

# Concours



Croisière solaire et MobilPass d'une journée offerts par Aare Seeland mobil

## Que connais-tu de la mobilité?

Nous nous déplaçons chaque jour: nous allons à l'école, en boîte, à la piscine, chez des amis, à l'épicerie, au club de sport, en course d'école, etc. Que faut-il pour pouvoir se rendre rapidement et facilement d'un point à l'autre? Connais-tu bien le thème de la mobilité? Teste tes connaissances et remporte un chouette prix de mobilité! Tous les cadeaux sont offerts par Aare Seeland mobil. Le concours est ouvert jusqu'au 15 novembre 2009.

### Premier prix: une croisière solaire

Tu reçois le plus grand catamaran solaire du monde et un capitaine. Tu peux inviter tes amis et ta famille pour une croisière de deux heures sur le lac de Biemme: départ de Biemme avec le mobi-cat selon accord (sans repas).

### Cinq prix suivants: 2 MobilPass d'une journée

Funiculaires, bateaux, trains, bus – tu peux essayer tout le réseau d'Aare Seeland mobil pendant une journée à deux.

[www.satw.ch/concours](http://www.satw.ch/concours)

**SATW**

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften  
Académie suisse des sciences techniques  
Accademia svizzera delle scienze tecniche  
Swiss Academy of Engineering Sciences

**a+** Membre des  
Académies suisses des sciences



## La mobilité de demain

Des voitures avec un avenir

Des bolides écologiques

Des métros entièrement automatiques

Croisière solaire et MobilPass à gagner



◀ La mobilité prendra-t-elle cette allure demain?

▶ Banc d'essai des moteurs à l'EMPA: c'est ici que sont testés les moteurs économes en énergie et les nouveaux carburants

# Moteurs et carburants pour la voiture de demain

**Impossible d'imaginer aujourd'hui une vie sans voiture. On prend le volant pour se rendre au travail, faire du shopping ou aller en vacances. Mais à quoi ressemblera la voiture de demain?**

Y aura-t-il encore des voitures en 2030 ? Pour répondre à cette question, nous nous rendons à Dübendorf, près de Zurich, où nous rencontrons le Dr Patrik Soltic du département Moteurs à combustion à l'EMPA (laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche):

«Il y aura toujours des voitures dans 20 ans. Mais leur apparence dépendra fortement de l'évolution des prix de l'énergie. Les prix sont encore bas. Mais cela peut changer rapidement car les quantités de pétrole disponibles sont limitées alors que la demande ne cesse d'augmenter, surtout de la part de pays immenses comme la Chine et l'Inde où de plus en plus d'habitants peuvent s'offrir une voiture. Plus le prix de l'énergie augmente, plus l'incitation est forte de fabriquer et de vendre des voitures peu gourmandes.»

## Le bois comme carburant

Selon Patrik Soltic, de nouveaux systèmes d'entraînement comme les moteurs électriques seront introduits à l'avenir chaque fois que c'est

intéressant et que l'énergie primaire (ici l'électricité) est disponible. Le moteur à combustion restera toutefois dans un proche avenir la solution dominante. Patrik Soltic est favorable à une diversité des carburants et cite une des variantes intéressantes: le gaz naturel ou le biogaz. Le principal composant est le méthane. Lorsque celui-ci est brûlé pour faire rouler une voiture, par exemple, il dégage aussi du dioxyde de carbone, mais beaucoup moins que l'essence ou le diesel. Et Patrik Soltic mentionne un autre avantage. Nous ne dépendons pas totalement des importations car une partie du biogaz peut être produite en Suisse à partir des déchets – sans faire de concurrence à la production alimentaire. Les sources de biogaz peuvent être les déchets verts, le lisier et tout le bois qui pourrit actuellement dans les forêts suisses sans être utilisé. Patrik Soltic estime que plus de 10% du carburant consommé aujourd'hui en Suisse pourrait bientôt être du biogaz de production nationale.

**«Plus le prix de l'énergie augmente, plus les voitures deviennent économes en énergie.»**

## Des bus hybrides ?

Il y aura donc encore des voitures en 2030. Mais il n'y aura pas qu'UNE voiture. Nous roulerons avec une diversité de carburants et avec une diversité de moteurs. Pour les longs trajets, les moteurs à combustion purs conviennent le mieux car ce type de moteur affiche un

bon rendement. Pour la circulation en ville, par contre, un moteur électrique ou hybride maîtrise plus efficacement les arrêts et redémarrages fréquents. Les moteurs hybrides pourraient aussi constituer une alternative intéressante pour les bus.

## CO<sub>2</sub> – l'autre polluant

Après avoir fixé des plafonds pour les polluants comme les oxydes d'azote ou les particules fines, l'attention se porte à présent sur le dioxyde de carbone – le CO<sub>2</sub>. Les émissions de CO<sub>2</sub> doivent être limitées pour lutter contre les effets négatifs du changement climatique. L'Union européenne, par exemple, envisage de faire payer une amende à partir de 2012 aux constructeurs automobiles lorsque les voitures

neuves vendues émettent trop de CO<sub>2</sub>. Le CO<sub>2</sub> n'est toutefois pas un polluant au sens classique du terme et ne peut donc pas être éliminé facilement des gaz d'échappement par un filtre ou un catalyseur. Le CO<sub>2</sub> se forme lors de la combustion de carburants contenant du carbone. Le corps humain produit aussi cette substance lorsqu'il reçoit de l'énergie car l'alimentation de l'homme est constituée de com-

posants carbonés. Une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> n'est possible que si la consommation de carburant peut être diminuée.





Roger Riedener et Felix Wagner  
présentent à Michelle, Raphi,  
Anastasia et Fabian le Monotracer.



## Des bolides profilés respectueux de l'environnement

**Auto, moto ou vélo – dans le monde actuel, nous sommes nombreux à parcourir les routes avec ces véhicules. Pourtant beaucoup de sociétés développent aussi de nouvelles formes comme les motos à cabine. Les étudiants de l'école cantonale de l'Oberland zurichois en ont essayé une.**

C'est une moto et pourtant ce n'est pas une moto. C'est peut-être plutôt un avion sur la route. La comparaison n'est pas si aberrante. Car les motos à cabine de la société Peraves de Winterthur mettent en œuvre beaucoup de connaissances de l'aéronautique. La cabine est légère et pourtant très stable et extrêmement aérodynamique. «Nos véhicules atteignent une valeur  $C_w \times A$  de 0,18. C'est sensationnel. La valeur affichée par la Smart est de 0,70 et celle de la sportive Porsche Cayman de 0,66», déclare Roger Riedener de Peraves. La valeur  $C_w$  mesure la résistance d'un corps à l'air. A est la face frontale du corps. Comme, dans une moto à cabine, le passager est assis derrière et non à côté du pilote, la face frontale est très réduite par rapport à une voiture.

### Plaisir et bonne conscience

L'aérodynamisme est une bonne nouvelle pour l'environnement parce que c'est une promesse de consommation limitée. C'est le cas avec un véhicule électrique qui tire le courant d'une production neutre en  $CO_2$ . Par conséquent, Roger Riede-

ner pense que l'avenir de la moto à cabine passe par le moteur électrique. «Conduire un véhicule électrique est amusant et donne bonne conscience. Même les motards invétérés qui ont «de l'essence dans les veines» se laissent séduire. L'accélération est incroyable avec le moteur électrique par ailleurs très silencieux. On entend même le chant des oiseaux.» Grâce à leur faible consommation, ces véhicules peuvent aussi parcourir facilement 200 à 300 km avant de devoir recharger les batteries, une opération qui ne nécessite aucune infrastructure spéciale. Les prises de 380 V sur lesquelles sont généralement branchées les machines à laver et les cuisinières suffisent. Recharger les batteries prend environ une heure.

### La mobilité de demain aura plusieurs visages

Les motos à cabine sont une possibilité de mobilité pour l'avenir. Roger Riedener mentionne encore une autre alternative et explique pourquoi les voitures ne seront plus à leur place à l'intérieur des villes, d'après lui: «Les voitures ont besoin de beaucoup de place pour se garer. Mais la

place devient de plus en plus réduite dans les villes. Les transporteurs personnels électriques comme le Segway sont beaucoup plus intéressants à mon sens. Nous avons loué ces transporteurs personnels lorsque nous sommes allés à Los Angeles. Nous étions mobiles rapidement et conforta-

blement.» Un Segway roule sur deux roues disposées l'une côté de l'autre et non l'une derrière l'autre comme sur un vélo. Le conducteur est debout sur une plate-forme installée entre les roues et commande l'appareil avec un guidon. La mobilité de demain peut revêtir plusieurs visages.

«L'un derrière l'autre pour un maximum d'aérodynamisme.»

### Essai de la moto à cabine par les étudiants



«C'était génial quand nous sommes passés de 0 à 100 km/h sur le petit circuit. Je n'aurais jamais pensé ça de cet engin.» Michelle

«Sensation de conduite, beau design et écologie – le tout dans un seul véhicule. Le seul point critique est son prix élevé.» Raphi

«La sensation de conduite est identique à celle d'une vraie moto. C'était très amusant.» Fabian



- ▲ Des pneus en gomme autour des roues pour éviter les dérapages dans les pentes escarpées
- ▶ Le poste de conduite centralisé du métro sans chauffeur



- ▲ Arrêt sur un terrain pentu
- ▶ m2 sur son propre pont sur le Pont Bessières



## Le métro entièrement automatique de Lausanne

**Vallonnée et escarpée, la ville de Lausanne ne présente pas une topographie simple pour l'extension des transports en commun. La ville a opté pour un métro souterrain entièrement automatique.**

A Lausanne, l'avenir de la mobilité a déjà commencé, depuis la mise en service le 27 octobre de l'an dernier du m2 – abréviation de Métro 2. Ce métro part de la rive du Lac Léman vers les collines de Lausanne en passant par la gare CFF et le centre-ville. Sur un trajet d'à peine six kilomètres, il subit un dénivelé de 338 m. 90% du trajet est souterrain. Le m2 est donc un véritable métro – le seul de Suisse d'ailleurs. Pourquoi Lausanne a-t-elle opté pour un métro? «Nous avons besoin d'un nouvel axe Nord-Sud pour les transports publics. Mais la ville de Lausanne est vallonnée et escarpée et les rues sont étroites. Nous avons donc eu l'idée d'un métro», explique le chef de projet du m2, Marc Badoux. «Avec le m2, nous avons un tracé propre et direct.»

### Avec des pneus pour gravir les pentes

Pour que le m2 ne dérape pas malgré une pente de 12%, les roues des voitures sont recouvertes de caoutchouc. Le métro n'a par contre pas besoin de crémaillères ou de corde comme certains trams roulant dans des rues escarpées. En outre, les 10% du trajet en surface sont chauffés

en hiver – le verglas n'empêche pas le m2 d'aller de l'avant.

Le caractère révolutionnaire du m2 ne s'explique pas uniquement par son tracé souterrain. Le m2 fonctionne aussi de façon entièrement automatique. Il n'y a pas de conducteur ou de conductrice aux commandes. Les rames sont surveillées et commandées à partir d'un poste de conduite centralisé. «Pour les métros en tracé propre, c'est l'avenir», explique Marc Badoux. «Sur le plan de la sécurité, les systèmes entièrement automatiques ont fait leurs preuves et ils sont très flexibles. Si nous avons une affluence pour cause d'événement sportif, par exemple, nous pouvons ajouter des rames supplémentaires très rapidement.» Mais le m2 a besoin de personnes pour fonctionner. «Nous avons des collaborateurs à chaque station pour aider les passagers et intervenir immédiatement en cas de problème technique.»

Grâce au fonctionnement entièrement automatique du m2, il peut y avoir un métro toutes les 3 minutes aux heures de pointe et sa vitesse

moyenne peut atteindre 18 km/h. Cela semble peu, par exemple, comparé aux trains à grande vitesse. Mais, pour le trafic urbain, c'est une bonne moyenne, surtout si on pense à la topographie particulière de Lausanne.

### Grand chantier au cœur de la ville

La construction du m2 a duré au total quatre ans et demi. Le premier coup de pioche a été donné au printemps 2004. Début 2006, le métro à crémaillère «la Ficelle» a été supprimé au bout de 130 ans de bons et loyaux services. Le métro allait des rives du lac au centre de la ville. Le m2 le remplace et utilise aussi ses tunnels. La construction du m2 était très ambitieuse. «Nous avons un immense chantier au cœur de la ville», explique Marc Badoux. On a créé une infrastructure entièrement neuve près de la surface. Mais les travaux ne pouvaient

pas mettre en danger les rues ou bâtiments existants.

### A l'avenir, un tram pour Lausanne

Au premier semestre, le m2 a transporté dix millions de passagers, soit plus de 70 000 par jour. Ce n'est pas rien, surtout si on pense que la ville de Lausanne compte quelque 120 000 habitants, 250 000 avec l'agglomération. L'extension de l'offre de transports publics se poursuit à Lausanne. Les lignes de bus trolley qui parcourent déjà deux tiers des kilomètres-passagers annuels seront renforcées. De plus, un m3 devrait voir le jour sur l'axe Est-Ouest. Comme cet axe est beaucoup moins abrupte que celui Nord-Sud, le tracé ne sera pas souterrain. La ville veut utiliser un moyen de transport de surface qu'elle a déjà eu plus tôt – Lausanne aura un tram classique.



## Etudes «Systèmes de transport»

La Haute Ecole des Sciences Appliquées de Zurich propose désormais des études de «Transport et Trafic»  
[www.engineering.zhaw.ch/vs](http://www.engineering.zhaw.ch/vs)

Les ingénieurs sont des personnes très demandées dans les entreprises de chemin de fer. L'ingénieur civil Daniel Nadig travaille comme « Chef de la construction et des infrastructures». Il est responsable des voies, des aiguillages, des gares, des ponts et d'autres ouvrages ferroviaires.

# «Un métier complet: des plans à la réalisation»

Le métier d'ingénieur civil est très varié. C'est pourquoi des personnes comme moi sont aussi demandées par les entreprises de chemin de fer. Chez mon employeur actuel, la société Aare Seeland mobil AG, je suis responsable de l'entretien, de la remise en état et du remplacement des installations techniques ferroviaires. Cela comprend tous les tracés (toutes les voies et les aiguillages ainsi que les infrastructures), tous les ouvrages (comme les ponts) et tous les bâtiments (comme les gares). Notre réseau ferroviaire présente une longueur de 57 km et compte 52 points d'arrêt. Nous desservons les régions de Haute-Argovie/Soleure et du Seeland avec 180 000 habitants – autant que la ville de Genève.

### Suivre le chemin tracé

J'ai fréquenté le gymnase de Berne-Neufeld. Comme j'étais un étudiant intéressé par la technique et doué dans ce domaine, j'ai obtenu une maturité de type C – c'était le nom de l'orientation maths-sciences à cette époque. Ensuite, le chemin vers les EPF était pour ainsi dire tout

tracé. Ca s'est presque passé automatiquement. J'ai lu dans la brochure les orientations d'études possibles et j'ai opté pour les études d'ingénieur civil parce que les ponts et immeubles ainsi que les constructions en béton armé et la construction métallique me fascinaient. Je n'avais pas de connaissances approfondies des études. Mais c'était le bon choix. De nos jours, les jeunes ont beaucoup plus d'informations sur les différentes offres d'études. Mais ça ne facilite pas pour autant le choix de la bonne discipline. Il est important de s'en tenir à son choix et d'aller au bout de ses études. Un diplôme ouvre toujours beaucoup de possibilités.

J'ai suivi mes études à l'EPFL de Lausanne. L'environnement francophone m'a plu et Lausanne est proche de Berne – plus proche que l'ETH de Zurich. J'ai consacré mon travail de fin d'études au domaine de la construction métallique. J'ai décroché mon premier emploi à Monthey en Valais grâce à mon directeur de mémoire. J'ai travaillé dans le bureau technique où je m'occupais des

projets. En tant que spécialiste de l'analyse des contraintes, je calculais par exemple les conduites de refoulement utilisées pour les aménagements hydroélectriques. Ces calculs servaient pour les offres et pour l'exécution des projets.

### Travail en Suisse et à l'étranger

Ensuite, j'ai travaillé à l'étranger. J'ai été responsable notamment de la surveillance des travaux dans le cadre de projets à l'étranger pour une société de conseil allemande. Ces projets m'ont conduit en Amérique latine, par exemple en République Dominicaine ou au Guatemala. C'est au Guatemala que se trouve le plus gros projet sur lequel j'ai pu travailler – une installation hydroélectrique de 300 MW. A titre de comparaison:

seule une demi-douzaine des quelque 14 000 installations hydroélectriques de Suisse ont une puissance de 300 MW ou plus. Je suis ensuite revenu avec ma famille en Suisse avant de repartir huit ans à l'étranger. Entre-temps, je me suis ins-

tallé à mon compte et j'ai dirigé un bureau d'ingénieurs avec des partenaires. Je travaille depuis 2001 dans la société de chemin de fer Aare Seeland mobil AG.

Pour suivre des études d'ingénieur civil, il faut être doué en technique et avoir un esprit analytique. Il est en outre important de penser en 3D car, en tant qu'ingénieur civil, il faut pouvoir se représenter d'abord géographiquement dans la tête tout ce qui doit être construit. Il faut aussi aimer les plans et les exécutions de travaux et respecter les normes techniques. Ces normes aident dans les projets et assurent les lignes directrices. Enormément de choses sont normalisées dans la construc-

tion et l'entretien de lignes de chemin de fer. Dans mon métier d'ingénieur civil, j'aime la diversité, le fait qu'on peut suivre des projets de A à Z, c'est-à-dire de la planification à l'exécution en passant par l'appel d'offres.

«Un diplôme offre toujours beaucoup de possibilités.»

# AHA!



## Comment fonctionne un e-bike?

**On ne rencontre pas encore beaucoup d'e-bikes (ou vélos à assistance électrique) sur les routes de Suisse. Mais voir un cycliste grimper une côte avec son e-bike vaut le détour. Facile, relax, cool. Mais ça fonctionne comment?**

Le cœur d'un e-bike est son moteur électrique qui aide le cycliste à pédaler. Ce que nous appelons ici e-bike s'appelle pour le spécialiste un «Pedelec» (abréviation du nom anglais Pedal Electric Cycle). Contrairement à un vélomoteur, le Pedelec ne roule pas tout seul. Il faut pédaler. Outre les composants normaux robustes d'un vélo comme le cadre ou les roues, le Pedelec possède un moteur électrique et une batterie qui fournit le courant ainsi qu'une électronique de commande et des capteurs.



Comment s'enclenche le moteur? L'électronique de commande reçoit un signal d'un capteur. Il s'agit soit d'un capteur de force qui analyse la puissance exercée par le cycliste sur la pédale soit d'un détecteur de seuil qui mesure la rotation des pédales. La commande pendant le trajet nécessite encore un capteur de la vitesse actuelle. A partir de ces signaux, la commande calcule l'assistance que le moteur électrique doit fournir au cycliste. La plupart des Pedelec disposent de plusieurs modes d'assistance. Le cycliste en pleine forme a besoin de moins d'aide tandis que, s'il est fatigué, il appréciera une aide plus soutenue. Le cycliste peut généralement choisir les modes d'assistance grâce à un écran fixé au guidon. L'écran indique aussi d'autres informations comme la charge résiduelle de la batterie.

Les Pedelec «plus lents» roulent jusqu'à 25 km/h. Une vignette vélo normale suffit. Les «Speed Pedelec» peuvent atteindre des vitesses supérieures. Il faut alors aussi une immatriculation de vélomoteur – et le permis de conduire adéquat.

## Conseils

### Formula-Hybrid-Team

Des étudiants de l'ETH Zurich développent un véhicule hybride pour le plaisir de conduire et le respect de l'environnement  
[www.formula-hybrid.ethz.ch](http://www.formula-hybrid.ethz.ch)

### Guide environnemental

Brochure avec environ 150 termes en relation avec thèmes de l'environnement, de l'énergie et de l'automobile  
[www.agvs.ch](http://www.agvs.ch) (Garage et Environnement: nous participons.)

### Biocarburants – opportunités et limites

Brochure d'information de la SATW  
[www.satw.ch](http://www.satw.ch) (Publications/Cahiers)

### Pénurie de pétrole et mobilité en Suisse

Brochure d'information de la SATW  
[www.satw.ch](http://www.satw.ch) (Publications/Cahiers)

### Ligne diamétrale de Zurich

Tout sur la construction de la deuxième gare de transit souterraine dans la gare principale de Zurich  
[www.durchmesserlinie.ch](http://www.durchmesserlinie.ch)

### Transports et mobilité en Suisse

Informations statistiques  
[www.bfs.admin.ch](http://www.bfs.admin.ch) (Thèmes/Mobilité et Transports)

## Expositions

### Halle du Transports

Nouvelle halle sur deux étages au Musée Suisse des Transports: Schaulager, théâtre de voitures interactif, îlots thématiques sur la sécurité, le transport d'urgence, le monde professionnel Voiture et Idées en mutation, parcours pour vélos et cercle de la construction routière.  
[www.verkehrshaus.ch](http://www.verkehrshaus.ch)

### Ecocar-Expos

Voir et essayer des véhicules présentant un bon rendement énergétique. 19 septembre à Sion, 25–26 septembre à Genève  
[www.e-mobile.ch](http://www.e-mobile.ch) (Agenda)

### Impressum

SATW Technoscope 2/09, septembre 2009  
[www.satw.ch/technoscope](http://www.satw.ch/technoscope)

Concept et rédaction: Dr Béatrice Miller  
Collaboration à la rédaction: Beatrice Huber  
Photos: Franz Meier, EMPA, Aare Seeland mobil, MLO SA / Maurice Schobinger, Beatrice Huber, Formula Hybrid Team ETH Zürich, Verkehrshaus

### Abonnements et commandes (gratuit)

SATW, Seidengasse 16, CH-8001 Zurich  
E-mail [redaktion.technoscope@satw.ch](mailto:redaktion.technoscope@satw.ch)  
Tél +41 (0)44 226 50 11

Le Technoscope 3/09 consacré aux «Chères matières premières» paraîtra en décembre 2009.