
Etude de l'implantation de Serpentine au cœur de trois sites caractéristiques.

Cours de M.R.T.U.
ENTPE 2011

Cyril EDMOND
Aubin LOPEZ
Thomas METTEY

Introduction

Le travail que nous proposons est une étude du système Serpentine. Il s'agit d'un mode de transport à la demande, où des capsules d'une capacité de quatre personnes circulent sur un réseau tracé par des bobines électriques intégrées sur la chaussée. Les capsules sont appelées par les usagers et les conduisent en un lieu imposé lors de l'appel.

Nous avons choisi de questionner la possibilité de l'intégration de Serpentine dans différents lieux et envisageons de dresser l'ébauche du portrait d'un lieu idéal pour l'implantation du système de transport à la demande.

Notre travail consiste en l'étude de l'implantation de Serpentine dans trois lieux différents, où nous imaginons que le système prouvera sa légitimité. Il s'agit du campus de Stanford aux Etats-Unis, du centre touristique de la ville de Sousse en Tunisie, et du parc d'attraction Disneyland à Paris. L'étude de la solidité du système dans ces trois endroits repose sur une analyse du lieu, sur la projection d'une ébauche du système dans l'environnement considéré, puis enfin sur l'évaluation du projet à la lumière d'un panel de critères permettant de qualifier la pertinence de Serpentine dans les trois contextes choisis. Ces critères tenteront d'évaluer la qualité de l'ensemble du projet, et de ces différentes implications : nous évaluerons les aspects économiques, environnementaux, etc.

L'évaluation de chacun des projets donnera suite à une conclusion croisée des différentes implantations de Serpentine. Cette conclusion dressera un portrait des différentes forces et faiblesses du système, et permettra d'imaginer un lieu idéal pour l'implantation de Serpentine.

Implantation de Serpentine sur le campus de Stanford

1. Description du campus de Stanford

1.1. La géographie du campus

Le campus de l'université Stanford est situé dans la péninsule de San Francisco, au Sud de Palo Alto. Il s'étend sur 33.1km².

Le campus présente différentes zones où les bâtiments sont densément présents. Un espace en forme de L regroupe différents centres d'intérêts, les centres hospitaliers situés à l'Ouest, les habitations situées à l'Est, et le centre du campus entre les deux, qui réunit de très nombreux laboratoires et quelques services tels que des bibliothèques.

Voici une carte du campus de l'université Stanford :

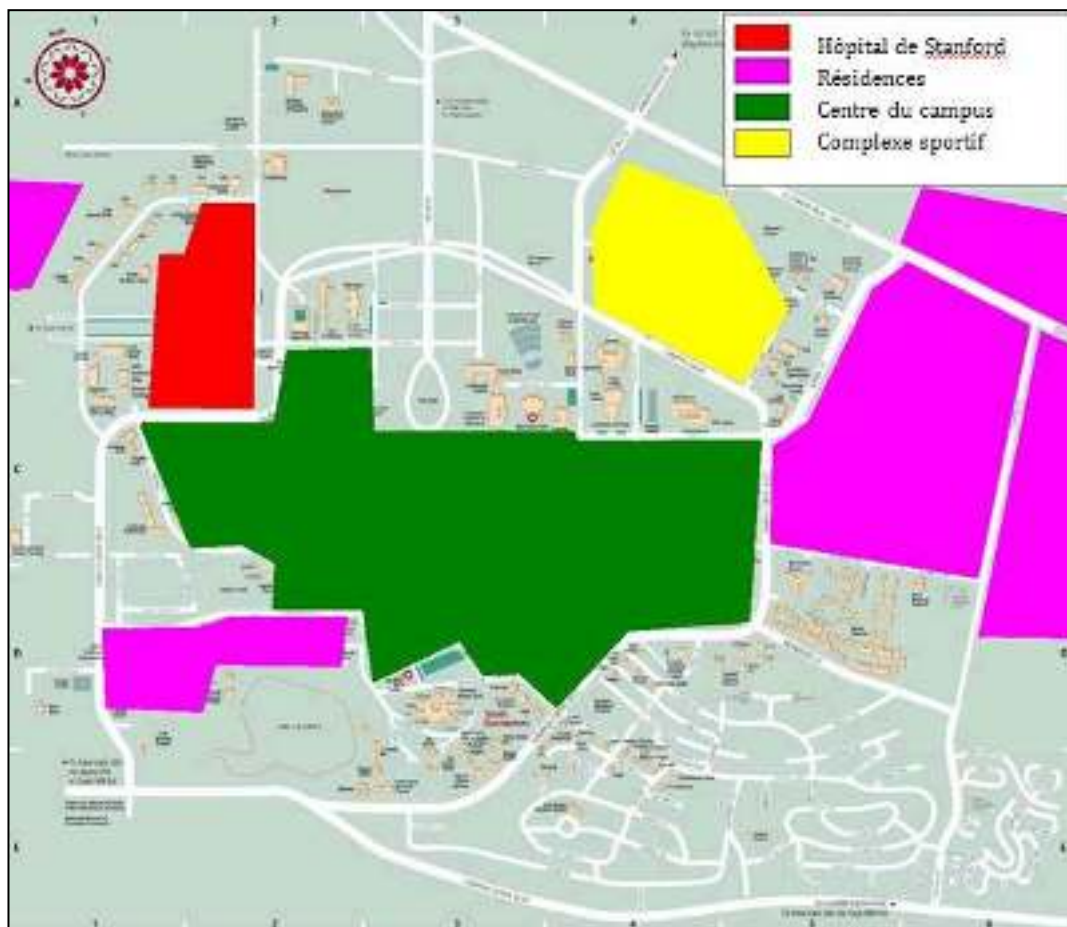


Figure 1 : Carte du campus de Stanford

1.2. Les transports sur le campus

a) Le réseau de bus Marguerite

L'université de Stanford tente, depuis sa création, de proposer des moyens de transports gratuits à ses étudiants. L'offre de transports consiste essentiellement en une flotte de bus circulant à travers le campus. L'université de Stanford a investi dans un système de bus dit « propre », Marguerite. Le réseau de bus roulant au moyen de biocarburant se nomme Marguerite et ses bus circulent dans le campus selon un parcours présenté sur la carte suivante. Le réseau est composé de 13 lignes.

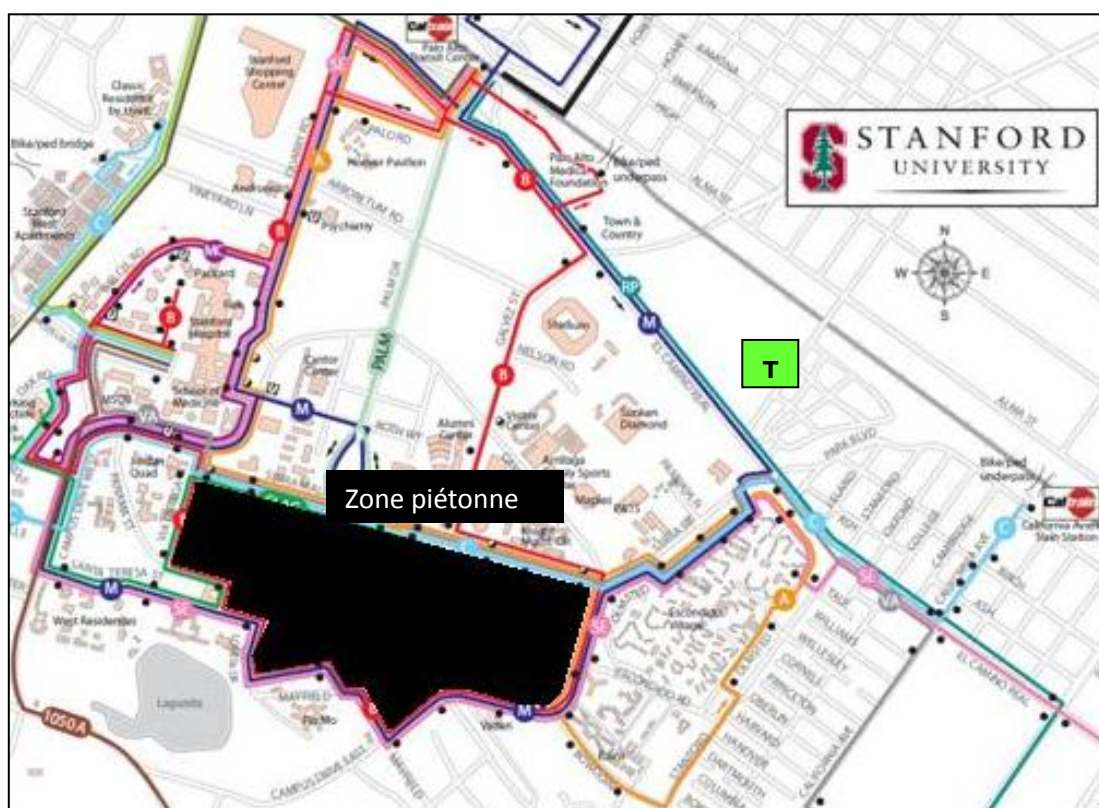


Figure 2 : Carte du réseau Marguerite sur le campus de Stanford

Sept lignes ont pour terminus le Centre de transit de Palo Alto, situé au nord de la carte. Parmi ces 7 lignes :

- Les lignes A, B, M et SE parcourent le campus, et partagent des longueurs importantes d'itinéraire commun. Nous observons que sur certaines parties du réseau au moins trois de ces quatre lignes partagent la même route. En particulier, les lignes M et SE ont en commun l'intégralité de leur itinéraire entre le Centre de transit et le carrefour en T.
- Les lignes RP, S et PALM ont des itinéraires qui sont très peu couverts par d'autres lignes, et des destinations qui leurs sont propres.

Ces lignes constituent un réseau structurant dense qui réalise un maillage intéressant du Campus. Effectivement, à l'intérieur de chacune des aires dessinées par ces lignes les déplacements peuvent s'entreprendre à pieds.

Six lignes ont des terminus différents du centre de transit de Palo Alto :

- La ligne C est une liaison entre résidences passant par le cœur du campus. Nous pouvons imaginer que cette ligne supporte une très forte demande puisqu'elle est permet la communication des résidences étudiantes, et le trajet des étudiants depuis leur habitation jusqu'au lieu de leurs études.
- La ligne 1050A possède un itinéraire exclusif à 80% environ.
- La ligne SMP est la seule qui desserve le Menlo Park Caltrain au Nord-Ouest.
- La ligne SLAC partage la moitié de ses destinations avec les lignes du réseau structurant du campus.
- La ligne MC est destinée aux déplacements autour de l'hôpital de Stanford et de l'école de médecine. Réaliser le tour de la boucle tracée par la ligne MC est permis par le recours à seulement deux lignes du réseau structurant. Nous pouvons considérer que la ligne MC est couverte par le réseau structurant. Toutefois nous nous attacherons à respecter l'exclusivité de sa fonction, assurer une desserte optimale des alentours de l'hôpital de Stanford.
- La ligne VA établit une liaison entre l'hôpital de Stanford et le centre médical situé au Sud-est du campus. Une grande partie du tracé est propre à la ligne.

Ces six lignes ont des destinations et des itinéraires qui font qu'elles ne réalisent pas une structuration de l'espace adaptée au système Serpentine. Les distances parcourues sont souvent exclusives à une ligne, trop éloignées pour que l'on puisse envisager de les desservir par Serpentine.

Nous décidons de nous intéresser particulièrement à la zone comprise entre les résidences étudiantes. Cette aire réunit une quantité importante de lignes qui semblent avoir des vocations identiques en termes de desserte. Serpentine pourrait bien convenir à un remplacement des lignes de Marguerite qui réalisent une structuration du centre du campus. En effet, dans le cœur de l'université Marguerite propose des déplacements adaptés au système Marguerite.

Nous avons décidé d'intégrer Serpentine au cœur du campus de Stanford. Notre idée n'est pas de bouleverser la logique de transports en commun en place : Serpentine n'est pas adaptée pour assurer le transport des personnes sur le campus de façon exclusive :

Le campus est très étendu, Serpentine ne peut couvrir une telle surface.

Les destinations sont nombreuses et éloignées les unes des autres. Serpentine n'est pas vouée à permettre aux voyageurs de réaliser de longs déplacements.

Ainsi avons-nous pris le parti de ne considérer l'implantation de Serpentine que dans le cœur du campus et entre les résidences étudiantes.

b) La demande

Les informations sur la demande sont très peu accessibles, si peu que nous n'avons pu réunir aucune donnée sur les destinations préférentielles, la longueur moyenne des déplacements, les lignes les plus fréquentées. Nous devons nous en tenir à une étude sommaire de la demande.

En 2010 le réseau de bus Marguerite a été quotidiennement emprunté par 5 300 voyageurs. Il nous manque les informations relatives aux destinations préférentielles. Nous serons contraints d'estimer la demande à partir d'hypothèses assumées :

50% des voyages réalisés sur le réseau Marguerite sont réalisés à l'intérieur du réseau structurant dessiné par les sept lignes décrites précédemment. Nous assumons le fait que cette hypothèse est sûrement forte, mais nous voulons évaluer Serpentine face à une demande conséquente. Cela représente donc 2500 voyageurs par jour sur les lignes.

Concernant la longueur des déplacements : les déplacements effectués par les utilisateurs du système Marguerite sur le réseau structurant sont de l'ordre de 3km en moyenne. Cette hypothèse intègre l'étendue du réseau structurant (environ 5km) et la distance moyenne entre deux arrêts (environ 400m). Il nous fallait faire une hypothèse puisque nous ne connaissons pas la demande en termes de distance de déplacements. Nous avons donc estimé qu'un déplacement en bus était motivé par une distance conséquente (supérieure à la moitié de la longueur du réseau). Cette hypothèse est valable car la population qui utilise majoritairement le réseau habite dans des résidences situées aux extrémités de la zone d'étude que nous avons définie.

2. Etude de l'intégration de Serpentine

2.1. Principe de notre choix d'implantation de Serpentine

a) L'implantation de Serpentine

Les principes du nouveau réseau :

- La vocation de Serpentine est principalement de remplir des missions de transport sur des trajets courts, et doit permettre d'effacer les contraintes de planification ; le système doit éviter aux usagers de mettre en place des stratégies de déplacement et de subir les correspondances sur des trajets courts. Serpentine offre une infinité de destinations et aucune correspondance.
- Le projet d'implantation de Serpentine que nous proposons est fondé sur des principes fondamentaux :
- Le réseau Serpentine doit fragmenter l'espace étudié en zones dont la surface est déterminée par un rayon admissible. Ce rayon correspond à la distance maximale acceptable

qu'un piéton doit parcourir pour avoir accès à Serpentine. Nous avons jugé que cette distance devait être de 250m : cela correspond à un déplacement de 3min45s.

- Le réseau Serpentine doit permettre l'accès aux centres d'intérêt du campus, tels que les laboratoires, les résidences étudiantes, le complexe sportif ou l'hôpital de Stanford.
- Le réseau Serpentine doit utiliser au maximum l'infrastructure routière existante.
- Le réseau Serpentine a vocation à remplacer des déplacements à pieds, ou des déplacements courts en bus contraints par le temps d'attente

Les lacunes de l'ancien réseau :

- Le réseau existant impose des déplacements relativement longs dans la zone piétonne du campus. Un piéton marche à une vitesse moyenne de 67m/min (pour 2.5mph, référence utilisée pour les études menées sur le campus). Ceci assure qu'un piéton met environ 4min pour se rendre du centre de la zone piétonne à sa frontière Nord (où s'arrêtent les bus), et 12min pour se rendre aux frontières Est ou Ouest.
- Un voyageur qui désire se rendre au centre de la zone piétonne, cernée par les bus, doit intégrer à son temps de voyage en navette Marguerite une durée comprise entre 4min et 12min de marche à pieds, ce qui est contraignant.
- Le réseau existant impose des correspondances pour des déplacements longs d'environ 3km en moyenne. Par exemple, un étudiant qui désire se rendre de la résidence située sur la Stanford Avenue à l'Est à la résidence West Residences doit emprunter les lignes C puis M ou SE. Cet exemple est caractéristique de l'ancien réseau.

Le nouveau réseau :



Figure 3 : Carte du nouveau réseau de transport du campus de Stanford

La carte du nouveau réseau montre l'implantation de Serpentine (en vert), et les modifications appliquées au réseau Marguerite. Les lignes A (en orange) et B (en rouge) sont conservées mais transformées. Les lignes SE et RP sont réunies en une seule et unique ligne qui dessert les destinations en une boucle. La ligne SLAC est supprimée, son rôle est assuré par la ligne S et le réseau Serpentine. Les lignes M, MC et C sont supprimées également. 5 lignes sont supprimées.

3. Critères d'évaluation

3.1. Définition des critères

Les critères doivent couvrir une diversité de composantes. Il s'agit de considérer l'intégralité des éléments du contexte qui porte le projet. Nous avons établi notre grille d'évaluation autour de six thématiques principales : l'économie, la demande, l'intégration urbaine, l'environnement et la sécurité. Ces thématiques ont elles-mêmes été décomposées en sous-critères.

Nous avons rempli la grille à la lumière de l'offre existante. Qualifier les différents critères de cette évaluation n'aurait eu aucun sens si nous ne les avions pas étudiés dans le contexte en place. Effectivement, un projet doit être évalué en fonction des forces et faiblesses qu'il présente face à d'autres solutions, en l'occurrence le système Serpentine doit être comparé à l'offre Marguerite. Le tableau suivant évalue le projet d'implantation de Serpentine dans l'environnement où existe déjà Marguerite. Les notes données dans la dernière colonne du tableau tiennent compte de la réponse que porte Marguerite aux sous-critères évalués.

3.2. Evaluation du projet d'implantation de Serpentine

a) Critères économiques

L'évaluation économique du projet d'implantation de Marguerite impose de comparer les coûts du réseau avant et après implantation de Serpentine. Il faut évaluer les coûts d'exploitation et d'investissement :

Une synthèse de l'activité de Marguerite affirme que les bus circulent, tous réunis, 70 000 heures par an. Evaluons la consommation d'une ligne de Marguerite.

Les navettes Marguerite circulent durant un équivalent de 72 000h par an, à une vitesse moyenne proche de 13km/h, ce qui implique une distance parcourue de 936 000km. Un bus de ville conventionnel consomme environ 50L pour 100km. Si l'on considère qu'un bus consomme autant lorsqu'il fonctionne au carburant conventionnel ou au biodiesel, nous pouvons estimer que la flotte Marguerite consomme 468 000L/an, soit 11 000L/an par navette, ou encore 35 000L/an par ligne.

A ce prix du carburant viennent s'ajouter les salaires des employés chargés de conduire les bus et de les entretenir. Pour un bus qui circule 16h/jr, il faut deux conducteurs, sans compter les employés chargés de l'entretien. Il y a 43 bus et 13 lignes, donc 3.3 bus par ligne, ce qui implique 6.6 conducteurs par ligne. Une ligne de Marguerite emploie sept employés (si l'on majore à cause de l'entretien du matériel), et coûte 126 000€/an pour les salaires.

L'exploitation d'une ligne de Marguerite coûte environ 160 000€/an. Les cinq lignes Marguerite remplacées par serpentine coûtaient 800 k€/an d'exploitation.

L'investissement de Serpentine correspond à un investissement en infrastructure et en matériel : 11.1km de réseau à 3000k€/km (ce coût majore largement le coût réel à considérer pour Stanford puisqu'il intègre 13 capsules pour 1km de ligne), soit 33.3M€ pour tout le projet. Il est à comparer avec l'investissement de cinq lignes de bus Marguerite comprenant quinze navettes environ, nous pouvons estimer ce prix à 2 500k€ environ.

En termes de coût d'exploitation, Serpentine est bien plus intéressant que les lignes Marguerite concernées par une suppression dans le cadre du projet.

b) Critères relatifs à la demande

Nous évaluons la demande selon différents critères :

Étudions la réponse à la qualité des usagers. La population du campus est jeune et mobile, un mode de transport innovant propre et interactif est très susceptible de plaire à cette clientèle. Concernant la condition physique des usagers, Serpentine est équivalente à un réseau de bus. Toutefois Serpentine s'adapte plus facilement à une population handicapée qui peut y accéder où qu'elle se trouve.

Serpentine est très inférieure à un réseau de bus en termes de confort. En effet, les usagers sont contraints de voyager debout. Par ailleurs la rapidité des déplacements est équivalente à celle de trajets en bus puisque la vitesse de Serpentine est comprise entre 7km/h et 18km/h alors que la vitesse moyenne d'un bus de ville est de 13km/h.

En ce qui concerne l'adaptabilité du réseau :

Les navettes Serpentine n'offrent pas la possibilité de voyager en groupes importants. Toutefois une navette peu chargée est moins déficitaire qu'un bus.

La question des bagages est importante puisqu'une navette n'est pas adaptée au transport de plusieurs personnes accompagnées de bagages.

En revanche sur la question de la longueur des déplacements et de la destination Serpentine est très pertinente. Le réseau offre une infinité de destinations puisque l'utilisateur décide de son trajet. Enfin le système Serpentine permet de s'adapter à tous types de déplacements : alors qu'un bus n'est pas pertinent pour un déplacement de 200m, le réseau Serpentine est tout à fait adapté.

Le réseau que nous proposons offre 40 navettes présentes sur 11.1km. Ceci assure une densité de 3.6 navettes/km, soit un temps d'attente moyen de l'ordre de la minute, très inférieur au temps d'attente sur le réseau Marguerite où la fréquence est de 15min.

Par ailleurs le réseau Serpentine simplifie les stratégies de déplacement. Alors que le réseau Marguerite imposait des correspondances pour traverser la zone couverte par Serpentine, la nouvelle offre permet aux usagers de se déplacer d'un point à l'autre sans simplement. L'utilisateur n'a plus à établir de stratégie de déplacement pour minimiser ses correspondances.

c) Critères relatifs à l'intégration urbaine

La trame Serpentine que nous mettons en place s'appuie sur le réseau routier existant, ce qui constitue un point central de notre projet en termes d'impacts. Le nouveau réseau nécessite très peu de nouveau tronçons, il recourt à des infrastructures existantes.

L'emprise des lignes de Serpentine est plus faible que celle des lignes de bus du fait de la moindre largeur des cabines.

Les navettes Serpentine circulent efficacement sur tout type de réseaux, ainsi l'intégration de la trame Serpentine sur le réseau existant ne pose-t-elle pas question. La circulation des navettes sera aussi facile que celle des bus Marguerite.

Le réseau Serpentine est figé. La circulation des navettes est tributaire de l'implantation de bobines dans le sol. Ces bobines conditionnent le dessin du réseau Serpentine. Ceci rend le réseau Serpentine incapable de se transformer dans le temps sans entreprendre de travaux (mise en place de bobines sur d'autres parties de l'infrastructure routière). Au contraire un réseau de bus peut s'adapter librement sur un réseau routier existant.

A propos des interactions entre Serpentine et le réseau des autres modes de transports, nous pouvons dire que le système n'entretient pas des relations adaptées. Serpentine est intégrée au réseau de bus existant, et communique avec les parkings du campus. Toutefois il n'y a pas de relations avec les centres de transit desservis par Marguerite, ce qui pourrait fortement desservir le nouveau système (cf. paragraphe 3.2.e).

d) Critères relatifs à l'environnement

Nous avons estimé que la mise en place du réseau Serpentine devrait entraîner le report modal de 2 500 usagers par jour, depuis un mode polluant vers un mode propre. Ceci constitue un avantage déterminant de notre projet.

En termes de pollution, le réseau renforcé par l'offre Serpentine devrait engendrer bien moins de nuisances sonores et de rejets polluants sur le périmètre couvert que lorsque les bus seuls circulaient.

Effectivement, notre projet consiste en la suppression de plusieurs lignes de bus au profit d'un mode de transport silencieux et bien plus propre.

L'intégration paysagère de Serpentine est de bonne qualité. En effet, les navettes sont de petite taille en comparaison avec les bus Serpentine, et le réseau Serpentine emprunte un réseau existant, diminue les contraintes paysagères.

e) Critères relatifs à la stratégie

Le principal point qui fait question est la cohérence entre l'offre proposée par Serpentine et la demande, c'est-à-dire la solidité de la stratégie qui guide notre nouveau réseau. Nous avons fondé notre stratégie sur l'hypothèse selon laquelle le réseau est implanté sur une surface qui regroupe la moitié des déplacements de Marguerite. Cette hypothèse est invérifiable.

f) Tableau de synthèse des critères d'évaluation

Grille d'évaluation du réseau avec Serpentine, en comparaison avec le réseau Marguerite seul				
Economie	Prix de l'investissement		--	
	Coût d'exploitation		+	
Demande	Réponse à la qualité des usagers	Condition physique	=	
		Intérêt	+	
	Longueur des déplacements		=	
	Fréquence		+	
	Confort		--	
	Rapidité		=	
	Adaptabilité	Nombre de voyageurs		=
		Destination		++
		Bagages		-
	Temps d'attente		+	
	Correspondances		++	
Intégration urbaine dans réseau existant	Utilisation du réseau existant		+	
	Emprise		=	
	Circulation sur le réseau		=	
	Adaptabilité du réseau dans le temps		--	
	Echanges avec les nœuds de réseau		--	
Environnement	Transfert vers un mode propre		++	
	Pollution résiduelle	Bruit	+	
		Rejets	++	
	Intégration paysagère		+	
Stratégie	Garantie de la solidité de la stratégie		--	

Conclusion à l'étude de l'implantation de Serpentine sur le campus de Stanford :

Notre étude de l'implantation du système Serpentine est fondée sur une hypothèse forte : nous avons considéré que la moitié des voyages recensés sur le réseau Marguerite sont réalisés dans une aire transversale qui s'étend d'Ouest en Est entre les résidences étudiantes. Cette hypothèse est acceptable puisque le campus de Stanford est tourné vers lui-même, la vie étudiante y est très animée, et les centres d'intérêt sont à l'intérieur du campus.

Sur un campus français il aurait fallu faire des hypothèses différentes. La vie étudiante n'est pas dense, les campus sont pauvres en termes d'activité et les déplacements de la population sont fuyants, ils sont réalisés vers l'extérieur du campus. Si le Campus de Stanford avait été en France il aurait été sage de considérer que plus de 75% des déplacements du réseau Marguerite étaient effectués vers le centre de transit de Palo-Alto, c'est-à-dire dans le cadre de déplacements entre le campus et l'extérieur. Toutefois il ne faut pas considérer la faiblesse des relations avec les nœuds de réseau inhérente à Serpentine : il s'agit d'une défaillance de notre tracé impliquée par le choix d'orientation du réseau que nous avons fait.

Notre étude nous montre que Serpentine s'adapterait convenablement au campus de Stanford. Toutefois, le système ne se montre pas véritablement convaincant sur le point de l'intégration dans l'environnement urbain du campus de Stanford. Sa principale force est de répondre de façon très satisfaisante à la demande telle qu'elle a été définie.

Le système Serpentine semble applicable au campus de Stanford. Toutefois cette conclusion repose sur l'hypothèse que nous avons faite relativement aux déplacements. La principale faiblesse de notre étude est l'incertitude de notre hypothèse la plus forte.

Implantation de Serpentine dans le centre-ville de Sousse

1. Description

Troisième ville de Tunisie après Tunis et Sfax, Sousse, la Mecque du tourisme tunisien a su préserver sa médina et son port de pêche. La ville a su gérer habilement son potentiel touristique : les pieds dans l'eau avec juste ce qu'il faut de couleur locale. Parmi les points d'intérêts se trouvant à Sousse on retrouve :

- Les catacombes qui s'étendent sur 5 kilomètres, mais dont seulement 40m sont ouverts aux visites.
- La Casbah, l'autre forteresse de Sousse avec sa tour Khalef el-Fata, haute de 30 mètres.
- Dar Essid, un musée pour découvrir la maison traditionnelle tunisienne, le bâtiment abritait autrefois une maison de notable.
- Le musée archéologique, on y trouve des mosaïques, des stèles et des sculptures d'origine punique.

1.1. La géographie de Sousse

La ville de Sousse est située au bord de la Méditerranée, dans un important couloir de communication reliant le Nord et le Sud du pays. C'est la Capitale de la région du Sahel (Gouvernorats de Sousse, Monastir et Mahdia) et est à la tête d'un réseau de villes satellites qui forment l'agglomération urbaine du Grand Sousse.



Figure 4 : Carte de Sousse

La population de la ville de Sousse est estimée à 210 000 individus en 2010 et les estimations prévoient 247 000 personnes en 2015.

1.2. Les transports

a) La répartition modale

La répartition modale de la ville de Sousse est différente de la répartition dans une ville moyenne européenne. Cela s'explique par le fait que le niveau de vie est plus faible dans cette partie du Monde qu'en Europe. Le niveau de motorisation s'en trouve ainsi contenu à 154 véhicules pour 1000 habitants, mais augmente toutefois de 7.25% par an et représente une pression forte sur le centre-ville. C'est ainsi la marche à pied qui est privilégiée par les habitants pour leurs déplacements, comme le montre graphe suivant :

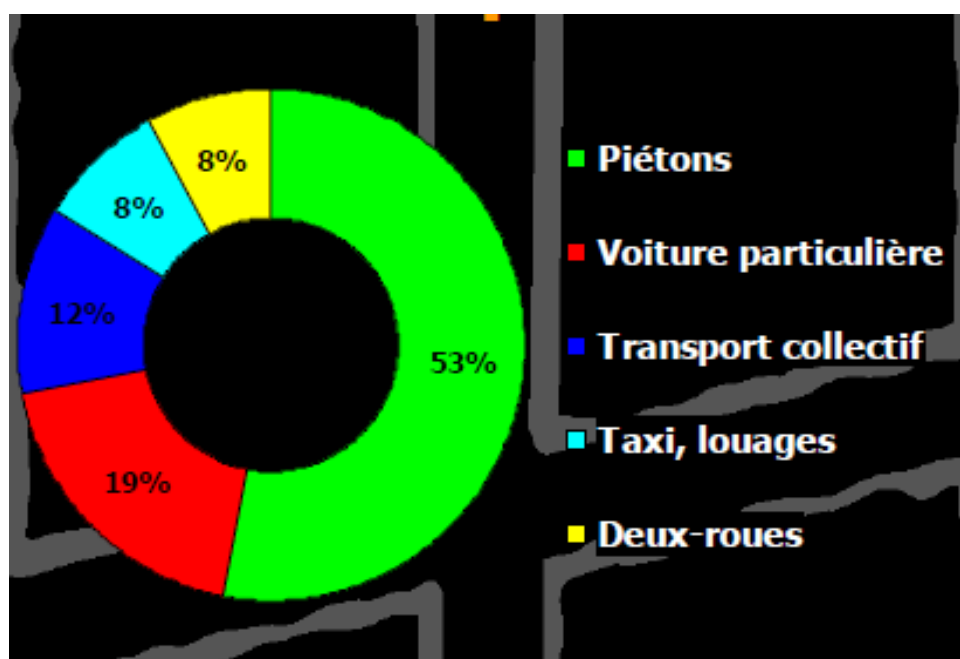


Figure 5 : Répartition modale au sein de Sousse

b) Le réseau de bus de la Société de Transport du Sahel (STS)

Présentation du réseau :

Le transport collectif représente 12% des déplacements dans l'agglomération. C'est la STS qui est en charge de réseau. Il est constitué de 8 lignes de bus. Ces lignes comme on peut le voir ne couvrent pas la totalité du territoire. Sur le graphique suivant sont représentés les lignes de bus du réseau STS, sur lesquelles on a greffé des cercles verts d'un rayon de 300 mètres à chaque arrêt de bus ce qui accentue le caractère lacunaire du réseau.

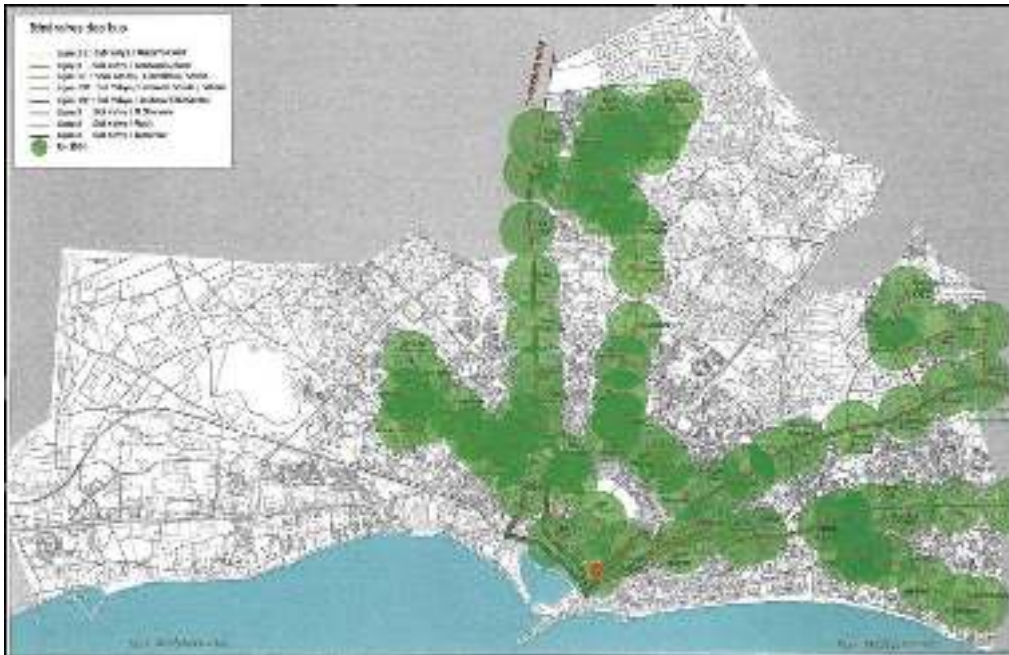


Figure 6 : Carte du réseau de la société de transport du Sahel

Ces lignes couvrent donc les parties Nord et Est du territoire dans sa grande majorité en laissant toutefois de côté le quart Nord-Ouest ainsi que la desserte du Sud de l'agglomération.

Le réseau est transversal. Les arrêts sur les lignes de bus sont accessibles à pieds dans un temps court. Le réseau de transports en commun n'est pas structurant en bords de mer, où l'activité touristique se tient essentiellement.

Réseau routier :

Le réseau routier est bien structuré comme on peut le voir sur le graphique suivant :



Figure 7 : Le réseau de routes de Sousse

Les échanges sont nombreux et le trafic est dense sur la totalité du territoire. Le parc de véhicules est estimé à 78 000. Ceci est peu par rapport au nombre d'habitants mais le centre-ville ne peut supporter cette charge d'automobiles. 132 000 véhicules sont échangés chaque jour entre le Nord et le Sud de l'agglomération.

Dans celle-ci la vitesse moyenne de circulation est de 15 km/h. D'autre part en ce qui concerne le stationnement les parkings (privés ou publics) sont pratiquement inexistantes.

Piétons :

La ville de Sousse est une cité à l'échelle des piétons. 53% des déplacements sont en effet à l'heure actuelle réalisés à pieds. Cela s'explique par la topographie, plane favorisant donc ce mode déplacement mais aussi par le nombre assez faible d'individus équipés de véhicules. De plus le centre-ville est très peu étalé (environ 3 km du nord au sud).

Cependant il faut noter que le réseau n'est pas continu et donc peu confortable et peu sûr.

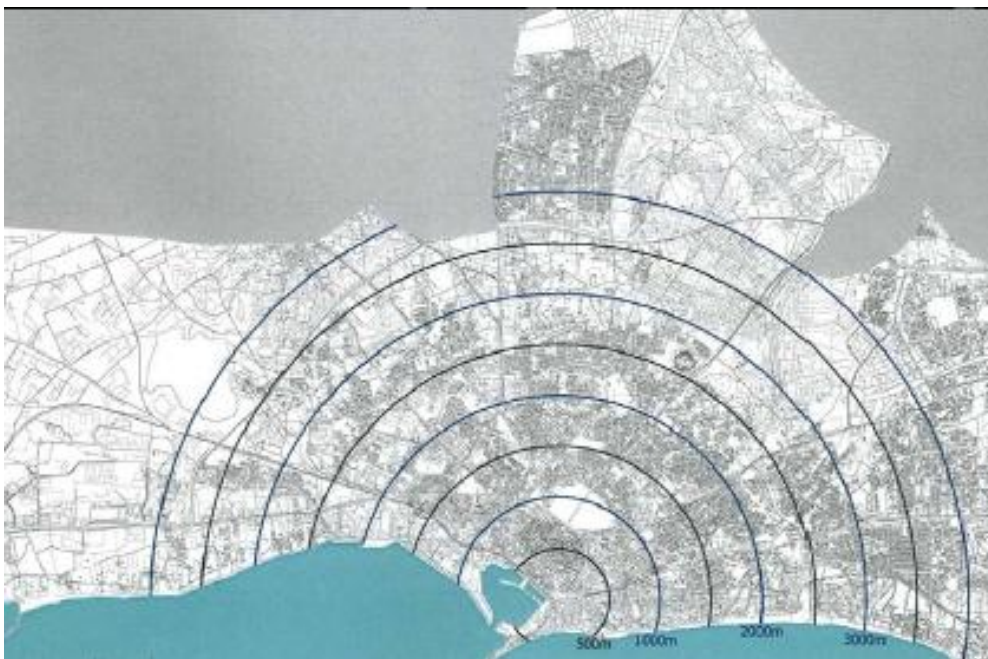


Figure 8 : Carte des distances entre le port et le reste de la ville

Réseau ferré :

Depuis peu le métro du Sahel arrive à Sousse, et une gare ferroviaire a été implantée reliant ainsi Sousse aux autres villes Tunisiennes. Cependant ces modes de transport ne servent pas à effectuer des déplacements courts dans la ville de Sousse et ne sont pas incompatibles avec l'implantation de Serpentine.

Conclusion :

Le réseau actuel semble bien irriguer le territoire là où il existe. Nous pourrions nous intéresser à une implantation de Serpentine dans le Nord-Ouest ou dans le Sud de la ville, où le réseau est un peu plus lacunaire. Cependant le quadrillage serait grand (trop pour Serpentine) et il est difficile de connaître plus précisément la demande et la viabilité du projet. C'est donc vers une autre cible que nous allons nous orienter.

La demande :

73% des déplacements à Sousse sont effectués pour des obligations. La grande majorité des autres déplacements sont réalisés par les touristes. Dans Sousse la moyenne des déplacements est 2.35 par jour et par personne. Ce sont environ 400 000 déplacements hebdomadaires qui animent la ville de Sousse. Nous pouvons raisonnablement penser que la moyenne des déplacements pour les touristes est largement plus élevée.

Concernant les transports, la société STS a estimé à 7 400 le nombre de voyageurs journaliers intramuros utilisant les transports en commun.

D'autre part 1 206 taxis sont en circulation dans la ville de Sousse, ils servent principalement à répondre à la demande de déplacement des touristes. Cependant, dans un souci de rentabilité, et comme cela se produit en France, un problème apparaît pour les courtes distances. Les chauffeurs de taxis préfèrent transporter des voyageurs sur des distances assez longues et délaissent les petits déplacements moins bien rémunérés. D'autre part, le réseau STS ne dessert pas les hôtels situés sur la côte bordant la Méditerranée, la carte suivante en témoigne.

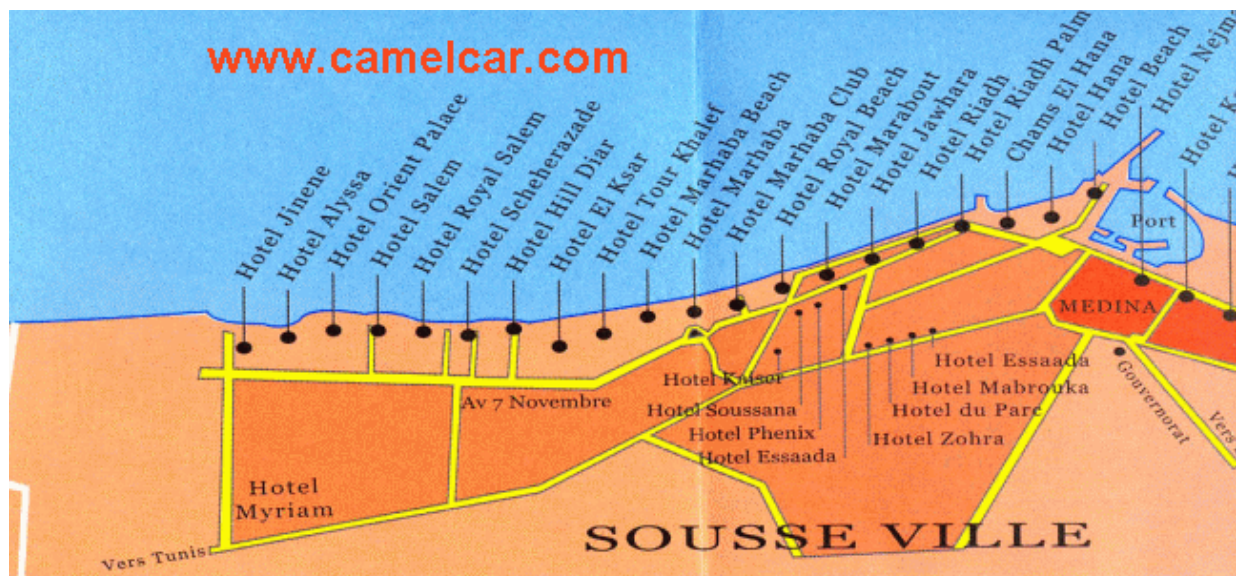


Figure 9 : Répartition des hôtels sur le bord de mer

Les hôtels sont proches des monuments du centre-ville (éloigné de moins d'un kilomètre en moyenne) et des différentes gares mais les déplacements sont effectués à pieds.



Figure 10 : Carte des sites touristiques de Sousse

C'est donc vers les sites touristiques que nous allons orienter l'implantation de Serpentine.

2. Etude de l'intégration de Serpentine

2.1. Principe de notre choix d'implantation de Serpentine

Nous avons décidé d'intégrer Serpentine le long de la mer Méditerranée, pour ainsi desservir le centre touristique et les hôtels. Notre idée n'est pas de bouleverser la logique de transports en commun en place :

Sousse est assez étendue. Le système Serpentine ne peut pas couvrir l'ensemble du territoire.

Les centres hôteliers et les lieux d'intérêt touristique sont principalement concentrés sur la côte méditerranéenne.

Les réseaux de transports sont portés vers le port, mais ne structurent pas l'espace d'activité touristique.

Ainsi avons-nous pris le parti de ne considérer l'implantation de Serpentine que dans le cœur de la ville, le nœud de vie touristique : le port de Sousse.

a) L'implantation de Serpentine

Les principes du nouveau réseau :

La vocation de Serpentine est principalement de remplir des missions de transport sur des trajets courts ; le système doit éviter aux usagers de mettre en place des stratégies de déplacement et de subir les correspondances sur des trajets courts. Serpentine offre une infinité de destinations et aucune correspondance.

Le projet d'implantation de Serpentine que nous proposons est fondé sur des principes fondamentaux :

- Le réseau Serpentine doit fragmenter l'espace étudié en zones dont la surface est déterminée par un rayon admissible. Le centre touristique de Sousse est peu étendu, il n'y a pas de réelle contrainte spatiale puisque le maillage sera nécessairement dense du fait de la densité du tissu de rues.
- Le réseau Serpentine doit permettre l'accès aux centres d'intérêt du centre-ville :
 - La médina
 - Le parc aux oiseaux
 - La station de métro
 - Les gares ferroviaire et routière
 - L'église
- Le réseau Serpentine doit utiliser au maximum l'infrastructure routière existante.
- Le réseau Serpentine à vocation à remplacer des déplacements à pieds, tous les sites précédemment cités sont proches des hôtels mais les déplacements pour y accéder sont effectués à pieds.
- Les touristes sont la cible privilégiée de l'utilisation de serpentine en centre-ville, en effet dans les capsules serpentines le paysage peut être vu sans gênes et elles rendent les déplacements plus rapides qu'à pieds.

Les lacunes de l'ancien réseau :

L'ancien réseau est très développé aujourd'hui avec la présence du métro, des gares ferroviaires et routière, ou encore des bus de la STS.

La seule lacune de ce réseau est située du côté touristique : le réseau ne propose pas de réseau dense à vocation touristique, alors que le tourisme est la principale ressource de la ville. L'objectif de Serpentine serait donc de connecter les hôtels au réseau actuel.

Le nouveau réseau :

Voici la carte du nouveau réseau que nous proposons dans l'objectif de desservir le centre touristique de Sousse:

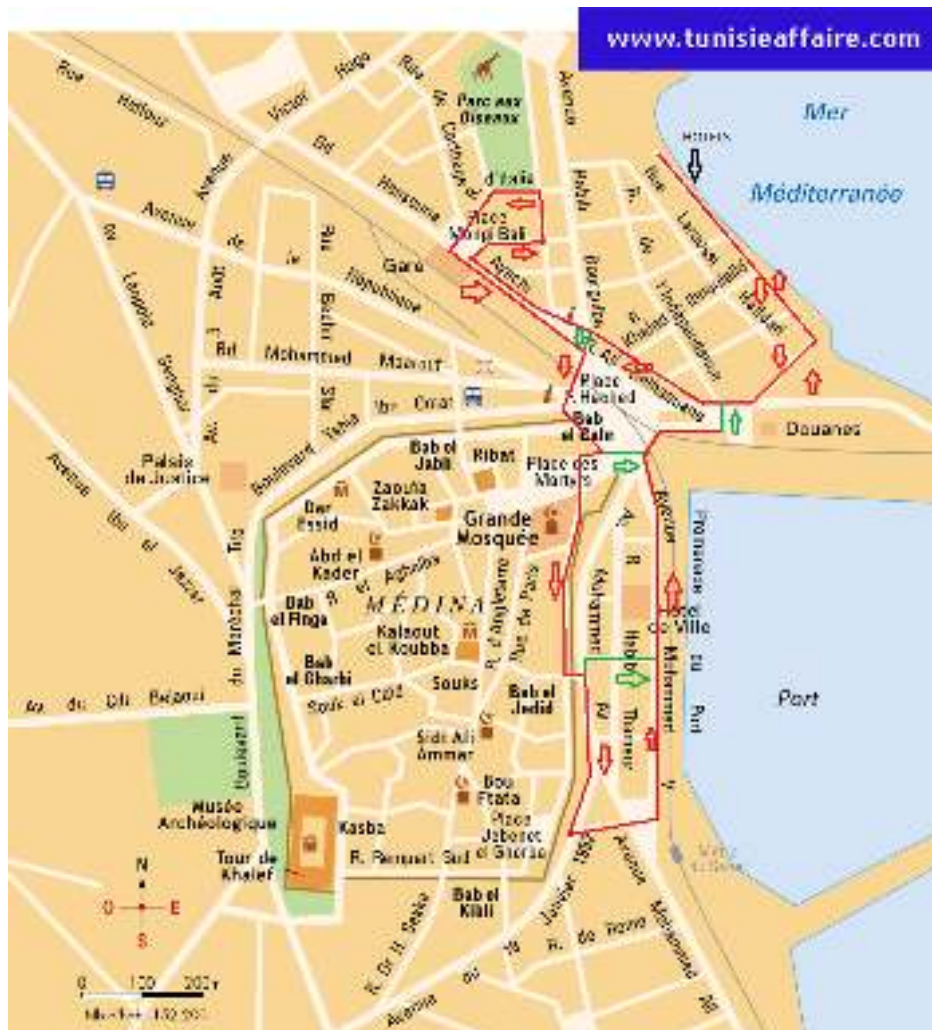
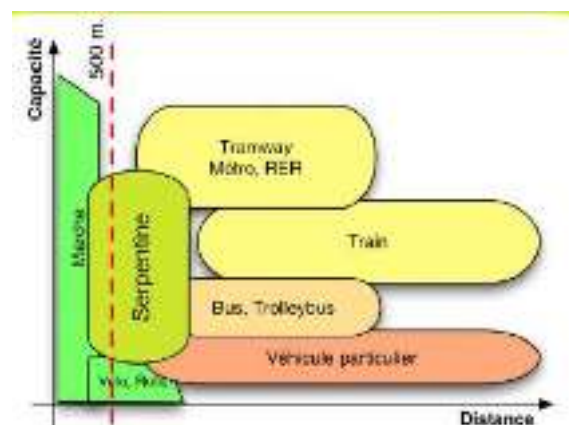


Figure 11 : Carte du réseau Serpentine

Celui-ci, en rouge, dessert tous les sites importants du centre-ville. Nous pouvons voir en vert les shunt permettant d'accéder au plus vite à la destination souhaitée.

L'échelle (que l'on peut voir sur la carte) semble bien adaptée à l'implantation de Serpentine si l'on s'en réfère au schéma ci-contre. Le schéma montre que l'usage de Serpentine est optimisé pour des déplacements longs de 400m à 1000m. Notre implantation de Serpentine tient compte de cette ordre de distance puisque le maillage que nous proposons.



3. Critères d'évaluation

3.1. Evaluation du projet d'implantation de Serpentine

a) Critères économiques

L'implantation de Serpentine ici n'est pas sujette à concurrence avec d'autres modes de transports puisque c'est un public piéton qui est visé. Seuls les taxis pourraient être en concurrence avec Serpentine pour des déplacements hôtels-gare, mais Serpentine semble bien plus économique et tout aussi compétant que les taxis pour ces trajets.

L'investissement de Serpentine correspond à un investissement en infrastructure et en matériel : 3.8 km de réseau à 350000€/km, et 25navettes à 75000€/navette, a cela il faut rajouter l'utilisation de trafic manager : 1 million d'euros, soit un total de 4 200k€. Cet investissement est très supérieur à celui qu'il fallait entreprendre pour mettre en place le réseau de bus STS que Serpentine remplace. En effet le prix d'un bus simple comme ceux de la flotte STS est inférieur à 500 000€.

En termes de coût d'exploitation, Serpentine est moins intéressant que l'offre de taxis. En effet les taxis relèvent d'une société privée et ne coûtent rien à la collectivité (hormis l'entretien de la chaussée).

b) Critères relatifs à la demande

Nous évaluons la demande selon différents critères :

La réponse à la qualité des usagers. Les touristes sont mobiles, un mode de transport innovant propre et interactif est très susceptible de plaire à cette clientèle. Le système Serpentine devrait plaire à cette clientèle, davantage qu'un réseau de taxis. En effet, Serpentine est un mode ouvert qui donne l'impression d'être proche de l'extérieur : idéal pour les touristes. En revanche il est possible que les touristes dont les déplacements sont piétons boudent le nouveau système.

Concernant la longueur des déplacements :

Serpentine est plus adaptée que les taxis pour des déplacements courts, d'un site touristique à l'autre.

Serpentine peut permettre des déplacements plus rapides qu'à pieds, lorsque la distance est importante.

Serpentine est très inférieure à un réseau de bus en termes de confort. En effet, les usagers sont contraints de voyager debout. Par ailleurs la rapidité des déplacements est équivalente à celle de trajets en taxis puisque la vitesse de Serpentine est comprise entre 12km/h et 18km/h, nous pouvons imaginer que la vitesse des taxis dans le centre de Sousse.

En ce qui concerne l'adaptabilité du réseau :

Les navettes Serpentine n'offrent pas la possibilité de voyager en groupes importants. Les touristes concernés par l'utilisation de Serpentine ne sont donc pas ceux faisant parti d'un groupe mais ceux venant en famille ou en comités restreints. Il faudrait savoir si Sousse est une destination préférentielle pour les groupes ou les familles. Cette incertitude est une faiblesse de l'étude.

La question des bagages est importante puisqu'une navette n'est pas adaptée au transport de plusieurs personnes accompagnées de bagages. Ici les touristes voulant se rendre en gare afin de rentrer chez eux avec leurs bagages ont la possibilité de demander plusieurs navettes. Le mode de transport utilisé actuellement est le taxi et n'est pas beaucoup plus spacieux qu'une capsule. Serpentine se positionne aussi bien que le taxi, et mieux que le déplacement à pieds pour ce qui est des bagages.

En revanche, sur la question de la longueur des déplacements et de la destination, Serpentine est très pertinente. Le réseau offre une infinité de destinations puisque l'usager décide de son trajet. Enfin le système Serpentine permet également de s'adapter à tous types de déplacements : alors qu'un taxi n'est pas pertinent pour un déplacement court, le réseau Serpentine est tout à fait adapté. La question principale est de savoir si le réseau Serpentine sera valorisé : les touristes feront-ils appel à cette offre dans la mesure où les déplacements vers lesquels se porte Serpentine sont envisageables à pieds.

Le réseau que nous proposons offre 25 navettes présentes sur 3.8km, soit environ une navette pour 150m de réseau. Soit un temps d'attente moyen inférieur à la minute.

c) Critères relatifs à l'intégration urbaine

Nous évaluons l'intégration urbaine de notre projet par l'intermédiaire d'une série de critères :

La trame Serpentine que nous mettons en place s'appuie sur le réseau routier déjà existant, ce qui constitue un point déterminant de notre projet en termes d'impacts. Le nouveau réseau nécessite très peu de nouveau tronçons, il recoure à des infrastructures existantes.

L'emprise de Serpentine est plus faible que celle des taxis du fait de la moindre largeur des cabines.

Les navettes Serpentine circulent efficacement sur tous types de réseaux. On peut aisément imaginer les capsules Serpentine circulant entre la bande de sable et la route longeant les hôtels sur la photo ci-contre. Une des lacunes de notre étude est de ne pas pouvoir accéder facilement aux informations nécessaires pour savoir si l'implantation de Serpentine est possible dans les petites rues de la ville. Il est difficile de savoir si le réseau de route en place supportera le système.

A propos des interactions entre Serpentine et le réseau des autres modes de transports, nous pouvons dire que le système entretient des relations tout à fait adaptées. La connexion est assurée ici à tous les réseaux déjà existants sur la commune de Sousse. Toutefois, il est clair que le réseau de taxis est également performant en termes de liaison avec les nœuds du réseau et les pôles d'échanges entre modes. Par ailleurs, un réseau de bus pourrait entretenir de relations tout aussi cohérentes avec le réseau existant puisque ce mode est déjà en place.

d) Critères relatifs à l'environnement

Très peu d'atouts environnementaux sont mis en valeur ici. Le fait que Serpentine soit un mode de déplacement propre ne pèse pas puisque le public visé est en piéton. Au contraire, Serpentine pourrait jurer dans un environnement où il n'existait pas de mode de transport de ce type.

e) Critères relatifs à la stratégie

Le principal point qui fait question est la cohérence entre l'offre proposée par Serpentine et la demande, c'est-à-dire la solidité de la stratégie qui guide notre nouveau réseau. Les touristes veulent-ils vraiment gagner du temps dans le transport et accéder au plus vite au site à visiter ? Ou préfèrent-ils prendre leur temps en marchant et en profitant du paysage ?

Grille d'évaluation du réseau avec Serpentine, face au mode de transports en place (taxis)			
Economie	Concurrence avec taxis		+
	Prix de l'investissement		--
	Coût d'exploitation		-
Demande	Réponse à la qualité des usagers (touristes)		=
	Longueur des déplacements		+
	Fréquence		++
	Confort		--
	Rapidité		=
	Adaptabilité	Nombre de voyageurs	-
		Destination	++
		Bagages	+
Temps d'attente		+	
Intégration urbaine dans réseau existant	Utilisation du réseau de routes existant		+
	Emprise		=
	Circulation sur le réseau		=
	Adaptabilité du réseau dans le temps		--
	Echanges avec les nœuds de réseau		=
Environnement	Transfert vers un mode propre		+
	Pollution résiduelle	Bruit	+
		Rejets	+
	Intégration paysagère		+
Stratégie	Assurance que la stratégie du projet est viable		--

Conclusion à l'étude de l'implantation de Serpentine dans le centre-ville de Sousse :

Notre étude de l'implantation du système Serpentine est fondée sur une hypothèse forte : nous avons supposé que les touristes préféreront l'utilisation de Serpentine à celle des taxis ou à la marche à pieds. Cette hypothèse semble acceptable puisque les touristes ont souvent peu de temps pour visiter un lieu et un gain de temps sur le moyen de transport ne semble pas négligeable pour eux. Serpentine est en effet plus rapide que la marche à pieds et beaucoup plus économique que le taxi pour les utilisateurs.

Sur le lieu d'étude, le réseau de bus STS est inexistant, les distances sont courtes et le mode de transport privilégié est la marche à pieds. De plus les taxis ne s'avèrent pas être une bonne alternative sur de telles distances puisqu'ils sont coûteux et que les chauffeurs rechignent à effectuer des courses sur de courts trajets. C'est parce que toutes ces conditions sont réunies que Serpentine présente un intérêt ici.

Notre étude nous montre que Serpentine s'adapterait convenablement à la ville de Sousse. Toutefois, le système étant très onéreux et, compte tenu de la capacité financière limitée de Sousse, cette ville risque de ne pas être en mesure d'intégrer Serpentine à son paysage. La principale force de ce mode de transport est de répondre de façon très satisfaisante à la demande telle qu'elle a été définie. Cependant, pour des distances aussi courtes, la marche à pieds répond aussi de façon satisfaisante à cette demande et ne coûte rien à la commune.

En définitive, le système Serpentine semble applicable à la ville de Sousse, si l'on ne tient pas compte de la dimension financière et que les hypothèses faites s'avèrent exactes.

Etude du parc Disneyland Paris

Nous venons d'étudier la pertinence de l'implantation de Serpentine au sein de deux territoires bien spécifiques : un campus universitaire et un centre-ville touristique du Maghreb. Dans ces deux situations, Serpentine est venue s'ajouter à un réseau de bus préexistant, permettant, grâce à ses atouts et ses spécificités, d'optimiser les déplacements de personnes à l'échelle locale.

Dans cette troisième partie, nous nous proposons d'imaginer et d'étudier l'implantation de Serpentine au sein d'une structure dans laquelle aucun réseau de transport n'existe actuellement, à savoir le parc d'attraction « Disneyland Paris ». Ce type de territoire se distingue des deux précédents puisqu'il ne s'agit pas ici d'un milieu urbain mais d'un parc d'attractions privé. Pour autant, sa superficie est suffisamment importante (près de 950 hectares) pour que l'on puisse raisonnablement imaginer y implanter Serpentine.

Notre étude reposera alors ici sur plusieurs questions quant à la pertinence de l'implantation de Serpentine au cœur de ce parc d'attractions :

- Quel en serait le meilleur tracé ?
- En quoi cet aménagement serait-il intéressant pour le parc d'attractions ?
- En quoi le serait-il pour les visiteurs ?
- Comment, techniquement, mettre en place un tel réseau ?

Nous tenterons de répondre à ces thématiques au travers de différentes parties reprenant une à une les interrogations posées ci-dessus.

1. Présentation du parc

Disneyland Paris est un immense complexe regroupant deux parcs complémentaires, le parc Disneyland Paris (ouvert depuis le 12 avril 1992) et le parc Walt Disney Studios (ouvert le 16 mars 2002). S'ajoutent à cela de nombreux hôtels (2400 chambres au total), un golf, un « Village Disney », 54 boutiques réparties dans l'ensemble du site, deux centres de conventions et 68 points de restauration (comptoir, buffetéria, service à table, etc).



Figure 12 : Présentation du parc Disneyland Paris

- | | |
|--|---|
| 1 – Parc Disneyland | 16 – Hôtel Elysée Val d'Europe |
| 2 – Walt Disney Studios | 17 – Aparthôtel Adagio City |
| 3 – Village Disney | 18 – Gare RER Val d'Europe |
| 4 – Hôtel New York | 19 – Hôtel Sequoia Lodge |
| 5 – Hôtel Disneyland | 20 – Parking des parcs Disney |
| 6 – Parking Village Disney | 21 – Club Disney Newport Bay |
| 7 – Gare RER Marne-la-Vallée / TGV / Bus | 22 – Golf |
| 8 – Hôtel Cheyenne | 23 – Parcours aventure Davy Crockett |
| 9 – Hôtel Santa Fe | 24 – Centre Commercial Val d'Europe |
| 10 – Ranch Davy Crockett | 25 – Commerces Village La Vallée |
| 11 – Hôtel Dream Castle | 26 – Aquarium Sea-Life |
| 12 – Hôtel Magic Circus | 27 – Services municipaux |
| 13 – Hôtel Explorers | 28 – Parc d'entreprises |
| 14 – Hôtel Kyriad | 29 – Vers l'aéroport Roissy Charles-de-Gaulle |
| 15 – Hôtel Radisson Blu Sas | 30 – Futur centre hospitalier Lagny |

Au-delà d'un simple parc d'attractions, on peut presque parler d'un « village d'attractions » au vu de sa fréquentation (près de 15 millions de visiteurs par an) et de sa vaste superficie (950 hectares soit presque 1/10^{ème} de la superficie de Paris).

Disneyland Paris est le premier restaurateur français avec près 150 000 repas servis quotidiennement. 13000 personnes y travaillent, de 100 nationalités différentes et représentant environ 500 corps de métiers. Chaque jour, 14 heures de spectacles viennent animer les allées du parc et quatre scènes font l'objet de spectacles permanents.

Ces chiffres astronomiques témoignent de l'intense activité du site et des nombreux déplacements de personnes qui en découlent, d'où la légitimité d'une réflexion quant à l'implantation de Serpentine en ces lieux.

2. Choix du tracé

Serpentine est un moyen de transport qui, comme nous l'avons déjà précisé auparavant, est optimisé pour des circuits relativement courts (de l'ordre de quelques kilomètres) et nécessitant une desserte relativement importante (de manière à ce que l'investissement puisse être rentabilisé). L'étude de la carte de Disneyland Paris nous montre que de nombreux hôtels jouxtent les deux parcs (Disneyland & Walt Disney Studios). De ce fait, l'un des intérêts de l'implantation de Serpentine au sein de cet espace serait de permettre une circulation facilitée et plus rapide des visiteurs et/ou employés entre les plus proches hôtels et les différentes attractions.

De plus, il est évidemment incontournable de relier au tracé que nous allons définir pour Serpentine le parking principal (65% des visiteurs se rendent à Disneyland en voiture particulière) ainsi que la gare RER / TGV / Bus.

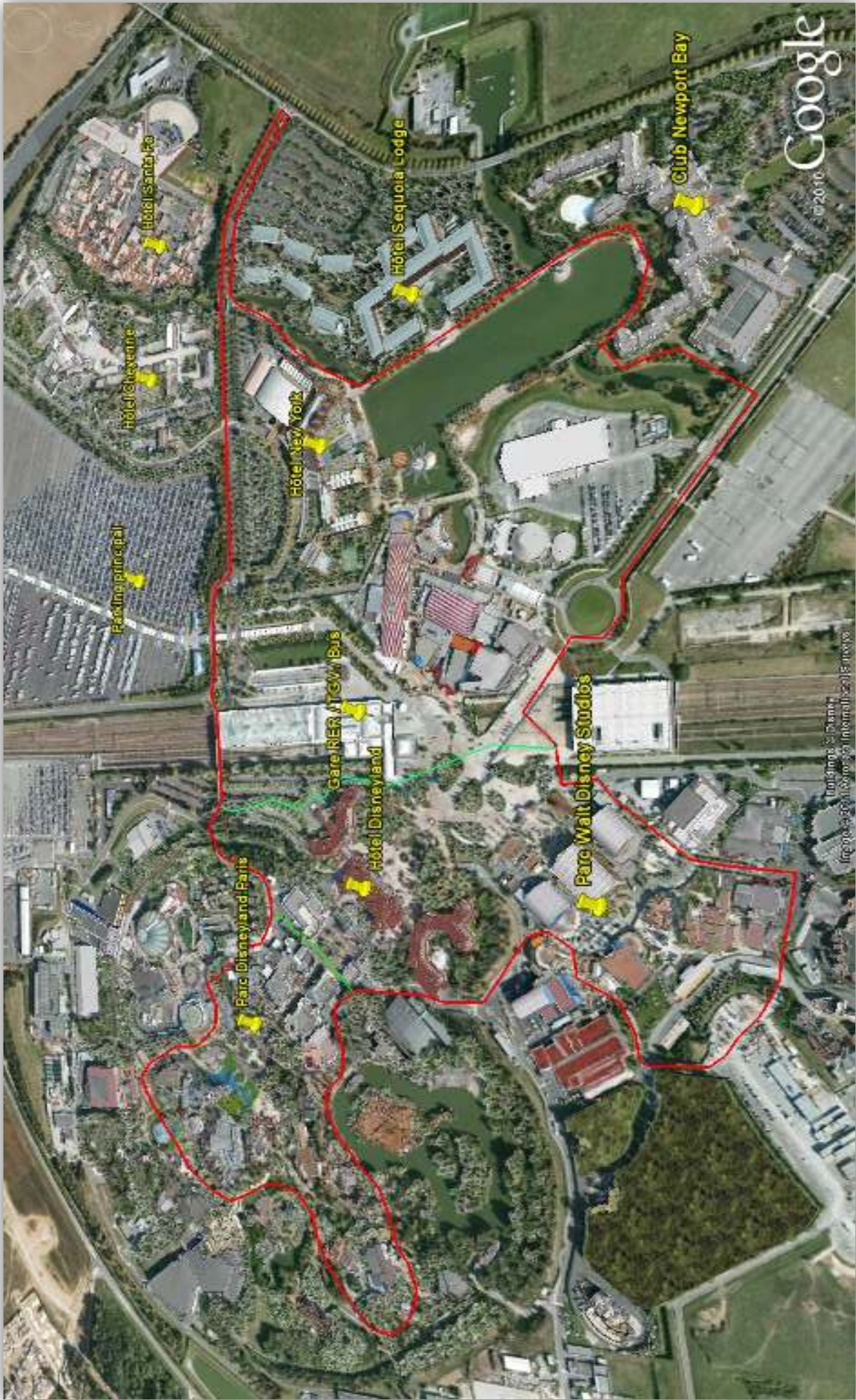
Le tracé se devra donc de desservir un maximum d'attractions et d'hôtels, en passant également à proximité de la gare et du parking principal ; le tout en utilisant au maximum les routes et allées déjà aménagées.

En tenant compte de l'ensemble de ces critères, nous sommes parvenus à une proposition de tracé qui nous paraît être un bon compromis entre longueur du circuit, et dessertes des différents sites précédemment cités. Ce tracé est représenté sur la carte ci-dessous.

Deux portions transverses ont été ajoutées au tracé de manière à permettre à des usagers empruntant une navette Serpentine au niveau du parc Walt Disney Studios et souhaitant se rendre à un point antérieur du réseau (le circuit est parcouru dans le sens inverse des aiguilles d'une montre sur la carte ci-dessous) d'éviter d'avoir à parcourir l'ensemble du tracé avant d'arriver à la destination choisie. Pour ce faire, la navette emprunte donc cette portion transverse qui lui permet de « couper » au sein du circuit.

Ce tracé permet à Serpentine de desservir l'ensemble des points stratégiques du site. De plus, toutes les attractions, la gare TGV / RER ainsi que les quelques hôtels desservis par le réseau proposé se trouveront à moins de 100 mètres de la ligne utilisée par Serpentine.

N'ayant pas de données précises concernant la demande qui existerait pour un tel système, nous proposons que le nombre de capsules présentes sur le tracé soit augmenté progressivement. Il s'agirait donc de partir de quelques navettes puis d'en augmenter la quantité tant que la demande assure un remplissage globalement suffisant du réseau. C'est ainsi que l'on pourra adapter le nombre de navettes en circulation à la demande en déplacement des personnes.



3. Intérêts liés à la mise en place de Serpentine à Disneyland Paris

3.1. Intérêts pour les visiteurs

Nous l'avons vu lors de la présentation du site, le village Walt Disney de Paris est un vaste territoire sur lequel on trouve à la fois des parcs d'attraction, des hôtels, des restaurants, des parkings, des stations de RER / Bus et une gare. La plupart des visiteurs y passent une journée complète voire très souvent plusieurs jours.

Les déplacements de personnes circulant entre leur hôtel, le parc Disneyland, le parc Walt Disney Studio, le club Newport Bay, les parkings, les stations RER et la gare peuvent rapidement devenir longs et fatigants pour certaines personnes. L'intérêt de la mise en place du réseau Serpentine est donc ici de remplacer les déplacements à pied par des déplacements en capsules alimentées par induction.

Ces bénéfices devraient profiter prioritairement aux personnes rapidement éprouvées par les déplacements à pied : personnes âgées, femmes enceintes, personnes à mobilité réduite, etc. Notons que bien qu'il s'agisse d'un site principalement tourné vers son parc d'attractions, la clientèle y est particulièrement hétéroclite.

En plus de rendre moins éprouvants les déplacements, Serpentine permet également de les accélérer. En effet, la vitesse moyenne des déplacements à pied est de 4km/h. Avec Serpentine, les déplacements se font à une vitesse comprise entre 12km/h et 18km/h. Il y aura donc un gain non négligeable de temps sur les déplacements des personnes, gain qui peut s'avérer particulièrement intéressant lorsqu'il s'agit de visiter un maximum d'attractions & sites divers en quelques heures ou quelques jours.

3.2. Intérêts pour les exploitants du site

Nous l'avons vu avec les quelques chiffres cités en introduction, le village Disney de Paris est un complexe faramineux qui, depuis son ouverture, ne cesse de véhiculer une image de démesure et de prestige. Un gigantesque spectacle, mélange de parades et de feux d'artifices en tout genre et mis en place spécialement pour l'ouverture du parc, avait été suivi en 1992 par plus de cent millions de personnes dans le monde. Dès qu'une nouvelle attraction est ouverte au public, celle-ci fait l'objet d'une cérémonie et d'une campagne de promotion très coûteuses (jusqu'à 500 000€), témoignant la aussi de la démesure de ce parc à thème devenu le plus visité d'Europe.

Serpentine est un moyen supplémentaire pour valoriser le site. En effet, ce système de transport suscite curiosité et intérêt tant par son côté novateur que par son adéquation avec les politiques actuelles de développement durable et de lutte contre la pollution.

En adoptant Serpentine, Disneyland Paris serait le premier site touristique au monde à disposer d'un tel système. Cela permettrait d'ajouter au côté féérique du site des aspects environnementaux et « futuristes » (car oui, il s'agit là d'un moyen de transport pouvant paraître futuriste pour beaucoup d'usagers de par son originalité et son concept totalement nouveau) qui valoriserait d'autant plus l'image du parc à travers le monde. Il est fort probable en effet que l'implantation de Serpentine à Disneyland ne passe pas inaperçue et soit relayée à la fois par les médias et par le bouche-à-oreille.

Enfin, Serpentine est également un moyen permettant aux personnes à mobilité réduite d'accéder à l'ensemble du site.

4. Aménagement technique du réseau

Pour ce type de site, nous pensons que le mode de fonctionnement de Serpentine pourrait être légèrement modifié. En temps normal, c'est l'utilisateur qui fait la demande d'une capsule en vue d'atteindre une destination choisie. Ici, nous proposons que les capsules soient en mouvement permanent, parcourant le circuit schématisé ci-dessus. La ligne serait composée de deux rails parallèles donnant alors naissance à deux boucles : l'une serait parcourue par des capsules circulant dans un sens, et l'autre par des capsules circulant dans l'autre sens. Ainsi, une même capsule circulerait toujours sur la même boucle et donc dans le même sens.

L'utilisateur n'appellera donc pas vraiment une capsule puisque celles-ci circuleront en permanence. L'action de l'utilisateur consistera simplement à appuyer sur le bouton d'une borne afin de signaler à la prochaine capsule circulant à vide de s'y arrêter, ce qu'elle n'aurait pas fait en temps normal, poursuivant son parcours. Il choisira alors une destination parmi une liste de sites stratégiques proposés (hôtels, club, parc Disneyland, parc Walt Disney Studios, place centrale, gare RER / TGV, etc...). Dès lors, le trafic manager devra décider si la capsule se doit ou non d'emprunter l'une des sections transverses de manière à réduire le temps de parcours. La capsule poursuit alors son chemin selon l'itinéraire décidé (parcours normal ou coupure), le ou les usager(s) descendent à destination puis la navette repart à vide et poursuit son cheminement sur le circuit en attendant que d'autres personnes lui demandent de s'arrêter via les bornes mises à disposition. Ce système est comparable à celui des « œufs » que l'on trouve dans les stations de ski, à la différence près que les « œufs » s'arrêtent obligatoirement au départ et à l'arrivée, même s'il n'y a pas d'usagers en attente, alors qu'ici les capsules poursuivent leur chemin tant qu'un usager ne leur demande pas de s'arrêter. Evidemment, les capsules sont dotées de capteurs physiques leur permettant de s'arrêter face à un obstacle (cas d'une capsule située juste devant une autre et qui serait arrêtée pour prendre en charge des usagers par exemple).

Serpentine étant un petit véhicule électrique alimenté par induction à partir d'une voie active enfouie dans la chaussée (sans contact direct avec le véhicule), nous proposons ici d'utiliser la chaussée existante au sein du parc. L'aménagement du réseau Serpentine consistera donc principalement en l'enfouissement de la voie active. Certains points bien précis pourront nécessiter d'abattre quelques arbres situés sur le tracé prévu mais cela resterait à confirmer via une étude réalisée sur place (les vues satellites manquent de précision à cette échelle-là).

5. Critères d'évaluation

5.1. Critères économiques

Contrairement aux deux sites étudiés précédemment (campus de Stanford et centre-ville de Sousse), l'implantation de Serpentine au sein de Disneyland Paris n'aura aucune retombée économique directe. En effet, jusqu'à maintenant, les visiteurs se déplaçaient à pied à l'échelle du tracé que nous avons proposé pour l'aménagement du réseau Serpentine. Ainsi, il s'agit ici d'implanter Serpentine sur un site auparavant dépourvu de système de transport. Cela représente donc un important investissement qui pourra être rentabilisé par les revenus sur les déplacements puisque ceux-ci seront gratuits. En effet, il n'est pas envisageable de proposer un mode de transport payant au sein d'un parc d'attraction comme Disneyland Paris. Cela ôterait tout le prestige accordé à un tel projet et que nous avons déjà souligné plus tôt dans notre étude.

Les exploitants du site peuvent en revanche espérer des retombées économiques indirectes. En effet, à la manière des spectacles proposés lors de l'ouverture de nouvelles attractions, tout repose ici sur des stratégies de communication et de valorisation du parc. En le dotant d'un système de transport novateur, original et à ce jour unique, les exploitants de Disneyland Paris peuvent espérer attirer davantage de visiteurs.

Il est donc bien évidemment très difficile d'avancer des chiffres concernant les retombées économiques, d'autant plus qu'il est déjà impossible d'évaluer précisément le coût d'un tel projet puisque les données actuelles ne nous permettent pas encore de connaître le nombre de capsules qui seront utilisées (augmentation progressive du nombre de cabines, comme nous l'avons vu plus haut).

5.2. Critères environnementaux

Serpentine est un moyen de transport qui ne consomme aucune ressource fossile (si ce n'est dans son processus de fabrication). Et bien que nous proposons ici d'aménager un réseau Serpentine au cœur d'un site ne disposant pour l'instant d'aucun mode de transport, la consommation énergétique des capsules est tellement moindre que cela n'empêche pas d'inscrire le projet dans une démarche respectueuse de l'environnement.

5.3. Critères relatifs à la stratégie

Comme nous l'avons déjà souligné auparavant, l'implantation de Serpentine au cœur de Disneyland Paris facilitera les déplacements de personnes au sein du site, mais ce projet constitue également une stratégie de développement et de valorisation du parc qui pourrait, à plus ou moins long terme, en augmenter la fréquentation. Il s'agit là d'attirer la curiosité de visiteurs potentiels puis de leur offrir un maximum de confort lors de leur séjour sur place.

Enfin, l'aménagement d'un réseau Serpentine sur ce site permettra un accès facilité aux personnes à mobilité réduite ainsi qu'à tout individu pouvant être rapidement éprouvé par les déplacements pédestres.

Exploitation des trois projets

1. La force des hypothèses

Notre étude de la viabilité de l'implantation de Serpentine a systématiquement impliqué la mise en place d'hypothèses fortes, déterminantes pour les résultats de la projection de Serpentine dans les trois environnements. Ces hypothèses sont les suivantes :

Dans le cas de l'implantation sur le campus de Stanford, nous avons fait une forte hypothèse sur la demande. Nous avons imaginé que les déplacements étaient suffisamment concentrés dans la zone où nous avons intégré Serpentine.

Dans le cas de l'implantation dans le centre touristique de Sousse, nous avons imaginé que les touristes se reporteraient de façon significative vers le système serpentine. Nous avons misé sur un report modal de la marche à pieds vers Serpentine qui justifierait de mettre en place le système.

Dans le cas de l'implantation sur le parc Disneyland Paris,

2. Les forces de serpentine

Dans le cadre de ces hypothèses fortes, Serpentine présente une véritable solidité sur les points suivants :

Serpentine est imbattable sur la question des destinations. La force de système est de proposer une infinité de destinations à la demande de l'utilisateur.

Les réseaux que nous suggérons proposent une grande densité de capsules. Cette densité assure d'un temps d'attente faible entre la commande de la destination et l'arrivée de la capsule.

Lorsque le réseau est défini par une demande bien localisée, qui recherche des trajets précis dans une zone claire, Serpentine s'avère très efficace puisque le système permet d'éviter de mettre en place des stratégies de déplacement : l'utilisateur n'a pas de correspondance à établir, il reste à bord du même véhicule tout le long du trajet, ce que ne permettent pas toujours d'autres modes de transport.

Serpentine est un mode de transport très respectueux de l'environnement. La propreté du système dépasse de loin celle d'autres modes se déplaçant à des vitesses comparables. Seuls les déplacements en bicyclettes sont moins polluants.

Serpentine est un moyen de transport qui ne nécessite pas la mise en place d'infrastructure contraignante en termes d'espace et d'intégration urbaine. Les capsules peuvent circuler sur tous types de voies.

L'exploitation du système est d'un coût très faible. Il est incomparablement inférieur à celui nécessaire à l'exploitation d'un réseau de bus.

Enfin, Serpentine peut également servir à valoriser l'image d'un site au travers des valeurs environnementales portées par un tel système (pollution bien plus faible que les modes de transport consommant des ressources fossiles). Serpentine peut également apparaître comme une innovation aux yeux des usagers, ceci leur procurant une certaine curiosité et donc un certain attrait pour ce système.

3. Les faiblesses de Serpentine

Serpentine présente toutefois quelques faiblesses indiscutables :

Le système n'est pas adapté à des déplacements longs : il ne peut couvrir une grande surface.

Le prix de l'investissement est réhibitoire. Serpentine est un investissement que l'on évalue à 3 000k€/km. Ceci est très supérieur à l'investissement qu'impose la mise en place d'une offre de bus. Plus encore, la mise en place de Serpentine doit questionner les autorités lorsque l'offre de transport actuelle est assurée par une société privée.

En termes de confort le système est un peu faible. Nous imaginons que la station debout est une faiblesse comparée au confort relatif que proposent un bus et un taxi ; toutefois, l'intimité de ce moyen de transport est appréciable.

L'adaptabilité du réseau dans le temps nous interroge. Le tracé du réseau Serpentine est moins souple est malléable que celui d'un réseau de bus, bien moins encore que celui d'une compagnie de taxis qui couvrent l'intégralité du réseau carrossable.

4. Le portrait d'un réseau serpentine idéal

D'après la description des forces et faiblesses de Serpentine que nous avons faite, nous pouvons imaginer l'allure d'un environnement idéal pour Serpentine.

4.1. La zone idéale en termes de géographie

Serpentine n'est pas adaptée à des zones trop étendues (le mode est relativement lent, et le coût d'un kilomètre de voie est élevé).

Le système peut être mis en place sur une zone moyenne, un centre-ville piéton, les berges d'un fleuve, un parc d'attraction, une gare, etc. Le périmètre étudié doit contenir des voies carrossables, suffisamment larges pour supporter les capsules (typiquement une voie carrossable pour voitures).

Le réseau de voies doit être suffisamment dense pour que les lignes du réseau soient rapidement accessibles à pieds, depuis tout lieu situé à l'intérieur du maillage de Serpentine, ou situé en proche périphérie.

Les différents lieux présentés dans notre étude correspondent à cette description.

4.2. La zone idéale en termes de demande

Le système doit être intégré dans un environnement où la demande correspond à ce qu'offre Serpentine. Les déplacements doivent être relativement lents, de distance très courte à courte. Autrement dit, serpentine est parfaitement adapté à un environnement où les déplacements se font à pieds, en deux roues non-motorisé ou en transport lent. Notons que chacun des sites que nous avons étudiés réunit ces conditions.

Serpentine doit être intégré à un lieu où la demande est bien définie et cernée. Serpentine offre la possibilité de se déplacer rapidement et simplement dans la zone du tracé. Pour les déplacements vers l'extérieur de cette aire Serpentine n'a pas d'intérêt. Les zones de transit entre deux lieux et les aires piétonnes, par exemple, sont parfaitement adaptées en termes de demande. En effet, les déplacements sont concentrés, les trajets bien identifiés et les destinations connues.

En revanche, le système Serpentine n'est pas adapté à des zones qui concentrent une population dont les déplacements sont fuyants. Il s'agit de trouver des lieux qui concentrent les centres d'activité entre lesquels se font les déplacements.

Pour trouver un lieu adapté il s'agit de mener une enquête approfondie sur les déplacements afin d'obtenir le maximum d'informations sur les destinations, la longueur des déplacements, etc. Une enquête doit permettre de définir si le portrait des déplacements correspond à la cible de Serpentine (NB : nos études n'ont pas pu s'appuyer sur des résultats pertinents concernant la demande, nous avons fait des hypothèses).

4.3. La zone idéale en termes de mise en concurrence

Serpentine n'est pas adaptée à la mise en concurrence avec des moyens de transports qui desservent de larges zones ou avec des modes rapides. Car Serpentine ne peut assurer l'offre de tels modes.

Serpentine s'adapte bien à la mise en concurrence avec un réseau de transports lents en site partagé (taxis dans un centre-ville ou bus de ville), qui propose des services équivalents. Car alors Serpentine peut faire valoir sa vitesse équivalente à celle des autres modes, l'infinité des destinations proposées, la faiblesse des temps d'attente, l'absence de correspondances et la faiblesse du coût du transport (nous estimons le prix du déplacement faible, vu le faible coût d'exploitation du réseau).

Conclusion

Arrivés au terme de notre étude, nous en retiendrons tout d'abord la difficulté que représente l'absence de certaines données pourtant nécessaires dans l'élaboration d'un projet viable, concret, pertinent et précis.

La modification ou l'implantation d'un réseau de transport est obligatoirement amenée à modifier le quotidien de ses usagers. Il nous paraît nécessaire, avant d'entreprendre toute réflexion ou toute démarche technique, de prendre connaissance du ressenti de ces usagers concernant leur utilisation journalière de ce réseau. Le recueil de leur avis constituerait un élément de départ particulièrement pertinent permettant par la suite de réfléchir à une amélioration éventuelle du système.

Conscients que tout projet comporte un manque au moins partiel de données, nous avons choisi d'émettre certaines hypothèses assumées concernant notamment les déplacements de personnes. Il est impératif que ces hypothèses soient rigoureusement réfléchies et construites avec beaucoup de pertinences car elles sont déterminantes dans la suite de notre démarche.

Ainsi, ces hypothèses sont à la fois une force et une faiblesse. Une force car elles permettent de s'affranchir des difficultés liées à l'absence de certaines données, mais une faiblesse car une hypothèse qui se révélerait totalement erronée viendrait perturber toute la suite du projet.

Enfin, cette étude nous a permis de mettre en avant certains avantages et certains inconvénients de l'implantation d'un réseau Serpentine sur un territoire. Ce système, novateur et fonctionnel, admet comme principale force sa faible consommation énergétique, la flexibilité de son fonctionnement (déplacement possible de la ligne, absence d'horaires préprogrammés, etc) ainsi que ses faibles coûts de fonctionnement. En revanche, son implantation est relativement couteuse, ce qui constitue là son principal inconvénient.

Bibliographie :

http://fr.wikipedia.org/wiki/Serpentine_%28transport%29

http://fr.wikipedia.org/wiki/Personal_Rapid_Transit

<http://faculty.washington.edu/jbs/itrans/cabin.htm>

<http://www.ultraprt.com/applications/proposed-systems/mountain-view/> (exemples de tracés)

<http://www.serpentine.ch/> (présentation du système, aspects techniques)

<http://transportation.stanford.edu/marguerite/> (informations sur le réseau de bus à Stanford)

<http://www.bart.gov/> (info sur trafic vers université de stanford, RIEN trouvé)

<http://maps.google.fr/> (plans)

<http://www.geoportail.fr/> (cartes)

<http://wikitravel.org/en/Sousse>

http://www.virtualtourist.com/travel/Africa/Tunisia/Gouvernorat_de_Sousse/Sousse-2247639/Transportation-Sousse-TG-C-1.html

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Sousse>

<http://www.la-seine-et-marne.com/disneyland-paris-chiffres.html>

<http://www.disneylandparis.fr/index.xhtml>

http://fr.wikipedia.org/wiki/Disneyland_Paris

+ *Diaporama Powerpoint de présentation de Serpentine (cours de M.R.T.U.)*