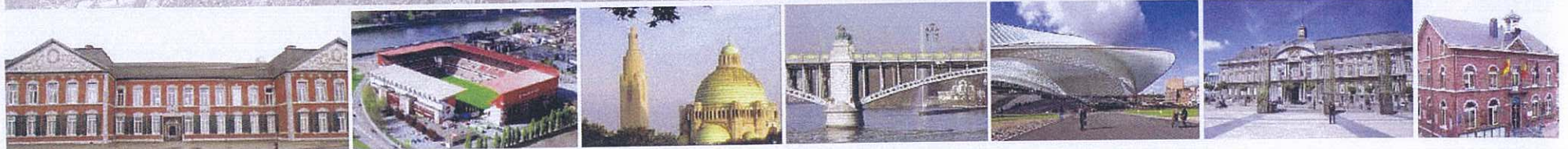


Centre de Maintenance et de Remisage (CDMR) Analyse Multicritère

Version A04
21.09.2011



Historique des modifications

indice	date	synthèse des modifications	émission	vérification	validation
v01	Sept - 09	Edition initiale	F. de Ganay I 13/09/2011	Nom I Date	Nom I Date
A04	Sept - 09	Modifications suites réunions SRWT, TEC, villes	F. de Ganay I 21/09/2011		

Identification

Nom Affaire	émetteur	phase	Discipline	Forme du doc	numéro d'ordre	indice
T1539	TR	AVP	CDM	RAP	TT_0030	A04

TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION	5
1.1	OBJET DU DOCUMENT.....	5
1.2	CRITERES ANALYSES.....	5
1.3	TRAMSTORE 21.....	5
2	HYPOTHESES ET DIMENSIONNEMENT	5
3	CRITERES D'EXPLOITATION ET DE MAINTENANCE	6
3.1	SURFACE, GEOMETRIE DU TERRAIN.....	6
3.1.1	ENJEUX.....	6
3.1.2	ESTIMATION DES SURFACES MINIMALES NECESSAIRES	6
3.1.3	COMPARATIF DES 3 TERRAINS	7
3.1.4	SYNTHESE.....	9
3.2	POSITION DES SITES.....	10
3.2.1	ENJEUX.....	10
3.2.2	COMPARATIF DES 3 SITES	11
3.3	CONSTRAINTES ENVIRONNEMENTALES	12
3.4	COUTS D'EXPLOITATION / MAINTENANCE	12
3.5	SYNTHESE DES CRITERES D'EXPLOITATION / MAINTENANCE	12
4	CRITERES DE CONSTRUCTION	13
4.1	CONSTRAINTES DU TERRAIN.....	13
4.1.1	ENJEUX.....	13
4.1.2	COMPARATIF DES 3 SITES	13
4.2	ACQUISITION	13
4.2.1	ENJEUX	13
4.2.2	COMPARATIF DES 3 SITES	14
4.3	CONNEXION AU RESEAU	14
4.4	CONSTRAINTES ENVIRONNEMENTALES	14
4.7	SYNTHESE : CRITERES DE CONSTRUCTION.....	15
4.5	VOIE D'ESSAI	15
4.5.1	ENJEUX	15
4.5.2	COMPARATIF DES 3 SITES	15
4.6	SURCOUTS DE CONSTRUCTION	15
5	RECAPITULATIF MULTICRITERE.....	16
6	CONCLUSIONS	17

1 Introduction

1.1 Objet du document

Dans le cadre de la mission 2 « Réalisation du dossier de validation de l'avant-projet » du marché de maîtrise d'œuvre de la première ligne de tram de l'Agglomération Liégeoise, trois options sont, à ce stade, envisagées pour le positionnement du centre de maintenance et remisage (CDMR) : Tilleur, Bressoux et Herstal.

Le présent document a pour objectif d'étudier la faisabilité des trois options et de qualifier les avantages et inconvénients de chacune d'elles. Cette étude est présentée sous la forme d'une analyse multicritère des différents emplacements.

Il constitue le document de base donnant les arguments pour aider au choix du site.

1.2 Critères analysés

Le tableau ci-dessous donne la liste des critères qui ont été identifiés comme impactants et/ou discriminants dans le choix d'un site de dépôt tramway.

	Critères	Enjeux
Critères d'exploitation / maintenance	Surface, géométrie du terrain	Faisabilité, fonctionnalité, extensibilité, réserves
	Position du site	Kilomètres haut-le-pied, temps d'intervention, flexibilité d'exploitation, risques d'isolement, proximité du dépôt de Robermont, accessibilité du personnel, proximité des services (urgences, déchets...)
	Environnement	Risques environnementaux, voisinage
	Surcoûts d'exploitation / Maintenance	Kilomètres haut-le-pied, exploitabilité, maintenabilité
Critères de construction	Contraintes du terrain	Pollution, géologie, archéologie, servitudes
	Acquisition	Facilité et délais d'acquisition/expropriation
	Intégration / environnement	Secteur et projets du secteur, voisinage, protection des risques environnementaux
	Voie d'essai	Possibilité de positionnement d'une voie d'essai
	Connexion au réseau	Facilité de connexion au réseau
	Surcoûts de construction	Longueur du tracé de voie, terrassement, démolition, dépollution, acquisition

1.3 Tramstore 21

TramStore21 est un projet de coopération dans le Nord-Ouest de l'Europe et co-financé à 50% par l'Union européenne (programme INTERREG IVB). Il consiste à rendre la construction des dépôts de tramway respectueux des trois dimensions du développement durable : économique, social et environnemental.

Les résultats obtenus par TramStore21 sont destinés à servir de référence pour la construction de dépôts en Europe.

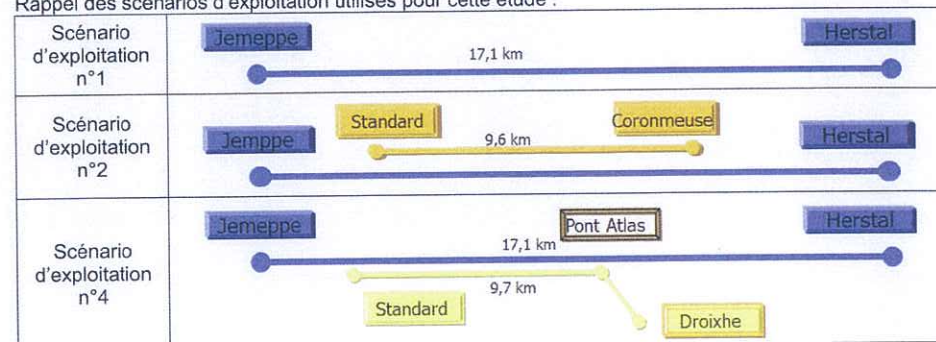
Le Thème n°1 d'un des 3 groupes de travail Tramstore 21 est dédié au choix du terrain du dépôt. Les rapports officiels ne sont malheureusement pas encore finalisés. Nos contacts avec certains membres de Tramstore 21 ont permis d'identifier les critères principaux et recommandations en ce sens. C'est pourquoi, la présente analyse est très proche des exigences et préconisations futures de Tramstore 21.

2 Hypothèses et dimensionnement

Dans le présent document, les hypothèses suivantes ont été prises afin de dimensionner les besoins en matériel roulant et en surfaces d'exploitation. Elles correspondent à des hypothèses par défaut, issues de moyennes constatées sur les réseaux tramway existants. Elles devront être affinées ultérieurement par des études plus précises de prévision de fréquentation et d'hypothèses d'exploitation qui sont effectuées en parallèle et ne sont pour l'instant pas disponibles. Elles devront être également affinées au fur et à mesure des études d'AVP et notamment au travers de création du programme de l'opération.

Hypothèses principales	
Longueur de ligne : 17,1km sans option Droixhe, 18,4km avec option Droixhe	
Coût d'exploitation/maintenance par kilomètre de tramway parcouru : 8€	
Dimension du matériel roulant : 44m de longueur, 2,65m de largeur (300 passagers pour 4p/m²)	
Fréquentation initiale : 3500 personnes par heure et par direction	
Fréquence initiale : 5 minutes	
Fréquence à 30 ans : 3 minutes	
Effectifs à 30 ans :	
- Nombre global de conducteurs à terme : 130 conducteurs - Effectif Dispatching/PCC/PCE : 12 personnes - Effectif d'exploitation et administration : 35 personnes - Effectif de maintenance : 20 personnes - Effectif global : 197 personnes - Effectif simultané : 130 personnes	
Hypothèses prises en compte pour le dimensionnement du dépôt (hypothèses hautes)	Hypothèses prises en compte pour les critères d'exploitation (hypothèses moyennes)
Scénario d'exploitation : Scénario n°1	Scénario d'exploitation : Scénario n°2 (sans option Droixhe) et n°4 (avec option Droixhe)
Vitesse commerciale de dimensionnement : 17km/h	Vitesse commerciale objectif : 20km/h
Parc pris en compte pour le dimensionnement du dépôt :	Parc pris en compte pour le dimensionnement du dépôt :
• Parc initial : 31 rames (dont 4 de réserve) • Parc à 30 ans : 51 rames (dont 6 de réserve) • Réserve d'extension du réseau : 30 rames	• Parc initial : 25 rames (dont 3 de réserve) • Parc à 30 ans : 40 rames (dont 4 de réserve)

Rappel des scénarios d'exploitation utilisés pour cette étude :



3 Critères d'exploitation et de maintenance

3.1 Surface, géométrie du terrain

3.1.1 Enjeux

Le critère de surface du terrain est un critère primordial dans le choix d'un terrain de dépôt de tram, en particulier dans un espace urbain contraint. La surface est déterminante pour :

La qualité et l'efficacité de l'exploitation

L'exploitation efficace d'une ligne de tramway demande une fluidité et une réactivité particulièrement importante dans ses actions habituelles et exceptionnelles. Un terrain contraint diminuera les possibilités pour l'exploitant et constituera un véritable frein à la qualité générale de service.

En effet, un manque de surface imposera des choix de conception impactant directement l'exploitation et peuvent avoir les conséquences suivantes :

- files importantes de rames en voies de remisage limitant les possibilités de manœuvre
- possibilités limitées d'aiguillage, de circulation et de retournement des rames en dépôt, allongeant fortement les temps de manœuvres, augmentant ainsi les coûts d'exploitation
- diminution de la qualité organisationnelle et fonctionnelle du site : augmentation des cheminements du personnel, et donc les temps improductifs de prise de service des conducteurs, difficultés de communication entre certains services, etc.
- positionnement non opérationnel de la station-service (cul de sac par exemple) impliquant des manœuvres importantes

La qualité et l'efficacité de la maintenance

Parallèlement à l'exploitation, la maintenance serait également très impactée par une surface restreinte du site. Les conséquences potentielles sont les suivantes :

- possibilités limitées d'aiguillage, de circulation et de retournement des rames en dépôt, allongeant fortement les nombreuses manœuvres nécessaires en dépôt.
- impossibilité de stocker des rames en entrée de CDMR pour faciliter l'affectation pour l'exploitation
- capacité de stockage des pièces de rechange limitée, handicapante et couteuse pour la maintenance
- diminution de la qualité organisationnelle et fonctionnelle du site : augmentation des cheminements du personnel, difficultés de communication entre certains services, etc.

Les possibilités d'extension

Le choix d'un terrain de dépôt tramway doit impérativement intégrer l'avenir en envisageant des extensions ultérieures sur les 30 ans minimum à venir. En effet, les terrains de surface importante, disponibles en milieu urbain, sont et seront de plus en plus rares et difficiles à acquérir.

En pratique, il apparaît donc très indispensable de disposer de surface en réserve afin de pallier les éventualités suivantes :

- extension ou modification du parc de matériel roulant de la ligne due notamment à une adaptation à la fréquentation (nouveau matériel ou allongement des rames par exemple)
- accueil/remisage/maintenance de nouvelles lignes de tramway

Il est cependant assez difficile d'évaluer avec précision ces besoins d'extension. A titre de comparaison, sur les projets similaires de tramway, peu de réseaux ont vu leur évolution (de fréquentation notamment) coller avec les estimations initiales, et les sous-estimations (cas le plus défavorable) ont été nombreuses. Certaines marges doivent donc être prises.

D'autre part, toutes les géométries de terrain ne sont pas compatibles avec l'implantation d'un dépôt de tramway. Le terrain doit s'adapter aux contraintes suivantes :

- longueur de rame et nombre de rames sur une voie de remisage
- retournements et rayon de courbures
- circulation fonctionnelle logique des rames pour l'exploitation et la maintenance
- limitation des déplacements internes (exemple : remisage et local de prise de service conducteur)
- séparation des flux tram (exploitation/maintenance), piéton et VP (véhicules privés)
- séparation des circulations camions de livraisons des circulations tramways
- planimétrie du terrain, les zones de remisage devront être planes et horizontales.

Cela signifie que la surface nécessaire du terrain est loin d'être le seul critère. Pour des géométries particulières (angles très obtus, rapport longueur/largeur important, morcellement du terrain...), une surface de terrain correspondant au minimum théorique pourra être largement insuffisante.

La qualité environnementale du site

Le groupe de travail Tramstore21 préconise 10% de surface végétalisée et, si l'environnement le nécessite (habitat), éventuellement des moyens anti-bruits.

3.1.2 Estimation des surfaces minimales nécessaires

Les surfaces suivantes sont calculées pour un scénario d'exploitation 1 qui est le plus dimensionnant.

Zone	Surface
Remisage des rames initiales (31 rames)	7 500 m ²
Réserve de surface de remisage à terme (51 rames)	6 500 m ²
Voies de circulation interne tramway	3 000 m ²
Voies et hall de maintenance	8 000 m ²
Ateliers	1 000 m ²
Bâtiment d'exploitation / maintenance (hors voies de maintenance et magasins)	900 m ²
Aménagements extérieurs VP (130 places + accès)	5 400 m ²
Végétalisation (10%)	3 200 m ²
Autre aménagements (espaces extérieurs, bassin d'orage, ...) (15%)	5 400 m ²
Total minimum nécessaire	40 900 m²
Réserve pour extension du réseau (30 rames)	19 200 m ²
Total réserves comprises (hors contraintes géométriques du terrain)	60 100 m²

La surface nécessaire à l'implantation du CDMR, réserves de capacités comprises est donc estimée à environ 6 hectares. Cependant, cette surface ne prend pas en compte la géométrie particulière du terrain qui peut imposer certaines surfaces « perdues » afin de satisfaire la fonctionnalité du CDMR.

3.1.3 Comparatif des 3 terrains

Les surfaces de terrain disponibles pour les 3 sites étudiés sont les suivantes :

	Tilleur	Bressoux	Herstal
Surface	4,5 hectares	10 hectares	9 hectares

Tilleur

La surface de 4,5 hectares du terrain de Tilleur est proche de la surface minimale calculée. C'est pourquoi le site a nécessité une étude de faisabilité plus précise permettant de vérifier l'implantation des différentes zones de remisage sur le site. La figure 1 donne le contour du terrain étudié avec les principales mesures de surfaces et de longueurs.



Figure 1

La figure 2 superpose le plan d'un dépôt de capacité équivalente (Marconi / STIB) avec le site de Tilleur. Cela démontre la faisabilité de l'implantation du dépôt sur le site, mais ce n'est en aucun cas un dessin à retenir comme tel. Il ne correspond pas aux attentes fonctionnelles et géographiques. Cependant, il montre que les extensions non prévues (parc supérieur à 51 rames, 2^{ème} ligne) ne seront pas possibles. D'autre part, la végétalisation sera faible par rapport aux recommandations tramstore21. Enfin, les circulations piétonnes et tramway seront contraintes par la forme du terrain et donc peu optimisées.



Figure 2

* Ce plan n'est pas à retenir comme plan de circulation du dépôt de Liège



Figure 3

Bressoux

La surface du terrain de 10 hectares est largement supérieure à la surface minimale calculée pour intégrer le dépôt, réserves comprises. Cette surface permettra d'offrir des capacités importantes de réserve de remisage et de maintenance. Si une réserve de terrain est prise, le site permet de nombreuses extensions potentielles (2^{ème} ligne, parc supérieur à 51 rames).

D'autre part, mis à part la pointe Est du terrain qui ne permettra pas d'implanter de voie ni de bâtiment, le reste du terrain a une géométrie compacte, relativement rectangulaire, autorisant de nombreuses options d'aménagement. Cela signifie la possibilité, lors de la conception, d'organiser de façon optimale les circuits d'exploitation et de maintenance. Dans le cas d'une implantation du dépôt dans la pointe à l'Est du terrain, on estime que l'angle obtus impliquera une surface « perdue » de 5000 m² dans l'emprise du dépôt. La surface totale nécessaire pour ce site sera donc de 6,5 hectares. La figure 3 illustre cette implantation particulière.

La figure 3 donne le contour du terrain étudié avec les principales mesures de surfaces et de longueurs.

La figure 4 superpose le plan d'un dépôt de capacité équivalente (Marconi / STIB) avec le site de Bressoux. Cela démontre la faisabilité de l'implantation du dépôt sur le site, mais ce n'est en aucun cas un dessin à retenir comme plan de circulation du dépôt de Liège. Il ne correspond pas aux attentes fonctionnelles et géographiques particulières du projet de Liège.

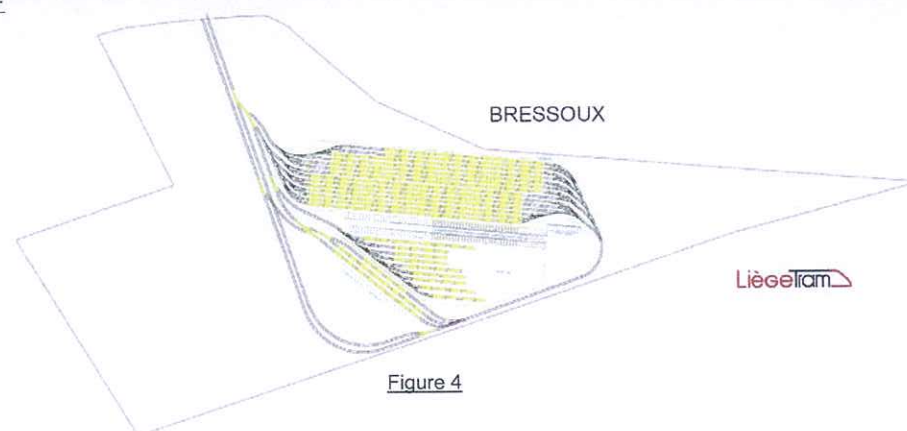


Figure 4

Herstal

La figure 5 donne le contour du terrain étudié avec les principales mesures de surfaces et de longueurs.

Le site d'Herstal dispose d'une superficie de 9 hectares largement supérieure à la surface minimale calculée. Cette surface permettra d'offrir des capacités importantes de réserve de remisage et de maintenance. Si une réserve de terrain est prise, le site permet de nombreuses extensions potentielles (parc supérieur à 51 rames, 2^{ème} ligne).

D'autre part, mis à part certaines excroissances du terrain qui ne permettront d'implanter ni voie ni bâtiment, le reste du terrain a une géométrie assez compacte, relativement rectangulaire, autorisant de nombreuses options d'aménagement. Cela signifie la possibilité, lors de la conception, d'organiser de façon optimale les circuits d'exploitation et de maintenance.

La figure 6 superpose le plan d'un dépôt de capacité équivalente (Marconi / STIB) avec le site d'Herstal. Cela démontre la faisabilité de l'implantation du dépôt sur le site, mais ce n'est en aucun cas un dessin à retenir comme plan de circulation du dépôt de Liège. Il ne correspond pas aux attentes fonctionnelles et géographiques particulières du projet de Liège.

3.1.4 Synthèse

	Tilleur	Bressoux	Herstal
Surface	-	++	++
Faisabilité (comparaison Marconi)	-	++	++
Possibilité de végétalisation (10%)	-	++	++
Possibilité d'extension remisage (MR > 51 rames, ligne 2)	--	++	++



Figure 5

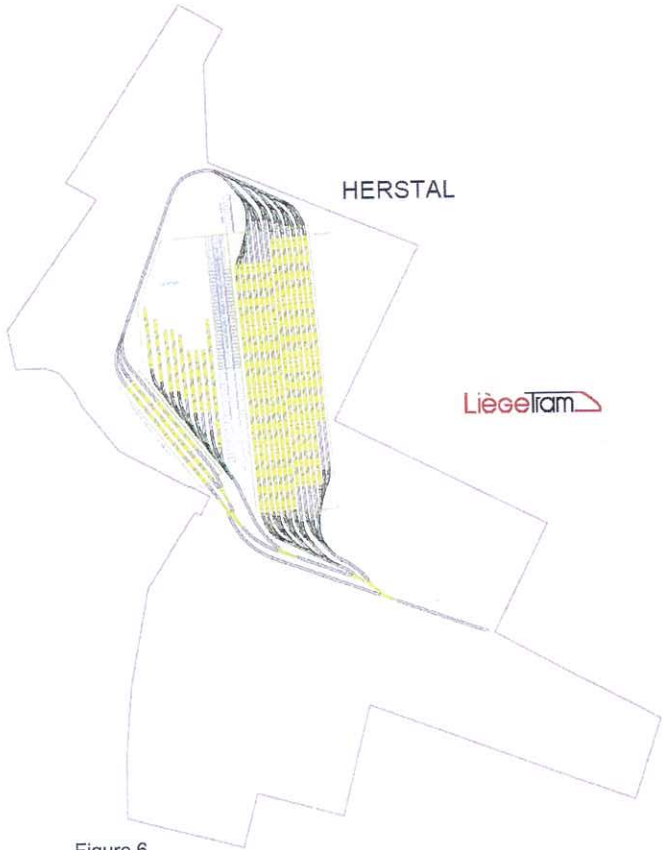


Figure 6

3.2 Position des sites

3.2.1 Enjeux

Le positionnement du CDMR contient plusieurs problématiques que sont :

- La distance à la ligne
- Le positionnement linéaire sur la ligne (extrémité, intermédiaire, centre)
- Le positionnement par rapport à des points de perturbation récurrente du réseau (manifestation, match, marché, foire...)
- La proximité avec le dépôt Bus et le siège TEC
- Accès du personnel
- La proximité de certains services (pompiers, traitement des déchets...)

La distance à la ligne

La distance du CDMR à la ligne donne lieu à ce que l'on appelle des haut-le-pied, qui représentent des trajets non commerciaux. En effet, ces trajets correspondent à l'ensemble des entrées et sorties de dépôts : début de service, passage en heure pleine, passage en heure creuse et fin de service. Ces trajets ont un coût d'exploitation et un coût en matériel roulant, qui correspond aux kilomètres parcourus en entrée/sortie de dépôt.

La même problématique se pose pour la maintenance en ligne. Les interventions en ligne sont allongées du fait du temps de trajet entre le CDMR et la ligne. Cela a d'abord un coût, mais aussi des conséquences sur la qualité de l'exploitation puisque les temps de perturbation en cas de d'intervention d'urgences (poussage, réparation...) sont plus importants.

Le positionnement linéaire sur la ligne

Le positionnement linéaire sur la ligne a les mêmes conséquences que la distance à la ligne sur l'exploitation et la maintenance, à savoir les kilomètres haut-le-pied en entrées/sorties de dépôts ainsi que les temps d'intervention en ligne.

Un positionnement central offre plus de souplesse et des gains de coûts d'exploitation dans les prises de services lors des relèves en ligne des conducteurs.

En cela, le positionnement idéal du CDMR est au centre de la ligne.

C'est d'autant plus impactant que la ligne est longue. En effet, à 20km/h, le temps de parcours de bout en bout est d'environ 52 minutes, ce qui est très contraignant pour l'exploitation et la régulation de la ligne.

Le tableau suivant donne les éléments de comparaison entre un positionnement au centre de la ligne et en bout de ligne.

	En extrémité de ligne	Au centre de la ligne
Début de service commercial	Nécessité d'envoyer la moitié des rames à vide à l'autre bout de la ligne.	Pas de trajet à vide. Le service commercial démarre directement dans les 2 sens à partir du CDMR.
Passage en heure creuse	Nombreux kilomètres inutiles ou à vide	Moins de kilomètres inutiles ou à vide
Maintenance	- Temps d'intervention sur place en moyenne 2 fois plus long - Rame en panne: nécessité de stockage en terminus opposé, temps de rapatriement en moyenne 2 fois plus long	- Temps d'intervention sur place en moyenne 2 fois moins long - Rame en panne: temps de rapatriement en moyenne 2 fois moins long
Services partiels / Régulation	Flexibilité aléatoire des services partiels en cas d'incident sur la voie (en fonction de la position de l'incident). Organisation des relèves conducteurs plus réduites pouvant impacter la productivité	Plus grande flexibilité d'injection et de suppression de rames. Meilleure adaptabilité/réactivité de la régulation. Possibilités de relèves des conducteurs dans les deux sens en milieu de journée permettant une optimisation de production
Deuxième ligne de tramway	Utilisation difficile du CDMR pour la maintenance et le remisage des rames d'une éventuelle deuxième ligne	Utilisation possible du CDMR pour la maintenance et le remisage des rames d'une éventuelle deuxième ligne

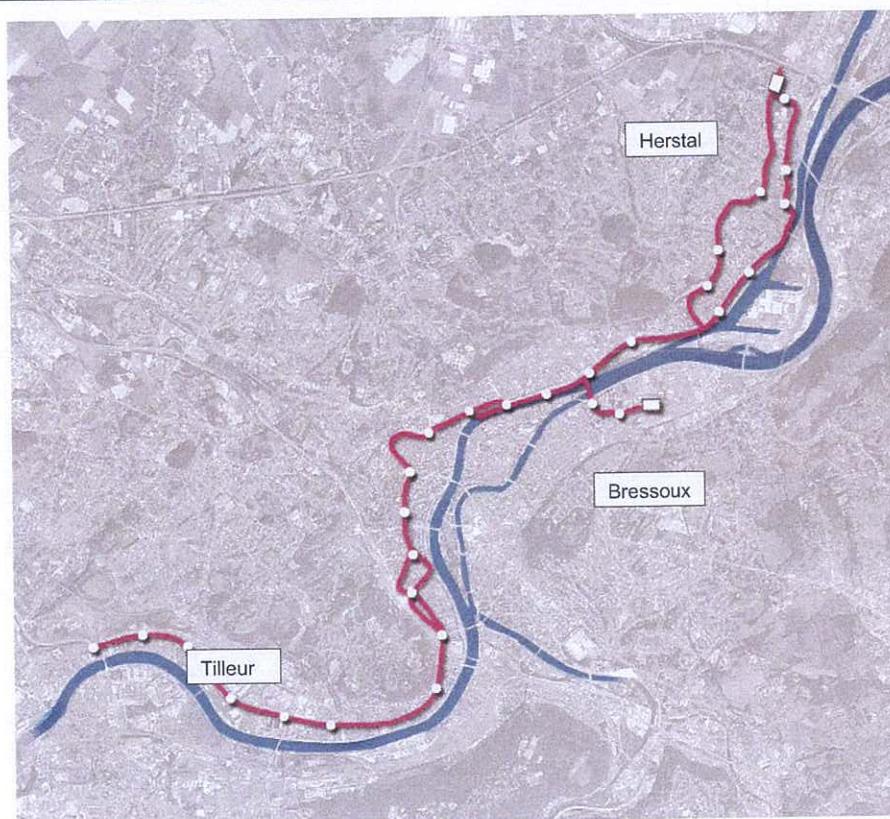


Figure 6

Les perturbations récurrentes du réseau

A une moindre mesure, il est important d'étudier le positionnement du CDME par rapport aux perturbations récurrentes rencontrées sur le parcours. En effet, certains positionnements peuvent isoler le CDME par rapport à la ligne et gêner l'exploitation. Là encore, un positionnement au centre de la ligne est en général plus favorable.

Les points de perturbations de l'exploitation récurrents identifiés sont : les matchs de football au stade du Standard, les manifestations place St Lambert.

Les manifestations telles que le marché de la Batte et la foire d'octobre ne devraient pas perturber le service (sous réserve de l'instauration de mesures d'accompagnement permettant de confiner l'exploitation de la foire en protégeant le site propre).

La proximité avec le dépôt Bus et le siège TEC

Faute de pouvoir réaliser un dépôt mixte Bus et Tram, la proximité des dépôts tram et bus permet d'optimiser l'exploitation.

En effet, la polyvalence des conducteurs, pour la conduite du bus et du tramway est la règle, sauf cas particulier (Bruxelles).

La polyvalence donne beaucoup d'avantages (diversité du métier, maintien des connaissances pour les modes dégradés, apaisement social...); c'est pourquoi la proximité d'un dépôt bus avec le dépôt tram permet une meilleure acceptation par le personnel de ce nouveau mode d'organisation.

Il peut se présenter plusieurs cas de figure :

- Un dépôt mixte, remisage bus + tram permet une réelle optimisation des postes de structure, et des conducteurs de réserve. Ce cas est ici exclu.
- Une proximité permet une meilleure acceptation de la polyvalence, et peut permettre quelques optimisations de ressources (conducteurs de réserve, planification, ...)
- Un éloignement ne permet aucune optimisation et, en fonction des pratiques actuelles, la polyvalence peut plus ou moins être acceptée.

Accès du personnel

Les 3 sites ont des accès routiers assez favorables en termes d'accessibilité des terrains, de proximité des grands axes majeurs, de saturation des axes et de modification des flux de circulation existants. L'accès de véhicules lourds ne pose pas non plus de problème. L'accès en transport en commun aux 3 sites, dans l'état actuel du réseau, est assez bon et assez équivalent.

L'accès du personnel n'est donc pas un critère déterminant pour différencier les 3 sites.

La proximité de certains services (pompiers, traitement des déchets...)

Ce critère est beaucoup moins important que les précédents mais c'est un critère de différenciation qualitatif retenu parmi les critères Tramstore 21.

La proximité des services de pompier est bonne pour les 3 sites. Il s'agit de la caserne de Sart Tilman pour Tilleur, Ransonnet pour Bressoux et d'Herstal pour le site d'Herstal. Les 3 sites ne sont pas différenciables sur ce critère.

3.2.2 Comparatif des 3 sites

Tilleur

Le terrain de Tilleur est situé à 80m de la ligne, ce qui ne donne pas lieu à des kilomètres haut-le-pied significatifs.

Cependant, le site est situé 2,5 km et 14,5 km de chaque terminus. Les kilomètres haut-le-pied moyens sont évalués à 130 000 km par an, ce qui correspond à un coût d'1 millions d'euros annuels moyens supplémentaires en exploitation / maintenance.

Ce coût est estimatif et ne couvre pas les temps supplémentaires d'intervention en ligne pour la maintenance ou le dépannage.

Afin de diminuer légèrement les kilomètres haut-le-pied, quelques rames pourront être positionnées de jour dans des zones de stockage en ligne avec en contrepartie des risques accrus de vandalisme. Cette solution est donc loin d'être idéale et n'est pas recommandée de nuit où le vandalisme est largement supérieur.

Pour finir, en période de match, le CDME est situé sur un tronçon court : Standard – Jemeppe. L'exploitation, en cours de match, imposera certainement une exploitation en 2 tronçons avec des services partiels de part et d'autre du stade. Un stockage de rames sera ainsi nécessaire côté Standard – Herstal. En effet, le stade alors coupe la liaison avec le dépôt. Il n'y a donc plus de possibilité d'entrées/sorties de rames, ni d'intervention en ligne avec le rail-route, ce qui peut s'avérer assez contraignant. D'autre part, le dépôt étant isolé de la ligne, ce mode d'exploitation offrira très peu de souplesse pendant toute la période du match, ce qui représentera un surcoût.

Bressoux

Le terrain de Bressoux est situé à 100 m de la ligne ; dans le cas d'une exploitation de l'antenne Droixhe, ceci ne donne pas lieu à des kilomètres haut-le-pied significatifs pour la distance à la ligne.

Le terrain de Bressoux est situé à 1,3 km de la jonction au pont Atlas avec le tronc commun.

De plus, le pont de l'Atlas est situé à 11,5 km et 5,5 km de chacun des terminus, ce qui signifie que les kilomètres haut-le-pied théoriques sont en moyenne de 90 000 km annuels. Ceci correspond à un coût estimatif de 700 000 euros annuels supplémentaires en exploitation / maintenance qui est nettement inférieur aux deux autres sites.

En parallèle, les interventions d'exploitation, de régulation, de dépannage et de maintenance en ligne sont plus courtes du fait de la position assez centrale du site, ce qui représente un gain significatif de qualité de service et en coût d'exploitation mais est difficilement chiffrable.

De plus, la proximité du terrain de Bressoux avec le dépôt bus de Robermont est un facteur d'optimisation et de flexibilité de l'exploitation. Cela permettra notamment une meilleure coordination de l'exploitation et des réseaux tram et bus.

Le choix de ce site imposera une voie double sur le pont de l'Atlas pour éviter l'isolement du site.

Enfin, la proximité du site avec la ligne 2 pourra être un avantage pour l'exploitation et pour la maintenance.

Herstal

Le terrain de Herstal est situé à 100m de la ligne, ce qui ne donne pas lieu à des kilomètres haut-le-pied significatifs pour la distance à la ligne.

Cependant, le site est situé à 300 m et 16,7 km de chacun des terminus. Les kilomètres haut-le-pied moyens sont évalués à 175 000 km annuel, ce qui correspond à un coût estimatif d'1,4 millions d'euros annuels supplémentaires en exploitation / maintenance.

Ce coût ne couvre pas les temps supplémentaires d'intervention en ligne pour la maintenance ou le dépannage.

Afin de diminuer légèrement les kilomètres haut-le-pied, quelques rames pourront être positionnées de jour dans des zones de stockage en ligne avec en contrepartie des risques accrus de vandalisme. Cette solution est donc loin d'être idéale et n'est pas recommandée de nuit où le vandalisme est largement supérieur.

Le choix de ce site imposera une voie double sur les rues du crucifix et Delsupexhe pour éviter l'isolement du site.

3.2.3 Synthèse

	Tilleur	Bressoux	Herstal
Position du dépôt	-	++	-
Risque d'isolement du dépôt	- -	-	-
Accès du personnel	+	+	+
Accès véhicules lourds	+	+	+
Proximité axe future ligne 2	-	+	-
Proximité Dépôt de bus Robermont	-	+	-
Proximité services pompiers	+	+	+

3.3 Contraintes environnementales

Afin de pouvoir offrir un service de qualité, ponctuel et régulier, l'exploitation d'une ligne de tramway ne doit pas être perturbée par les aléas naturels ou technologiques liés à son environnement.

En ce qui concerne l'exploitation et la maintenance, à ce stade des études, seules des contraintes d'inondation ont été identifiées. Elles sont situées sur le terrain de Tilleur qui est sur un site inondable, ce qui n'est pas le cas de Bressoux et d'Herstal. Ce problème sera réglé par un système de pompage coûteux en maintenance et donnant également lieu à un risque de panne induisant des perturbations d'exploitation (cf. également contraintes de construction).

	Tilleur	Bressoux	Herstal
Contraintes environnementales	+	++	++

3.4 Coûts d'exploitation / Maintenance

Le tableau suivant donne une synthèse des coûts d'exploitation estimatifs induits selon le choix du site.

Ce tableau ne prend pas en compte les coûts d'intervention en ligne qui sont difficilement chiffrables, mais qui avantagent également les sites centraux.

Ne sont pas inclus les coûts d'exploitation induits sur Tilleur par un potentiel défaut d'optimisation de l'aménagement des circulations piétonnes et tram. Ce coût n'est pas négligeable en termes de productivité des équipes mais il est difficilement chiffrable.

Ne sont pas non plus inclus les gains d'exploitation dus à la proximité des dépôts tram et bus qui est difficile à chiffrer car très dépendante de l'organisation de l'exploitation.

Coûts estimatifs des kilomètres haut-le-pied

	Tilleur	Bressoux	Herstal
Haut-le-pied annuels moyens dus au positionnement du dépôt	1M€	700k€	1.4M€
Haut-le-pied total sur 30 ans	30M€	21M€	42M€

3.5 Synthèse des critères d'exploitation / maintenance

Critères	Tilleur	Bressoux	Herstal
Surface, géométrie du terrain	--- 4,5 hectares Faisable mais peu de marge Aménagements peu fonctionnels	++ 10 hectares Grande capacité d'extension Aménagements qualitatifs	++ 9 hectares Grande capacité d'extension Aménagements qualitatifs
Position du site	- Position excentrée Beaucoup de haut-le-pied Mauvaise réactivité d'exploitation Matches au Standard problématiques Zone inondable	++ Position centrale déportée Peu de haut-le-pied Bonne réactivité d'exploitation Temps d'intervention plus courts Mutualisation dépôt ligne 2 possible Proximité dépôt Robermont	- Position en extrémité Beaucoup de haut-le-pied Mauvaise réactivité d'exploitation
Coûts d'exploitation / Maintenance	- Env. 30M€ sur 30 ans (haut-le-pied) + Interventions en ligne plus longues + Productivité moins bonne	++ Env. 21M€ sur 30 ans (haut-le-pied) + Temps d'intervention en ligne plus court + Gain mutualisation Robermont	--- Env. 42M€ sur 30 ans (haut-le-pied) + interventions en ligne plus longues

4 Critères de construction

4.1 Contraintes du terrain

4.1.1 Enjeux

Servitudes :

Les figures 7, 8 et 9 donnent les plans d'affectations urbanistiques pour chaque site.

Tilleur : le site est limitrophe des faisceaux de voies de la SNCB. Il est donc probable que la SNCB exige un accès routier à ces faisceaux, comme c'est le cas actuellement. Un pylône à haute tension se dresse dans la zone disponible pour le dépôt. Un déplacement de ce pylône devra peut-être être envisagé.

Bressoux : Le site est également limitrophe des faisceaux de voies de la SNCB. Il est donc probable que la SNCB exige un accès routier à ces faisceaux, comme c'est le cas actuellement.

Herstal : un exutoire canalisant un ruisseau traverse le site.

Pollution du site :

La pollution du site est peu évidente à évaluer sans effectuer une campagne de caractérisation des zones basées sur une étude historique des sites. Sur base des utilisations antérieures des terrains Tilleur et Bressoux sont ou ont été des surfaces industrielles, ce qui n'est pas le cas (ou beaucoup moins en tout cas) d'Herstal. Ce terrain, qui est resté à l'état « naturel », risque moins d'être pollué qu'un ancien site industriel.

Géologie :

Cet enjeu nécessite des investigations non réalisées à ce stade. Néanmoins, situés tous trois dans la plaine alluviale de la Meuse, ce critère ne devrait pas départager les sites.

Archéologie :

Dans tous les cas, le site choisi sera mis à la disposition des services archéologiques de la Région wallonne. Ce service pourrait, au stade actuel, nous renseigner sur la probabilité de découvertes intéressantes.

4.1.2 Comparatif des 3 sites

	Tilleur	Bressoux	Herstal
Servitudes	-	-	+
Pollution du site	-	-	+
Géologie	à affiner	à affiner	à affiner
Archéologie	à affiner	à affiner	à affiner

4.2 Acquisition

4.2.1 Enjeux

Tilleur :

La zone n'appartient qu'à un seul propriétaire, en l'occurrence la Société Cockerill : Grande facilité d'expropriation.

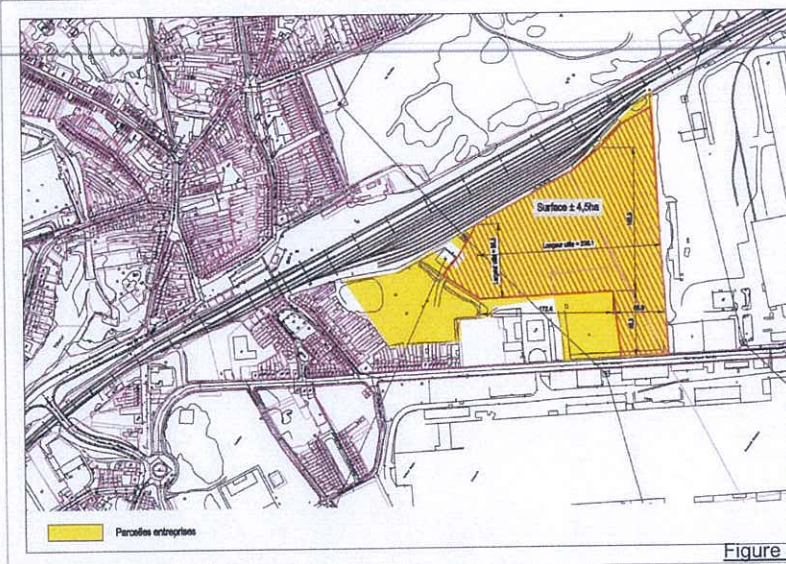


Figure 7

Bressoux :

Deux propriétaires, dont la SNCB et un bâtiment industriel en activité. Dès lors, l'acquisition du terrain sera conditionnée par la conclusion d'un accord avec la SNCB ainsi que le déménagement du bâtiment dans les délais requis.

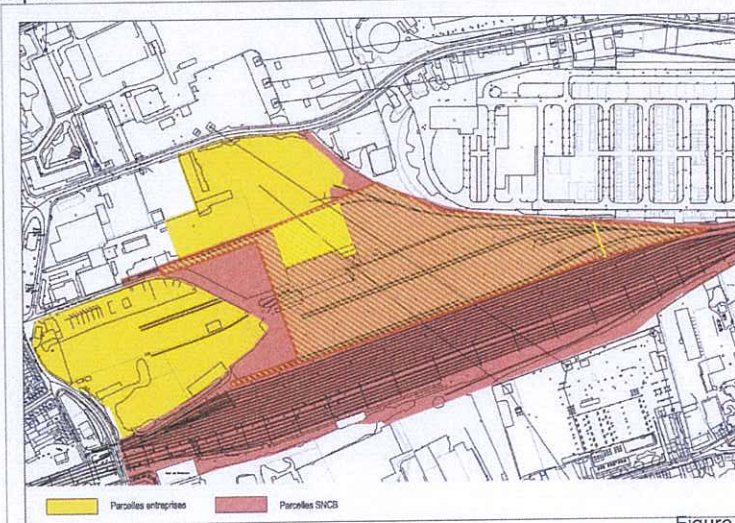


Figure 8

Herstal :

Les propriétaires sont plus nombreux : Les démarches seront donc assez lourdes.

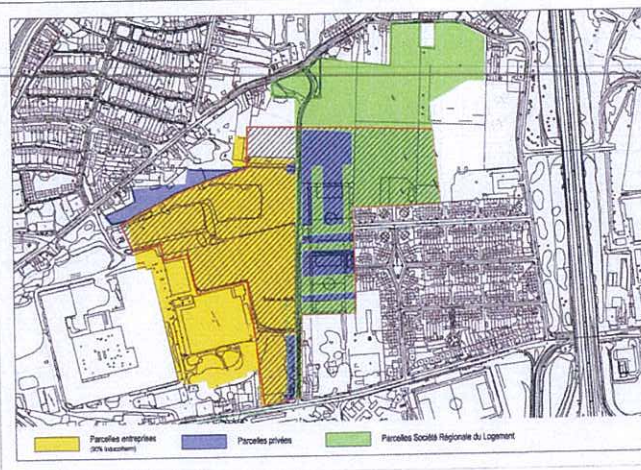


Figure 9

4.2.2 Comparatif des 3 sites

	Tilleur	Bressoux	Herstal
Facilité d'acquisition	++	-	+

4.3 Connexion au réseau

Ce critère analyse les contraintes de construction pour relier le dépôt à la ligne. Pour les 3 sites envisagés, les connexions au réseau ne posent pas de problèmes particuliers de construction. Il n'est donc pas déterminant de les départager sur ce critère.

	Tilleur	Bressoux	Herstal
Connexion au réseau	++	++	++

4.4 Contraintes environnementales

L'inondabilité est une contrainte environnementale identifiée sur le site de Tilleur uniquement ; celle-ci sera traitée par un système de pompage qui engendre des coûts de construction.

D'autre part, le **type de voisinage** est également important. Il détermine, en partie, la bonne intégration du site dans son environnement urbain.

Même si la SRWT peut s'écarter des affectations du plan de secteurs, le site d'Herstal se trouve sur un secteur d'habitat et il est **proche d'habitations existantes** qui peuvent subir des **nuisances sonores** de la part du dépôt, notamment la nuit. Cependant, un positionnement dans la partie sud-ouest du terrain éloignerait le dépôt des habitations. Dans tous les cas, il faudra mettre en place des **moyens d'atténuation** adaptés.

Les sites de Tilleur et de Bressoux sont dans des zones d'activité industrielles, ce qui implique peu de nuisances pour le voisinage.

Le site de Bressoux est situé dans la zone de protection de captage d'eau de Jupiler. Une étude plus précise devra déterminer les obligations d'une telle zone, mais, au vu de l'utilisation actuelle du terrain, l'impact devrait être mineur.

	Tilleur	Bressoux	Herstal
Inondabilité	-	++	++
Secteur d'affectation urbanistique	++	++	++
Isolation du voisinage	++	++	-

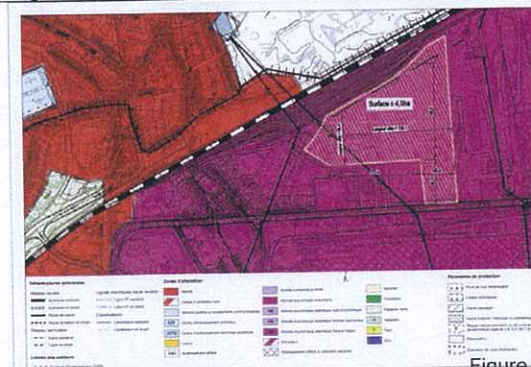


Figure 10

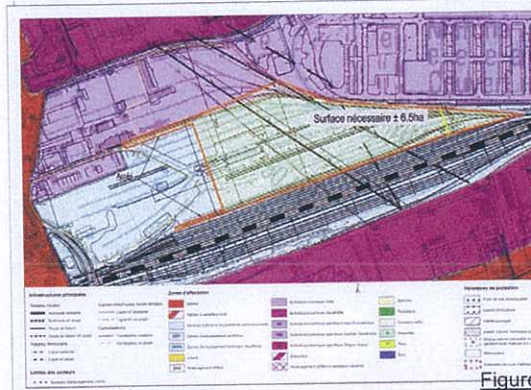


Figure 11

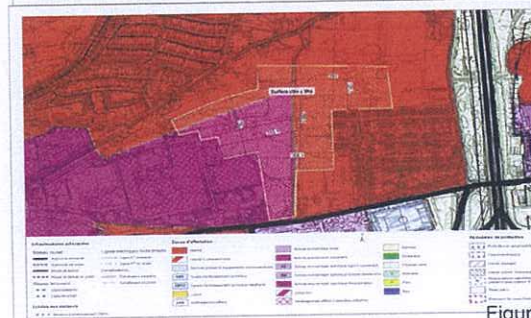


Figure 12

4.5 Voie d'essai

4.5.1 Enjeux

L'enjeu est celui de pouvoir trouver 750m de voie provisoirement isolée des autres flux (routier/piéton) pour tester la réception des rames. Pour des questions de planning, il est très préférable qu'elle se situe au dépôt ou à proximité.

4.5.2 Comparatif des 3 sites

Les 3 sites permettent une implantation de voie d'essai assez proche.

	Tilleur	Bressoux	Herstal
Voie d'essai	+	+	+

4.6 Surcoûts de construction

Le tableau ci-dessous donne un aperçu des surcoûts de construction engendrés par chacun des sites.

Surcoûts de construction

	Tilleur	Bressoux		Herstal
		Cas où l'antenne n'est pas exploitée	Cas où l'antenne est exploitée	
Acquisition / Expropriation	++ 1 seul propriétaire	- Plusieurs propriétaires dont SNCB et bâtiment industriel		+ Plusieurs propriétaires
Démolition	++	-		++
Dépollution	-	-		+
Terrassement	++	++		- De 10 à 15m de dénivelé
Liaison dépôt-ligne	++	Env. 20M€ 1,3km de ligne + adaptation du pont Atlas	++	++
Système de pompage	-	++		++
Surcoût total	+	- -	+	+

4.7 Synthèse : Critères de construction

Critères	Tilleur		Bressoux		Herstal	
Contraintes du terrain, Occupation	++	Peu de contraintes	+	Plusieurs propriétaires dont SNCB et bâtiment Démolition des voies ferrées	+	10-15m de dénivelé à terrasser et à soutenir Plusieurs propriétaires
Intégration / environnement	+	Secteur classé « Industrie » Système de pompage nécessaire	++	Secteur classé « Services publics et industrie »	-	Secteur classé « Industrie et habitat » Dispositifs d'isolation des habitats
Surcoûts de construction	+	Dépollution, ligne haute tension	- -	Env. 20M€, 1,3km de voies et adaptation pont Atlas dépollution, démolition, acquisition plus coûteuse *		Dépollution démolition, acquisition plus coûteuse
			+		+	Terrassement, acquisition plus coûteuse

* Cas où l'antenne n'est pas exploitée

5 Récapitulatif multicritère

Critères		Tilleur	Bressoux		Herstal			
Critères d'exploitation / maintenance								
Surface, géométrie du terrain	---	4,5 hectares Faisable mais peu de marge Aménagements peu fonctionnels	++	10 hectares Grande capacité d'extension Aménagements qualitatifs	++	9 hectares Grande capacité d'extension Aménagements qualitatifs		
Position du site	-	Position excentrée Beaucoup de haut-le-pied Mauvaise réactivité d'exploitation Matches au Standard problématiques Zone inondable	++	Position centrale déportée Peu de haut-le-pied Bonne réactivité d'exploitation Temps d'intervention plus courts Mutualisation dépôt ligne 2 possible Proximité dépôt Robermont	-	Position en extrémité Beaucoup de haut-le-pied Mauvaise réactivité d'exploitation		
Coûts d'exploitation / Maintenance	-	Env.30M€ sur 30 ans (haut-le-pied) + Interventions en ligne plus longues + Productivité moins bonne	++	Env. 21M€ sur 30 ans (haut-le-pied) + Temps d'intervention en ligne plus court + Gain mutualisation Robermont	---	Env. 42M€ sur 30 ans (haut-le-pied) + interventions en ligne plus longues		
Critères de construction								
Contraintes du terrain, Occupation	++	Peu de contraintes	+	Plusieurs propriétaires dont SNCB et industriel Démolition des voies ferrées	+	10-15m de dénivelé à terrasser et à soutenir Plusieurs propriétaires		
Intégration / environnement	+	Secteur classé « Industrie » Système de pompage nécessaire	++	Secteur classé « Services publics et industrie»	-	Secteur classé « Industrie et habitat » Dispositifs d'isolation des habitats		
Surcoûts de construction	+	Dépollution, ligne haute tension	--- *	+	Env. 20M€, 1,3km de voies et adaptation pont Atlas dépollution, démolition, acquisition plus coûteuse *	Dépollution, démolition, acquisition plus coûteuse	+	Terrassement, acquisition plus coûteuse

* Cas où l'antenne n'est pas exploitée

6 Conclusions

Le site de Tilleur permet d'implanter le dépôt mais, pour toutes les raisons évoquées précédemment, nous ne recommandons pas l'implantation du dépôt sur ce site.

Pour ce qui est des deux autres sites, Bressoux et Herstal, ils sont tous deux intéressants en termes de surface, de possibilités d'extension et de potentiel d'aménagement, ce qui permet de mettre en œuvre un dépôt fonctionnel et viable à long terme.

Cependant, en considérant l'exploitation de l'antenne de Droixhe, il apparaît que les gains d'exploitation/maintenance sur 30 ans du site de Bressoux par rapport à Herstal sont supérieurs aux coûts de construction de l'antenne, et que, de surcroît, le site de Bressoux offre une desserte, une qualité de service et une exploitabilité/maintenabilité globalement supérieures.

Pour toutes les raisons évoquées précédemment, nous préconisons d'implanter le centre de maintenance et de remisage sur le site de Bressoux.