

LIGNE 18 : ÉLÉMENTS DE COMPARAISON DES COÛTS DE GÉNIE CIVIL

Préambule

Cette fiche vise à présenter des éléments de coût de construction pour l'infrastructure de la ligne 18 pour plusieurs solutions techniques : un tunnel au tunnelier ; un viaduc ; un « passage au sol » et une tranchée ouverte.

Il s'agit d'ordres de grandeur, les coûts exacts dépendant fortement de la configuration précise de chaque projet, qui doit prendre en compte les éventuels franchissements routiers, l'environnement bâti, la topographie, l'hydrologie, etc. De plus, les coûts ne sont pas proportionnels à la longueur de l'infrastructure, en raison des "frais fixes" - comme par exemple l'achat d'un tunnelier.

Les valeurs indiquées n'ont donc pas vocation à être utilisées pour calculer le coût d'un projet. Par ailleurs, ces éléments ne préjugent pas de la faisabilité technique, environnementale et juridique de telle ou telle option, qui dépendent fortement de l'environnement de chaque projet.

Tous ces coûts sont estimés en 2020 et, dans l'objectif de cohérence avec le dossier de DUP, présentés en euros aux conditions économiques de janvier 2012.

Hypothèses principales

Pour le **tunnel au tunnelier**, les hypothèses correspondent à la configuration de la ligne 18 à l'est, c'est-à-dire des tunneliers qui creusent 6 km dans un sol relativement standard et homogène. Le périmètre considéré comprend le tunnel proprement dit (voussoirs et béton de rechargement), les ouvrages annexes de sécurité considérés tous les 800 m, les passerelles d'évacuation et les systèmes d'épuisement et de ventilation du tunnel.

Pour le **viaduc**, les hypothèses correspondent à la configuration du viaduc en « T inversé » actuellement prévu sur la ligne 18. Le périmètre comprend le viaduc (piles et tablier) – section courante et franchissements non courants –, les accès de secours, la piste de maintenance et les aménagements paysagers.

Pour le **passage au sol**, les hypothèses sont celles du projet en cours d'étude sur le plateau de Saclay - en particulier pour ce qui concerne les franchissements routiers, très dimensionnants.

Pour la **tranchée ouverte**, la SGP ne dispose pas de références comparables, les tranchées réalisées ou prévues (en particulier sur la ligne 18, aux deux transitions est et ouest entre les sections souterraines et la section aérienne) étant trop courtes pour permettre une extrapolation directe sur un linéaire plus grand. Les coûts présentés ont donc été croisés entre un dire d'expert et une projection du coût prévu pour ces deux transitions. La profondeur de la tranchée a été réputée constante, ce qui est purement théorique, une configuration réelle devant tenir compte de la topographie.

Pour le passage au sol et la tranchée ouverte, le périmètre comprend les infrastructures proprement dites, y compris passerelles d'évacuation, et des aménagements paysagers du même type que ceux à l'étude pour le passage au sol. Il n'est pas prévu de systèmes d'épuisement pour la gestion des eaux, la solution étant trop dépendante du contexte (nappe affleurante...).

Les coûts de traitement des déblais et les frais de chantier sont inclus dans toutes les options.

D'une manière générale, les paramètres géotechniques et hydrologiques considérés sont ceux connus sur la ligne 18, sur le plateau d'Orly pour le tunnel au tunnelier, et sur le plateau de Saclay pour les autres options.

Les estimations supposent un linéaire suffisant (5 à 6 km) pour amortir les frais fixes. Les coûts correspondent aux seuls coûts de construction, sans prendre en compte les surcoûts d'exploitation et de maintenance, surtout pour l'option en tunnel.

Nota.– Une **tranchée couverte** mobilise dans l'ensemble les mêmes volumes de déblais ; elle génère cependant des mouvements de terres plus importants (déblai puis remblai) et consomme plus de béton que le tunnel, dont les voussoirs ont une épaisseur optimisée (de l'ordre de 40 cm, contre rapidement 100 cm pour une paroi moulée). Elle est soumise aux mêmes réglementations que le tunnel au tunnelier en matière de sécurité incendie et de ventilation. De plus, sa construction nécessite une intervention invasive depuis la surface, qui n'est possible que dans un environnement dégagé. Cette solution n'a donc d'intérêt que sur des longueurs limitées

et n'est pas développée dans la suite. On peut cependant confirmer que son coût serait du même ordre de grandeur que celui du tunnel au tunnelier, comme indiqué par la SGP à l'occasion de l'enquête publique de 2016.

Prise en compte des risques

Les coûts présentés ici n'incluent pas de provision pour risque, dont l'appréciation dépend fortement du projet effectif à réaliser. Il est d'usage de considérer, à ce stade, une provision de 20% à 30%, qui devra être d'autant plus importante que l'ouvrage est enterré.

Il convient en effet de souligner que les risques de construction liés à la géotechnique (nature et homogénéité des sols, pollution...), à l'hydrologie (présence de nappe...) et à la sécurité (risques liés aux travaux souterrains...) sont très supérieurs pour des solutions "enterrées" (tunnel ou tranchée) que pour des solutions "aériennes" (viaduc ou passage au sol).

Ordres de grandeur des coûts financiers associés

Dans le cadre des hypothèses ci-dessus, et hors risques, les ordres de grandeur des coûts comparés sont les suivants :

Coûts par kilomètre du génie civil (bruts, hors provision pour risques)

Par kilomètre	Tunnel au tunnelier	Viaduc	Passage au sol	Tranchée ouverte ⁽²⁾
Coût moyen (M€ CE 01/12)	52,7	26,5	16,4 à 28,4 Moyenne : 20,4 ⁽¹⁾	1,5 m : 21,5 3,5 m : 28,4 5,5 m : 35,2

(1) Les coûts varient fortement selon les nécessités d'ouvrages de franchissements, entre 16,4 M€/km (section courante en sol plat) à 28,4 M€/km (section avec ouvrage de franchissement). La moyenne de 20,4 M€/km correspond à la situation de la ligne 18.

(2) Tranchée supposée de profondeur constante, dans trois configurations : 1,5 m (pour avoir un effet acoustique), 3,5 m (configuration de la transition Est sur la ligne 18) et 5,5 m (le toit du métro ne dépassant plus du sol)

Ordres de grandeur de la consommation de béton et de la production de déblais

Au-delà du coût financier, les options sont très différentes en termes de consommation de béton et de production de déblais. Les valeurs exactes dépendent de nombreux paramètres, les chiffres ci-dessous sont donc là encore à considérer comme des ordres de grandeur, les calculs réels devant être fait sur un projet précis

Ordres de grandeur des consommations de béton et production de déblais par kilomètre

Par kilomètre théorique	Tunnel au tunnelier ⁽¹⁾	Viaduc	Passage au sol sur terrain plat ⁽²⁾	Tranchée ouverte de prof. constante ⁽³⁾
Conso. de béton (kt)	80	33	8	1,5 m : 66 3,5 m : 76 5,5 m : 93
Equivalent CO ₂ (k _{teq}) ⁽⁴⁾	7	3	1	1,5 m : 6 3,5 m : 7 5,5 m : 9
Prod. de déblais (kt) ⁽⁵⁾	133	33	0	1,5 m : 30 3,5 m : 70 5,5 m : 110

(1) Voussoir standard de 40 cm d'épaisseur | (2) Hypothèse théorique d'un terrain parfaitement plat | (3) Hypothèse théorique d'une tranchée de profondeur constante avec une paroi moulée d'épaisseur constante de 1 m | (4) Sur la base d'un béton "standard" soit 92 kg_{eq}/t (les bétons "bas carbone" qui apparaissent sur le marché pouvant permettre, à terme, une division par deux) | (5) Sur la base de la densité usuelle de 2 t/m³.

* * *