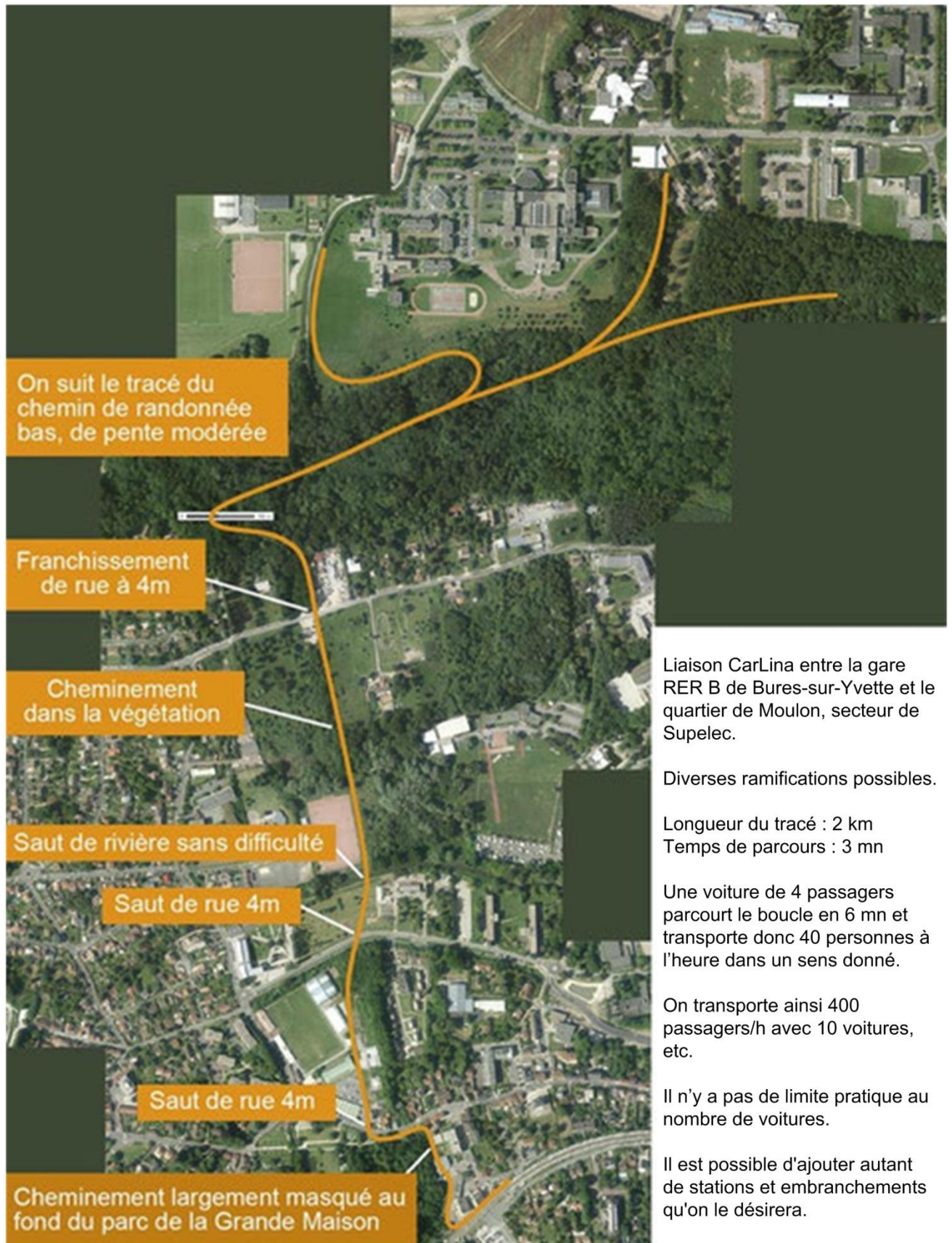


# Monter avec CarLina sur le plateau de Saclay depuis Bures-sur-Yvette

SEA, étude préliminaire, publication initiale : avril 2016, mise à jour : octobre 2016



## Problématique

Rallier le quartier de Moulon depuis Bures-sur-Yvette est un besoin de transport pour lequel on n'a pas identifié à ce jour de solution satisfaisante. Nous exposons dans cette note la manière dont nous pouvons répondre à ce besoin avec CarLina en étudiant le tracé qui relie la gare de RER B Bures-sur-Yvette au quartier de Moulon à proximité de Supelec.

## **Solution basée sur CarLina**

### **Comment gravir la pente**

Le sommet est à 160 m, la rivière à 60 m, il y a juste 100 m à monter et surtout la pente, qui est le point technique dimensionnant, est un problème déjà résolu : il y a en effet deux chemins de randonnée qui prennent le coteau en biais comme il se doit et ne demandent d'effort ni au piéton ni à une machine. Techniquement, c'est la pente maximale qui impose le choix de motorisation d'un véhicule roulant, et on cherchera donc à monter en pente douce.

Le terrain permet de choisir assez librement la pente qui convient, nous avons choisi une valeur maximale confortable de 5%.

### **Quelles difficultés sur le terrain**

*Sur la pente.* Les poteaux supportant nos voies, légers et espacés de 10 m, permettent de franchir très facilement un terrain plutôt régulier, et donc de fixer une trajectoire idéale sans demander d'effort spécial au viaduc que nous posons.

*En quittant la gare de Bures.* Nous avons cherché pour l'exercice le cheminement le plus discret possible. En sortant vers la Hacquinière, les voies longent immédiatement le parc de la Grande Maison, par le passage de Villevert au niveau du mur et donc invisibles du parc.

On pénètre quand-même le fond du parc sur une centaine de mètres pour aller franchir la rue Charles de Gaulle et passer sur le parking du marché couvert. Nous avons tout à fait conscience des questions d'impact à traiter, mais ne pouvons que montrer ce que cette technique permet. Dans le parc, on profite d'un cheminement peu ou pas visible grâce aux arbres. Nous cheminons autour de 3 m d'altitude à ce moment-là.

*Au fond de la vallée.* Le parking ouvre sur un délaissé passant derrière les installations sportives, et masqué par elles, et conduit sur 750 m à la rue de la Guyonnerie qui se franchit en terrain libre. Cette série de facilités depuis la gare de Bures est providentielle, la règle étant plutôt l'urbanisation pavillonnaire entre le RER et le plateau. À la Guyonnerie, l'altitude est déjà de 88 m, les voies sont à 92 m à ce passage.

*Les franchissements requis.* On élève les voies à 4 m pour passer au-dessus des points suivants :

rue Charles de Gaulle (48°41'47.73"N 2°09'37.55"E)

voie de la Faculté (48°41'57.04"N 2°09'37.87"E)

rue de la Guyonnerie (48°42'12.21"N 2°09'33.97"E)

Ces trois passages ne présentent aucune difficulté, la voie ne diffère pas du reste à ces endroits, elle peut être un peu plus élevée. Il y a également un saut de rivière :

l'Yvette (48°41'59.85"N 2°09'37.89"E)

A ce niveau il y a aussi un chemin piéton, on passe à 3 m 50. On cherche à passer assez bas pour rester masqué ou au moins très peu visible le long du trajet vers le bois de la Guyonnerie, qui est très favorable.

*Le Bois de la Guyonnerie.* En pénétrant le Bois à la hauteur du Bas Moulon, les voies deviennent vraiment invisibles. Il n'est pas nécessaire de dévaster la pente boisée pour le chantier : la voie elle-même sert de route pour poser les pieds et les rails les uns après les autres. On veillera à éviter les abattages en relevant très précisément les positions et en cheminant au mieux. La voie légèrement courbée est plus intéressante qu'une ligne droite (de toute manière le terrain l'impose) pour absorber les dilatations. On peut ainsi souder la voie d'un bloc et l'avoir parfaitement lisse.

Lieu probable où l'on débouche sur le plateau : 48°42'26.05"N 2°09'56.05"E. De là, le réseau peut se ramifier dans toutes les directions.

### **Distance, temps de parcours**

Le point d'arrivée restant à déterminer, la distance que ce trajet représente est assez précisément de 2 km.

A la vitesse 'commerciale' (moyenne) de 10 m/s, la montée s'effectue en 200 s, soit 3 mn et 20 s.

Les voitures redescendent à vide à 60 km/h ou 1 km/mn, le cycle complet est donc de 5 mn 20s.

A raison de 11,25 cycles par heure, le débit de la ligne en heure de pointe est de  $11,25 \times 4 = 45$  passagers/h.

On assure donc, par exemple, un débit de 1800 passagers/h en pointe avec 40 voitures, ce nombre étant très extensible.

## Énergie consommée (calcul simplifié)

- 1) On calcule l'énergie à dépenser pour fournir l'énergie potentielle à la montée et celle récupérée à la descente.
- 2) Ces résultats sont ensuite augmentés de 10% pour tenir compte des frottements (extrêmement faibles) et du rendement des chaînes de propulsion qui est excellent.
- 3) On se place dans un cas très défavorable : 4500 passagers à monter en une heure de pointe avec 100 voitures.

### A la montée

- énergie pour monter une voiture de 4 passagers pesant 5000 N, de 100 m : 500 KJ
- pour  $4500/4 = 1125$  voitures en une heure : 562,5 MJ
- énergie récupérée à la descente des voitures vides (50% seulement récupérés) : 150 KJ/voiture, et 168,75 MJ au total
- énergie totale consommée en une heure :  $562,5 - 168,75 = 393,75$  MJ
- puissance consommée pendant une heure : 109,375 kW (pour information : c'est la puissance d'un seul moteur Renault DCI 2.0 de 150 ch)

### A la descente

- On ne récupère encore que la moitié de l'énergie mais cette fois les passagers sont dedans.
- Le réseau va donc rendre de l'énergie à EDF, ce qui est de loin le meilleur moyen de la stocker.

## Équipements et services supplémentaires

L'architecture entièrement distribuée de CarLina dispense de tout centre de contrôle.

Il serait possible d'ajouter des stations intermédiaires, mais dans le cas présent cela semble inutile.

On pourrait ajouter un parking à voitures CarLina, mais dans le cas d'un simple aller-retour elles peuvent très bien attendre sur la voie, dans un endroit pas trop visible.

On comptera un atelier d'entretien, ou plutôt un laboratoire ; il devrait y avoir des établissements sur le plateau susceptibles de participer à ce genre d'activité.

Le système assure le transport automatique du fret, de colis, d'objets divers incluant les palettes et jusqu'au conteneur standard de 20' jusqu'à 3 t max, en circulation de type "convoi spécial" : les deux voies utilisées à sens unique pendant 5 à 6 minutes.

Cette possibilité d'intermodalité permet d'éviter un trafic de camions de 3,5 t voire un peu plus vers/depuis les laboratoires du plateau. Il conviendrait pour en profiter d'aménager correctement l'interface entre plateformes et train à la gare de Bures.

## Coût

Le coût approximatif des voies pour cette liaison (2 km) est de 2 M€.

Le coût d'une voiture est variable en fonction de l'équipement dont elle est dotée. Il est estimé que son prix peut varier de 35 k€ à 60 k€, mais cette fourchette est susceptible d'évoluer dans le temps.

Cependant, on peut envisager que la ligne serve de support d'essais à l'homologation (qui se formalisera ensuite) et que la collectivité locale et l'Université y auraient un statut d'hébergeur de prototype et se prêteraient aux essais, à la publicité et à l'apprentissage des règles d'urbanisme et d'environnement. Il serait alors possible de mettre en œuvre des voitures simplifiées, dépourvues de certaines fonctions comme le routage automatique (absence d'aiguillages), la mise en peloton (vu le faible trafic), le contrôle d'accès, l'identification, la vidéosurveillance embarquée, la climatisation et le chauffage, la fermeture automatique des portes. Ces fonctions pourraient être rajoutées ultérieurement.

En effet, pour SEA, monter sur le plateau de Moulon est l'application idéale à bien des titres, en particulier par la cohérence avec l'activité de recherche et d'innovation qui y sont voulues, et les compétences disponibles localement.

Dans ces conditions, le prix d'une voiture peut être ramenée à 25 k€. Sur cette base, le coût du matériel roulant constitué d'une flotte de 40 voitures assurant un débit de 1800 passagers/h (ce qui est probablement bien au-delà du besoin réel) serait de 1 M€.

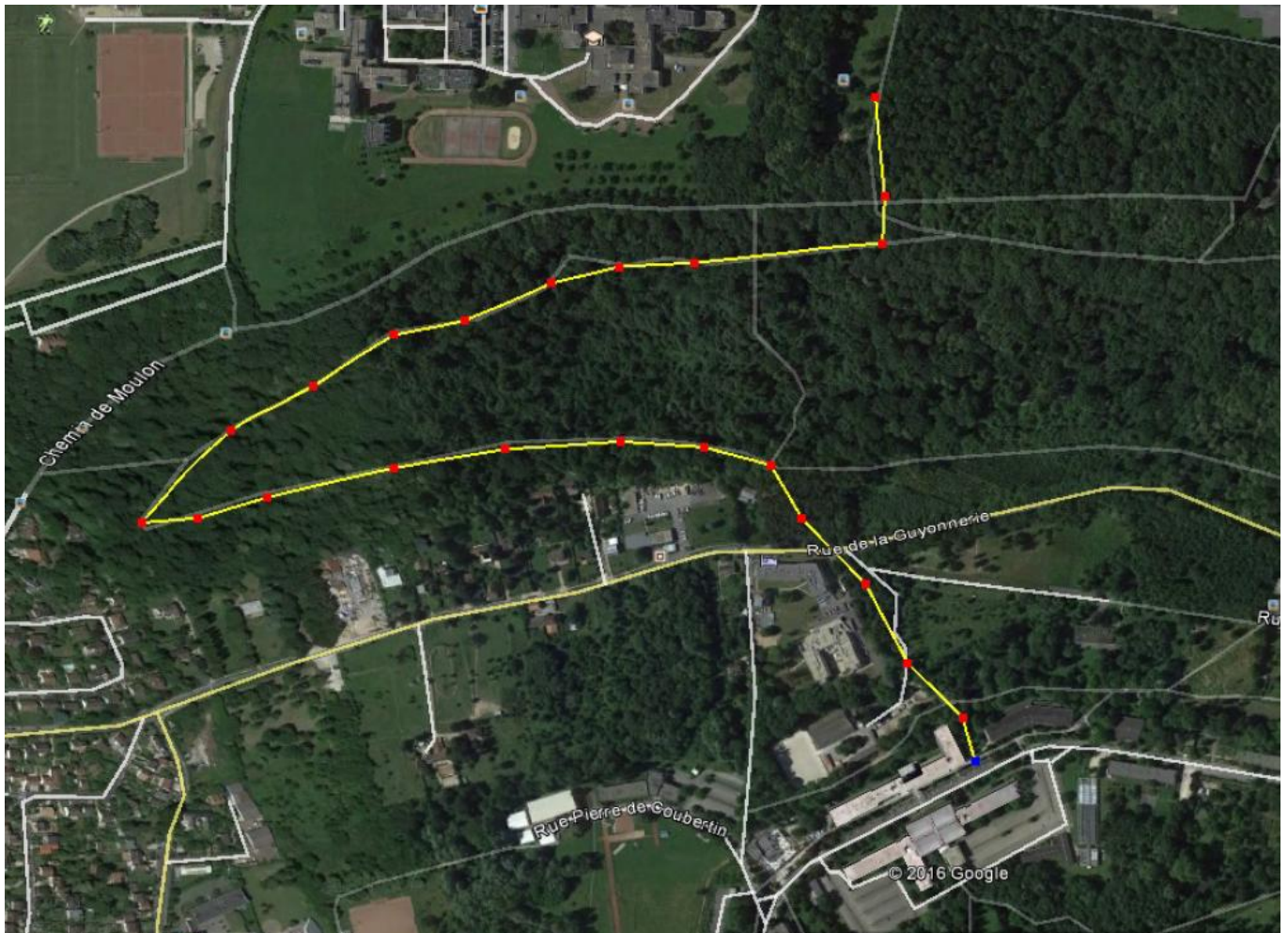
Soit un coût total pour les voies et les voitures d'environ 3 M€.

### **Variante : liaison Bures-sur-Yvette Université, entre plateau et vallée**

Le développement des installations universitaires sur le plateau au nord de celles de la vallée, pose le problème de relier ces deux sites pour des échanges fréquents dans la journée de travail. Il semble indiqué de rechercher un moyen léger, compatible des niveaux de financement accessibles à l'Université.

CarLina répond a cette demande de manière simple.

Le tracé est partiellement le même que pour la liaison avec la gare RER de Bures, mais au bas du coteau en venant de Moulon, au coude du chemin Saint Michel, oblique à l'est vers les bâtiments de la vallée. Il comporte moins de franchissements de voie d'eau/de rue mais ceux-ci sont insensibles de toute façon, CarLina enjambant ces obstacles. Ci-dessous la représentation schématique de ce tracé (en réalité les angles sont plus arrondis).



On transporte aussi bien des passagers que du fret jusqu'à des masses importantes, entre labos du haut et du bas.

Le trafic est moindre et demande donc moins de voitures. Il est difficile d'en estimer le nombre mais il peut être de l'ordre d'une dizaine.

Ce trajet offre une excellente complémentarité avec celui de la gare RER, parce que les trafics sont complémentaires. Les voitures circulant aux heures de pointe sur la branche RER restent utiles en journée sur celle des laboratoires.

La fréquentation par des personnes de toutes nationalités et bien éduquées laisse entrevoir une exploitation positive de cette installation pour donner une image positive, technique et environnementale, à l'étranger.

La longueur du trajet étant de 1 km, le coût des voies s'établirait à environ 1 M€, et dans l'hypothèse d'une flotte de 10 voitures simplifiées comme indiqué ci-dessus, le coût du matériel roulant serait de 0,25 M€.

Soit un coût total voies + voitures d'environ 1,25 M€.

Une autre variante à étudier serait celle qui relie la gare RER à Moulon en traversant le domaine universitaire.