

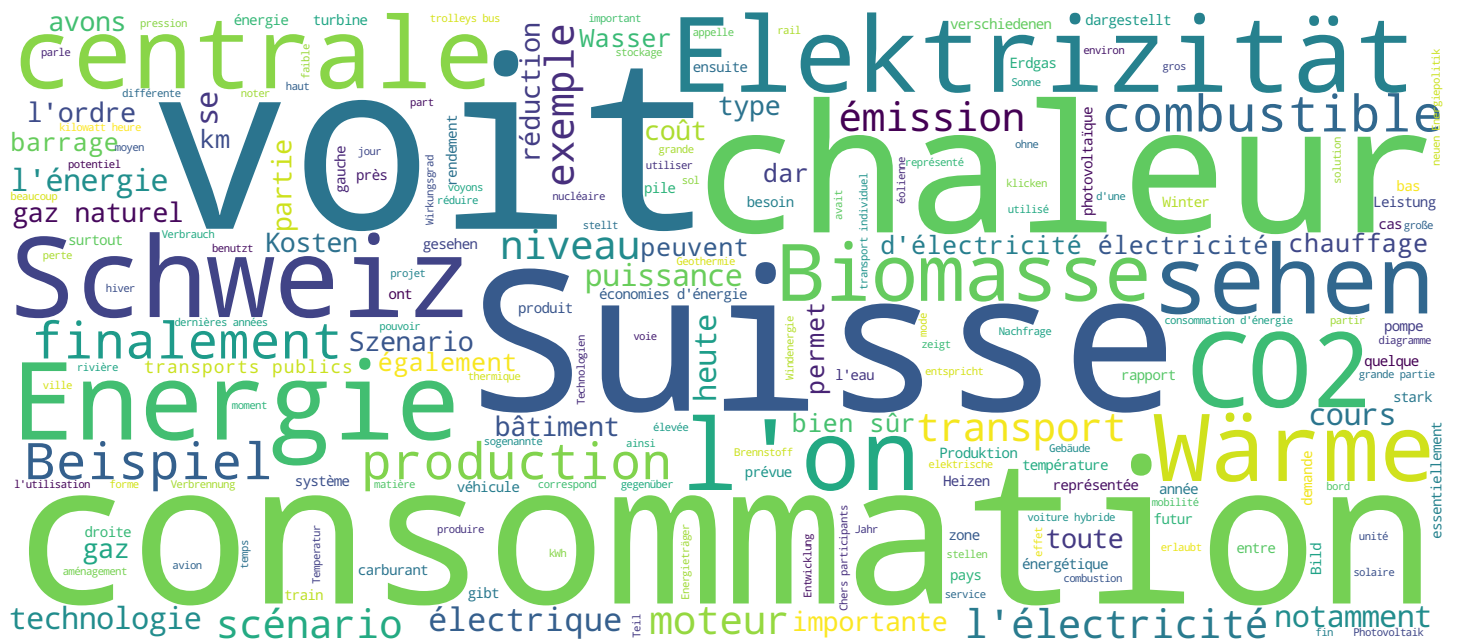


L13: Les économies d'énergie dans les transports (en commun)

Transition énergétique suisse: comprendre pour choisir

Dr P-A Haldi et Prof D. Favrat

avec des contributions de F. Maréchal, F. Vuille, Ph. Gillet, et V. Codina



Search MOOC



Video



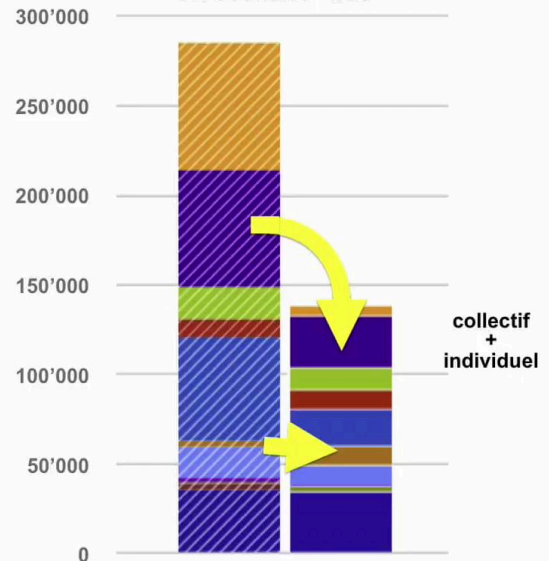
EPFL

Introduction

Rappel (transport)

GWh

2011 vs 2050
CH scénario "bas"



La transition énergétique suisse

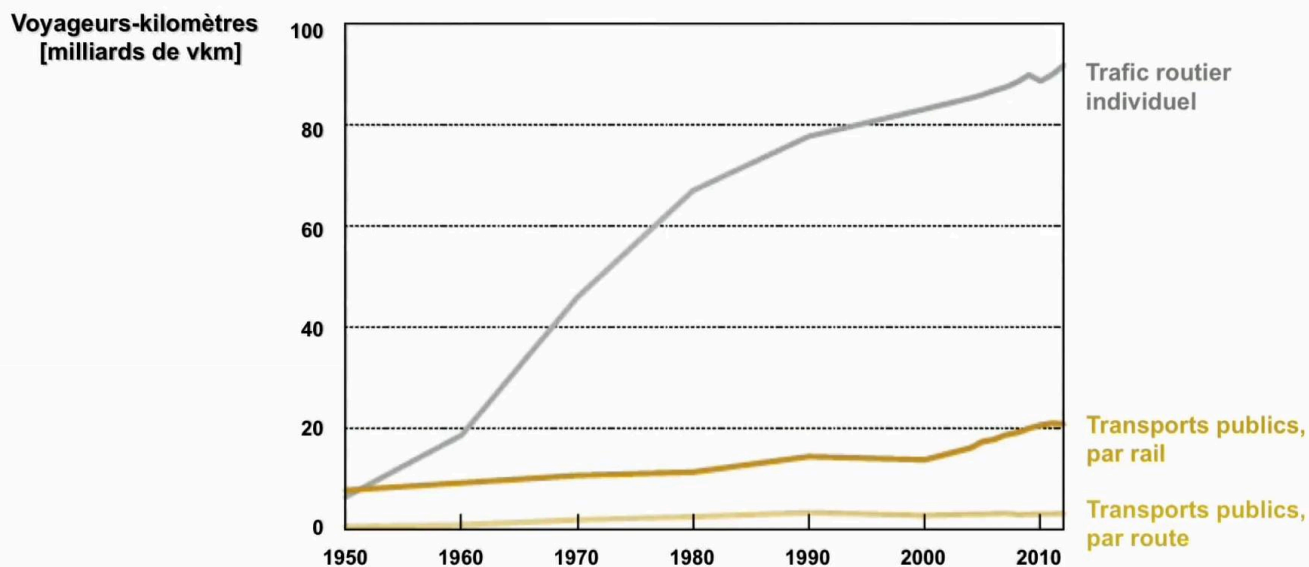
L13 : Les économies d'énergie dans les transports (en commun). Chers participants, après le transport individuel, il est temps de voir les économies d'énergie que l'on peut faire aussi sur les transports collectifs, même s'ils représentent une faible part de la consommation d'énergie finale dont l'évolution est représentée ici, à gauche, avec les différentes flèches jaunes. La flèche du bas indique l'augmentation de consommation d'électricité qui est prévue avec le scénario de 2050 « bas » par rapport à 2011 et la flèche du haut, la flèche incurvée indique les carburants dont on a vu une grande partie avec les transports individuels.

Notes

Summary



Transports collectifs vs transport individuel



Sources: OFS, CGST, DGD, LITRA

La transition énergétique suisse

La demande de mobilité est toujours en croissance depuis la fin de la dernière guerre. Elle s'exprime, comme sur ce diagramme consacré aux transports terrestres, en milliards de voyageurs-kilomètres. La courbe grise montre l'augmentation constante du trafic routier individuel au fil de toutes ces années. La courbe jaune foncé, intermédiaire, montre l'accroissement de l'utilisation des transports publics par rail avec une relative forte croissance surtout dans les dix dernières années. Et la courbe jaune clair montre une certaine stabilisation des transports publics par route, qui restent relativement stables au cours de ces dernières années.

Notes

Summary

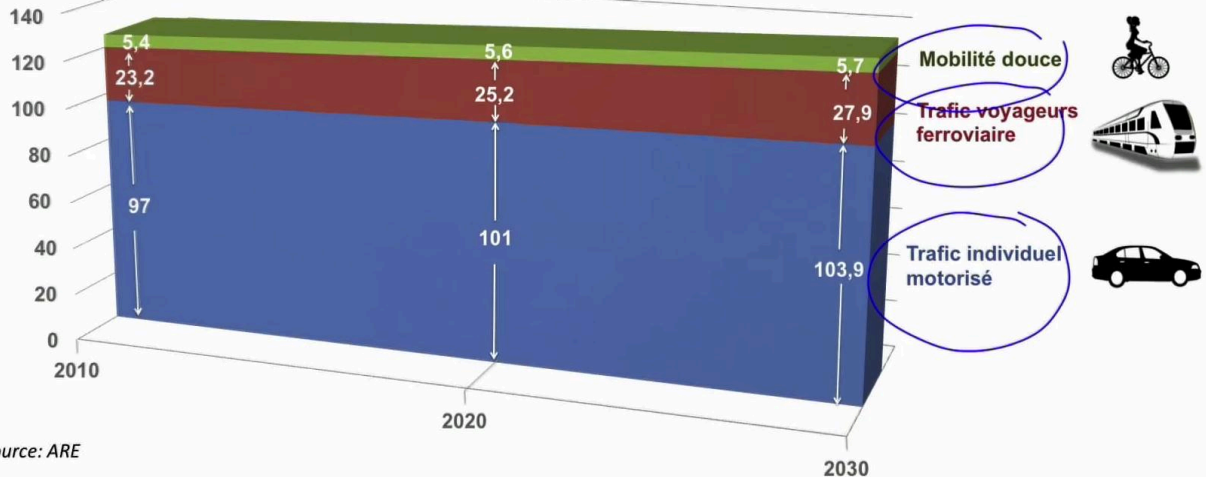


0m 48s

Transports collectifs vs transport individuel

Une répartition qui n'est pas prête de changer fondamentalement !

Voyageurs-kilomètres
[milliards de vkm]



De gros efforts sont prévus tant dans la promotion de la mobilité douce que de celle des transports ferroviaires sans oublier les nouvelles formes d'organisation du travail comme le télétravail, forme qui pourrait soulager les réseaux. Néanmoins, les voyageurs-kilomètres devraient continuer à croître et la répartition entre transports collectifs et individuels, tel que prévue par l'Office fédéral du développement territorial, n'est pas prête à changer fondamentalement. Une croissance est prévue pour tous les modes, comme on le voit ici, pour le transport individuel motorisé qui est la plage bleue, pour le transport voyageurs ferroviaires qui est la plage rouge et finalement aussi pour la mobilité douce qui est la plage verte, sur ce diagramme.

Notes

Summary



1m 48s

Transfert individuel → collectif, toujours gagnant



Par véhicule:
nbre passagers
consommation
émissions CO₂

2 (moyenne)
3,8 l/100 km
88 gCO₂/km

1,9 l/100 km.pass.
44 gCO₂/km.pass.

50
21 l/100 km
546 gCO₂/km

0,42 l/100 km.pass.
11 gCO₂/km.pass.

La transition énergétique suisse

En termes de consommation du trafic routier, le transport collectif avec des bus, raisonnablement pleins, est toujours gagnant. Dans cet exemple, on a considéré le cas idéal d'une petite voiture hybride, à gauche, pour le transport individuel et d'un bus de tourisme de dernière génération pour le transport collectif, à droite. On voit ici que la voiture hybride, avec deux personnes à bord, conduit à des émissions par kilomètre passager de 44 grammes de CO₂ par kilomètre à partir d'une consommation moyenne de la voiture de 3,8 litres aux 100 kilomètres, ici, alors que le bus de dernière génération, en transportant 50 personnes, a une consommation de l'ordre de 21 l/100 km de combustible diesel et cela conduit, par passager, s'il est plein à 11 gCO₂/km avec ce bus. Donc, en gros, on peut dire que les émissions de CO₂ par passager sont de l'ordre de 4 fois plus élevées avec le transport par petite voiture hybride, dans le cas présent, si, notamment, le bus est plein et si la voiture ne comprend que deux passagers.

Notes

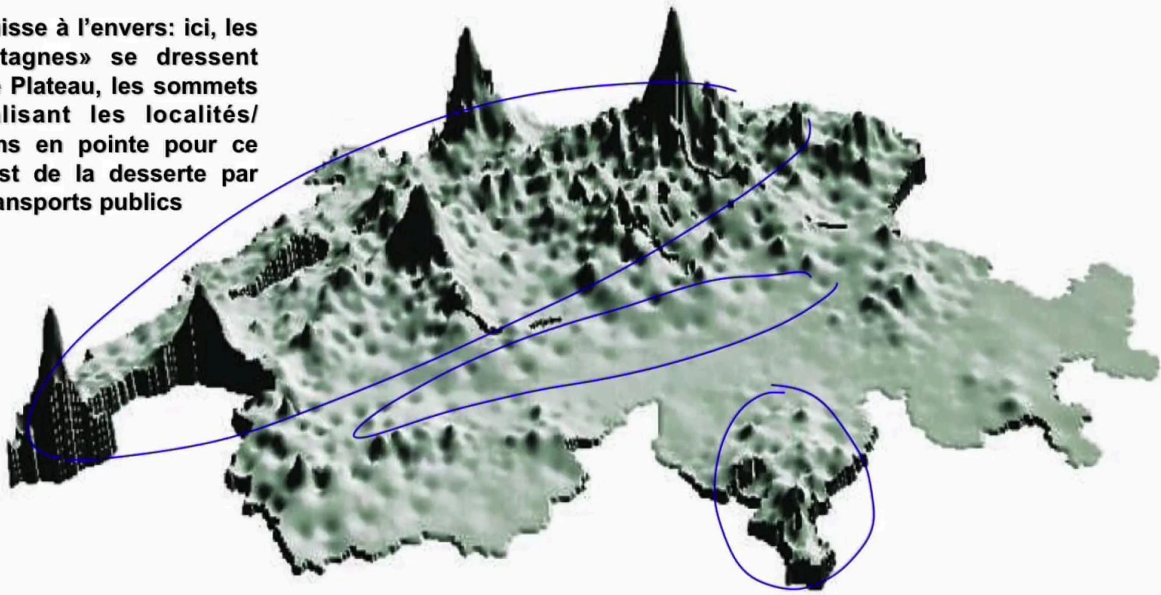
Summary



2m 47s

Les TP en Suisse, un paysage «renversant»

La Suisse à l'envers: ici, les «montagnes» se dressent sur le Plateau, les sommets visualisant les localités/ régions en pointe pour ce qui est de la desserte par les transports publics



Source: Office fédéral du développement territorial (ARE)

La transition énergétique suisse

Cette figure tri-dimensionnelle qui est un peu surprenante de prime abord illustre la densité de desserte en transports publics en Suisse et, sans surprise, c'est sur le plateau suisse qu'on retrouve les pics de densité de satisfaction de service public alors que les régions montagneuses ont relativement peu de service et on voit également le dessin, ici, des zones à plus forte densité de transport public.

Notes

Summary



4m 21s

Répartition des voyageurs sur les transport publics



Navigation



CH-2012

11,8 mio.

Trafic aérien



44,4 mio.

Transports publics routiers



938,0 mio.

Rail



1'198,0 mio.

Total transports publics



2'192,2 mio.

Sources: OFS, CGST, DGD, LITRA

La transition énergétique suisse

Cette figure illustre sous une autre forme l'importance relative des principaux modes de transport public avec une faible proportion pour les bateaux, la navigation sur les rivières, et une proportion plus importante pour le trafic aérien et finalement, les transports publics routiers ici et les plus utilisés que sont le rail et la totalité des transports publics est représentée ici par ces petits bonshommes en bas qui représentent tous une certaine quantité parcourue par ces différents modes de transport.

Notes

Summary



5m 00s

Un avantage significatif: passage plus facile à la propulsion électrique (ville)

... qui ne date pas d'hier!



Premier trolleybus de Siemens en 1882 à Berlin
(Allemagne)

... mais est toujours d'actualité



Trolleybus Hess Swisstrolley du réseau de Lucerne

La transition énergétique suisse

En ville, les trolleys-bus représentent une alternative intéressante même s'ils nécessitent une infrastructure encombrante. Les premiers trolleys-bus datent du siècle passé comme on le voit sur cette image de gauche, ici, avec cette ligne aérienne qui alimente ce premier trolley-bus électrique de 1882. Ces trolleys-bus sont toujours d'actualité et ils peuvent maintenant être équipés de stockage électrique à bord pour augmenter la flexibilité d'utilisation en fin de ligne au-delà du réseau câblé lui-même. L'utilisation de l'électricité a des avantages environnementaux en terme d'émissions et de bruit, qui sont très appréciables en ville. À noter que l'efficacité de ces trolleys-bus est déjà très élevée et on ne peut pas attendre des progrès considérables dans ce domaine.

Notes

Summary



5m 44s

Tendance: méga-trains routiers pour limiter les frais et la pollution



<http://horizon-durable.ch/uploads/gigaliner-757978.jpg>

La transition énergétique suisse

Pour les trains routiers, la tendance est à un accroissement des dimensions et du tonnage pour limiter à la fois les frais et les émissions. Une autre approche, qui peut être complémentaire est de les transformer en véhicules à gaz naturel liquéfié au lieu du carburant diesel. Ainsi, on peut bénéficier des réductions d'émissions de CO₂ inhérentes au gaz naturel. Le passage au gaz naturel carburant qu'il soit stocké à bord sous forme comprimée ou sous forme liquéfiée à -150° conduit cependant à une baisse de puissance, à cylindrée égale du moteur, et à des émissions de méthane imbrûlé non négligeables mettant la pression sur la qualité du réglage des moteurs.

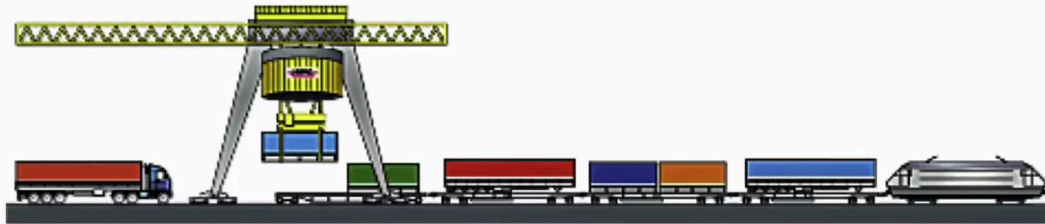
Notes

Summary



6m 50s

Transfert modal route/rail, une synergie payante



Transfert par containers (EVP)



Chargement direct de camions

<http://www.hupac.ch/index.php?node=333&lng=2&rif=fc18cbf50c>
EVP = Equivalent Vingt Pouces

La transition énergétique suisse

À terme, le transport modal route/rail devrait se développer avec des gares de chargement rapide de plus en plus développées, ce qui devrait également conduire à des réductions de consommation au niveau du transport des marchandises notamment.

Notes

Summary



7m 46s

Transports publics sur rail (train)

Objectif: amélioration constante des performances en matière de consommation, réduction des émissions, vitesse et capacité

Exemple: le TGV du futur (horizon 2019)!



http://www.lesechos.fr/25/03/2015/lesechos.fr/0204254866731_le-tgv-du-futur-progresse-cahin-caha.htm Et
http://images.lesechos.sdv.fr/archives/2014/LesEchos/21683/ECH21683077_1.jpg

Performances visées:

- 750 places
- consommation d'énergie réduite d'au moins 35%
- coût complet à la rame optimisé
- coût de maintenance très inférieur à celui des rames actuelles

La transition énergétique suisse

La consommation d'énergie n'est pas le seul paramètre dans les transports car la rapidité joue un rôle crucial notamment en matière de concurrence entre les modes de transport. Pour les TGV du futur, on envisage une réduction de consommation de 35 %.

Notes




Summary



8m 05s

Transports publics sur rail (train)

Variation de la consommation d'énergie en fonction de la vitesse

		Vitesse commerciale maximale	Consommation d'énergie (indice)
Série 200 (1982)		240 km/h	100
Série E2 (1997)		275 km/h	69
Série E5 (2011)		320 km/h	67

La transition énergétique suisse

Au cours du dernier siècle, les progrès ont été manifestes comme on le voit sur cette figure. Si en 1982, un train à vitesse maximale de 240 km/h avait un indice de consommation de 100 %, en 1997, le train roulant à 275 km/h, c'est-à-dire beaucoup plus rapidement n'avait qu'une consommation de 69 %. Finalement, en 2011, le même train modifié - on voit ici la tête de ce train - roulant au maximum à 320 km/h ne consommait plus que 67 % par rapport à cette consommation de référence du train de 1982.

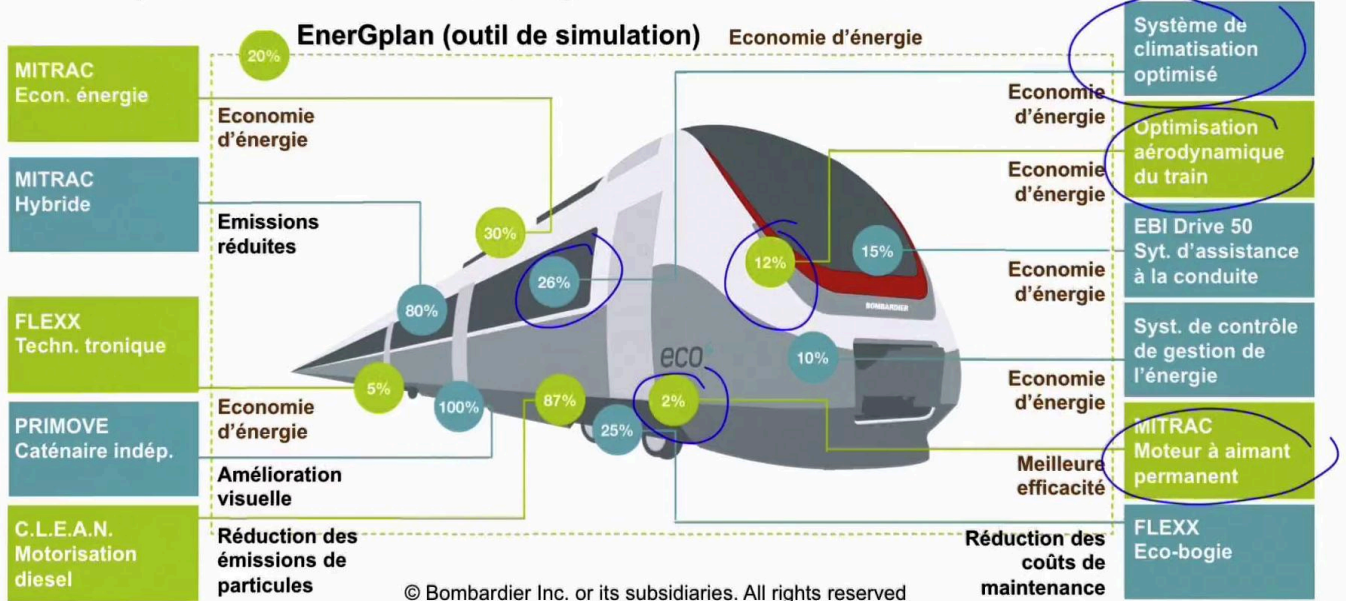
Notes

Summary



Transports publics sur rail (train)

Un portefeuille de technologies et solutions innovantes



Il existe plusieurs secteurs d'un train où des économies d'énergie, voire d'émissions de particules peuvent être réalisées, comme le montre cette figure d'un fabricant bien connu. On y retrouve non seulement l'aérodynamique qui peut représenter une réduction de l'ordre de 10 % mais on trouve également les moteurs à aimants permanents d'entraînement avec des économies de 2 %. On trouve également des systèmes annexes comme des systèmes de climatisation qui peuvent représenter jusqu'à 26 % de réduction et d'économie d'énergie dans le futur et on voit qu'il y a ici toute une liste d'éléments qui sont susceptibles d'apporter des économies d'énergie dans le transport sur rail.

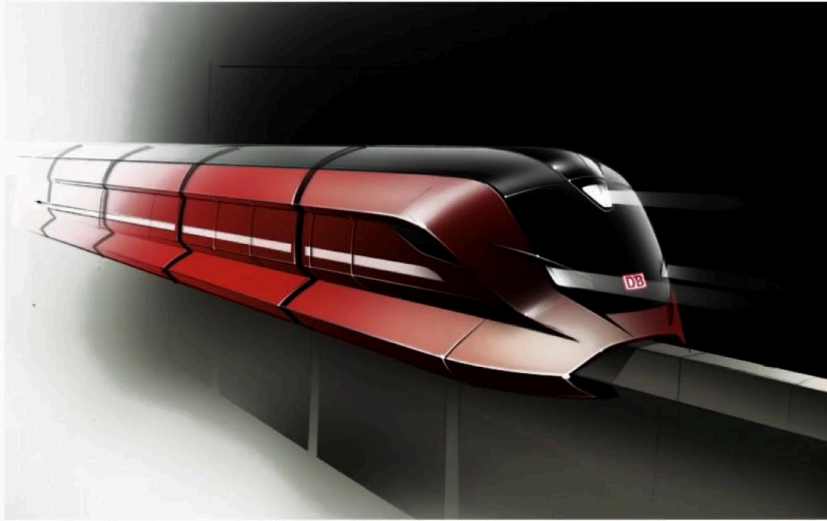
Notes

Summary



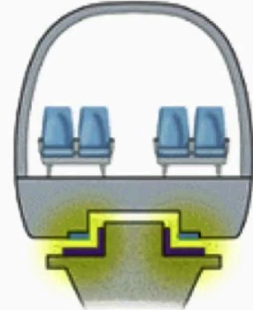
Transports publics sur rail (train)

L'avenir du trafic ferroviaire, ... dans la suppression des rails?!



http://fc01.deviantart.net/fs37/f/2008/274/4/c/Deutsche_Bahn_Maglev_by_blueprint1981.jpg

en surface



**Lévitiation électromagnétique
(suppression des frottements
sur les rails)**

La transition énergétique suisse

Pour réduire les pertes de roulement et diminuer les émissions de particules issues du frottement, on envisage et teste déjà, la sustentation magnétique, on parle de lévitation magnétique, qui permet d'éviter tout contact entre le train et la voie, la voie qui est ici une sorte de mono-rail et un certain nombre de ces équipements sont déjà testés sur des tronçons importants.

Notes

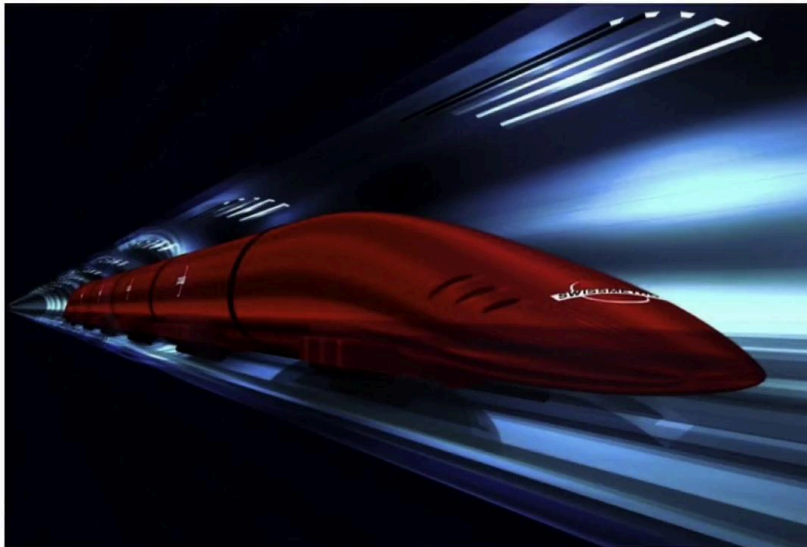
Summary



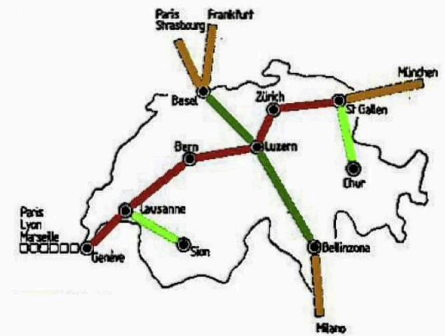
10m 21s

Transports publics sur rail (train)

L'avenir du trafic ferroviaire, ... dans la suppression des rails?!



... ou en sous-sol



Projet « Swissmetro »,
trop vite « enterré »?!

La transition énergétique suisse

D'autres concepts complémentaires, dont un bien connu en Suisse, consistent à faire circuler les trains du futur dans des tubes sous vide partiel comme le concept de Swissmetro permettant d'aller plus vite encore et avec moins de perte de frottements et donc des économies d'énergie supplémentaires. Cependant les infrastructures requises, les tracasseries sécuritaires et éventuellement les réticences psychologiques des usagers restent des obstacles importants à surmonter avec ce type de technologie.

Notes

Summary



10m 50s

Transports publics sur rail (métro)

La solution à l'engorgement des transports de surface en ville



Premier métro automatique de Suisse, à Lausanne (M2), inauguré en 2008

La transition énergétique suisse

Pour les réseaux urbains, le succès de projets comme le métro automatique M2 à Lausanne ouvre de nouvelles perspectives pour des principales régions de Suisse à haute densité. Toutefois, la création de lignes enterrées reste très chère et tout dépendra des choix et des contraintes politiques dans les 20 à 35 ans qui viennent.

Notes

Summary



11m 28s

Transports publics sur rail (tramway)



Solution moins coûteuse à mettre en place que le métro, mais qui peut entrer en conflit avec le trafic routier urbain

La transition énergétique suisse

Les trams représentent une solution moins coûteuse, une solution de surface mais nécessite l'acceptation de conflits potentiels avec le transport routier. Néanmoins, plusieurs nouvelles lignes vont voir le jour dans le futur considéré et la densification de l'habitat en cours devrait encore contribuer à leur stimulation.

Notes

Summary



11m 57s



Avions: un bilan énergétique et écologique plus favorable que ce que l'on croit généralement

L'A350 XWB (pour Extra wide body) est composé pour moitié de matériaux composites; c'est la réponse d'Airbus au 787 de Boeing

<http://up2u.tv/wp-content/uploads/2014/12/a350xwb.png>

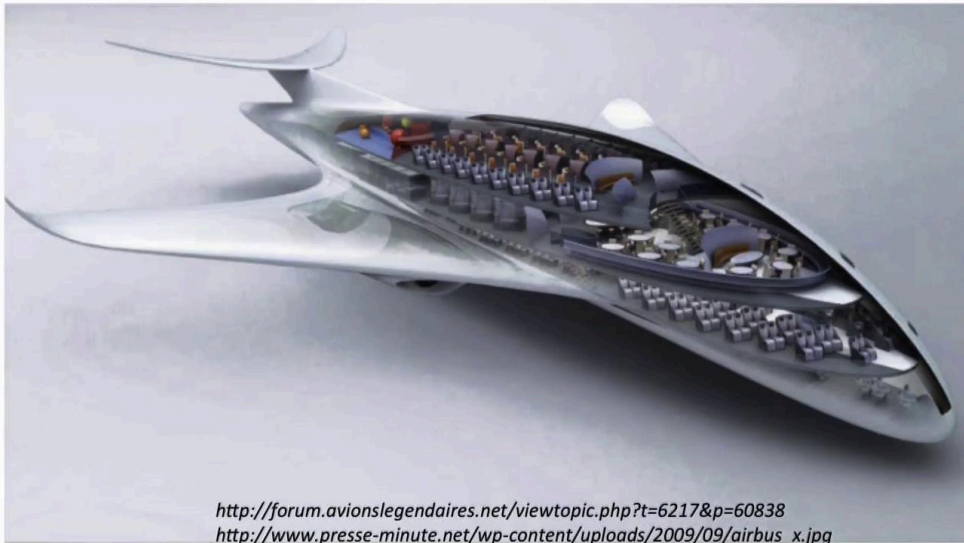
La transition énergétique suisse

Sur le plan énergétique et écologique, l'avion n'a a priori pas bonne réputation mais son bilan est moins mauvais qu'on pourrait le penser. En effet, c'est essentiellement au décollage et à l'atterrissage qu'un avion dépense beaucoup d'énergie et émet les plus grosses quantités de polluant et de CO₂. Là encore, des progrès sont en cours, au niveau des matériaux et surtout des turbo-réacteurs qui sont désormais moins gourmands et plus silencieux.

Notes

Summary





<http://forum.avionslegendaires.net/viewtopic.php?t=6217&p=60838>
http://www.presse-minute.net/wp-content/uploads/2009/09/airbus_x.jpg

**Les avions du futur:
plus gros (?), plus
rapides et, surtout,
consommant moins**

La transition énergétique suisse

Avec l'émergence de pays comme la Chine ou l'Inde, des avions encore plus gros et encore plus économiques sont envisagés. Ceci va stimuler une demande très forte et il va falloir continuer les efforts visant à décroître la consommation de ces avions. En plus des gains de rendement des moteurs d'avions, l'option d'utiliser des biocarburants, - liquides bien sûr - est de plus en plus étudiée, voire testée déjà par l'industrie aéronautique. À titre de rappel, la plus grande partie de la consommation du transport aérien n'a pas été prise en compte dans notre calculateur.

Notes

Summary



12m 57s

L'énergie solaire, applicable à l'aviation commerciale?



http://assets.kennislink.nl/upload/85926_962_1027697169872-a310_cryoplane3.jpg

Une utilisation indirecte de l'énergie solaire pourrait néanmoins être envisagée, en recourant à l'hydrogène comme carburant, ce dernier étant produit au sol grâce à l'énergie fournie par des panneaux solaires

La transition énergétique suisse

Finalement, une option aussi considérée est le stockage à bord d'hydrogène liquéfié, pour cela, il faut travailler à -250°C , avec l'hydrogène qui peut être produit au sol par énergie solaire des panneaux photovoltaïques, par exemple et ensuite un hydrolyseur qui permet de réaliser, de faire cet hydrogène et de le refroidir jusqu'à -250° . On voit ici comment un tel avion, avec des réservoirs d'hydrogène dans la partie supérieure, est imaginé.

Notes

Summary



13m 46s

Conclusions



- Les besoins de mobilité ne font que croître et tous les moyens de transports vont être sollicités
- Les progrès d'efficacité énergétique sur tous les modes principaux de transport devraient cependant substantiellement limiter la hausse de consommation et d'émissions
- Pour le transport routier comme le transport aérien une substitution graduelle des carburants fossiles par des carburants de type bio ou synthétiques réalisés à partir d'énergies renouvelables devraient alléger la pression sur les ressources dont le climat

La transition énergétique suisse

En conclusion, les besoins de mobilité ne font que croître et tous les moyens de transports vont être sollicités. Les progrès d'efficacité énergétique sur tous les modes principaux de transport devraient cependant substantiellement limiter la hausse de consommation et d'émissions. Pour le transport routier, comme le transport aérien, une substitution graduelle des carburants de type fossile par des carburants bio ou synthétiques réalisés à partir d'énergies renouvelables devrait alléger la pression sur les ressources dont notamment le climat qui nous préoccupe particulièrement maintenant.

Notes

Summary



14m 29s