

# Viaducs et stations aériennes du Métro de Marseille

Autor(en): **Croc, Michel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht**

Band (Jahr): **12 (1984)**

PDF erstellt am: **11.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-12162>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

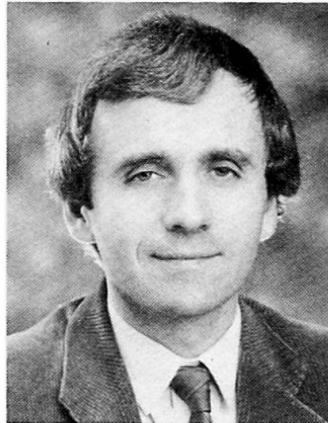
Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Viaducs et stations aériennes du Métro de Marseille

Viadukte und überirdische Stationen der U-Bahn in Marseille

Aerial Structures of the Marseilles Urban Rapid Transit System

**Michel CROC**  
Directeur Technique  
Société du Métro  
Marseille, France



Michel CROC, né en 1948, est ancien élève de l'École Polytechnique de Paris et Ingénieur des Ponts et Chaussées. Après avoir été maître d'oeuvre de projets portuaires, routiers et aéroportuaires, il est actuellement responsable technique de la construction des lignes de métro de Marseille.

### RESUME

L'infrastructure du Métro de Marseille a été construite en souterrain profond, en tranchée couverte, au sol et en viaduc. Ces quatre modes de construction ont chacun des avantages propres qui les recommandent l'un ou l'autre en fonction des conditions locales. Ce texte présente les bases de l'analyse, l'illustre par les choix effectués à Marseille, et décrit plus particulièrement les viaducs et les stations aériennes du réseau de cette ville.

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Linie der U-Bahn in Marseille führt durch Tunnel, durch überdeckte Einschnitte, über offenes Gelände und über Viadukte. Jede dieser Konstruktionsarten hat ihre spezifischen Vorteile, die entsprechend den örtlichen Gegebenheiten für ihre Wahl entscheidend sind. Dieser Artikel stellt die Grundlagen der Analyse vor, erklärt sie durch die hier jeweils gewählten Lösungen und beschreibt im besonderen die Viadukte und überirdischen Stationen des U-Bahnnetzes.

### SUMMARY

Marseilles "metro" infrastructure has been built deep underground, in cut and cover, at grade and on aerial structures. These four modes of construction each have their own advantages that allows for selecting one or the other, depending on local conditions. This paper gives the basis for analysis, presents the choices that have been made in Marseilles and describes, in particular, the aerial structures and stations existing in Marseilles network.



## 1 – PRESENTATION DU SYSTEME DE TRANSPORTS COLLECTIFS EN SITE PROPRE DE MARSEILLE

### 1.1. Le réseau

Marseille a fêté ses vingt cinq siècles d'histoire. Le réseau de transports de surface s'adapte difficilement à l'ancienne structure urbaine du centre, et l'extension de l'habitat en périphérie n'a fait qu'aggraver le problème en allongeant les distances.

C'est pourquoi la ville a décidé en 1964 de créer un réseau de transports collectifs en site propre qui réponde à trois objectifs :

- desservir le centre ville en assurant des liaisons directes avec l'habitat et l'emploi,
- bien assurer les correspondances avec les autres modes de transport,
- être extensible au fur et à mesure des possibilités et des besoins.

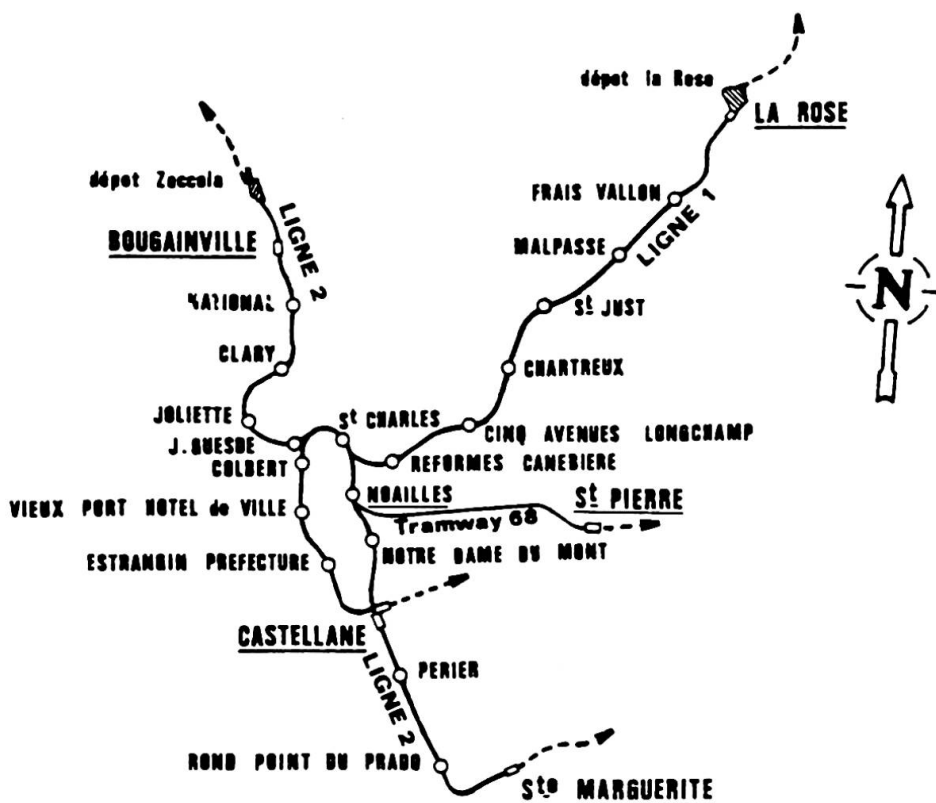


Fig. 1 Le réseau et ses extensions

Les premiers éléments consistent en 2 lignes qui ceignent le centre et lancent quatre antennes vers les pôles périphériques. Ces deux lignes actuellement en service (La Rose – Castellane et Joliette – Castellane) ou en construction (Joliette – Bougainville et Castellane – Sainte-Marguerite) seront prolongées pour donner l'accessibilité par les transports collectifs à des quartiers où le bénéfice en sera considérable.

La première ligne (La Rose – Castellane), longue de 9 km, comporte douze stations. Sur les 3 km de la partie aérienne, on trouve deux sections en viaducs, longues de 690 m et 120 m.

La deuxième ligne (Bougainville – Sainte-Marguerite), longue de 9 km, comporte douze stations. On y rencontre 670 m de viaducs au Nord et 620 m au Sud.

### 1.2. Le matériel roulant et la voie

Les trains du métro de Marseille se composent de trois (puis quatre) voitures. La capacité normale (4 personnes debout par mètre carré) de ces trains est de 352 (resp. 472) voyageurs dont 136 (resp. 184) assis.

Les trains roulent sur pneumatiques d'axe horizontal, et sont guidés par des pneumatiques d'axe vertical. Les bogies comportent des roues fer qui servent de tambours de freins, dont les mentonnets assurent le guidage dans les appareils de voie, et qui servent de roues porteuses en cas de dégonflement des pneus ou dans certaines zones d'atelier.

La voie, posée sur béton en souterrain et sur ballast en aérien (y compris les viaducs), se compose de traverses (mixtes béton acier sur chaussons élastomères en souterrain, bois en aérien), de deux rails fer (50 kg/ml), de deux pistes de roulement des pneumatiques (profilés en I de 68 kg/ml), et de deux barres latérales de guidage (cornières métalliques de 44 kg/ml).

## 2 – COMPARAISON ENTRE LE PASSAGE EN GALERIE, EN TRANCHEE COUVERTE, EN VIADUC, AU SOL

Nous allons étudier les critères de comparaison et de choix entre les quatre modes de construction possible, en les illustrant par des applications à Marseille.

### 2.1. Coûts unitaires

On peut comparer les coûts dans des conditions moyennes de difficulté, en prenant bien garde de ne pas limiter la comparaison aux prix de génie civil, mais d'y ajouter ceux des acquisitions foncières, des déplacements de réseaux, des traitements de terrains et des équipements, tout en excluant ceux des ouvrages non linéaires (poste de commande centralisée, stations, ateliers, matériel roulant). Cela donne (MMF 1984 au km de ligne) :

	génie civil	total
au sol	30	90
en viaduc	50	110
tranchée couverte	80	200
galerie	100	190

On constate que dans ce cas moyen, les prix de la voie au sol et en viaduc d'une part, en tranchée couverte et en galerie d'autre part, sont très proches.

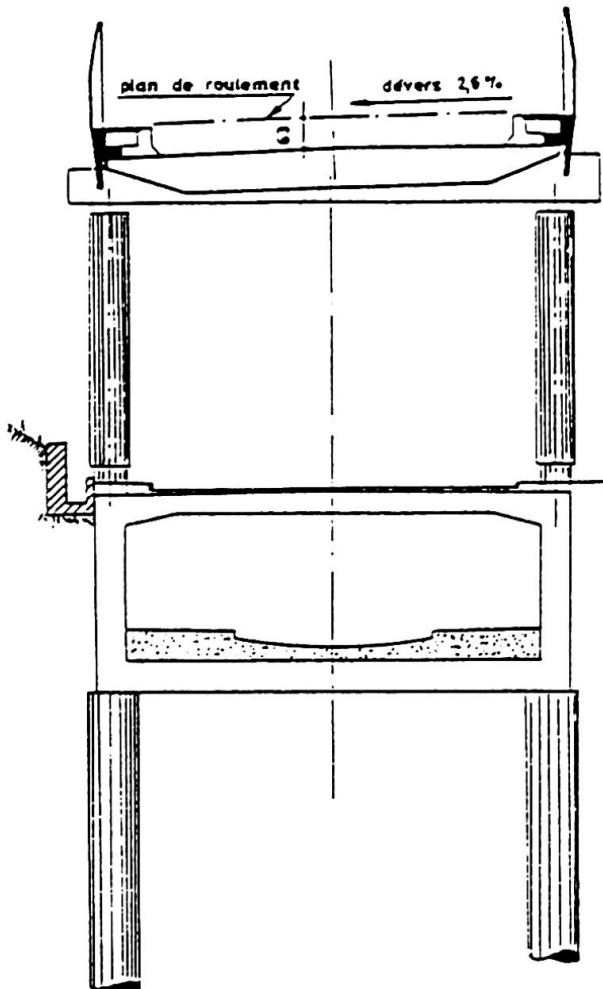


Fig. 2 Canalisation, route et métro superposés

### 2.2. Géologie

Il est clair que l'on peut classer dans l'ordre de sensibilité croissante aux difficultés géologiques : au sol, en viaduc, en tranchée couverte, en galerie.

### 2.3. Hydrologie

La présence d'un cours d'eau, traversé au suivi par un projet de ligne, est un facteur important. Par exemple suivre le lit d'un cours d'eau en tranchée couverte n'est pas possible, le suivre en viaduc peut permettre de profiter d'une trouée dans l'urbanisation.

Si la mauvaise qualité des eaux est telle qu'il vaut mieux couvrir le cours d'eau, une solution qui a été adoptée à Marseille sur le tronçon Nord de la deuxième ligne consiste à construire un ouvrage qui superpose la canalisation du cours d'eau, une voie routière, et le métro en viaduc.

### 2.4. Densité du bâti

Si la ville ne possède pas d'avenue de grande largeur on est obligé de construire des galeries. Ainsi dans tout le centre de la ville de Marseille, l'étroitesse des rues, sinueuses et sans alignement les unes par rapport aux autres, et le caractère très accidenté du relief, n'ont pas permis de trouver un tracé à fleur de sol comme à Paris ou à Lyon. Il a donc fallu s'enfoncer profondément afin de passer en tréfond des immeubles, et creuser des galeries à une seule voie. Lorsque les conditions étaient un peu moins sévères, on a creusé des galeries à deux voies.



## 2.5. Environnement

L'impact sur l'environnement doit s'évaluer pendant l'exécution des travaux, et après. Un projet au sol peut s'admettre dans le cadre d'un projet routier concomitant, un projet en viaduc ne pose question que dans des zones de grande qualité naturelle ou architecturale.

## 2.6. Projet routier concomitant

On peut développer une conception d'ensemble très intéressante et économique si l'on programme simultanément la réalisation d'un projet routier et d'un projet de métro. On en trouve trois exemples caractéristiques à Marseille :

- deux stations (Malpassé et Frais Vallon) et presque deux interstations sur le terre-plein central d'une autoroute radiale, au sol,
- une station (National) est construite en tranchée couverte dans une trouée qui permettra l'ouverture d'une rue nouvelle,
- une interstation (Bougainville – Dépôt Zoccola) superpose la canalisation d'un ruisseau, une rue nouvelle, et le viaduc du métro.

## 2.7. Positionnement des ateliers

Les ateliers et garages doivent être aériens pour un coût raisonnable. La recherche d'une implantation judicieuse, limitant les raccordements techniques parcourus sans voyageur, conduit souvent à des sections terminales au sol ou en viaduc.

## 3 – PRESENTATION DES VIADUCS DU METRO DE MARSEILLE

### 3.1. Une demi-interstation et un terminus en service depuis 1977 (Frais Vallon – La Rose)

La station terminus de La Rose (116 m y compris les culées) est composée d'une travée indépendante de 22 m, et d'un viaduc à trois travées continues de 79 m.



Fig. 3 Le viaduc de La Rose

L'ossature porteuse du tablier est constituée par un double caisson en béton précontraint avec encorbellements.

Le viaduc courant (564 m et une culée de 10 m) est constitué de 5 ouvrages successifs, soit quatre ouvrages à quatre travées de 27,75 m, et un ouvrage à quatre travées de 30 m. L'ossature porteuse du tablier est constituée par une poutre caisson en béton précontraint comportant deux encorbellements symétriques. (Entreprises QUILLERY, MOINON, CAPAG-CETRA et HEULIN).

### 3.2. Une demi-interstation et un terminus en construction ; mise en service en 1986 (Rond-Point du Prado – Sainte-Marguerite)

La station terminus de Sainte-Marguerite (longue de 70 m) est composée de deux travées indépendantes de 30,25 m de portée chacune, reposant sur trois cantelivers longs chacun de 10,35 m. Les cantelivers sont des ouvrages massifs précontraints longitudinalement et transversalement. Les tabliers sont des doubles caissons en béton précontraints longitudinalement.

Les viaducs courants (longs de 550 m y compris les culées) de part et d'autre de la station sont au nombre de sept, dont six de trois ou quatre travées de longueur 23,40 m (une travée), 24 m (neuf travées) et 25,79 m (neuf travées) et un isostatique de 15,20 m (une travée). L'ossature porteuse du tablier est constituée d'une poutre caisson en béton précontraint comportant deux encorbellements symétriques (Entreprise SOBEA).

### **3.3. Une interstation et demie et un terminus en cours d'études d'exécution, mise en service 1987 (National – Bougainville – Dépôt Zoccola).**

La station terminus de Bougainville est composée d'un tablier en dalle précontrainte à quatre travées de 17,50 m et d'un bâtiment de 20 m. Les tabliers sont précontraints longitudinalement.

Les estacades courantes (d'une longueur de 580 m plus deux culées de 10 m chacune) de part et d'autre de la station sont au nombre de six, composés de cinq ou six travées longues de 18 m (quatre viaducs) ou 18,25 m (deux viaducs) ; sur une longueur de 329 m, les estacades ont des fondations communes avec le cuvelage du ruisseau, lui-même couvert et porteur d'une chaussée routière. Le cuvelage est un cadre en béton armé, le tablier une dalle précontrainte longitudinalement (Entreprises BOUYGUES, BOUYGUES OFFSHORE et MISTRAL TRAVAUX).

## **4 – CARACTERES PARTICULIERS D'UN VIADUC METRO**

### **4.1. Règlement de calcul et cas de charge**

Les règlements français de calcul du béton armé et du béton précontraint sont des règlements aux états limites. Il faut cependant adapter des cas de charges aux spécificités des ouvrages du métro. Le convoi type est caractérisé par des efforts de freinage et d'accélération importants. Par ailleurs, un ouvrage comme celui représenté par la figure 2 est composite et soumis à des sollicitations de natures très différentes.

### **4.2. Mouvements de la voie**

Les profilés métalliques qui constituent la voie forment un ensemble très hétérogène, soumis à des déformations et des efforts très divers. On n'a pas pu démontrer la faisabilité d'une pose directe de la voie pneu métro sur viaduc et l'on utilise le ballast, matériau élastique, déformable, et que l'on peut entretenir et régler.

### **4.3. Profil en travers**

La voie métro est parcourue par les câbles qui transportent les courants forts et ceux qui transportent des courants faibles. La disposition adoptée à Marseille en viaduc est de poser les premiers dans des caniveaux de béton latéraux, et les seconds sur des tablettes métalliques fixées à l'intérieur des garde-corps antibruit. Le cheminement d'évacuation des passagers en cas de panne immobilisant un train en ligne passe alors sur les caniveaux de câbles courants forts, qui



Fig. 4 Le Viaduc de Sainte-Marguerite





doivent être couverts de dallettes stables. Les signaux optiques des zones de manœuvre sont fixés sur le garde-corps antibruit. Les appareils de voie doivent être placés sur des zones rectilignes, planes, leur plan étant légèrement incliné pour le bon écoulement des eaux.

#### **4.4. Protection antibruit et esthétique**

Pour la protection des riverains et de ceux qui cheminent sur les voies, des garde-corps antibruit sont installés de part et d'autre des voies. Comme ils enveloppent des boggies, zone des sources de bruit, ils sont très efficaces. La forme et la matière de ces garde-corps ont été définies par les architectes.

Mais l'intervention des architectes ne se limite pas à cela. Ils sont chargés, à partir des schémas fonctionnels, d'étudier des aménagements qui donnent aux zones d'accueil du public un caractère humain, accueillant et confortable et plus particulièrement de respecter la simplicité des volumes tout en compensant leur éventuelle rigueur par des recherches picturales et par l'animation.

Les viaducs ont été mis au point dans le même esprit de simplicité des formes et lignes, avec recherche dans les matériaux (par exemple piles cannelées, agrégats de béton rendus apparents par lavage ou décapage, garde-corps en béton blanc ...).

Quant aux stations terminales (Bougainville et Sainte-Marguerite), elles ont été conçues comme des volumes comptant très fort dans l'environnement, et la griffe de l'architecte y sera très visible.

#### **4.5. Structure et ambiance climatique des stations**

Une station de métro aérienne est un cas assez rare de viaduc où des personnes stationnent quelques minutes par jour, beaucoup plus longtemps aux heures creuses de la nuit. Plutôt que de résoudre le problème en refermant totalement la zone des quais, on a mis au point à Marseille un système d'auvents ajourés qui tempèrent les éléments sans les faire disparaître.

#### **4.6. Traitement des terminus en viaduc**

Si l'on veut éviter la dépense d'une longueur de viaduc au-delà du terminus qui assure la distance d'arrêt des trains en toute sécurité, il faut prévoir comme à Sainte-Marguerite un heurtoir qui offre au choc une résistance croissante, arrêtant le train sans dégât ou à la limite avec des dégâts réparables.

## **5 – CONCLUSION**

A cause de son implantation dans les zones denses de ville dont le centre est souvent ancien, le métro est en général souterrain. Dans les zones périphériques en revanche, il peut être beaucoup plus économique et admissible de le construire en viaduc, grâce à la discrétion et parfois la beauté auxquelles peuvent atteindre des ouvrages aériens. Nous espérons l'avoir montré au travers de cette description du Métro de Marseille, élargie aux caractéristiques de tout métro aérien.



Fig. 5 Le viaduc et le terminus de La Rose

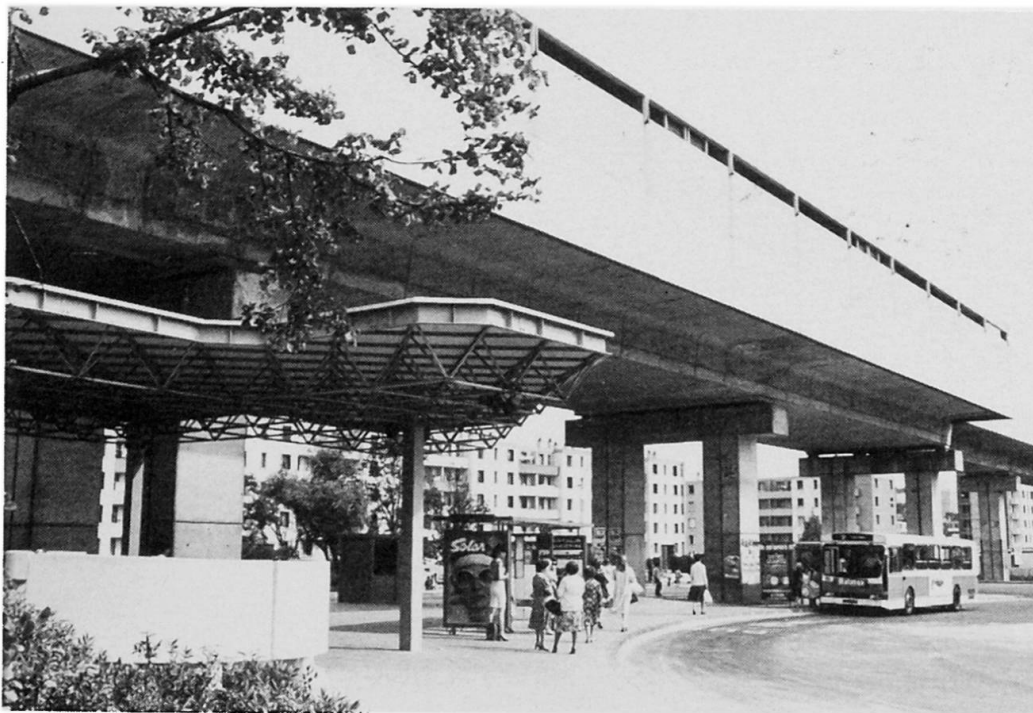


Fig. 6 Le terminus de La Rose



Leere Seite  
Blank page  
Page vide