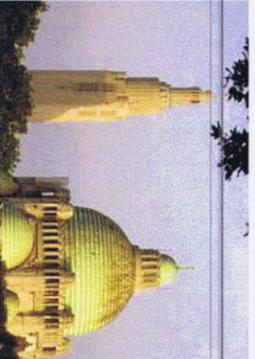


## Analyse multicritère des options à Herstal

Version F07  
05/10/2011



Document de travail - non définitif - à usage interne

AMM - 2011

## Historique des modifications

Indice	date	sommaire des modifications	émission	vérification	validation
V01	sept 11	Edition initiale	JOR - 07/09/11		
B02	09 sept 11		JOR		
B03	15 sept 11	Réunion de travail	JOR		
C04	23 sept 11	Relecture SRWT	JOR		
D05	28 sept 11		JOR		
V06	29 sept 11		JOR		
F07	04 oct. 11		JOR		

## Identification

Nom Affaire	émetteur	phase	Discipline	Forme du doc	numéro d'ordre	Indice
T1539	GR	AVP	AMV	RAP	TT_0101	F07

# Table des matières

ENJEUX URBAINS .....	7
ENJEUX CIRCULATION ET STATIONNEMENT .....	12
ENJEUX TECHNIQUES .....	19
CONCLUSION .....	29

## TRONCONS 9 et 10 : Tracé de base

### ENJEUX URBAINS

La troisième partie rejoint l'ancien site industriel du Pré-Madame par les rues Jean-Baptiste Cools et John Moses Browning, ce qui impacte, soit l'ensemble des maisons de la rue, soit la FN, en raison de l'étroitesse de cette rue.

La dernière partie du tracé passe à travers des parcelles industrielles, de biais, sans respecter la trame cadastrale des parcelles existantes ce qui a pour effet d'en impacter un grand nombre.

#### Positionnement des stations et leur desserte

La première station, près du pont de Marexhe, permet de desservir le futur espace Hayeneux. Il est composé, en plus de logements, d'un parc et de salles polyvalentes.

La deuxième station, à la gare de Herstal, permet d'optimiser l'interconnexion entre les deux modes de transport. Le tram utilise des anciennes infrastructures ferroviaires en tirant parti des quais existants qui devront être complétés par le nouveau réseau de rampes et tunnels piédonniers du projet Marexhe.

La troisième station est positionnée en cœur d'îlot au niveau de la rue Laixheau et bénéficie d'une visibilité relative depuis la rue. Elle permet de rejoindre la place Jean Jaure's, située à environ 400 mètres de celle-ci.

La quatrième station se situe au cœur du nouveau projet d'éco-quartier, sur son axe central qui a pour vocation d'être un axe de déambulation entre les parties du site. L'insertion d'une station est aisée et permettra de desservir au mieux ce morceau de quartier.

La cinquième station est située à l'intérieur du site des ACEC. Il sera nécessaire d'optimiser sa visibilité depuis la rue en Bois en arrière de site.

La sixième station est située de l'autre côté de l'autoroute E40, avec l'ambition de créer autour d'elle un nouveau projet d'aménagement à définir dans le futur par la ville d'Herstal.

**Implantation géographique**

Le tracé de base part depuis le croisement de la rue Michel Duchatto et du boulevard Ernest Solvay pour rejoindre les voies SNCB.

Venant en ouvrage au niveau des voies SNCB de la gare d'Herstal, le tracé suit des anciennes voies de chemin de fer qui, autrefois étaient en activité pour venir longer la FN rue Croix Jurlet.

Ensuite il tourne dans les rues Jean-Baptiste Cools et John Moses Browning afin de rejoindre le cœur de l'ancien site industriel du Pré-Madame qui serait reconverti en éco-village.

A la sortie de cet îlot, le tracé rejoint de façon assez rectiligne et directe les sites potentiels du P+R à Basse Campagne.

Six stations permettent de desservir Herstal :

- Une en relation avec le futur pôle Hayeneux ;
- Une en relation avec la gare SNCB de Herstal ;
- Une au plus près de la rue Laixheau ;
- Une au cœur de l'ancien site industriel de Pré-Madame ;
- Une dans le site des ACEC ;
- Une au terminus proche du P+R.

#### **Organisation urbaine**

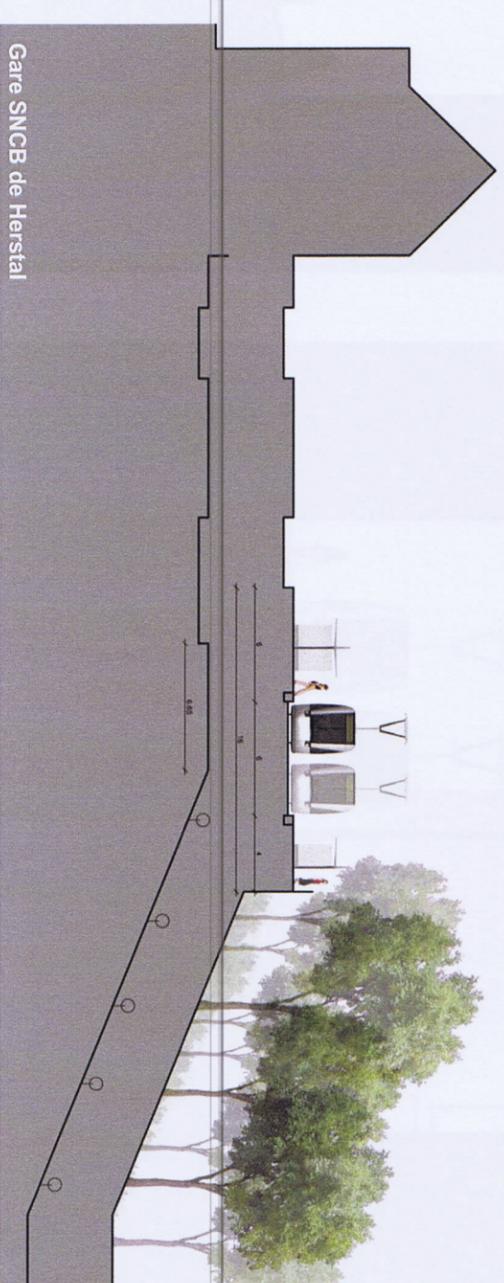
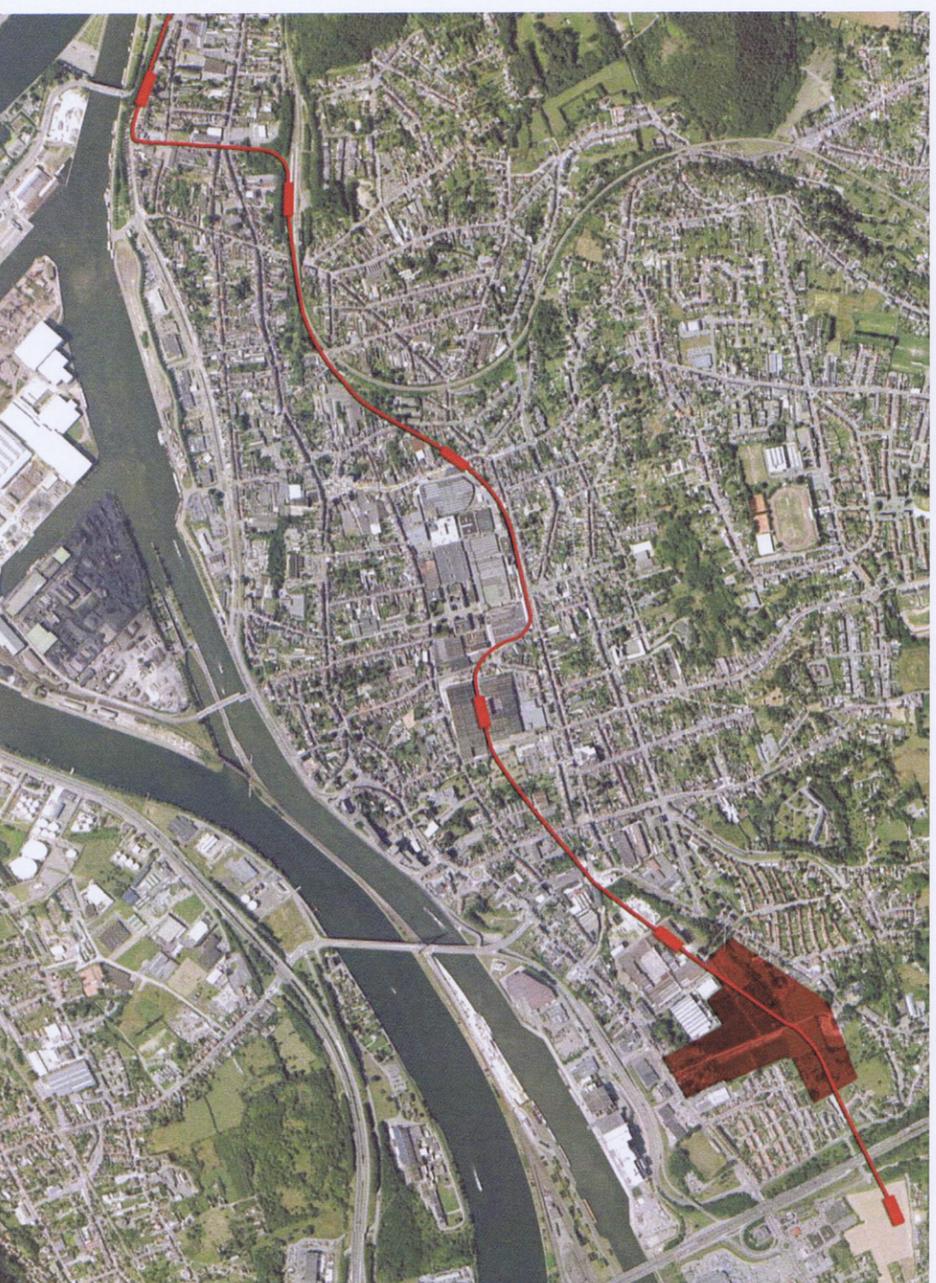
Le tracé comporte beaucoup de difficultés d'insertion car il n'emprunte pas les voiries existantes.

La première partie du tracé part du boulevard Ernest Solvay pour s'insérer le long de la rue Michel Duchatto en impactant deux grandes parcelles sur lesquelles sont implantées deux moyennes surfaces commerciales. Après la traversée de la rue Hayeneux, le tram s'incurve vers le nord à l'aide d'un important talus à créer pour atteindre le niveau de la gare SNCB.

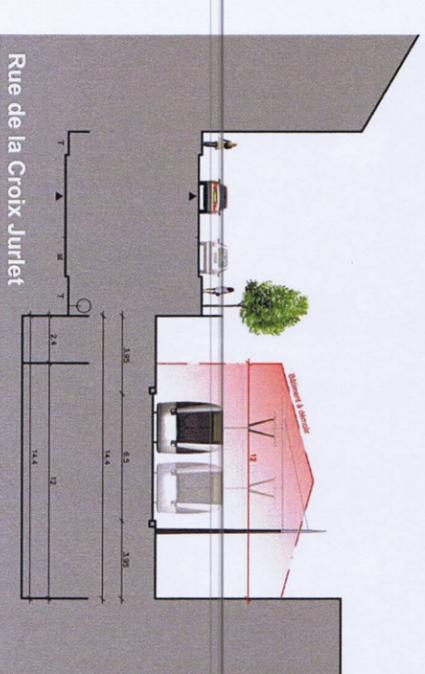
La deuxième partie du tracé, qui va depuis la gare d'Herstal jusqu'à la rue Jean-Baptiste Cools, s'insère sur l'emprise des anciennes voies de chemin de fer qui reliaient la FN au réseau ferré. Malheureusement le long de la FN, un bâtiment a été construit sur cet ancien site ferroviaire.



Construction devant les anciens bâtiments de la FN



Gare SNCB de Herstal



Rue de la Croix Jurlet



## TRONCONS 9 et 10 : Zénobe Gramme

### Implantation géographique

Le tracé du tram emprunte le boulevard Zénobe Gramme, puis le boulevard Albert 1<sup>er</sup> jusqu'à la place Licourt. D'ici, le tram s'insère au centre de la place et part dans la rue du Grand Puits.

Après la rue de la Clawenne, il poursuit tout droit en empruntant les rues du Crucifix et Pierre-Joseph Antoine pour rejoindre les sites potentiels du P+R à Basse Campagne.

Ensuite, le tram traverse l'autoroute par le tunnel existant.

Six stations permettent de desservir Herstal :

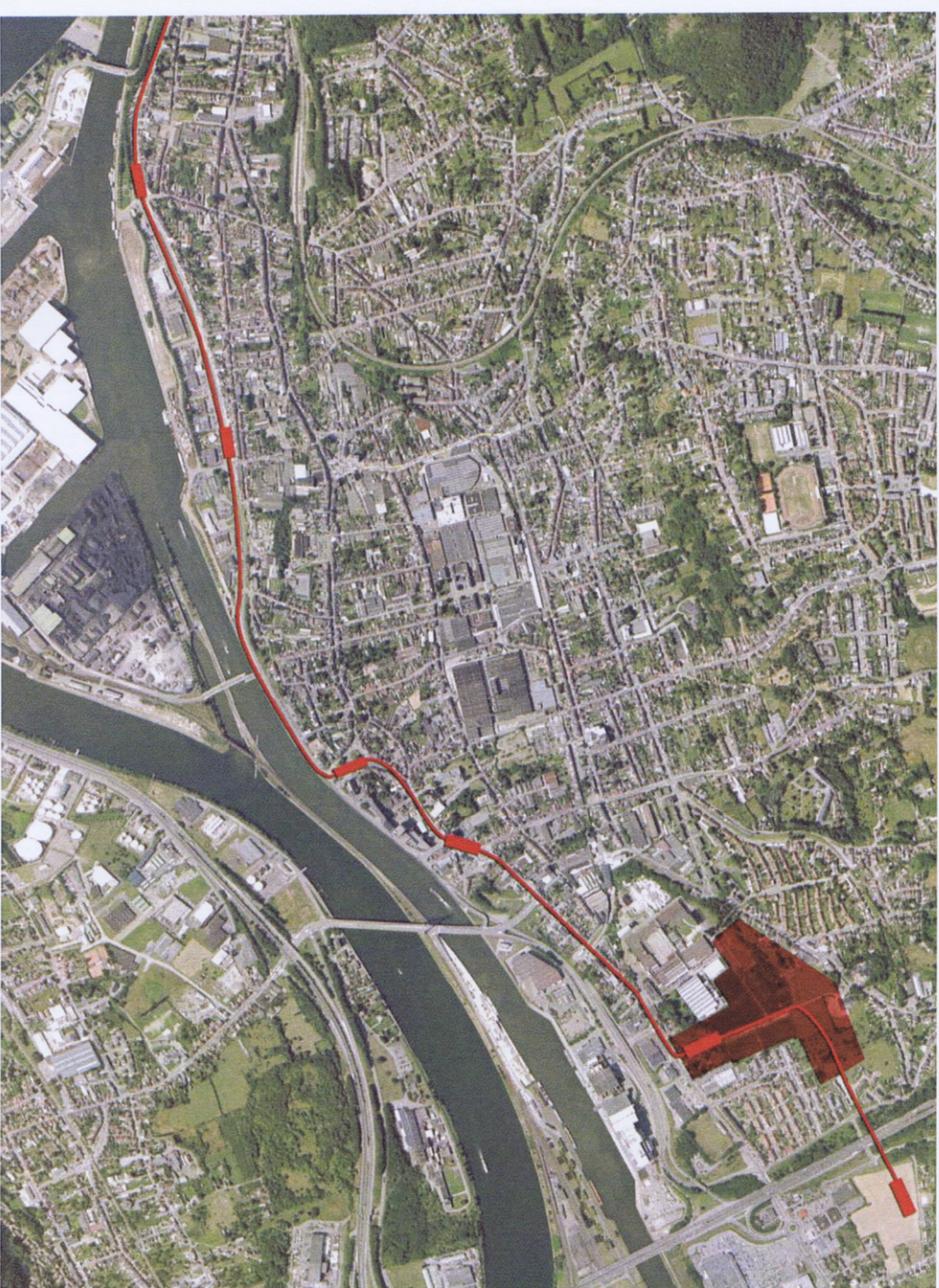
- Une à proximité de la rue Marexhe ;
- Une à hauteur de la rue des Mineurs ;
- Une place Licourt ;
- Une à hauteur de la rue de la Clawenne ;
- Une à proximité du site des ACEC ;
- Une au terminus proche du P+R.

### Organisation urbaine

L'insertion du tram sur le boulevard Zénobe Gramme jusqu'à la place Licourt ne comporte que peu de difficultés : le nouveau projet de réaménagement, réalisé partiellement à ce jour, permet d'accueillir le tram, par exemple, en position centrale, tout en gardant une voie de circulation de part et d'autre de l'axe du boulevard. Les aménagements réalisés sont donc compatibles avec le projet du tram.

Passé la place Licourt, le tram passe dans la rue du Grand Puits avec un rétrécissement ponctuel en sortie de la place. Le passage en espace partagé, restreint à la circulation locale, sur cette partie de la rue, permet de conserver le bâti ancien. La circulation locale sera régulée à l'aide de feux.

Rue du Grand Puits, pas de difficulté d'insertion. La circulation est maintenue dans un seul sens vers l'autoroute et du stationnement est possible.



### ENJEUX URBAINS

Par contre, l'insertion du tram sur rue du Crucifix impacte fortement un côté de la rue sur environ 350 à 400 mètres. En effet, la largeur existante de la rue ne permet pas de maintenir une voie de circulation avec deux voies de tram. La localisation en « bout de ligne » du tram, avec une fréquence moins importante, peut justifier de passer le tram en voie banalisée ou en voie unique afin de préserver l'habitat existant. Cette problématique est développée dans les enjeux techniques.

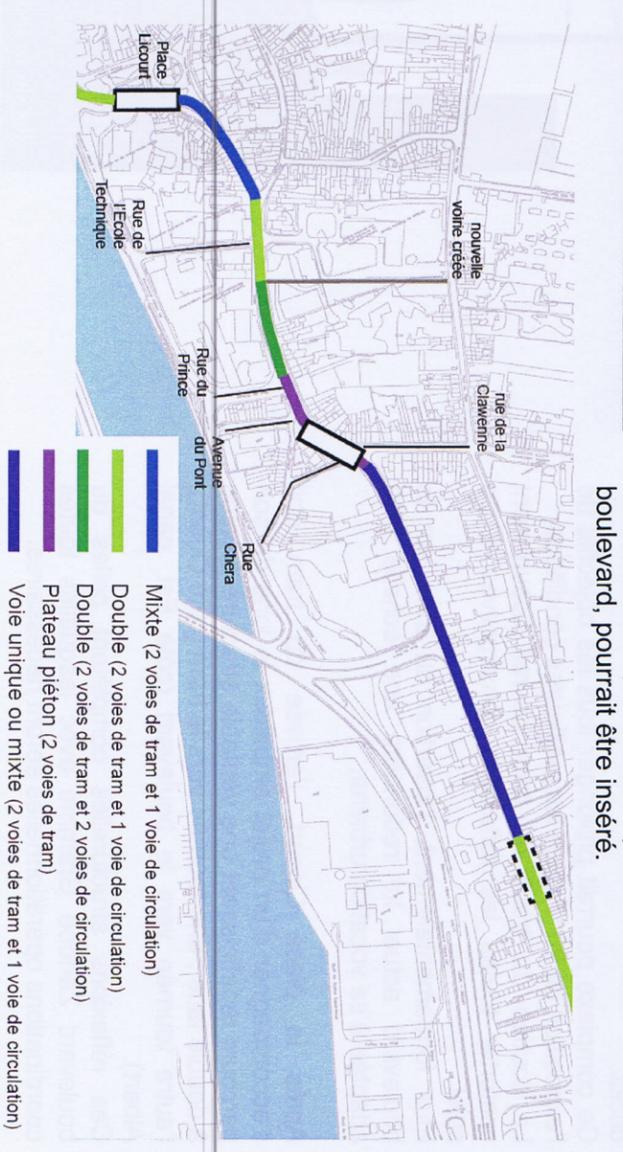
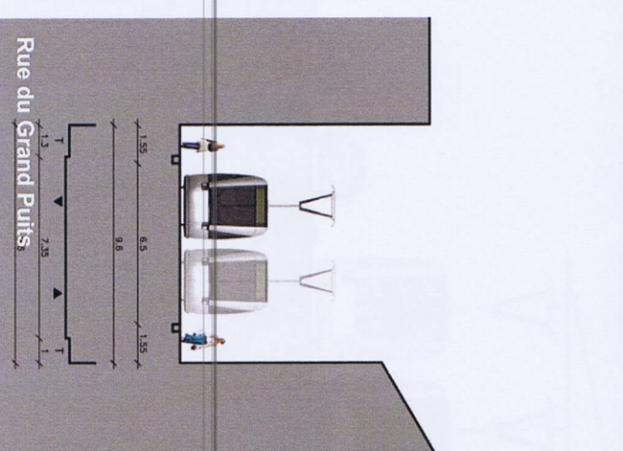
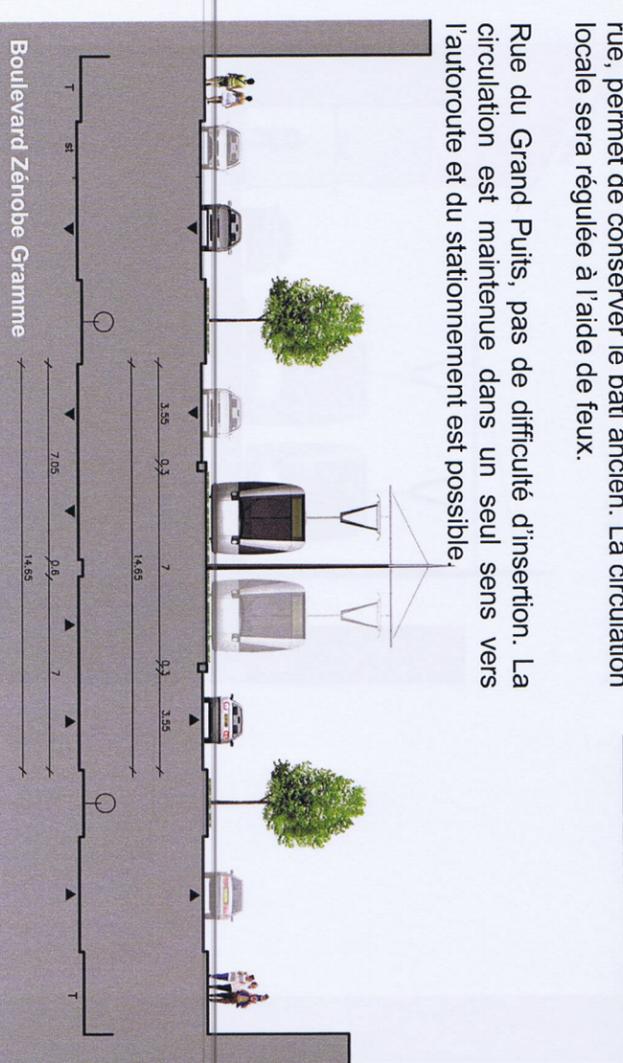
A partir de la rue Pierre-Joseph Antoine, l'emprise s'élargit et permet, à nouveau, d'insérer les deux voies du tram ainsi qu'une voie de circulation.

Il est important de noter que le passage du tram sur la rue du Crucifix implique la mise à double sens du boulevard Albert 1<sup>er</sup> (Voie Intradel) afin de ne conserver que de la circulation locale sur l'axe de la rue du Crucifix depuis la place Licourt.

### Positionnement des stations et leur desserte

La première station, à proximité de la rue Marexhe, permet de desservir le quartier d'habitat dense situé autour de la rue Marexhe et de la rue de la Station (rues Saint Lambert et Houyoux). Elle est située à une distance de 360 mètres du nouveau pôle urbain s'articulant autour de la gare rénovée.

La deuxième station, à proximité de la rue des Mineurs, est située à 300 mètres du cœur historique d'Herstal, les places Camille Lemonnier et Jean Jaurs. Elle dessert idéalement le pôle administratif et le nouvel Hôtel de Ville au cœur duquel un cheminement piéton de qualité, tourné vers le boulevard, pourrait être inséré.



- Mixte (2 voies de tram et 1 voie de circulation)
- Double (2 voies de tram et 1 voie de circulation)
- Double (2 voies de tram et 2 voies de circulation)
- Plateau piéton (2 voies de tram)
- Voie unique ou mixte (2 voies de tram et 1 voie de circulation)

## TRONCONS 9 et 10 : Zénobe Gramme

### ENJEUX URBAINS

La troisième station, située place Licourt, permet de desservir les quartiers d'habitat dense situés entre la voie de Liège et la rue Large Voie.

La quatrième station, située à proximité de la rue de la Clawenne, permet de desservir l'important pôle scolaire. Cette station sera en liaison avec les quartiers situés sur les hauteurs de Herstal via la rue de la Clawenne.

La cinquième station, située à proximité du site des ACEC, desservira ce site en voie de réaffectation ainsi que l'important quartier d'habitations situé entre la rue A. Dufuisseau et l'avenue de la Cité Waiters. Elle permettra également de desservir un P+R en relation directe avec la voirie Intradel.

La sixième station est située, comme dans l'option de base, de l'autre côté de l'autoroute E40, avec l'ambition de créer autour d'elle un nouveau projet d'aménagement à définir dans le futur par la Ville d'Herstal.

#### Effet structurant sur l'aménagement urbain

Boulevard Zénobe Gramme depuis la rue Michel Duchatto, le tram longe des parcelles industrielles sous-exploitées par le Port Autonome de Liège.

Si l'exposition 2017 développerait tout son programme, les zones ici répertoriées devraient constituer des prolongations idéales au développement de ce site.

On pourrait imaginer tous les scénarios de développement d'un habitat nouveau reprenant le thème du développement durable, défendu par l'Europe.

Un vaste complexe habitable face à l'activité portuaire pourrait aisément s'inspirer des projets réussis à Londres ou Anvers dans leur reconquête urbaine de docks.

Ce complexe pourrait prolonger tous les objectifs de l'exposition de 2017 dans les meilleures conditions.

Le soutien du tracé du tram devrait assurément conforter toutes les réflexions constructives à ce sujet.

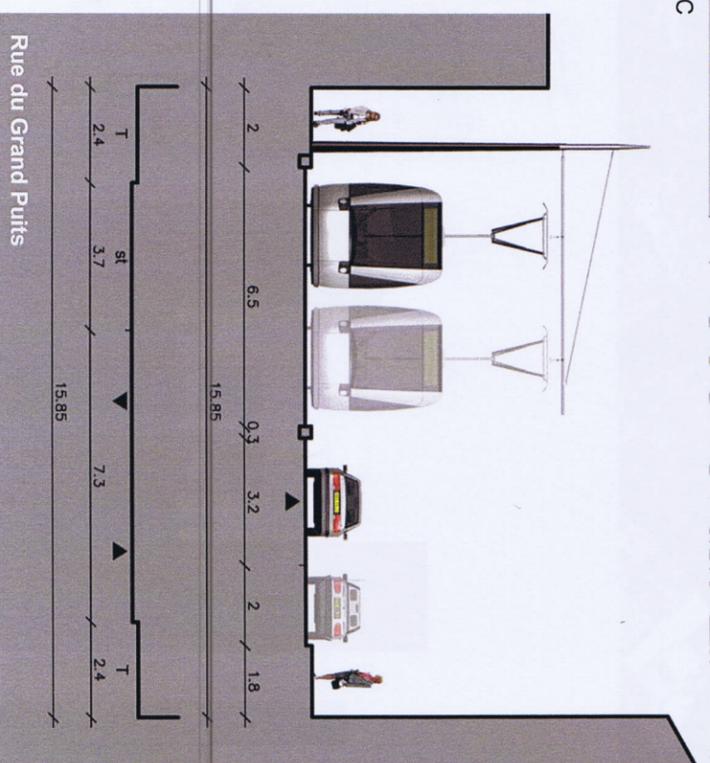
Plus fondamentalement, l'insertion du tram sur le boulevard actuel lui redonnera une échelle plus adaptée à sa vocation urbaine.

Après la place Licourt, l'arrivée du tram doit s'accompagner d'un projet ambitieux le long de son parcours redéfinissant une véritable structure urbaine à double face ; une tournée vers le tram (côté Ouest), l'autre tournée vers le boulevard (côté Est, canal Albert).

Ces réflexions structurelles complètent celles du boulevard Zénobe Gramme avec lesquelles toutes coordinations opérationnelles seront nécessaires.



Projet du site des ACEC



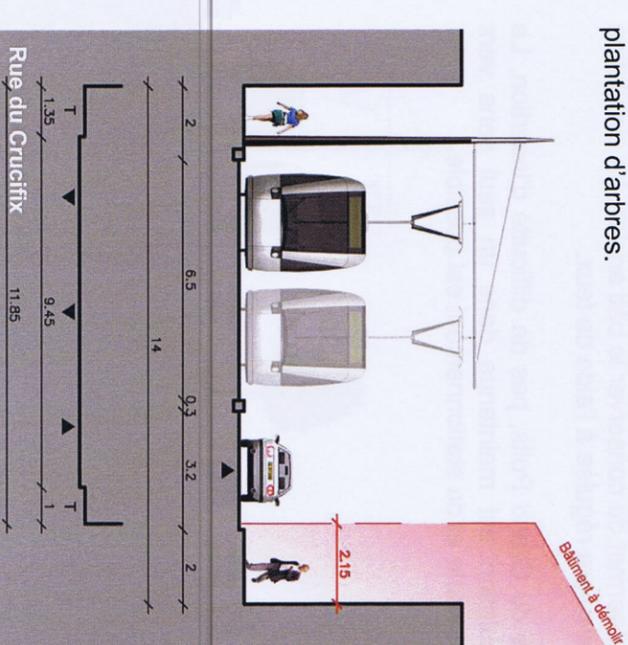
#### Cohérence avec le projet de développement urbain

Le passage du tram est en cohérence avec les nouveaux projets majeurs d'Herstal qui sont en cours :

- La deuxième phase du réaménagement du boulevard est compatible avec le tracé du tram moyennant les mêmes adaptations que celles nécessaires pour les travaux de la première phase ;
- La station de tram au droit de la rue Marexhe est à 400 mètres du nouveau pôle Gare ;
- Le projet de pôle administratif et du nouvel Hôtel de Ville seront desservis par la station de tram située au droit de la rue des Mineurs ;
- La station place Licourt, à moins de 400 mètres du site de Pré-Madame, permet une bonne desserte et est au cœur d'une valorisation du patrimoine bâti le plus ancien ;
- La station rue Pierre-Joseph Antoine permet de desservir le site industriel des ACEC qui devrait accueillir un ensemble de logements et des bureaux ;
- Le passage du tram rue du Crucifix permet la poursuite des aménagements de la voirie Intradel afin de la rendre enfin à double sens sur toute sa longueur, c'est-à-dire depuis Licourt jusqu'à la bretelle d'accès à l'autoroute E40.

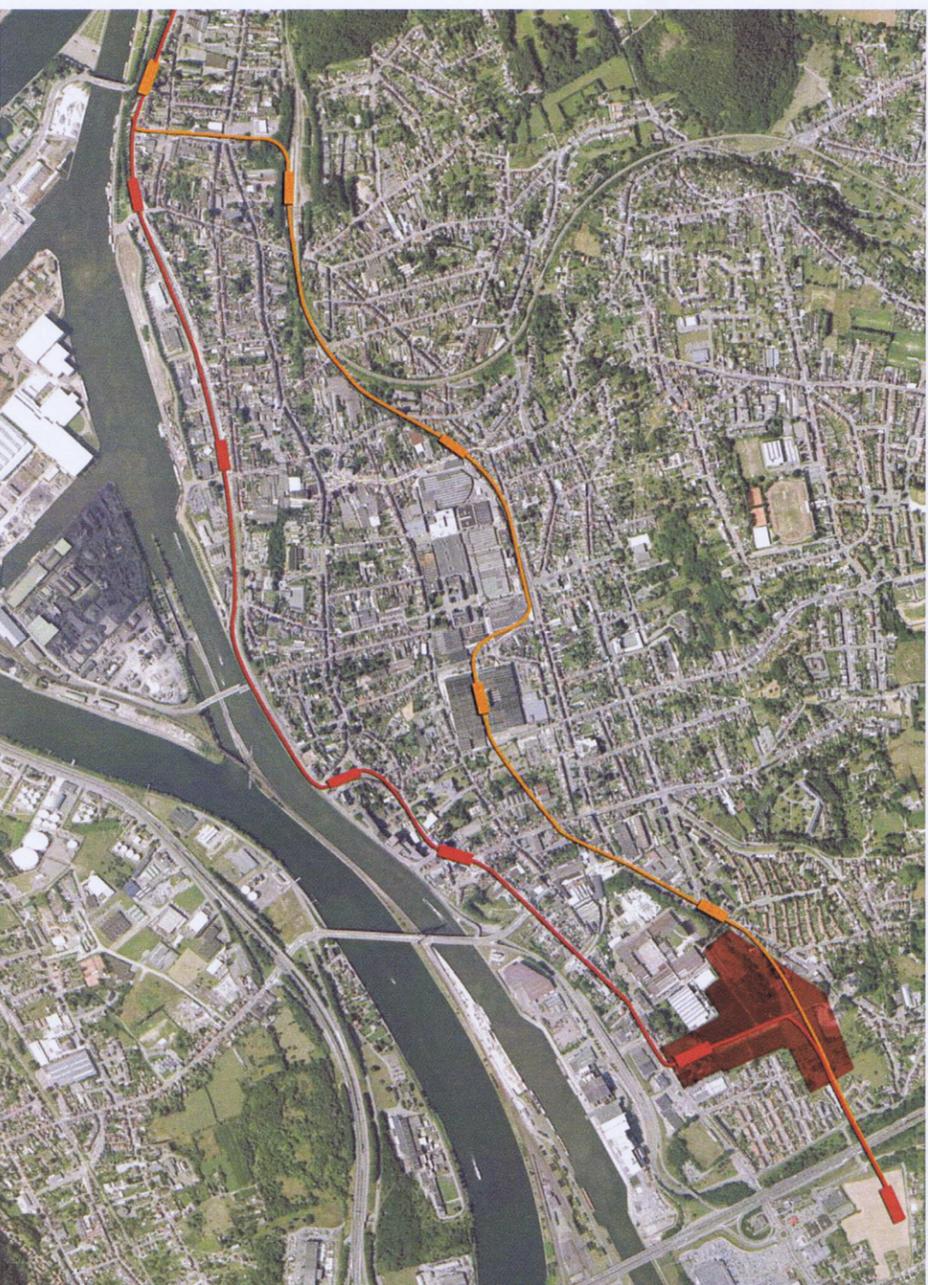
#### Bilan vert

Le passage du tram dans des emprises publiques restreintes ne permet pas d'être accompagné d'une véritable politique de reconquête végétale par la plantation d'arbres.



**TRONCONS 9 et 10**

**SYNTHESE ENJEUX URBAINS**



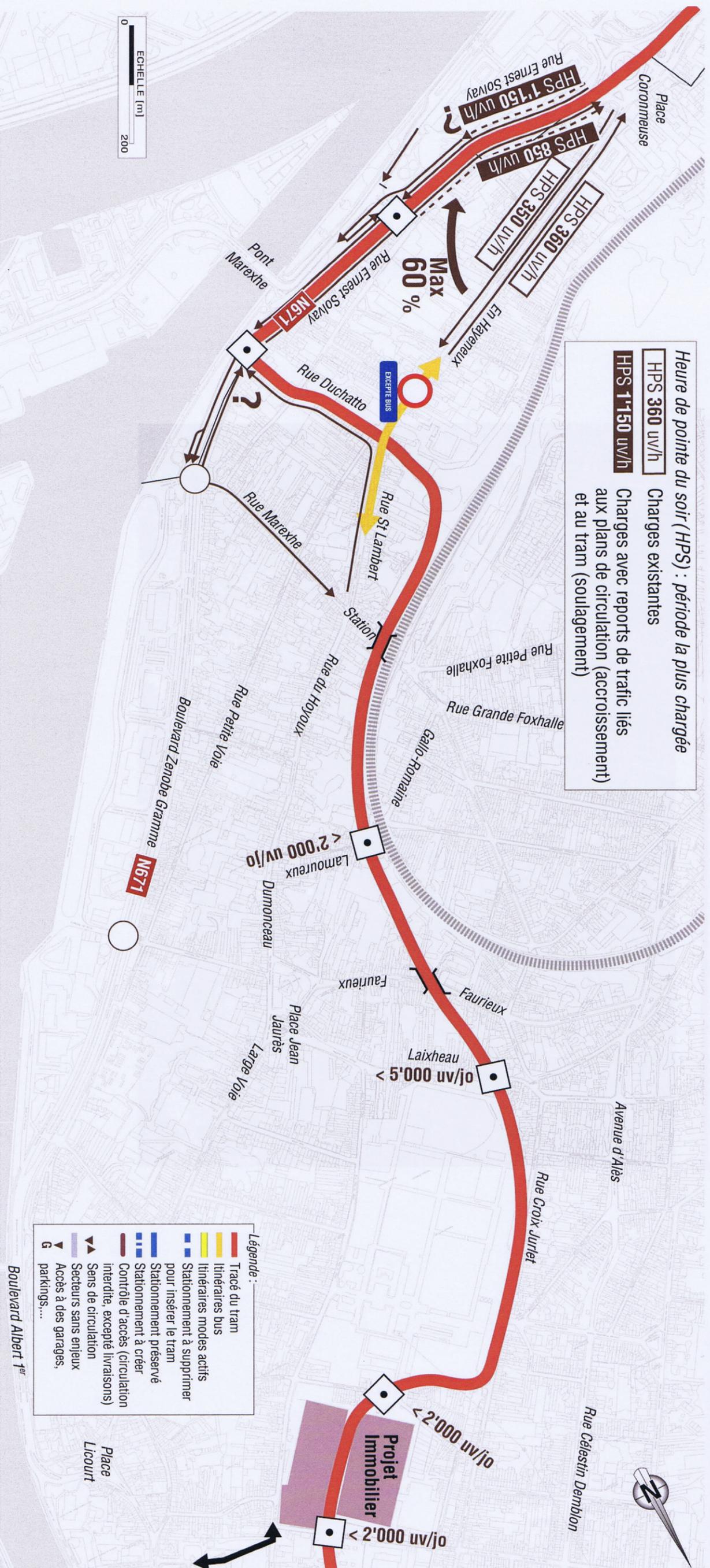
Enjeux Urbains	Tracé de base	Tracé par Zénobe Gramme
Organisation urbaine	--	+
Effet structurant sur l'aménagement urbain	--	+
Cohérence projet de développement urbain	++	++
Bilan végétal	+	-

Tracé de base	Tracé par Zénobe Gramme
-	+

## TRONCONS 9 et 10 : Tracé de base

### ENJEUX CIRCULATION ET STATIONNEMENT

### TRONCON 9



Heure de pointe du soir (HPS) : période la plus chargée

**HPS 360 uv/h**  
Charges existantes

**HPS 1'150 uv/h**  
Charges avec reports de trafic liés aux plans de circulation (accroissement) et au tram (soulagement)

- Légende :**
- Tracé du tram
  - Itinéraires bus
  - Itinéraires modes actifs
  - Stationnement à supprimer pour insérer le tram
  - Stationnement préservé
  - Stationnement à créer
  - Contrôle d'accès (circulation interdite, excepté livraisons)
  - Sens de circulation
  - Secteurs sans enjeux
  - Accès à des garages, parkings, ...

#### Circulations

Tracé en site propre en grande partie indépendant du réseau routier

- la coupure de l'axe En Hayeneux – rue du Hoyoux (excepté bus) proposée par le PCM coïncide avec le tracé du tram ;

- Les autres mesures d'insertion sur le tracé présentent un impact négligeable sur le réseau routier :
  - Passage dénivelé ;
  - Ou traversée de voiries à faible circulation.

#### Stationnement

Sauf contraintes d'expropriation ponctuelles, peu d'impact sur l'offre en stationnement actuelle.

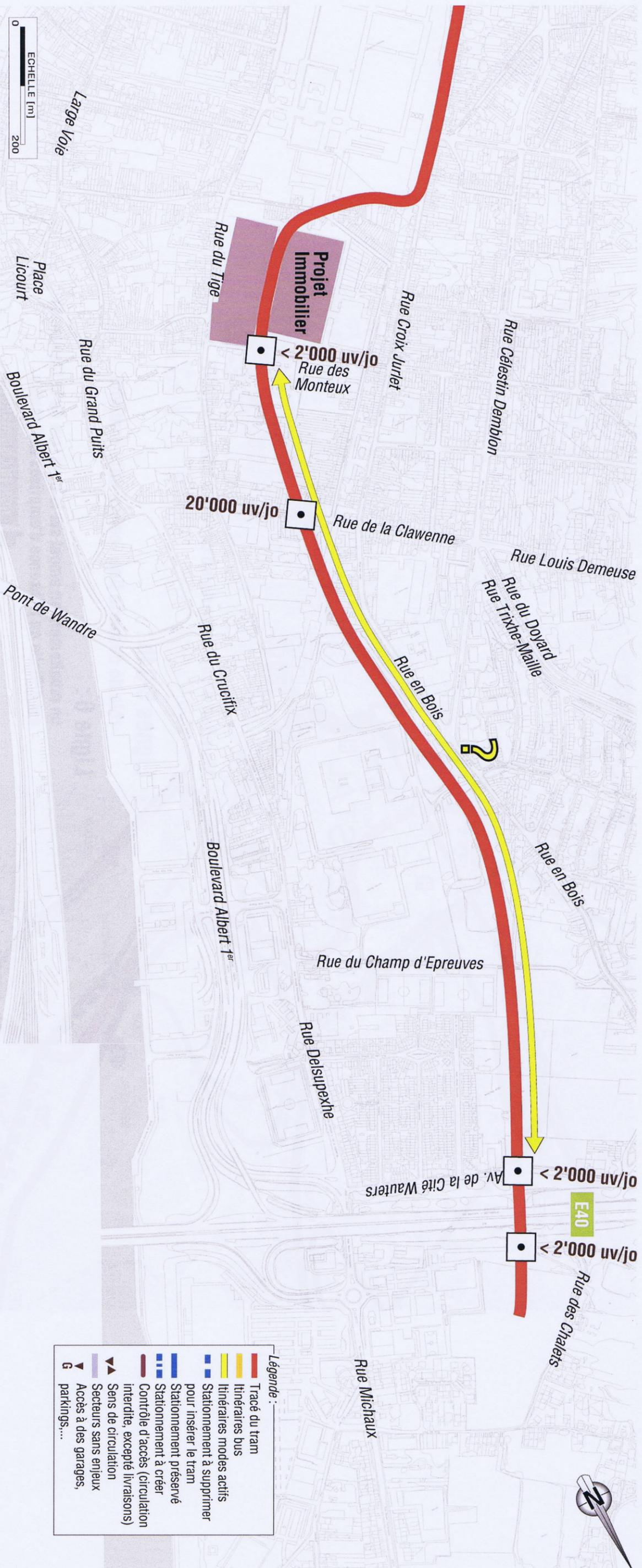
#### Conclusion

Option faisable et sans grands enjeux en termes de circulation et de stationnement.

## TRONCONS 9 et 10 : Tracé de base

### ENJEUX CIRCULATION ET STATIONNEMENT

### TRONCON 10



#### Circulations

Tracé en site propre indépendant du réseau routier (uniquement quelques traversées de voiries à faible circulation, à l'exception de la rue de la Clawenne qui sera régulée avec deux phases de feux).

#### Stationnement

Sauf contraintes d'expropriation ponctuelles, pas d'impact sur l'offre en stationnement actuelle.

#### Conclusion

Option faisable sans grands enjeux en termes de circulation et de stationnement.

## TRONCONS 9 et 10 : Tracé de base

### ENJEUX RABATTEMENT BUS



Maintien d'une desserte au centre, à affiner en AVP

**Lignes 5-34b :**

rôle de desserte fine / centre-ville confirmé

**Ligne 6 :**

un rabattement en amont sur le tram (rue de la Clawenne) est difficile en l'absence d'emprises suffisantes.

**NON RECOMMANDÉ**

le rabattement doit donc être assuré à Coromneuse ou au Pont Atlas

**À AFFINER**

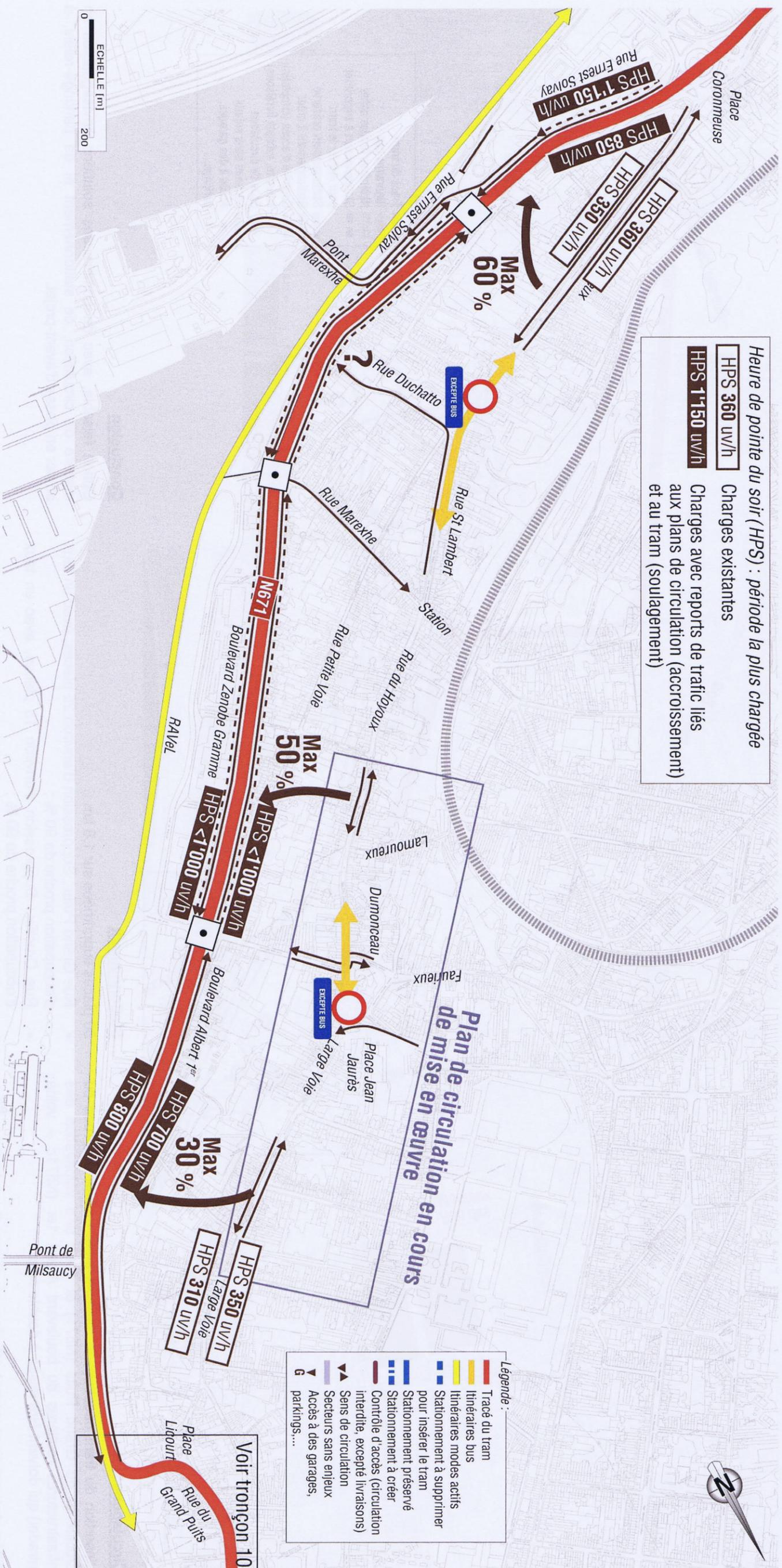
**Lignes 7-50-78 :**

point d'échange à prévoir au terminus du tram, avec prolongement éventuel de(s) ligne(s) scolaire(s) jusqu'à Licour en heures de pointes (à préciser avec l'enquête origine-destination)

## TRONCONS 9 et 10 : Tracé Zénobe Gramme

### ENJEUX CIRCULATION ET STATIONNEMENT

### TRONCON 9



#### Circulations

Les mesures de circulation prévues par le PCM sur l'axe central d'Herstal impliquent des reports de trafic vers le boulevard Zénobe Gramme (limités à 150 à 200 uv/h/ps).

De la place Coronmeuse à la place Licourt le calibrage peut être réduit à 2x1 bande de circulation.

#### Stationnement

Excepté à hauteur de la rampe du pont Marexhe, l'emprise disponible est généreuse et ne nécessite pas la suppression du stationnement existant.

#### Conclusion

Option faisable, sans grands enjeux en termes de circulation et de stationnement.





## TRONCONS 9 et 10 : Tracé Zénobe Gramme

### ENJEUX RABATTEMENT BUS



**Tracé des lignes à affiner**

**Maintien d'une desserte au centre**

**Lignes 5-34b :**

rôle de desserte fine / centre-ville confirmé

**Ligne 6 :**

point d'échange et de rabattement à la place Licourt

**Lignes 7-50-78 :**

point d'échange à prévoir au terminus du tram, avec prolongement éventuel de(s) ligne(s) scolaire(s) jusqu'à Licourt en heures de pointes

#### Bilan

Impact	Tracé de base	Tracé par Zénobe Gramme
Circulation	+	+
Stationnement	+	-
Rabattement bus	-	+
Modes actifs	+	+

#### Bilan final des deux options

	Tracé de base	Tracé par Zénobe Gramme
	+	+

## TRONCONS 9 et 10 : Tracé de base

### Impacts sur les réseaux

Le tracé traversant la Ville de Herstal est peu contraignant du point de vue des impétrants. En effet, étant donné qu'il traverse principalement des terrains et des habitations, le tracé ne rencontre les réseaux souterrains que transversalement.

Cependant, il existe une difficulté majeure au début de cette option : le tracé doit, en effet, traverser les locaux de l'ALG (au carrefour entre la rue Ernest Solvay et la rue Michel Duchatto). Si ces locaux sont amenés à être abandonnés par l'ALG, ce n'est pas le cas de l'important centre de distribution de gaz qui est implanté sur ce site et auquel sont raccordées les conduites suivantes (voir le plan ci-contre) :

- Rue Ernest Solvay : Boucle de distribution à MP (300 mm) ;
- Rue Marexhe (vers le Sud) : Distribution BP (200 mm) ;
- Rue Marexhe (vers le Nord) : Distribution BP (200 mm) ;
- Rue Michel Duchatto : Distribution BP (200 mm) ;

Un déplacement de toutes ces canalisations et de leurs raccords est possible mais très coûteux et très pénalisant en termes de délais.

### ENJEUX TECHNIQUES

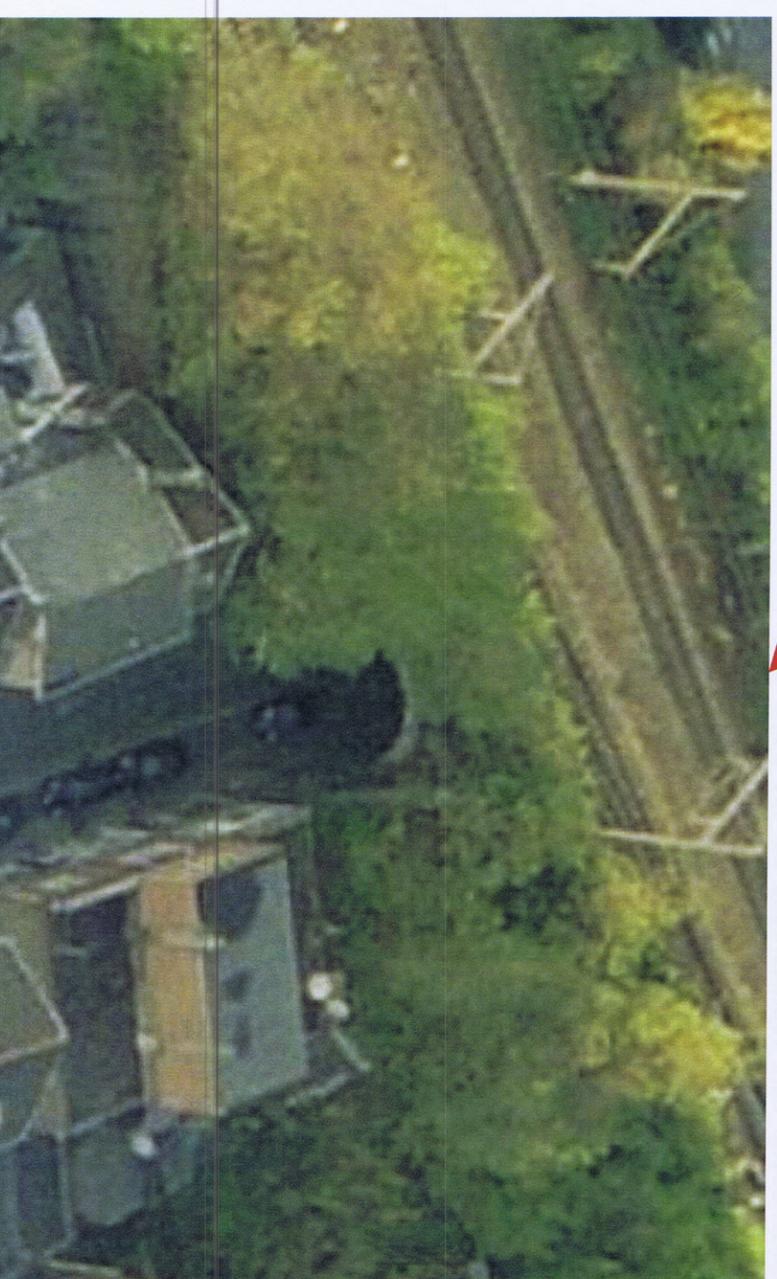
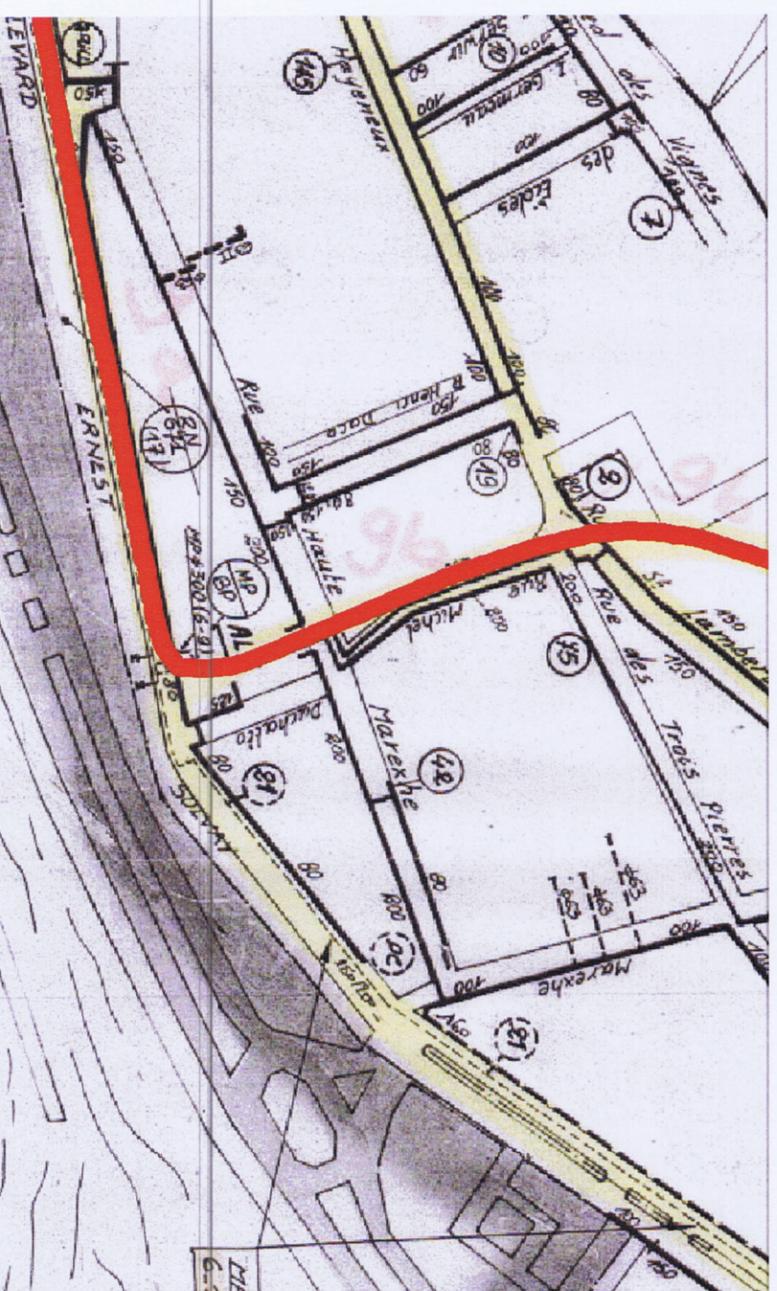
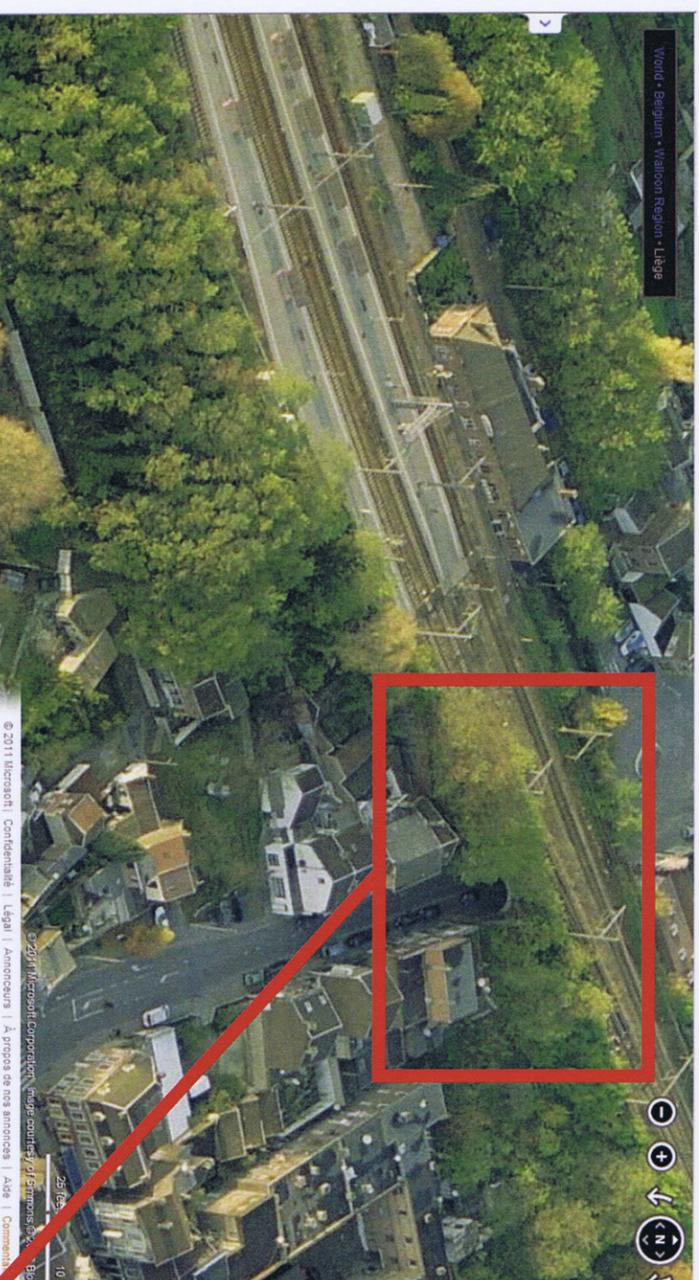
Une autre conduite de gaz, appartenant cette fois à Fluxys, est franchise transversalement au croisement des rues Jean-Baptiste Cools et John Moses Browning. Il s'agit de l'alimentation en gaz de la Fabrique Nationale.

#### Impacts sur les ouvrages

Le tram doit, au droit de la gare d'Herstal, atteindre le niveau du quai du chemin de fer. Etant donné que cette gare surplombe le terrain naturel situé au Sud, les talus actuels devront être adaptés et des rampes devront être aménagées pour permettre au tram d'atteindre le niveau de la gare.

Par ailleurs, vu cette différence de niveau entre la gare et le terrain naturel, un nouveau pont supportant les voies de tram est nécessaire pour lui permettre de franchir la rue de la Station (voir photos ci-contre). Il sera parallèle à l'actuel pont de chemin de fer sur cette même rue.

Après la station de la gare, il sera également nécessaire d'effectuer des modifications aux talus (murs de soutènement, etc.).



## TRONCONS 9 et 10 : Tracé de base

### Impacts sur les difficultés d'insertion

Etant donné que le tracé ne suit pas de voiries existantes, on pourrait s'attendre à ce que les difficultés d'insertion soient nulles. Ce n'est pourtant pas le cas.

Tout d'abord, le tracé subit un dénivelé non négligeable pour atteindre la gare de Herstal.

Ensuite, nous avons comptabilisé six courbes dont le rayon est inférieur à 50 mètres (elles sont facilement repérables sur les plans consacrés à l'impact foncier). Ces virages permettent de contourner certains bâtiments cruciaux afin d'éviter leur expropriation.

Vu les nombreuses courbes serrées (situées souvent au milieu des interstations) et pour une même longueur de ligne, les temps de parcours de cette option sont allongés.

### Impacts fonciers

Le tracé de base implique un très grand impact foncier (terrains ou bâtiments privés, publics ou appartenant à des entreprises).

Nous avons considéré une largeur de 14 mètres alignée sur l'axe du tracé. Sur base de cette dimension, les surfaces concernées par des expropriations sont représentées sur les plans des quatre pages suivantes. De plus, un résumé des surfaces minimales expropriées en fonction du type de propriétaires est donné, par tronçon, ci-dessous.

#### **Tronçon 9 (surfaces minimales)**

Type	Nombre de parcelles	Terrains (m <sup>2</sup> )	Bâtiments (m <sup>2</sup> )
Entreprises	15	6700	1750
Privés	38	5850	1600
Public*	6	2950	180

#### **Tronçon 10 (surfaces minimales)**

Type	Nombre de parcelles	Terrains (m <sup>2</sup> )	Bâtiments (m <sup>2</sup> )
Entreprises	18	14250	6350
Privés	50	5500	1630
Public*	10	3800	0
SNCB**	-	0	45

## ENJEUX TECHNIQUES

### **Total des deux tronçons (surfaces minimales)**

Type	Nombre de parcelles	Terrains (m <sup>2</sup> )	Bâtiments (m <sup>2</sup> )
Entreprises	33	20950	8100
Privés	88	11350	3230
Public*	16	6750	180
SNCB**	-	0	45
<b>Bilan</b>	<b>137</b>	<b>39050</b>	<b>11605</b>

\* Les parcelles reprises ici comme publiques sont des parcelles appartenant à la Société Régionale du Logement.

\*\* La surface de parcelle de la SNCB concernée par les expropriations ne prend pas en compte les terrains et voies de chemin de fer au niveau de la gare d'Herstal. Ces terrains ne sont en effet pas identifiés au cadastre comme appartenant à la SNCB, mais bien comme une zone « publique », au même terme que les voiries.

## TRONCONS 9 et 10 : Tracé de base

### ENJEUX TECHNIQUES



Parcelles entreprises

Parcelles privées

Emprise du tram

Bâtiments entreprises

Bâtiments privées

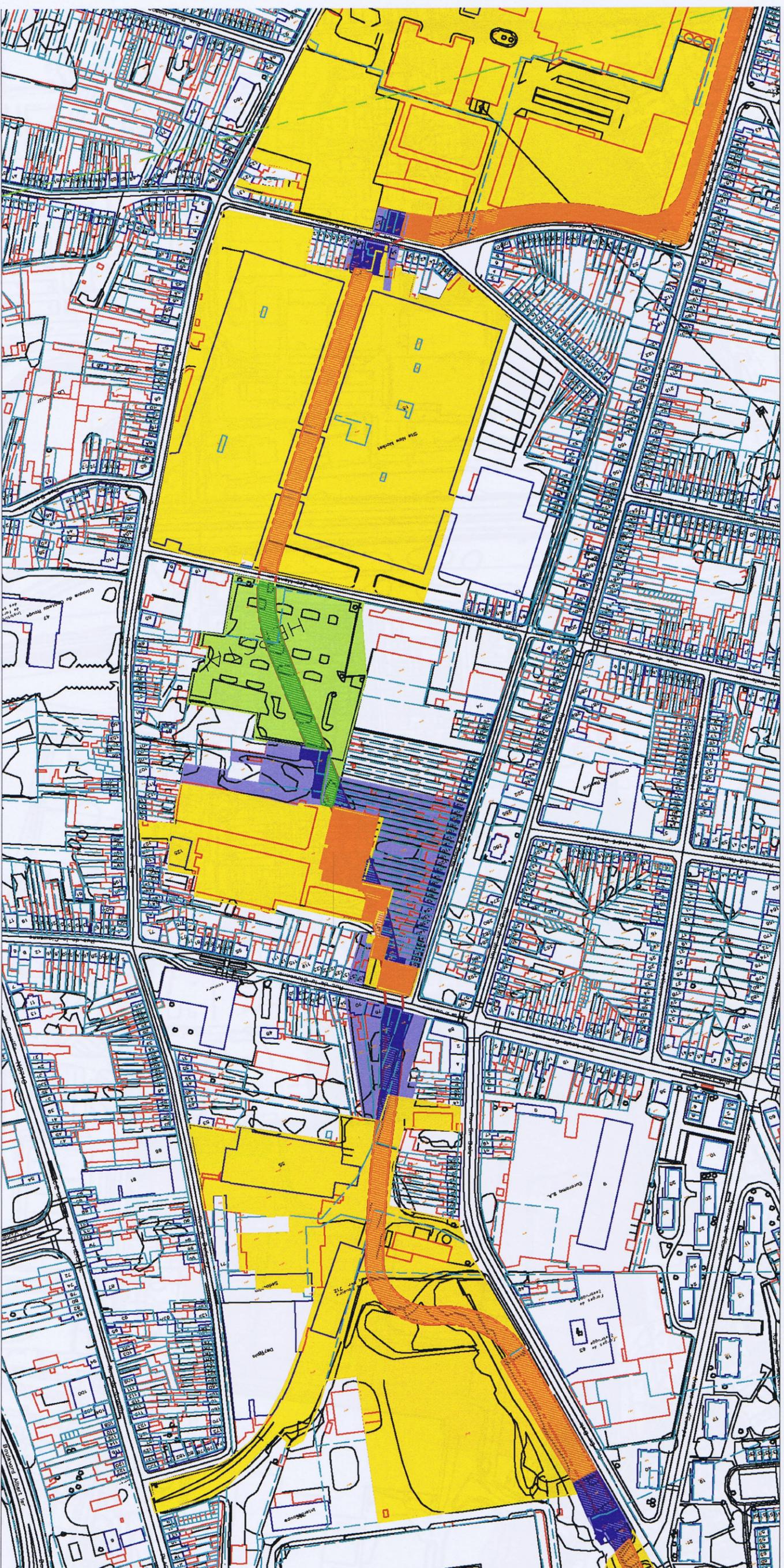
Terrains entreprises

Terrains privées



## TRONCONS 9 et 10 : Tracé de base

### ENJEUX TECHNIQUES



Parcelles entreprises



Parcelles privées



Parcelles Soc. Régionale du Logement



Emprise du tram



Bâtiments entreprises



Bâtiments privées



Bâtiments Soc. Régionale du Logement



Terrains entreprises



Terrains privées



Terrains Soc. Régionale du Logement

## TRONCONS 9 et 10 : Tracé de base

### ENJEUX TECHNIQUES



Parcelles entreprises

Parcelles privées

Parcelles Soc. Régionale du Logement

Emprise du tram

Bâtiments entreprises

Bâtiments privées

Bâtiments Soc. Régionale du Logement

Terrains entreprises

Terrains privées

Terrains Soc. Régionale du Logement

## TRONCONS 9 et 10 : Tracé Zénobe Gramme

### ENJEUX TECHNIQUES

#### Impacts sur les réseaux

En ce qui concerne ce tracé, la rue Ernest Solvay et le Boulevard Zénobe Gramme sont parcourus par d'importants collecteurs d'égouts, beaucoup de câbles à haute tension ainsi qu'une conduite de gaz à moyenne pression qui va jusqu'à la rue Léonard Jehotte. Tous ces réseaux sont cependant situés sous les trottoirs ou les voiries de desserte locale et donc ne gênent pas l'insertion du tram.

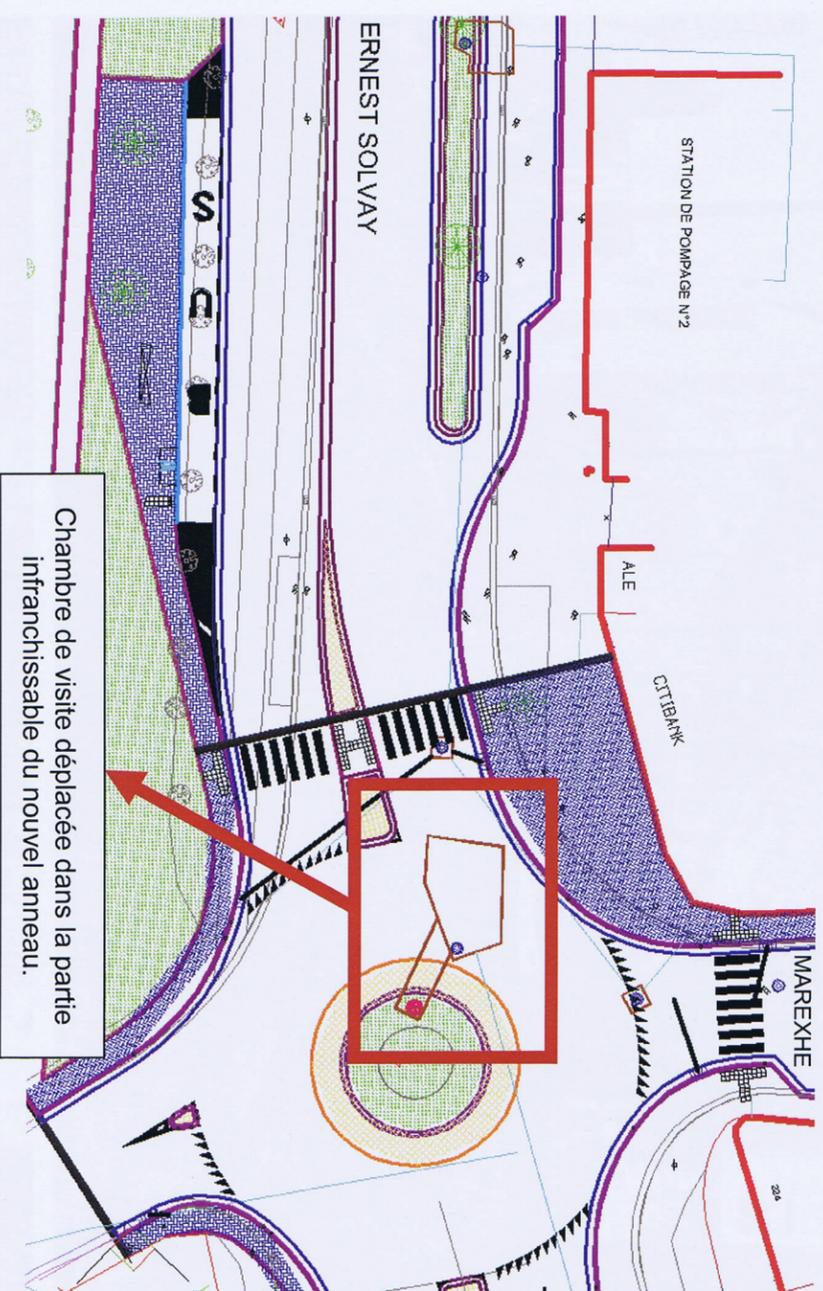
Un point plus difficile subsiste néanmoins : la station de pompage n°2 de l'AIDE, implantée au carrefour de la rue Ernest Solvay avec la rue Marexhe (voir le plan ci-contre). En effet, elle refoule l'eau via des conduites situées au milieu de la chaussée, vers un massif de vannage implanté dans l'anneau du giratoire. De plus, lors des travaux de réaménagement du boulevard, l'accès à la chambre de visite de ce massif a été déplacé dans la partie centrale du nouveau giratoire. Le franchissement par le tram de cet obstacle est tout à fait envisageable.

Tout comme pour les tronçons précédents, le tracé croise un grand nombre de câbles à haute tension, principalement à hauteur de carrefour du Boulevard Zénobe Gramme avec la rue Richard Heinz. A nouveau, ces impétrants, non représentés ici, ne sont pas réellement problématiques vu qu'il ne s'agit que de traversées.

Dans la portion de la rue du Crucifix entre la Place du Douzième de Ligne et la rampe du Pont de Wandre, le tracé surplombe une conduite d'adduction de la CILE (diamètre 400mm en fonte ductile). Si elle est située sous la plate-forme du tram, elle devra être déplacée. Bien que ce soit une conduite d'adduction, le fait qu'elle soit en fonte ductile facilite grandement les travaux par rapport à une conduite en BONNA\*.

Toujours au niveau de la Place du Douzième de Ligne (ou Rond-point de la rue Clawenne), le tram doit franchir un exutoire de l'AIDE (1.70m par 2.50m).

\* Tuyau de béton non armé dont l'âme est constituée d'une tôle d'acier. Il est très utilisé pour les réseaux d'adduction car il est offre une bonne résistance et permet donc de grand diamètres. La difficulté d'effectuer des raccords représente toutefois le gros défaut de ce type de tuyau.



**Impacts sur les ouvrages**  
Aucun impact.

**Impacts sur les difficultés d'insertion**  
Les difficultés d'insertions sont faibles. C'est en partie dû au tracé quasiment rectiligne des boulevards Ernest Solvay et Zénobe Gramme.

Seuls deux virages dont le rayon est inférieur à 50 mètres ont été repérés. Ils sont situés de part et d'autre de la place Licourt (proches d'une station).

Le relief est, lui aussi, favorable à cette option. Seule la fin de la ligne est située en hauteur par rapport au reste du tracé.

#### Impacts fonciers

Rue du Crucifix, comme le montrent les coupes réalisées dans l'analyse urbaine, certains bâtiments risquent d'être impactés suite à l'implantation d'une voie de circulation automobile en plus des deux voies de tram.

Ainsi, dans le même ordre d'idée que dans l'option de base, nous avons représenté une bande de 14 mètres de largeur, représentant l'emprise nécessaire au tram et à la voie de circulation. Sur base de cette dimension, les surfaces concernées par des expropriations sont représentées sur le plan de la page suivante. De plus, un résumé des surfaces minimales expropriées en fonction des types de propriétaires est donné ci-dessous.

Type	Nombre de parcelles	Terrains (m <sup>2</sup> )	Bâtiments (m <sup>2</sup> )
Entreprises	7	14962	0
Privés	37*	8138	1320

Si les surfaces concernées par des expropriations sont bien plus faibles dans cette option que dans le tracé de base, elles peuvent tout de même paraître excessives. Aussi, deux solutions alternatives doivent être envisagées afin d'éviter toute expropriation : une circulation du tram en voie unique ou en voies mixtes. Ces solutions alternatives entraînant d'importantes contraintes d'exploitation, elles doivent impérativement rester des exceptions.

\* Si 37 parcelles sont effectivement impactées avec la configuration décrite ci-dessus, seules 20 maisons sont expropriées. Les 17 autres parcelles ne concernent que des morceaux de terrains, sans expropriation des bâtiments.

## TRONCONS 9 et 10 : Tracé Zénobe Gramme

### Voies mixtes

La plate-forme est constituée de deux voies de tram, mais qui sont en site propre virtuel. En effet, la circulation automobile est autorisée par endroit, que ce soit dans un sens ou les deux, lorsqu'aucun tram n'est présent. A l'arrivée de ce dernier, les feux passent au rouge afin d'arrêter les voitures et donc de dégager les voies devant le tram. Cette mesure permet d'éviter qu'il soit pris dans la circulation automobile.

La circulation automobile est rétablie derrière le tram, après le passage de ce dernier.

Il faut encore remarquer que cette solution ne peut être envisagée que pour des rues à faible circulation. Des mesures en termes d'organisation de la circulation doivent donc être prévues afin de limiter la circulation automobile à la desserte locale uniquement. Elles seront étudiées plus précisément en phase d'avant-projet.

### Voie unique

Dans le cas d'une voie unique, les trams circulent dans les deux directions sur les mêmes voies, sauf en station. Ils ne peuvent donc franchir cette portion de voie qu'en alternance, les croisements de trams ne pouvant dès lors se faire qu'au niveau des stations.

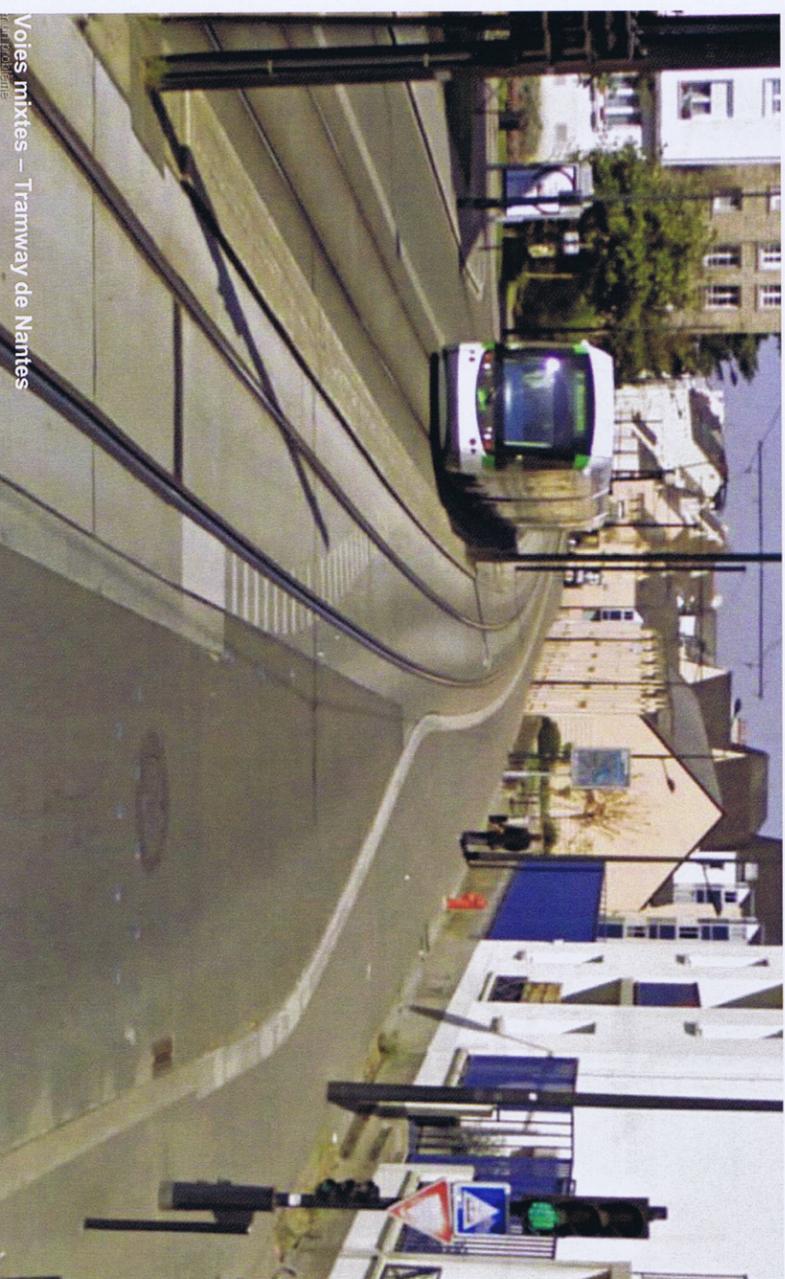
Cette alternance a de l'influence sur les fréquences d'exploitation et le respect des horaires. En effet, plus la fréquence est élevée, plus les conséquences d'un retard à l'entrée de cette zone seront importantes.

Il est fréquent de rencontrer, hors du territoire français, des exploitations de lignes de tram en voie unique. Celles-ci sont généralement en périphérie de ville et les fréquences pratiquées ne descendent pas en dessous de dix minutes.

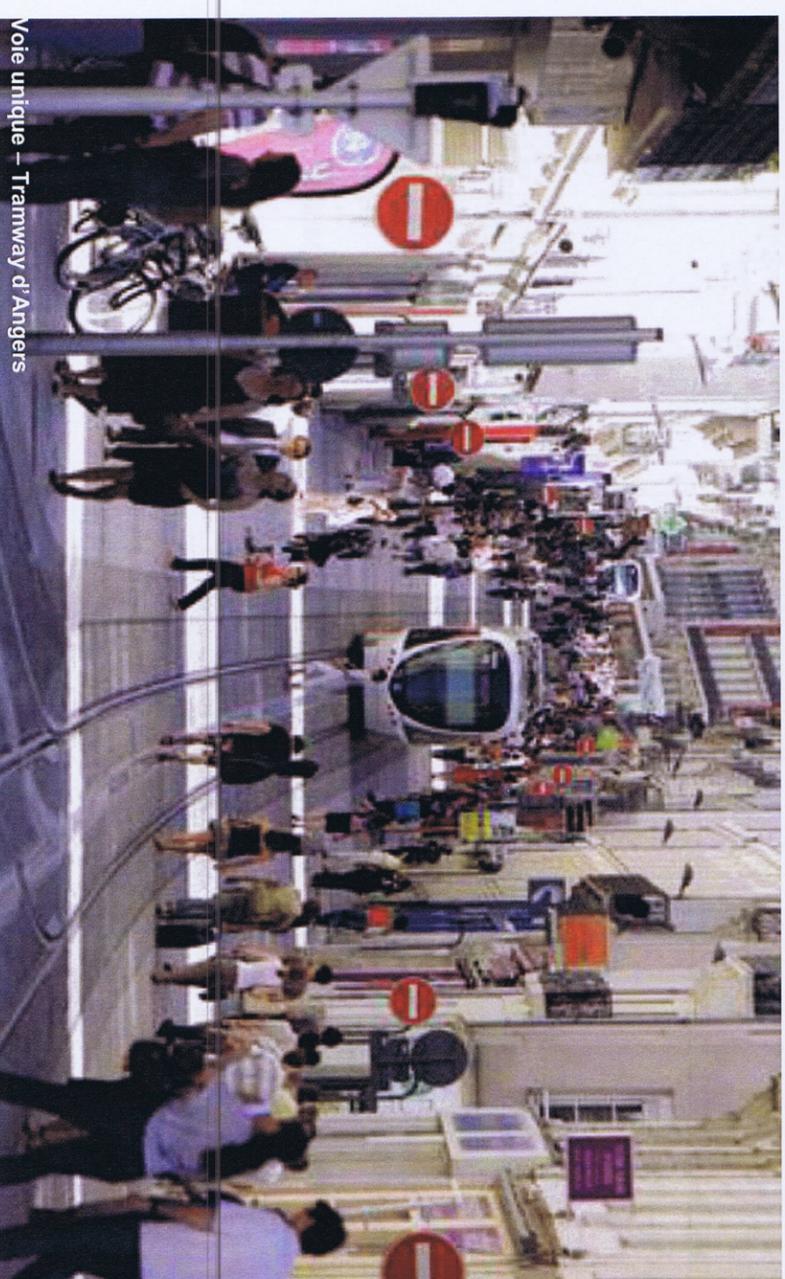
Une voie unique, de l'ordre de 700 mètres à Herstal, constitue un point de fragilité important pour l'exploitation d'une ligne de transport, notamment pour la gestion des modes dégradés.

Plus que la longueur, c'est le temps de franchissement qui va impacter directement la capacité offerte, la limite d'intervalle théorique (physique) étant égale à deux fois le temps de franchissement, la limite pour les exploitants en situation réelle étant plutôt située autour de quatre fois le temps de franchissement.

## ENJEUX TECHNIQUES



Voies mixtes – Tramway de Nantes



Voie unique – Tramway d'Angers

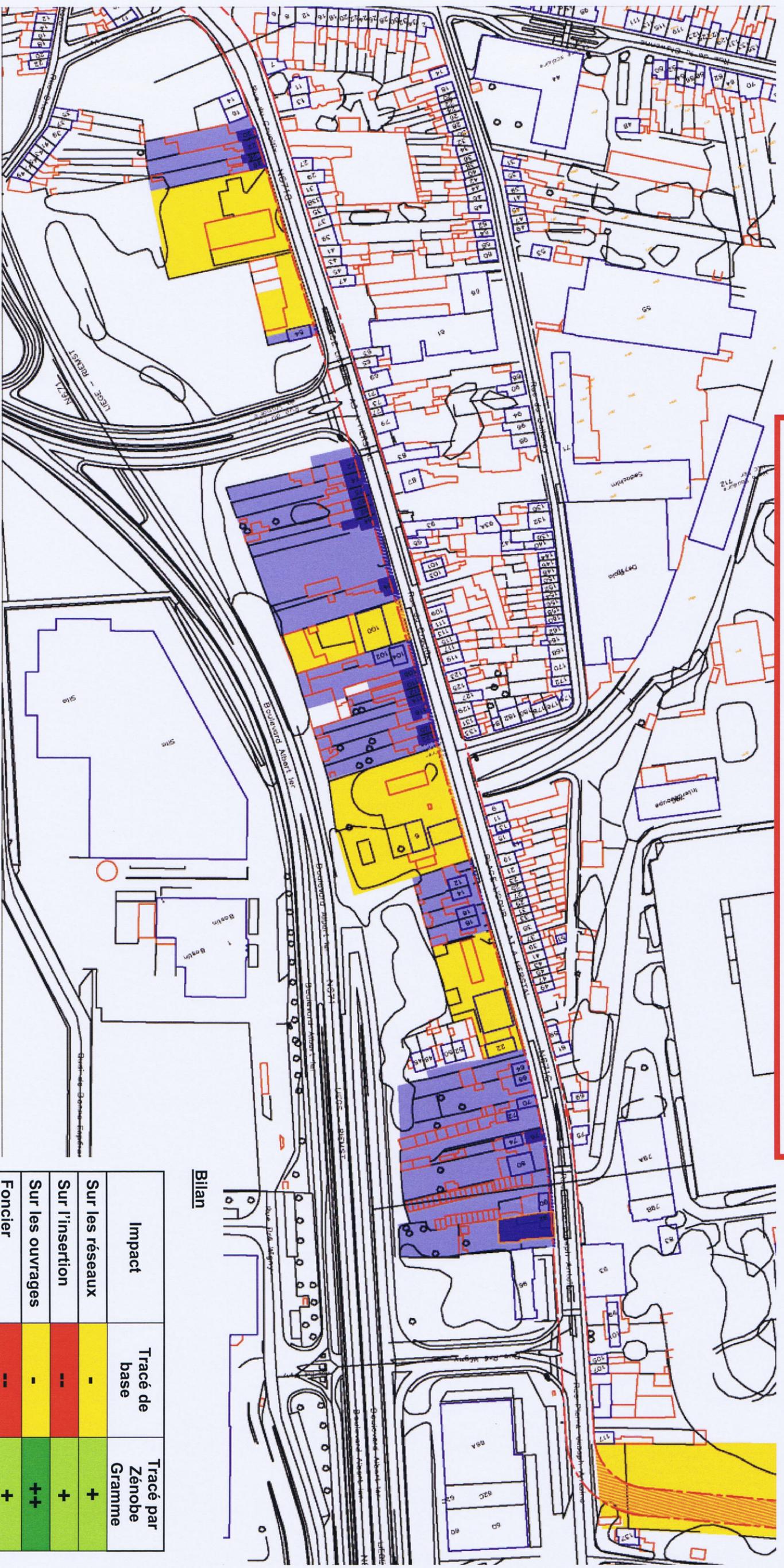
Avec une vitesse commerciale de 20 Km/h, à dix minutes d'intervalle, le tram peut avoir jusqu'à trois minutes de retard sans générer de conflit avec les véhicules qui arrivent dans le sens opposé.

A six minutes d'intervalle, le tram peut avoir jusqu'à cinquante secondes de retard sans générer de conflit. L'expérience montre qu'il est difficile d'assurer la régularité des tramways avec une marge inférieure à une minute. Les facteurs générateurs d'atées sont multiples (temps de montée et descente des passagers, réduction de vitesse due à un comportement d'un tiers imprévu, une circulation en site banalisé, une entrave à la circulation, une perte d'une priorité au carrefour, etc.). Dans ce cas, le temps de parcours global devra intégrer un aléa de franchissement de la voie unique. Le sens de parcours vers Liège devra être prioritaire. Les conséquences seront directement ressenties sur la vitesse commerciale, entraînant des coûts d'exploitation plus élevés.

Cette configuration a, ici, l'avantage de permettre l'insertion d'une voie de circulation automobile sans devoir exproprier de bâtiment. Par contre, la voie unique rendra difficile l'exploitation du dépôt à Herstal, en cas d'accident sur ce tronçon de voie ou bien pour injecter des rames en ligne.

# TRONCONS 9 et 10 : Tracé Zénobe Gramme

## ENJEUX TECHNIQUES



**Bilan**

Impact	Tracé de base	Tracé par Zénobe Gramme
Sur les réseaux	-	+
Sur l'insertion	--	+
Sur les ouvrages	-	++
Foncier	--	+

Bilan final des deux options

	Tracé par de base	Tracé par Zénobe Gramme
	--	+

- Parcelles entreprises
- Bâtiments entreprises
- Terrains entreprises
- Parcelles privées
- Bâtiments privées
- Terrains privées

## CONCLUSION

		TRACE DE BASE	TRACE PAR ZENOBE GRAMME
<i>Enjeux urbains</i>			
Aménagement urbain	Organisation Urbaine	--	+
	Effet structurant sur l'aménagement urbain	--	+
	Cohérence projet de développement urbain	++	++
	Bilan Végétal	+	-
<i>Enjeux circulation et stationnement</i>			
Circulation et stationnement	Impact Circulation	+	+
	Impact Stationnement	+	-
	Rabatement bus	-	+
	Modes Actifs	+	+
<i>Enjeux techniques</i>			
Impact infrastructure	Impact sur les réseaux	-	+
	Impact sur l'insertion	--	+
	Impact sur les ouvrages	-	++
	Impact foncier	--	+
<i>Enjeux financiers</i>			
	Coût (hors coûts d'expropriation)	+	+

	TRACE DE BASE	TRACE PAR ZENOBE GRAMME
<i>Enjeux urbains</i>	-	+
<i>Enjeux circulation et stationnement</i>	+	+
<i>Enjeux techniques</i>	--	+
<i>Enjeux financiers (hors coûts d'expropriation)</i>	+	+
<b>TOTAL</b>	-	+

La proposition est donc de choisir l'option :

### TRACE ZENOBE GRAMME