

# S E R P E N T I N E

— □ ■ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

Du SmartWay à la route intelligente électrifiée

## Note prospective : recherche de partenaires pour la mobilité de demain



Réf. CN 901 BS CB DM Lausanne, le 29 octobre 2003

# La route intelligente électrifiée

## 1. Evolution de la route

L'image d'une voiture libre et sans fil à la patte, surtout si c'est une 4x4, ne correspond plus à la réalité des déplacements pendulaires.

Pour réduire les accidents de la route et éviter les congestions, les routes sont progressivement équipées, afin de faciliter la tâche des conducteurs :

- Feux de régulation des carrefours
- Boucles de détection des véhicules
- Feux de contrôle d'accès
- Feux ou succession de feux de contrôle de vitesse
- Radar et suivi de camions par camera ou laser
- Signalisation dynamique
- Téléphone d'assistance et assistance radio

Ces équipements conduisent à créer des portails ou des équipements de mesure des flux par section.

Ces sections sont reliées entre elles par des câbles ou fibres optiques disposés dans une fouille en bordure de route.

Le coût de tels équipements croît de 1 million par kilomètre (fouille avec câbles et fibres) à plusieurs millions par kilomètre pour les tunnels. Ces montants peuvent devenir significatifs par rapport au coût de la route de 1 million par kilomètre à 20 millions par kilomètre d'autoroute (voire 100 millions /km pour un tunnel). Notons ici que les routes planifiées et en construction sont amorties sur des décennies et doivent donc sans délais prendre en compte les évolutions potentielles sur cette période.

## 2. Evolution de la voiture

L'équipement de la voiture se complète progressivement pour augmenter le confort et la sécurité des usagers, ainsi que pour prévenir les défaillances possibles du conducteur :

- Assistance de la direction et du freinage
- ABS et limiteur de tangage
- Système multi-média
- Limiteur de vitesse
- Détecteur de recul puis d'obstacle

- Système d'aide à la conduite
- Ordinateur de bord prenant un contrôle progressif sur les composants

Ces dispositifs rendent possible une interaction croissante entre le conducteur et les dispositifs de la route.



### 3. Propulsion

Sur le plan de l'énergie, la propulsion a peu évolué :

- Le moteur à explosion avec un réservoir de carburant fossile reste la solution dominante
- A 100 km/h, une consommation de 10 litres au 100 km correspond à une puissance thermique de 100 kW et une puissance mécanique de 20 kW environ (27 CV seulement).

L'essence et le gaz étant des ressources fossiles non renouvelables, et leur consommation croissant de manière continue, il est raisonnable d'admettre que, dans le futur, les ressources pourraient manquer et leur prix augmenter.

Le développement de la Chine et d'autres pays émergents, pourrait réduire à quelques décennies la disponibilité de ressources à un prix acceptable, soit moins que la durée d'amortissement planifiée des réseaux routiers. L'usage du gaz réduit un peu la pollution et augmente les ressources mais ne change guère le problème.

L'investissement, le poids et le coût d'exploitation des batteries ont retardé l'émergence des voitures électriques disposant d'une indépendance supérieure à quelques dizaines de kilomètres.

Actuellement, les solutions de moyen terme les plus fréquemment évoquées sont la pile à combustible ou les voitures hybrides.

Dans ces 2 cas, les voitures sont équipées de moteurs électriques d'une puissance de 15 à 20 kW. La tendance aux limitations des vitesses ou une modération des accélérations, encouragée par une route intelligente, pourrait conduire à des voitures de moins de 10 kW électrique.

L'énergie est fournie par un générateur diesel ou par une pile à combustible. La pile à combustible de rêve combine de l'hydrogène et de l'oxygène pour faire de l'eau sans pollution. Malheureusement, l'oxygène se prélève dans l'air où il est mélangé avec l'azote et la séparation produit des oxydes d'azote.

L'hydrogène peut être extrait du gaz en produisant du CO<sub>2</sub>, ou produit par électrolyse à partir d'électricité ou encore pourra l'être plus tard par craquage dans un réacteur à haute température.

A partir du gaz, l'on a pas changé grand chose par rapport au moteur à explosion. Et pour le craquage de l'eau, il faut produire, dans une centrale thermique ou nucléaire, de l'électricité avec 60 à 65% de pertes, puis produire de l'hydrogène avec des pertes lors l'électrolyse de l'eau et finalement produire l'électricité dans la pile à combustible avec 35 à 50% de perte (cf figure annexée). Et ceci sans compter les difficultés et les dangers de la distribution et du réservoir d'hydrogène.

# La route intelligente électrifiée

La Serpentine, ou plus précisément son MagnétoGlisseur®, offre 2 solutions originales :

- Un équipement de suivi des véhicules pour un prix inférieur à celui de la fouille qui lie les sections de contrôle. Un concept SmartWay a été développé pour le suivi des voitures dans les tunnels
- Un système de transmission d'énergie qui a un rendement de 90% en chiffre rond pour une puissance des moteurs de 2,4 kW adaptée aux faibles vitesses, accélérations et masse du véhicule de la Serpentine.

Quelque soit le mode de production de l'électricité, centrale thermique ou nucléaire, (et mieux éolienne ou solaire si la consommation est préalablement réduite par des procédés plus performants,), la chaîne de la route intelligente électrifiée est beaucoup plus performante que la chaîne de la pile à combustible. Par contre, il faudra du temps pour l'électrification complète des réseaux.

Tout naturellement, on en vient au concept de route intelligente électrifiée dans une réalisation progressive.

Les véhicules hybrides sont directement ravitaillés en électricité en ville et sur les routes fréquentées et fonctionnent de manière autonome hors de ces secteurs.

Les voitures électriques ou hybrides pourraient alors être favorisées par l'interdiction des moteurs à explosion dans les centres urbains où la pollution dépasse les normes admissibles.

La recherche et le développement d'une telle solution implique de résoudre les problèmes principaux suivants :

1. augmentation de la puissance transmise d'un facteur 4 à 5
2. suivi des voitures abonnées pour constituer la bobine virtuelle d'alimentation sous le véhicule en mouvement
3. évaluation des coûts de la route intelligente et de son électrification ainsi que de la filière des piles à combustible
4. stratégie de production : en Suisse une mobilité 100% électrique doublerait la consommation d'électricité mais produirait, en unités chaleur force décentralisées, une quantité égale de chaleur, ce qui réduirait d'autant la consommation de mazout de chauffage.



## 4. Partenaires de développement

Actuellement, ce sont les sociétés d'électricité qui sont chargées de la production et de la distribution d'électricité. Une extension de

la mobilité électrique ne peut se faire qu'en étroite collaboration avec ces sociétés.

## 5. Etapes de recherche

Les étapes suivantes doivent être envisagées :

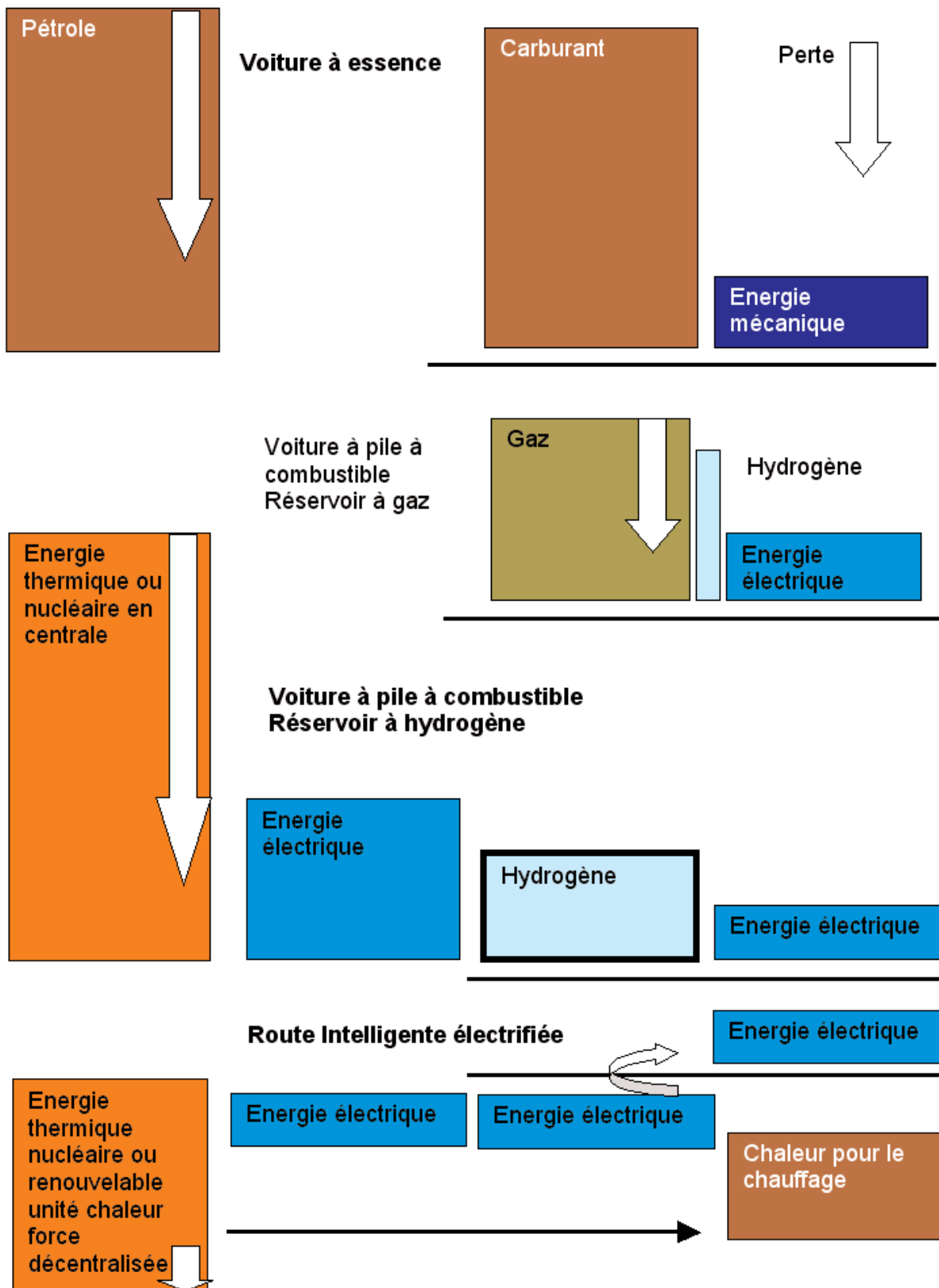
- a.** Scénario de développement des voitures électriques et hybrides et mesures d'encouragement, en ville notamment
- b.** Développement des concepts et solutions de détection et de suivi des voitures individuelles
- c.** Technologie de communication et de gestion de la transmission d'énergie (vitesse, puissance, tracking)
- d.** Estimation des coûts des variantes
- e.** Principes de normalisation des paramètres des champs magnétiques et des interfaces de contrôle

- f.** Etude d'impact de solutions en compétition (essence, pile à combustible, voiture électrique)

Concrètement, la société CN Serpentine SA a proposé un schéma d'étude de contrôle des véhicules dans les tunnels. En plus de ces travaux généraux, nous proposons de réaliser un test de transmission d'énergie avec une voiture hybride sur un MagnétoGlisseur®.

Nous recherchons donc des partenaires pour financer une telle opération (fonds de recherche, offices des routes, Electriciens romands, EDF, SMEG) et recueillons les propositions d'instituts de recherche, tels que l'INRIA, par exemple.

Implications de la route intelligente électrifiée sur les ressources énergétique pour la mobilité:





Vue aérienne de Lausanne, ©Service du cadastre de la Ville de Lausanne, vol. 2001

## Actionnaires :



CFD Drayer



## Projets de recherche européens :



CN SERPENTINE SA  
Chemin de Primerose 27 • CH-1007 Lausanne  
dir. + 41 (0)79 725 39 19 • tél. + 41 (0)21 617 17 66  
fax + 41 (0)21 617 17 80

mail@serpentine.ch

<http://www.serpentine.ch>