Principale Numéro 7 a une largeur de chaussée de 35 m (séparateur compris) et elle est cotoyée de zones vertes ; les conditions des travaux sont assez bonnes. Cependant, au voisinage de Dar Touzani, le tracé en plan aura un changement de direction d'environ 90° pour avoir accès à l'Avenue A, ce qui oblige d'exproprier deux stations

essence riveraines. Le type de construction de ce tronçon (l'Avenue A compris) sera l'ouvrage surélevé à 2 lignes sur une file unique de poteaux et la circulation ne sera entravée que pendant la durée des travaux de gros oeuvre et de la fondation. En outre, les poteaux pouvant être installés à l'intérieur du séparateur central, la circulation routière sera parfaitement rétablie dès l'achèvement des travaux. La Fig. 12.3.3 illustre la réalisation de l'ouvrage surélevé à 2 lignes sur poteaux centraux.

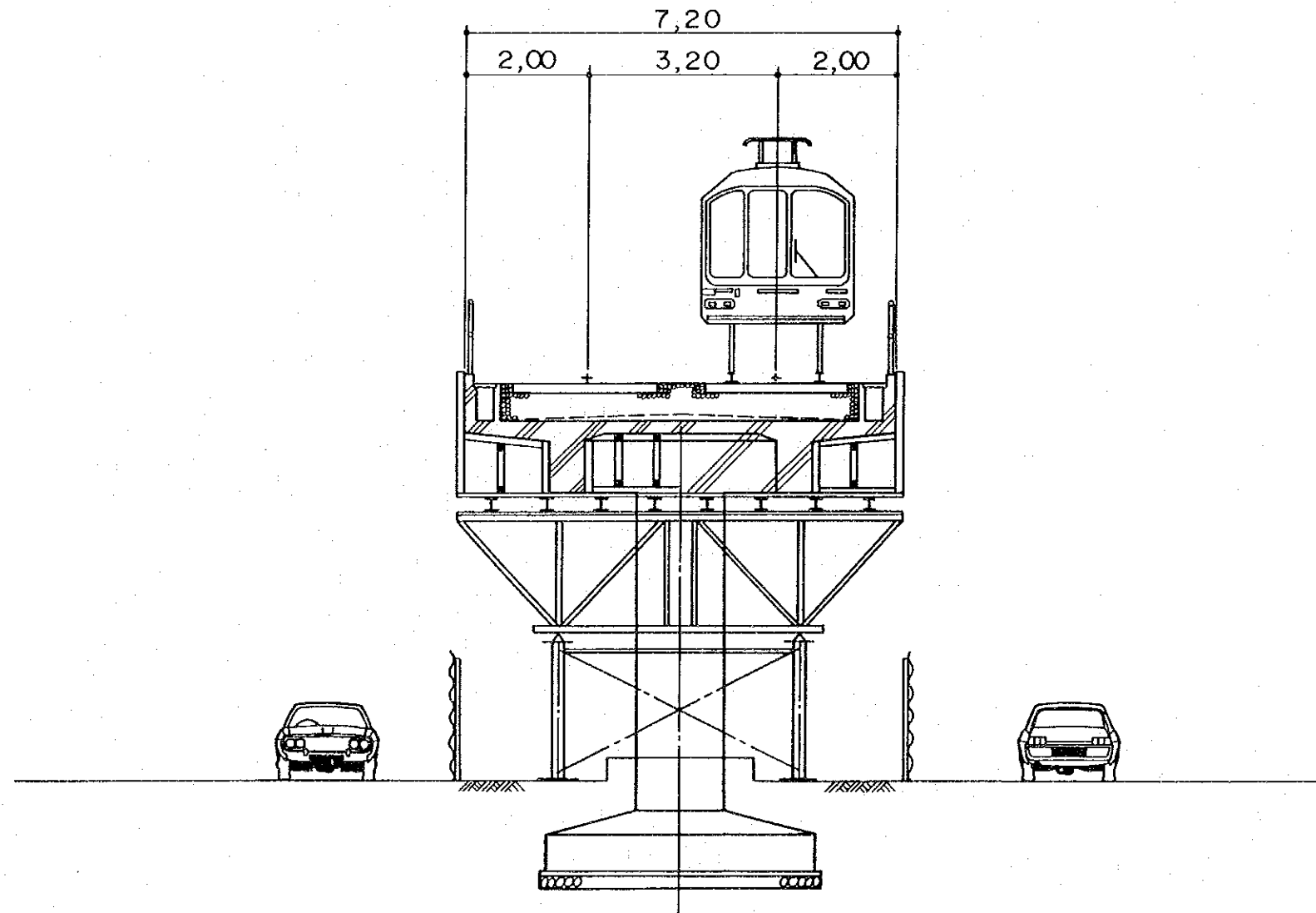


Fig. 12.3.3 Réalisation de l'ouvrage surélevé à 2 lignes sur poteaux centraux

(4) Tronçon de l'Avenue Driss El Harti

Le présent tronçon a une largeur de chaussée de 35 m (12 m de séparateur compris) et la voie ferrée sera réalisable sur le séparateur existant.

Là où le séparateur fait défaut, la largeur de chaussée de l'avenue restera la même, et l'intensité du trafic des routes traversées par l'avenue n'est pas

très élevée. Par conséquent, il sera possible d'acheminer, tout le tracé sur la surface du sol, en ménageant au besoins des passages à niveau.

Les travaux se faisant à l'intérieur des clôtures provisoires dans l'emprise de la voie (7,20 m de large), la circulation routière ne sera aucunement entravée. La Fig. 12.3.4 illustre la coupe transversale standard.

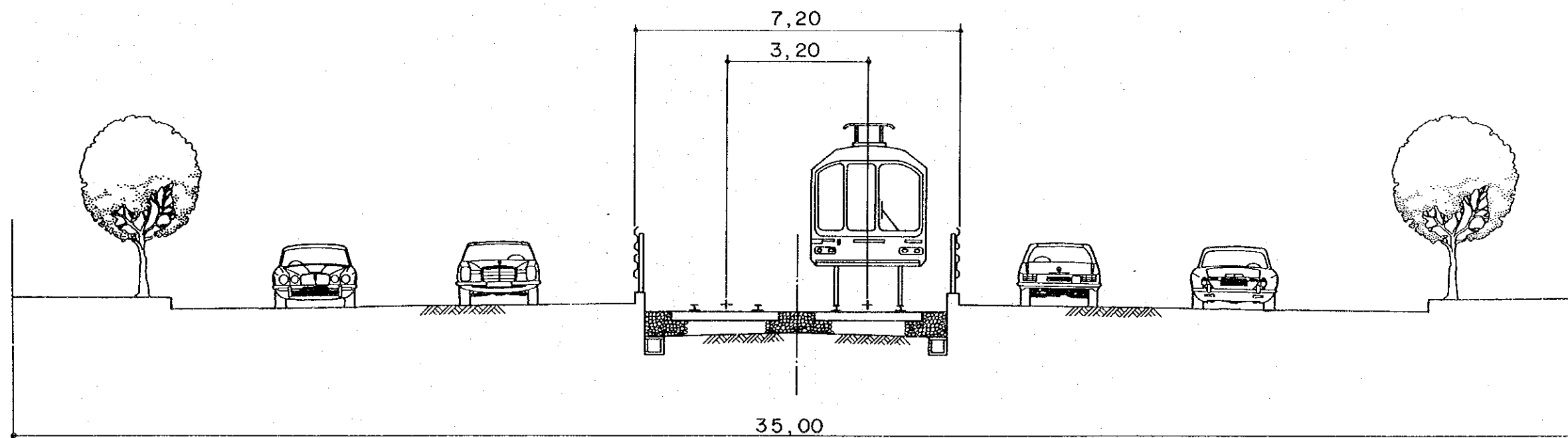


Fig. 12.3.4 Coupe transversale standard

12.4 Plan des stations

12.4.1 Positions des stations et leur type

Les positions et les types des stations pour la solution optimale retenue sont résumés à Tableau 12.4.1 dont on extrait les caractéristiques principales comme suit :

- Longueur totale de la ligne : 15,1 km
- Longueur commerciale : 14,2 km
- Nombre des stations : 17
- Distance moyenne entre stations : 890 m
- Distance moyenne entre stations au centre ville : 521 m
- Distance moyenne entre stations dans la banlieue : 1 177 m
- Type des stations :
 - Stations souterraines : 10 stations
 - Stations aériennes : 5 stations
 - Stations au sol : 2 stations
- Taille des stations :
 - Grandes stations : 4 stations
 - Stations standard : 13 stations
- Type de quais :
 - Quai central : 4 stations :
 - La station de tête de ligne, la station terminus et les stations au niveau du sol.
 - Deux quais opposés : 13 stations

On s'étendra ensuite sur les raisons de choix de la disposition et les particularités structurelles, etc., pour les principales stations.

- La première station : Place Oued el Makhazine

La station Place Oued el Makhazine est la station de départ de la présente ligne, voisine du plus grand terminus d'autobus de la ville de Casablanca. On a adopté la formule de quai central unique pour cette station, car chaque train

arrivant sur l'un et l'autre côté du quai en alternance repart de sa position d'entrée, ce qui commande, d'ailleurs, une structure souterraine à deux niveaux. Un passage public partant de la salle des pas perdus constitue le raccordement souterrain reliant le Boulevard de Paris à l'Avenue F.A.R., servant ainsi de liaison entre le présent transport en commun rapide au terminus d'autobus tout en se dotant de la fonction de traversée souterraine de la route.

- La 2^e station : Wilaya

La station de Wilaya se trouve au voisinage du quartier administratif comportant la Préfecture (Wilaya) de Casablanca, la Poste centrale et les banques, ainsi que du quartier le plus animé de la ville. C'est donc la grande station dont la fréquentation prévue sera de loin la plus importante de toutes les stations de la ligne. Les trottoirs actuels sont trop étroits pour faire face au flux prévisible, il faudra apporter l'amélioration à leur largeur lors de la mise en place des stations souterraines.

- La 4^e station : Place de la Victoire

Cette station correspond à un noeud de circulation automobile avec la disposition rayonnante des routes autour de la Place de la Victoire. A partir de là, une pente montante continue jusqu'au delà de l'Autoroute RP35. Quant à la méthode de creusement, il sera adopté, en amont de cette station où la couverture est peu épaisse, la fouille à ciel ouvert pour le tunnel et pour la station, tandis qu'en aval, vers le sud, jusque devant la 10^e station, dépassant l'autoroute, le procédé de fouille couverte se présente comme nécessité vue l'épaisse couche du sol qui couvre la zone.

- La 6^e station : Nouvelle Médina

La station de Nouvelle Médina sera une station de correspondance avec le réseau O.N.C.F. dont la gare porte le même nom. Bien que, pour l'instant, l'O.N.C.F. ne fonctionne pas comme transport urbain de la ville de Casablanca, il est fort possible que la gare en question joue un rôle très important dans le futur en tant que gare de correspondance pour les voyageurs allant vers la ville de Mohammedia. Cette station souterraine sera située à une profondeur de 18 m de la surface du sol, pour permettre son double croisement en dénivellation avec les routes et le réseau O.N.C.F.

- La 8^e station : El Fida

Avec la 7^e station dite Garage ALLAL, cette station va se situer au centre du quartier commercial qui est la Nouvelle Médina. C'est d'ailleurs la zone commençant par la station de tête de ligne jusqu'à cette station qui peut être qualifiée d'agglomération existante. Une haute fréquentation de ce genre de transport étant présumée, il a été adopté des distances courtes entre ces stations, soit de 500 m à 600 m. La station considérée sera souterraine, située à un niveau de 18 m en-dessous de sol pour permettre son passage inférieur par rapport à un caniveau d'égout de grand diamètre traversant la Route de Médiouna.

- La 11^e station : Dar Touzani

La station de Dar Touzani se situe à peu près au milieu du tracé, ce qui justifie une installation de jonction prévue à ce point. La station elle-même ne sera pas construite au-dessus de la route, mais par dessus un terrain réservé pris sur la zone verte actuelle ; une sous-station est prévue en-dessous de cette superstructure. La distance entre cette station et la 10^e station est la plus longue, puisqu'elle est de 1 560 m. Normalement, une station intermédiaire aurait dû être prévue, mais la limitation imposée à la pente maximale a écarté toute possibilité d'y trouver une section plate suffisante pour une pareille station.

- La 14^e station : Essalama

La station d'Essalama est une station au niveau du sol, située dans une zone concernée par le projet d'aménagement de logements en cours. La 15^e station, Lalla Mériem, est aussi une station au niveau du sol. Si, un jour, l'aménagement actuel apporte son fruit sous forme de l'augmentation de passagers, l'installation d'une nouvelle station entre ces deux sera facile sur cette section au sol. Cependant, la solution de faire dès le début les deux stations, Essalama et Lalla Mériem, en grand modèle paraît être peu économique, car malgré une prévision de fréquentation assez considérable, celle-ci dépend de l'état d'avancement du projet d'aménagement. Le type à quai central est retenu pour ces stations au niveau du sol afin de réduire au minimum l'emprunt du site sur l'emprise viaire actuelle.

Tableau 12.4.1 Positions des stations

N°	Nom de station (provisoire)	Position de station (km)	Distance entre stations (m)	Modalités des stations	Observations
1	Place Oued el Makhazine	0,000		■--▽	Place Oued el Makhazine
2	Wilaya	0,570	570	○--▽	Devant préfecture
3	Liberté	1,080	510	○--▽	
4	Place de la Victoire	1,630	550	◎--▽	Place de la Victoire
5	Catala	2,105	475	◎--▽	Boulevard de la Résistance
6	Gare O.N.C.F. Nouvelle Médina	2,725	620	◎--▽	Station de correspondance avec l'O.N.C.F.
7	Garage ALLAL	3,150	425	◎--▽	Quartier commercial de la Nouvelle Médina
8	El Fida	3,650	500	◎--▽	Boulevard El Fida, correspondance avec l'autobus
9	Derb Koréa	4,640	990	◎--▽	
10	Panoramique	5,550	910	◎--▽	
11	Dar Touzani	7,120	1 570	◎--△	
12	Cité Jemaâ	8,330	1 210	◎--△	
13	Marché de Gros	9,620	1 290	◎--△	
14	Essalama	10,540	920	◎--▲	
15	Lalla Mériem	11,775	1 235	◎--▲	Université Hassan II
16	Moulay Rachid	13,040	1 265	◎--△	Intersection avec la RS 102
17	Sidi Moumene	14,240	1 200	■--△	
		Moyenne	890		

Légende

	Station aérienne	Station au sol	Station souterraine
A deux quais, un niveau	○--△	○--▲	○--▽
A deux quais, deux niveaux	◎--△	◎--▲	◎--▽
A quai central, un niveau	□--△	□--▲	□--▽
A quai central, deux niveaux	■--△	■--▲	■--▽

12.4.2 Taille des stations

La taille de chaque station doit être choisie en fonction du nombre maxi de passagers descendant et prenant le train en simultanéité, afin de maintenir sécurité et confort de l'utilisateur. Le présent calcul des tailles des stations a été fondé sur la statistique prévisionnelle des voyageurs quittant et montant dans le train par station, pour l'horizon 2005. Le nombre de voyageurs quittant et prenant le train par heure de pointe par station est indiqué à Figure 12.4.1, où l'on observe que les 2^e, 10^e, 11^e et 16^e stations sont les plus utilisées, ce qui justifie de leur assigner le statut de grande station et de construire en modèle standard toutes les autres stations. Au reste, ceci est déjà dit, pour la 15^e station, le format standard est retenu malgré l'importance de fréquentation présumée par mesure de précaution, car elle dépend de l'état d'avancement de l'aménagement futur. Pour faire face à une augmentation de demande dans l'avenir une station intermédiaire au sol sera construite.

Quant aux stations aériennes et stations souterraines, les contraintes propres à leur structure rendant difficile l'extension future de la largeur des quais et des escaliers, il est sage d'y conférer une largeur supérieure dès le départ, dans la mesure du raisonnable pour répondre aux changements des besoins futurs.

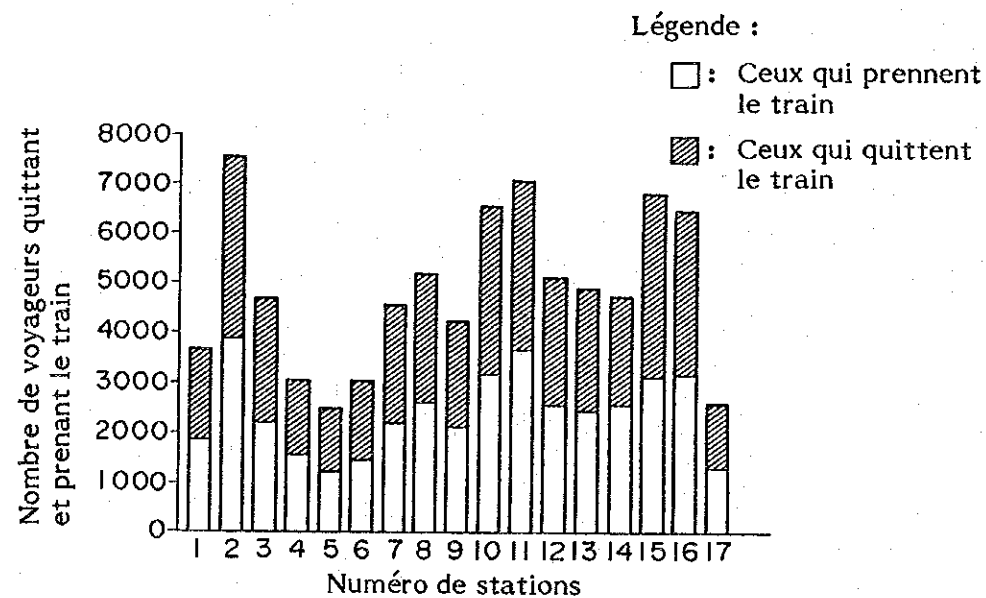


Fig. 12.4.1 Nombre de voyageurs quittant et prenant le train par heure de pointe par station

(1) Longueur du quai

La longueur du quai est estimée à 70 m, calculée par addition d'une longueur du train de 64 m et d'une marge de sécurité de 6 m.

(2) Hauteur du quai

La hauteur du quai est fixée à 1,0 m, mesurée à partir de la tête de rail.

(3) Largeurs du quai et de l'escalier

a) Formule expérimentale pour estimer la largeur du quai :

$$\text{Largeur nécessaire} = B1 + B2 + \gamma$$

$$\text{où } B1 : (\text{largeur réservée aux passagers en attente}) = 0,23(Pa/n)^{1/2}$$

$$B2 : (\text{largeur réservée au flux}) = 2/3 (Pb/l_n)$$

Pa : Nombre maxi des passagers prenant un train aux heures normales (nombre moyen par train par tranche horaire de 30 mn), où :

Nombre des passagers prenant des trains par heure de pointe/nombre de trains x 1,20

Pb : Nombre maxi des passagers quittant un train aux heures normales (nombre moyen par train par tranche horaire de 30 mn), où :

Nombre des passagers quittant un train par heure de pointe/nombre de trains x 1,20

γ : largeur d'évitement : 1,2 m

n : nombre des véhicules : 4

l : longueur d'un véhicule : 16 m

Les résultats du calcul effectué utilisant la formule expérimentale et les valeurs retenues sont donnés à Tableau 12.4.2. Tout ceci nous a permis de fixer la largeur du quai, par côté, à 5 m pour les grandes stations, et à 4 m pour les stations standard (ces deux types de stations sont munis de deux quais opposés) et à 6 m, quand il s'agit de la solution à quai central.

b) Formule expérimentale pour estimer la largeur de l'escalier.

Largeur nécessaire = B1 + B2

où B1 (largeur réservée aux passagers prenant un train) = $nv/1,2$

B2 (largeur réservée aux passagers quittant un train) = $S/(1,2 T)$

n : nombre des accès aux quais

v : vitesse de passage de l'accès aux quais par personne à la seconde

S : nombre des passagers quittant un train maxi aux heures normales (nombre moyen par train par tranche horaire de 30 mn) où :

Nombre des passagers quittant un train par heure de pointe/nombre de trains x 1,20

T : temps d'évacuation des passagers quittant un train (100s)

Le Tableau 12.4.2 reprend les résultats du calcul par la formule expérimentale et les valeurs retenues.

(4) Installations des bureaux de station

Du fait de nombreuses contraintes au niveau d'espace d'introduction, les locaux d'une station du transport en commun rapide sont à concevoir compacts dans la mesure du possible et de manière "monobloc" structurellement avec les quais. Les dimensionnements de ces locaux par station seront fondés sur les estimatifs suivants :

- La salle des pas perdus : 100 m²
- Le guichet : 15
- Le bureau administratif : 15
- La salle de repos du personnel : 15
- La salle électro-mécanique : 40

(5) Section normale d'une station

Pour les stations au niveau souterrain, deux types de section se présentent par différence de procédés d'excavation : l'une en caisson liée à la fouille à ciel ouvert et l'autre voûtée provenant de la fouille couverte. Quant aux stations aériennes, lorsqu'elles forment une superstructure au-dessus d'une route, elles seront construites sur une colonne d'acier, tandis que si elles occupent un terrain propre, elles prendront appui sur deux colonnes de béton armé.

Les coupes standard pour les trois types de stations, souterraine, aérienne et au sol, sont illustrées à Figure 12.4.2.

(6) Schémas sommaires des stations standard

Les schémas sommaires des stations standard qui représentent des différents types, sont illustrés aux P. 24 - 29 des " Plans ".

Tableau 12.4.2 Estimatif des largeurs des quais et des escaliers

N°	Nom de station (provisoire)	Sens	Par heure de pointe			Maxi simultané par train		Larg. quai calculée par formule expérimentale				Larg. retenue pour quai (m)	Larg. escalier calculée par formule expérimentale			Larg. retenue pour escalier (m)	
			Nbre montants	Nbre descendants	Nbre de trains	Nbre montants Pa	Nbre descendants Pb	Larg. passagers en attente B1	Larg. pour flux B2	Larg. d'évitement	Total : B1+B2+T		Nbre d'accès	Larg. pour montants	Larg. pour descendants		Total
1	Place Oued el Makhazine	Descen. Mont.	1896 0	0 1809	14 14	135 0	0 129	1,47 0	0,00 1,62	1,20 1,20	2,67 2,82	6,00	2 0	1,67 0,00	0,00 1,08	1,67 1,08	4,00
2	Wilaya	Descen. Mont.	3374 530	669 3010	14 14	241 38	48 215	1,96 0,78	0,60 2,69	1,20 1,20	3,75 4,66	5,00 5,00	2 1	1,67 0,83	0,40 1,79	2,06 2,63	3,00 3,00
3	Liberté	Descen. Mont.	1692 539	835 1639	14 14	121 39	60 117	1,38 0,78	0,75 1,46	1,20 1,20	3,33 3,45	4,00 4,00	2 1	1,67 0,83	0,50 0,98	2,17 1,81	2,50 2,50
4	Place de la Victoire	Descen. Mont.	1230 324	293 1227	14 14	88 23	21 88	1,18 0,61	0,26 1,10	1,20 1,20	2,64 2,90	4,00 4,00	1 1	0,83 0,83	0,17 0,73	1,01 1,56	2,50 2,50
5	Catala	Descen. Mont.	1051 195	270 1103	14 14	75 14	19 79	1,09 0,47	0,24 0,98	1,20 1,20	2,53 2,65	4,00 4,00	1 1	0,83 0,83	0,16 0,66	0,99 1,49	2,50 2,50
6	Gare O.N.C.F. Nouvelle Médina	Descen. Mont.	1164 306	316 1293	14 14	83 22	23 92	1,15 0,59	0,28 1,15	1,20 1,20	2,63 2,94	4,00 4,00	1 1	0,83 0,83	0,19 0,77	1,02 1,60	2,50 2,50
7	Garage ALLAL	Descen. Mont.	1452 784	701 1648	14 14	104 56	50 118	1,28 0,94	0,63 1,47	1,20 1,20	3,11 3,61	4,00 4,00	1 1	0,83 0,83	0,42 0,98	1,25 1,81	2,50 2,50
8	El Fida	Descen. Mont.	1332 1304	1130 1455	14 14	95 93	81 104	1,23 1,22	1,01 1,30	1,20 1,20	3,44 3,71	4,00 4,00	1 1	0,83 0,83	0,67 0,87	1,51 1,70	2,50 2,50
9	Derb Koréa	Descen. Mont.	866 1288	1140 926	14 14	62 92	81 66	0,99 1,21	1,02 0,83	1,20 1,20	3,21 3,24	4,00 4,00	1 1	0,83 0,83	0,68 0,55	1,51 1,38	2,50 2,50
10	Panoramique	Descen. Mont.	1847 1382	1267 2085	14 14	132 99	91 149	1,45 1,25	1,13 1,86	1,20 1,20	3,78 4,31	5,00 5,00	2 1	1,76 0,83	0,75 1,24	2,42 2,07	2,50 2,50
11	Dar Touzani	Descen. Mont.	1546 2145	1796 1603	14 14	110 153	128 115	1,32 1,56	1,60 1,43	1,20 1,20	4,13 4,19	5,00 5,00	1 2	0,83 1,76	1,07 0,95	1,90 2,62	2,00×2 2,00×2
12	Cité jemaâ	Descen. Mont.	818 1774	1838 710	14 14	58 127	131 51	0,96 1,12	1,64 0,63	1,20 1,20	3,80 3,25	4,00 4,00	1 2	0,83 1,76	1,09 0,42	1,93 2,09	1,50×2 1,50×2
13	Marché de Gros	Descen. Mont.	845 1648	1496 950	14 14	60 118	107 68	0,98 1,37	1,34 0,85	1,20 1,20	3,51 3,42	4,00 4,00	1 2	0,83 1,76	0,89 0,57	1,72 2,24	1,50×2 1,50×2
14	Essalama	Descen. Mont.	907 1688	1497 668	14 14	65 121	107 48	1,01 1,38	1,34 0,60	1,20 1,20	3,55 3,18	6,00	1 2	0,83 1,76	0,89 0,40	1,72 2,07	4,00
15	Lalla Mériem	Descen. Mont.	387 2778	3230 422	14 14	28 198	231 30	0,66 1,77	2,88 0,38	1,20 1,20	4,75 3,35	6,00	1 2	0,83 1,67	1,92 0,25	2,76 1,92	4,00
16	Moulay Rachid	Descen. Mont.	325 2859	2965 326	14 14	23 204	212 23	0,61 1,81	2,65 0,29	1,20 1,20	4,45 3,29	5,00 5,00	1 2	0,83 1,67	1,76 0,19	2,60 1,86	2,00×2 2,00×2
17	Sidi Moumene	Descen. Mont.	0 1329	1289 0	14 14	0 95	92 0	0,00 1,23	1,15 0,00	1,20 1,20	2,35 2,43	6,00	0 2	0,00 1,67	0,77 0,00	0,77 1,67	4,00

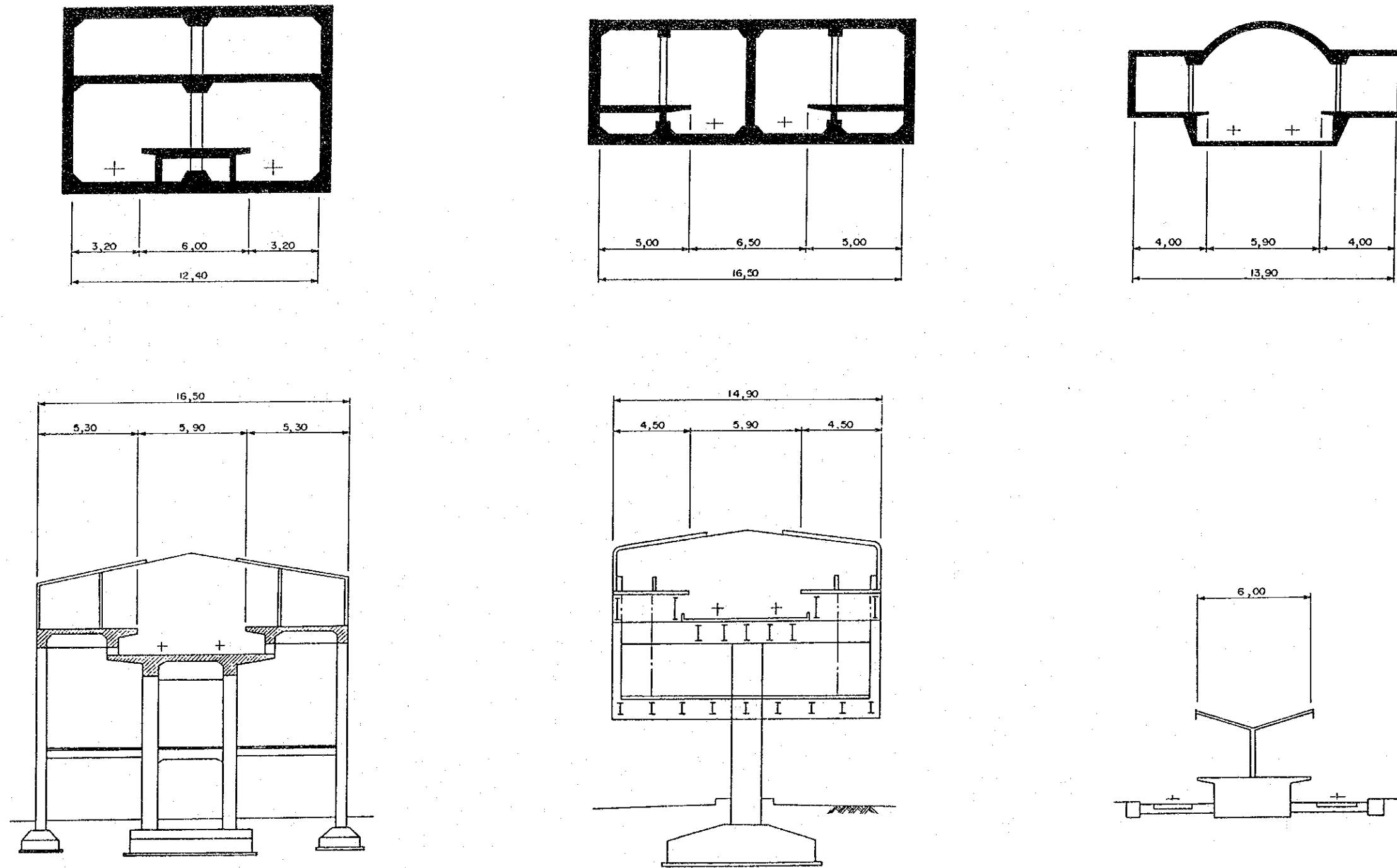


Fig. 12.4.2 Coupes standard pour les stations souterraine, aérienne et au sol

12.4.3 Equipements de station

(1) Equipements de service

a) Equipement de contrôle de tickets

Le nombre d'accès aux quais où se fait le contrôle des titres de voyage varie en fonction des catégories de station : 6 accès pour une grande station et 4 pour une station standard. Un accès aux quais est constitué par deux passages et une clôture où se trouve un poinçonneur qui s'occupe des voyageurs venant passer par ses deux côtés. La largeur de la clôture et celle d'un passage sont dimensionnées chacun, normalement à 75 cm.

b) Equipement de guichet

Le travail au guichet sera tenu dans le début par des préposés au guichet, saisissant le nombre des usagers et assurant la gestion des ventes de tickets, manuellement, à l'aide de machines d'émission de tickets avec datation automatique. Ce personnel sera remplacé par des distributeurs automatiques de tickets au fur et à mesure de l'augmentation de voyageurs.

(2) Installations propres aux stations souterraines

Dans la solution optimale retenue, le tronçon souterrain occupe 7,0 km de la longueur commerciale de la ligne qui est de 15,1 km, soit 46 %, et les 10 stations souterraines vont se doter de diverses installations propres à un métro.

a) Escalier roulant

Le coût d'investissement et les frais d'entretien étant onéreux, la décision de sa mise en place devra être précédée d'une étude approfondie tant du point de vue économique que du point de vue commodité. C'est pourquoi, on a écarté en principe cette solution pour le présent tracé. Toutefois, exception est faite pour les quatre stations souterraines comprises entre la 5^e et 8^e stations, situées en moyenne à une

profondeur de 18,00 m, mesurée du niveau du sol à la surface des quais, et où l'on prévoit un nombre important de voyageurs (9 000 personnes en moyenne par jour). Pour chacune de ces stations on a prévu un escalier roulant montant comme suit :

- Nombre à installer : 2 escaliers roulants par station précitée (1 par quai)
- Spécification : pour file d'une personne après l'autre
 - Emprise : 800 mm
 - Vitesse d'entraînement : 30 m/mn
 - Déclivité : 30°

b) Equipement d'aération

Deux formules d'aération se présentent pour les stations souterraines : l'aération naturelle par l'effet de piston grâce aux trains en marche et la ventilation forcée. Pour le tracé considéré, on prévoit en principe l'aération naturelle à l'aide de tours d'aération à installer à chacune des stations et à entre stations, mais ces stations seront également munies d'une ventilation mécanique qui sera mise en service en renforcement de l'autre, au besoin. Cet aérateur sera conçu pour fournir de l'air frais de l'extérieur.

c) Installation d'évacuation d'eaux

Il sera prévu des pompes d'évacuation d'eaux, des fosses de collecte et la canalisation collectrice des eaux de fuite à travers les parois du tunnel et des eaux pluviales éventuellement s'y affluant. La ville de Casablanca n'a pas beaucoup de souci de fuite du tunnel, puisque le niveau des eaux souterraines est bas et que le sol est assis sur une base rocheuse solide ; cependant, il est prudent de se prémunir contre l'éventualité d'un débit maxi de 1,0 m³/mn par km de longueur du tunnel. Les pompes d'évacuation d'eaux seront secondées de pompes de réserve en cas de panne.

(3) Finition intérieure des installations de station

Le Tableau 12.4.3 suivant indique une norme pour la finition en titre :

Tableau 12.4.3 Finition intérieure des installation de station

Poste	Elément	Stations souterraines	Stations aériennes et au sol
Quais	Plancher	Bloc de granito	Asphalte
	Mur	Carrelage de porcelaine	Dalles de plâtre
	Plafond	Ciment blanc pulvérisé	-
	Toit	-	Tôle résistante aux intempéries repliée
Escalier	Plancher	Bloc de béton précontraint	Bloc de béton précontraint
	Mur	Carrelage de porcelaine	Dalles de plâtre
	Plafond	Ciment blanc pulvérisé	-
Salle des pas perdus	Plancher	Bloc de granito	Bloc de granito
	Mur	Carrelage de porcelaine	Panneau d'ornement
	Plafond	Ciment blanc pulvérisé	Tympan en aluminium
Bureau administratif	Plancher	Carrelage en chlorure de vinyle	Carrelage en chlorure de vinyle
	Mur	Peinture de résine en mortier	Panneau d'ornement
	Plafond	Ciment blanc pulvérisé	Tympan en aluminium
Locaux électrique et mécanique	Plancher	Mortier à la truelle	Mortier à la truelle
	Mur	Brut de coulée du béton armé	Dalles de plâtre
	Plafond	Brut de coulée du béton armé	-

12.4.4 Places devant les stations

(1) La nécessité de prévoir des places

La place devant stations a pour vocation de veiller à la coordination des équipements urbains dans l'objectif d'offrir aux voyageurs des installations telles que couloir de correspondance arrêts d'autobus, station de taxi, parking pour leur commodité tout en indiquant de manière claire les liaisons entre les différents modes de transport.

Les stations du chemin de fer interurbain ont d'habitude une place dont l'espace varie d'une station à l'autre, tandis que les stations des systèmes de transport urbain n'en possèdent pas toujours ; souvent elles sont aménagées par de simples sorties immédiates sur les trottoirs. De toute manière, tant que l'espace libre autour le permet, il est préférable d'aménager une zone fonctionnant en même temps comme place publique.

(2) Les stations pouvant en être dotées

Les types de stations qui en ont besoin plus que les autres sont les stations qui sont largement utilisées sur une journée, les stations ayant une fonction de terminus en correspondance avec l'autobus ou le chemin de fer, les stations de départ et, le terminus.

Dans le présent système, les stations pour lesquelles l'implantation d'une esplanade est à envisager sont les suivantes.

a) Première station : Place Oued el Makhazine

S'agissant de la station de départ, son rôle de correspondance avec le terminus d'autobus existant est d'importance primordiale. On pourra largement trouver un espace en réorganisant la place réservée actuellement au terminus d'autobus.

b) 2^e station : Wilaya

C'est une des stations qui seront les plus utilisées sur une journée. L'espace pourra être trouvé par réaménagement du jardin public situé au côté ouest de la route.

c) 7^e station : Garage ALLAL

Station occupant la place centrale dans le quartier commercial de la Nouvelle Médina. Il convient d'y projeter une place dans le cadre de l'aménagement d'une gare routière pour les réseaux d'autobus à longue distance.

d) 11^e station : Dar Touzani

Cette station va constituer le point de contact avec les réseaux d'autobus installés vers le sud de Dar Touzani. Il suffit, pour la création de la place, de profiter de l'espace vert situé au côté ouest de la route.

e) 17^e station : Sidi Moumene

C'est le terminus, et également station de liaison avec les lignes d'autobus desservant la partie sud-est de la ville. Le développement de cette zone étant encore en projet, il est possible d'intégrer la création de la place de la station dans le cadre du projet.

(3) Superficies des places

La superficie d'une place est censée être proportionnelle au nombre de passagers journaliers, montant et descendant, de la station. Elle est calculable par la formule suivante, dont la valeur n'est donnée qu'à titre de repérage, qui peut se réduire selon la disponibilité du terrain à proximité de la station en question.

$$\text{Superficie nécessaire} = 0,119 N$$

N : Nombre de passagers utilisant la station par jour

Nom de la station	Nombre de passagers journaliers	Superficie sommaire de la place
Wilaya	38 000	4 520 m ²
Station standard	25 000	2 980 m ²

12.4.5 Plan des équipements de liaison

(1) But

Les équipements de liaison ont pour but d'assurer sans à-coup la liaison entre TCR et autobus et/ou chemin de fer, pour plus de commodité des voyageurs, et de viser à la fois l'augmentation du degré d'utilisation de ces moyens de transport et l'harmonie fonctionnelle des équipements urbains.

(2) Les orientations de l'aménagement

Sous réserve que le type et l'échelle dimensionnelle des équipements de liaison soient largement dépendantes de la disposition de la station du TCR elle-même, on peut reconnaître la nécessité, pour la détermination de celles-ci, de tenir compte du projet de réorganisation des réseaux d'autobus et de la revue des programmes d'exploitation du chemin de fer, l'un et l'autre lancés pour faire face à l'introduction du système TCR.

a) Implantation de passages de liaison

Dans le cas où la station se trouve à proximité immédiate d'un terminus d'autobus ou d'une gare de chemin de fer, il est préférable d'y prévoir un passage de liaison. Pour la station Oued el Makhazine qui est la station de départ, l'implantation d'un passage souterrain public permettant aux piétons un accès direct aux quais du terminus d'autobus à partir de la salle à pas perdus de la station est envisageable. Cet équipement servira non seulement à la suppression de la traversée de la route, mais également de guidage net et clair des utilisateurs et évitera la congestion des trottoirs environnants.

b) Aménagement de la largeur du trottoir

Dans le cas où la station est assez éloignée d'un terminus d'autobus ou de celle du chemin de fer, il devient impératif de s'assurer d'une largeur du trottoir suffisante pour le nombre d'utilisateurs puisque la marche à pied s'impose pour la liaison.