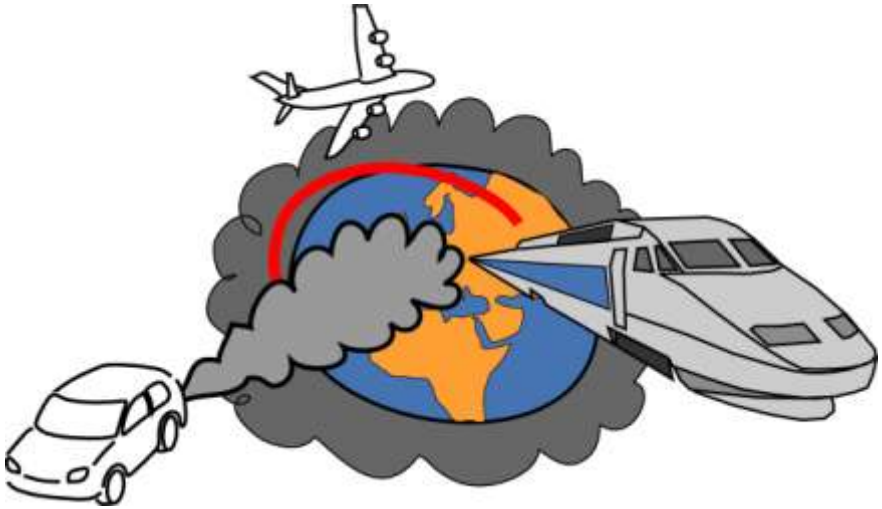
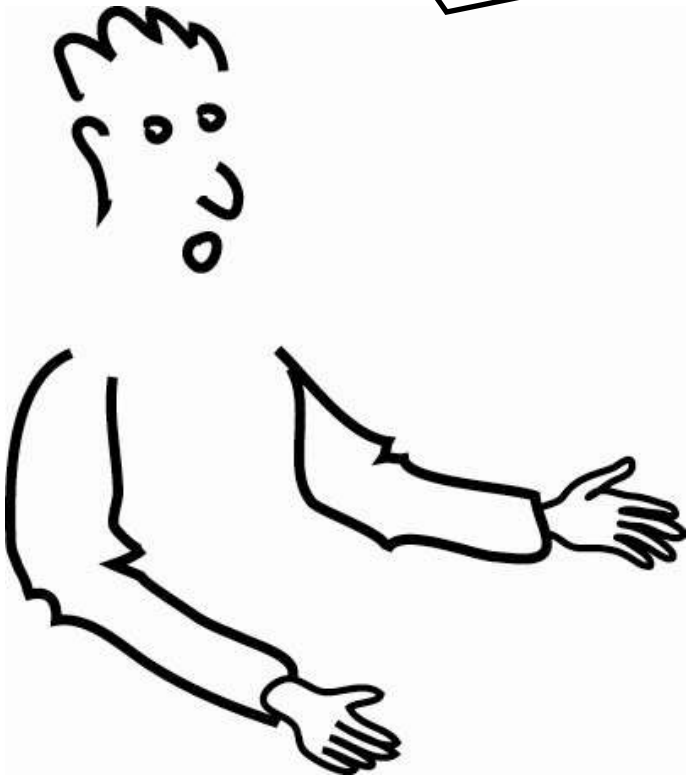
Critères de qualité des moyens de transports



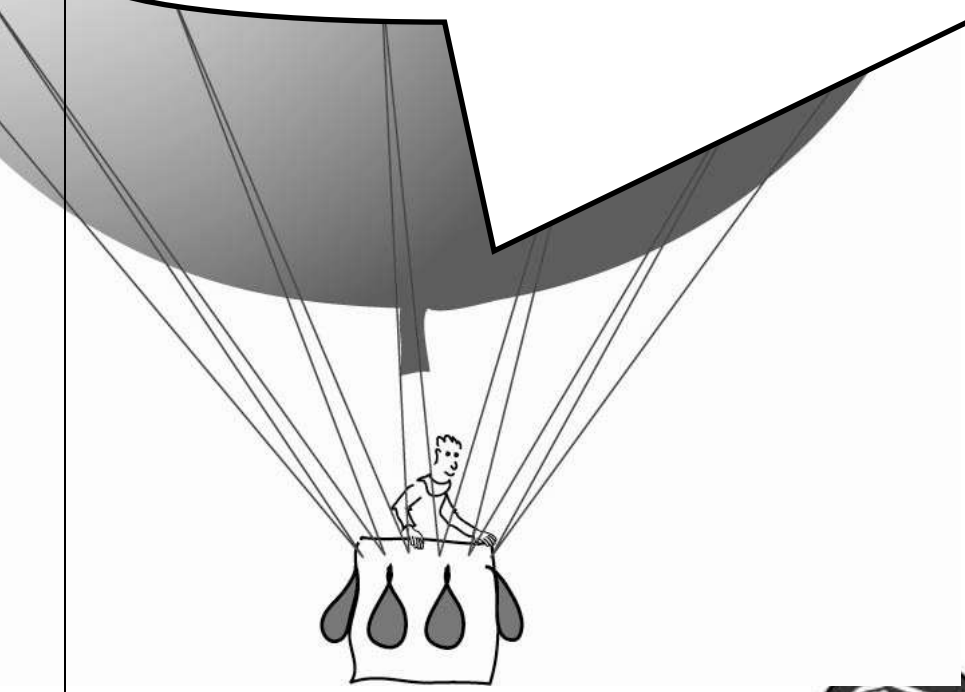
www.HKW-aero.fr - inter.action.free.fr - www.COCYANE.fr

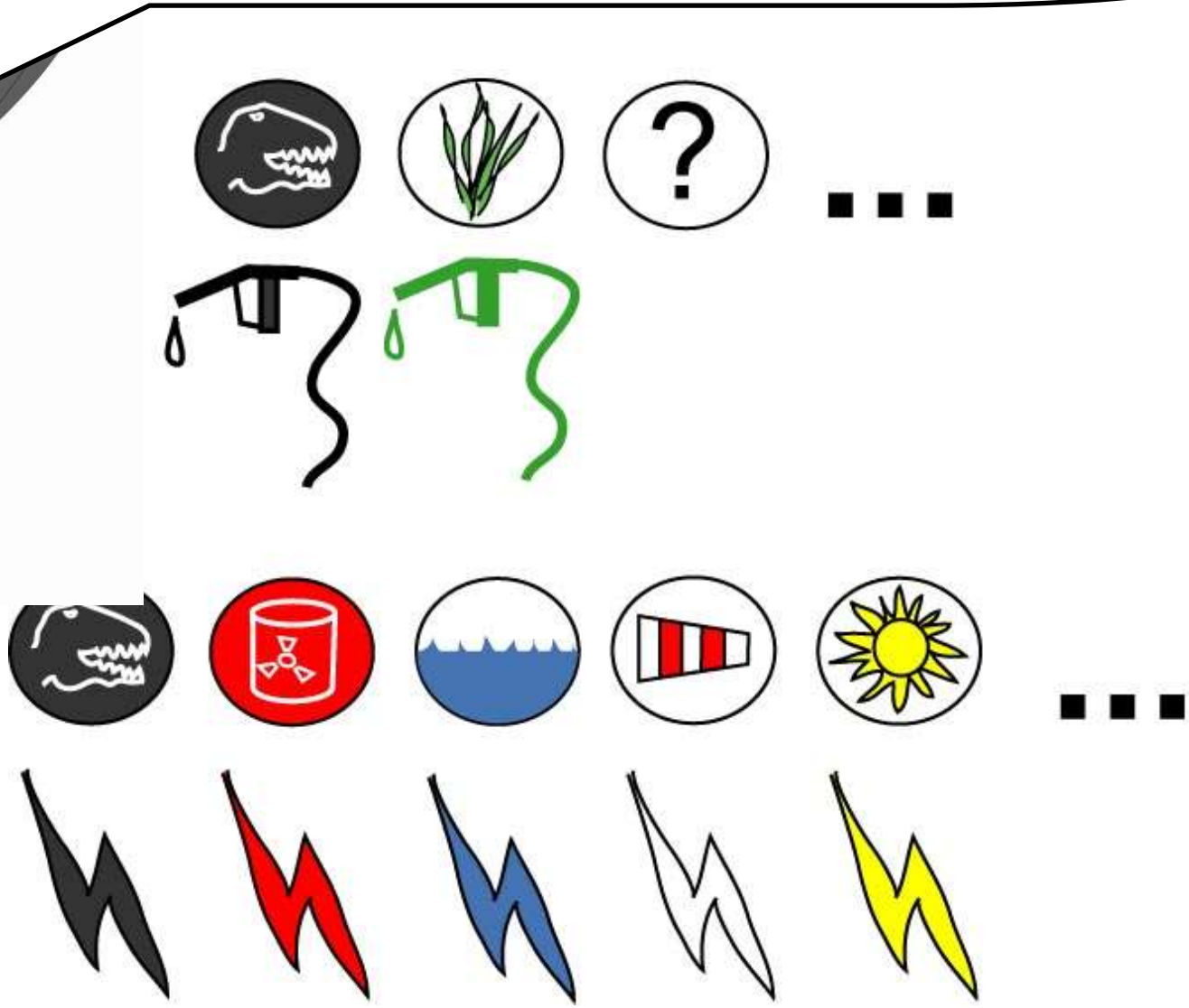
© Michel Kieffer - Ewald Hunsinger 9.3.2011 Indice A2 le 24.3.2011

Il s'agit ici de présenter les critères de qualité qui régissent les consommations d'énergie de nos principaux moyens de transport.

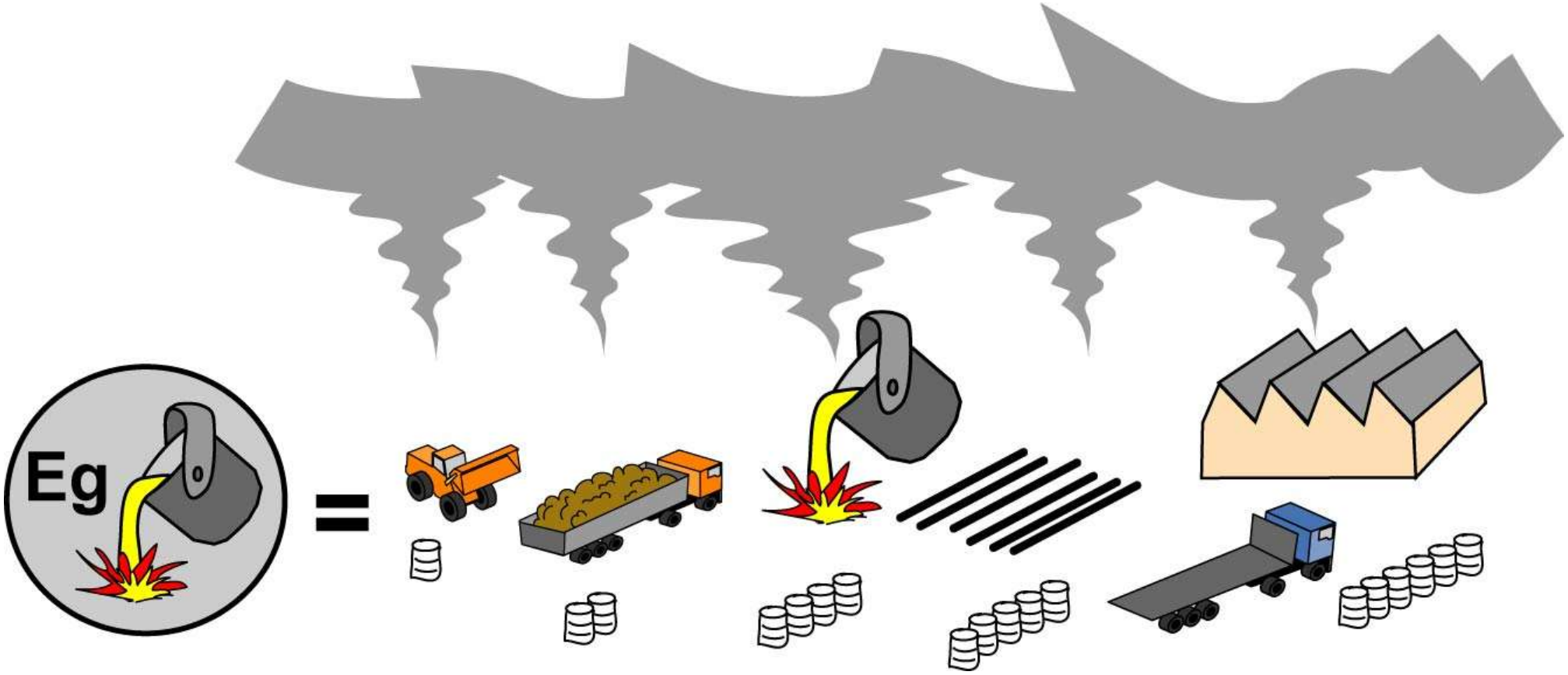


Précisons d'emblée que ces fondamentaux sont identiques quelles que soient les énergies…



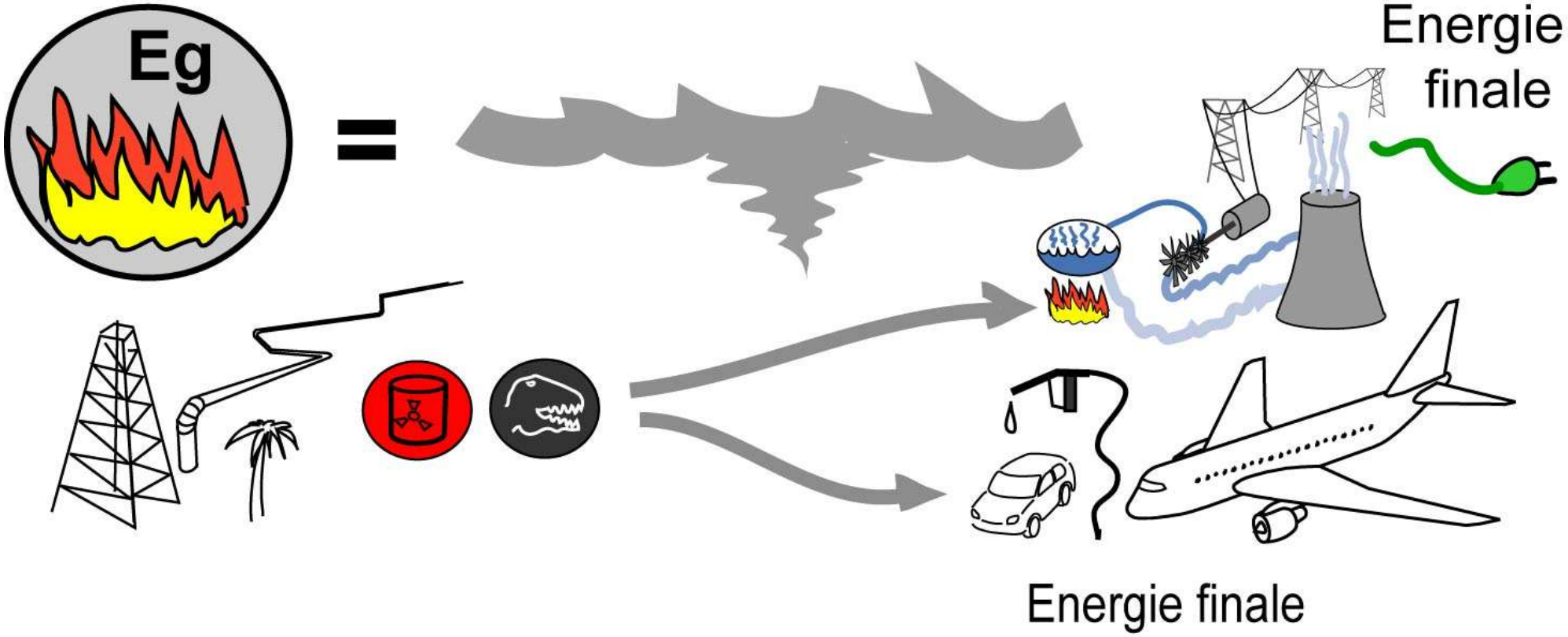


Chaque composant nécessite de l'énergie, dite « énergie grise », pour le fabriquer.

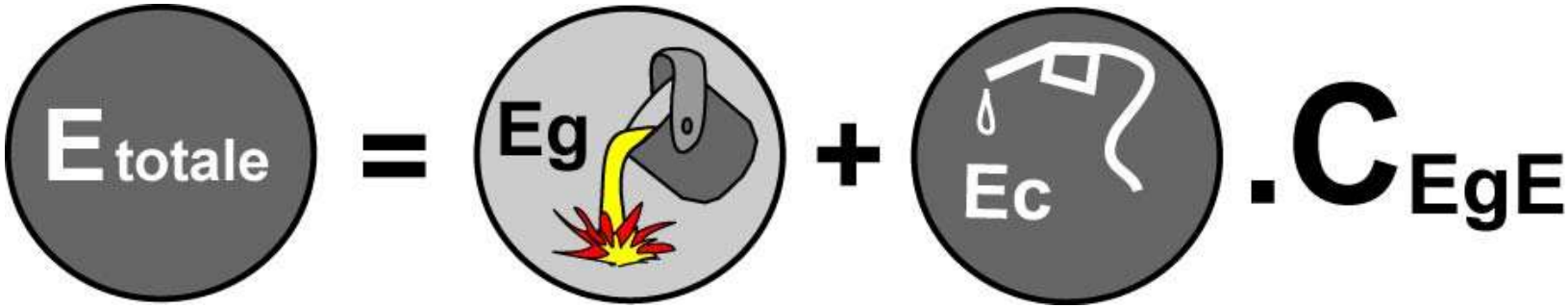


L'énergie totale que va mobiliser un composant (pièce isolée ou sous ensemble) d'un moyen de transport quel qu'il soit est égale à la somme « énergie grise (Eg) nécessaire pour fabriquer le composant » + « énergie consommée (Ec) pour déplacer ce composant pendant sa durée de vie ».

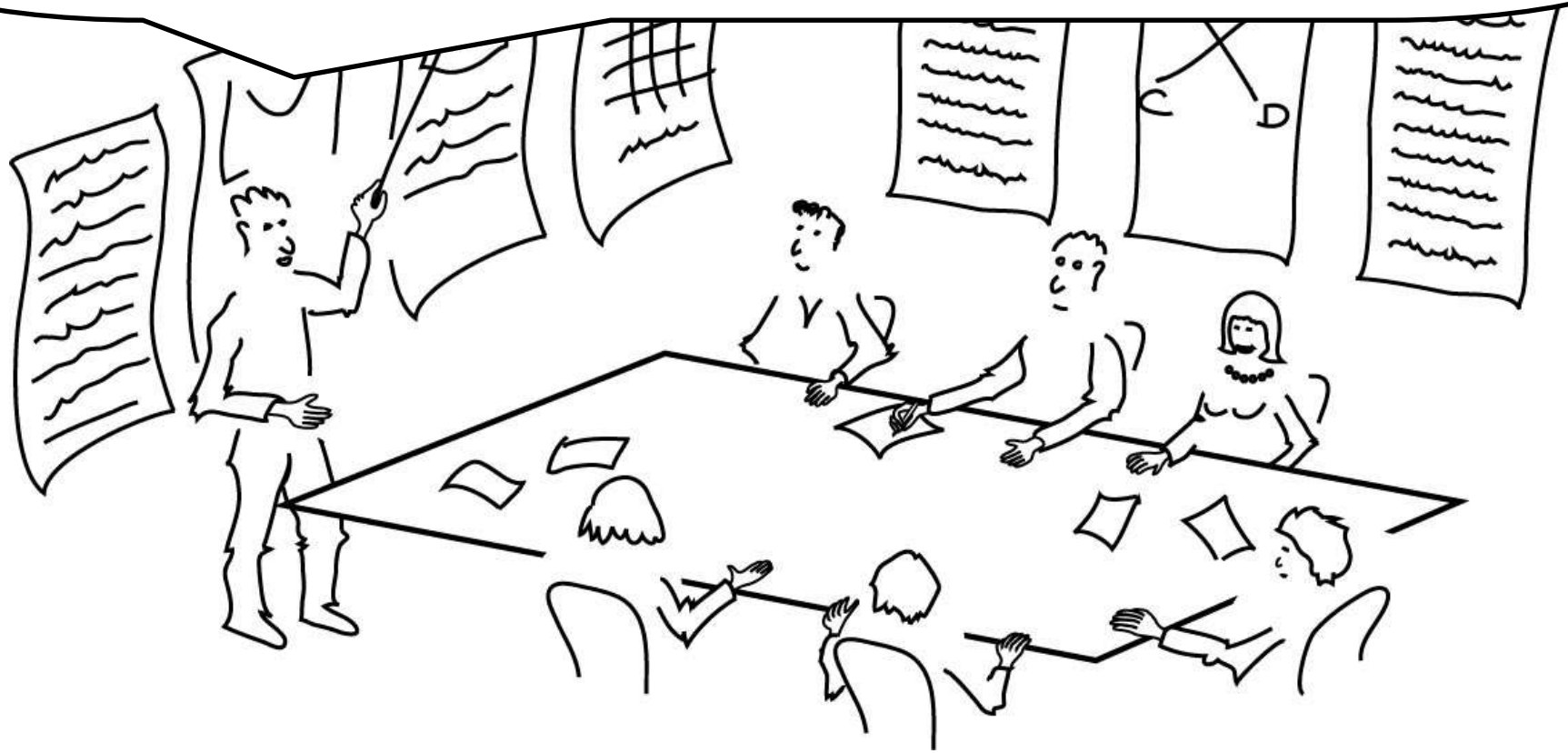
Mais l'énergie grise concerne aussi l'énergie.
Nous parlerons alors d'énergie grise de l'énergie.

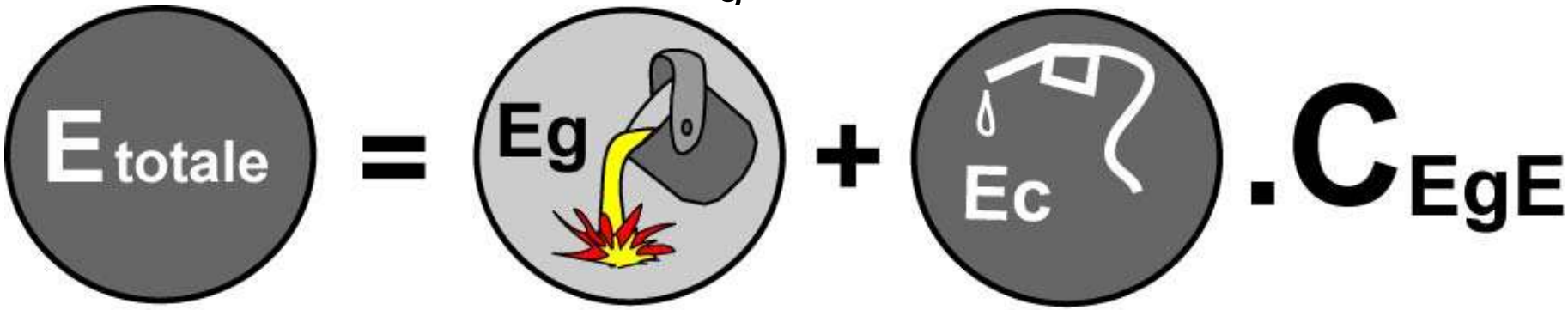


C'est-à-dire qu'il nous faut multiplier l'énergie consommée (Ec) par un « coefficient énergie grise de l'énergie (C_{EgE}) », ce coefficient étant propre à la nature de l'énergie consommée.

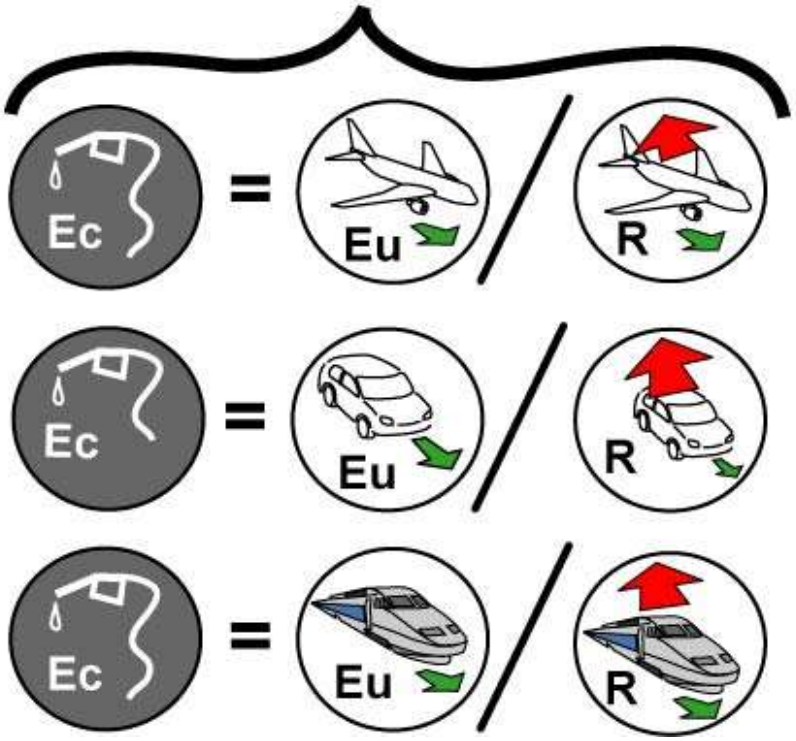


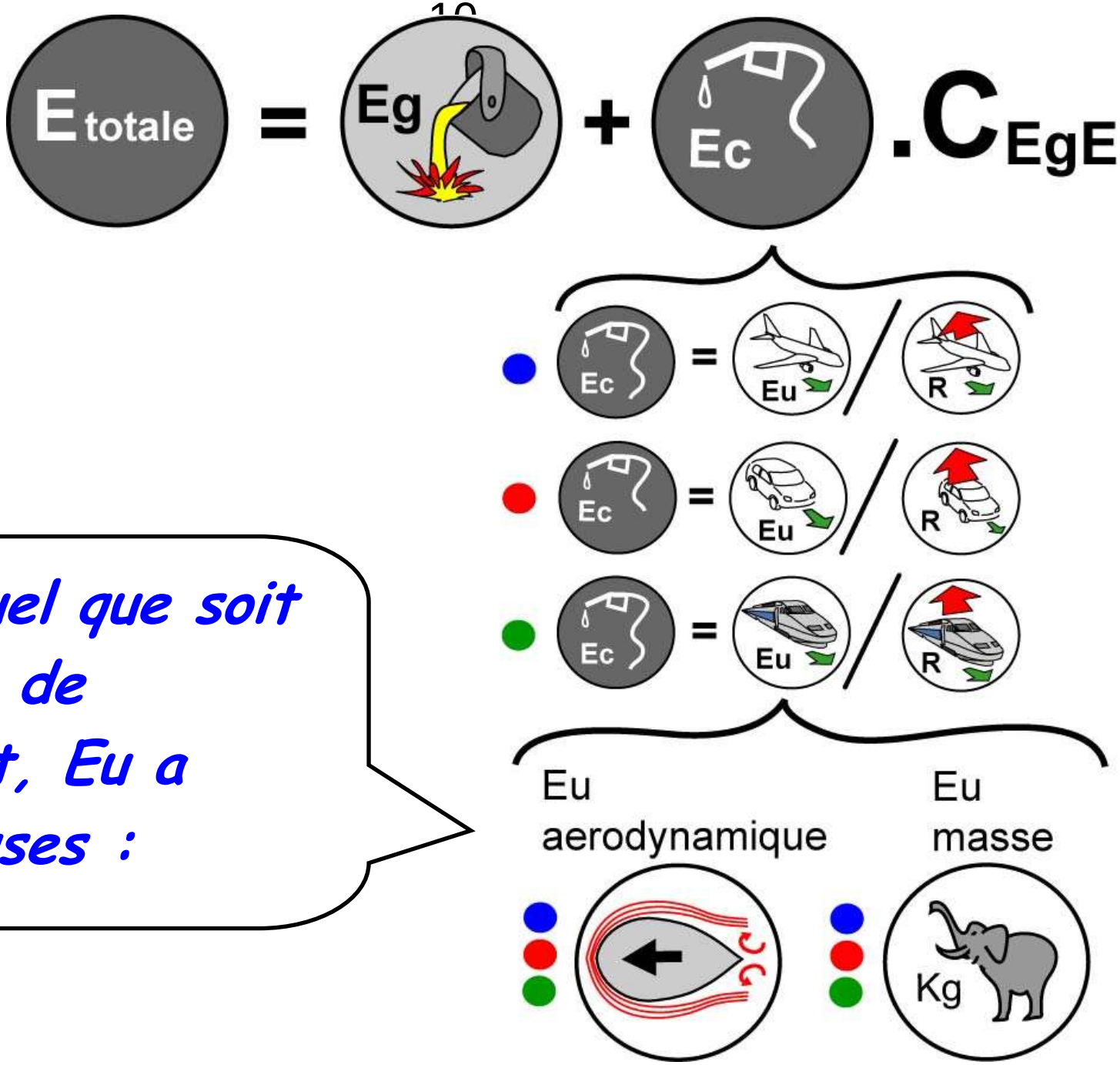
Eg et C_{EgE} dépendent de la nature des matériaux et des énergies. Ces éléments se trouvent dans des bases de données accessibles sur INTERNET. Nous nous intéresserons ici à Ec et à ses composantes.



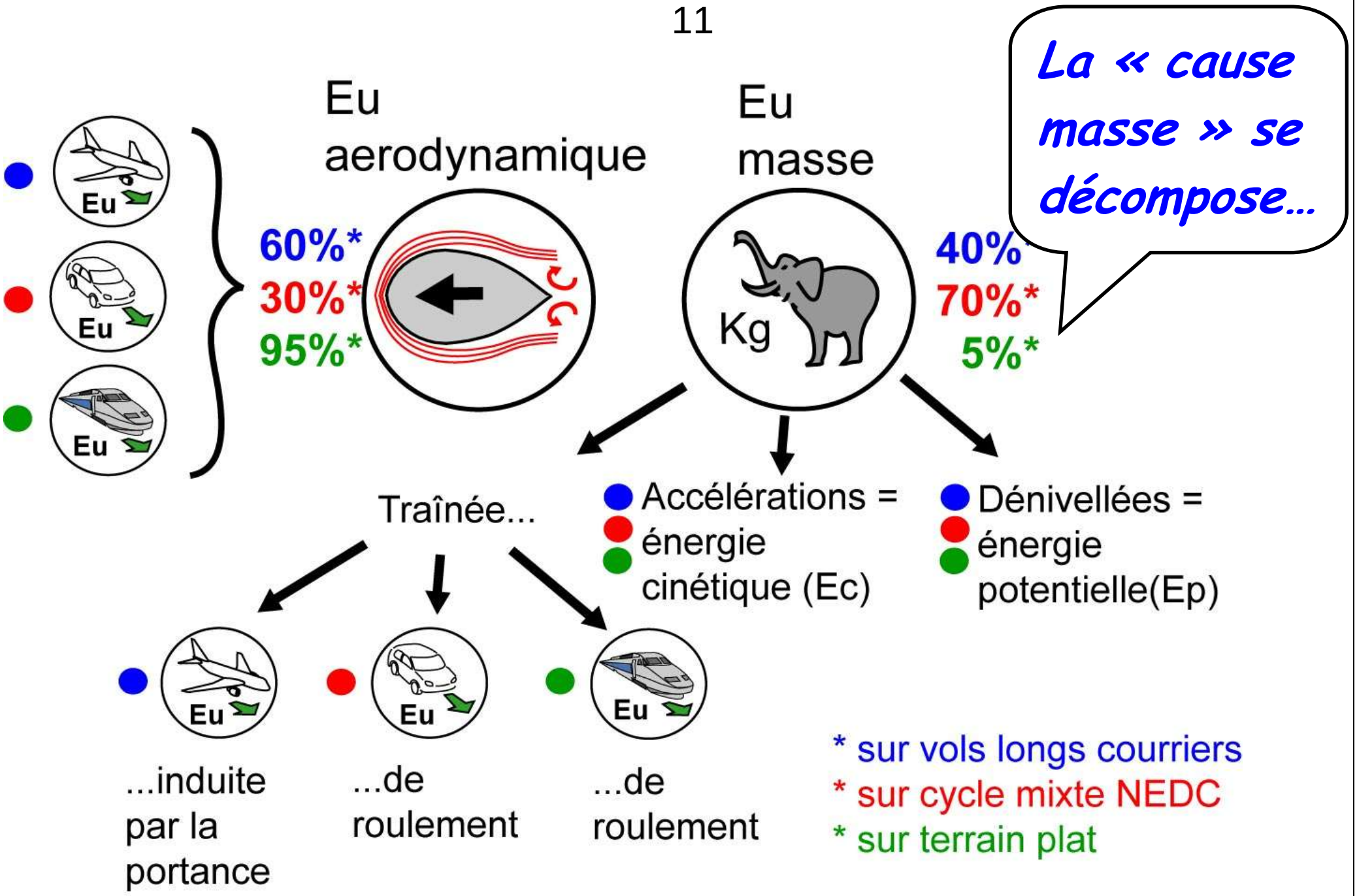


Quel que soit le moyen de transport, Ec s'obtient en divisant l'énergie utile (Eu) au déplacement par le rendement (R) du moyen de transport considéré…

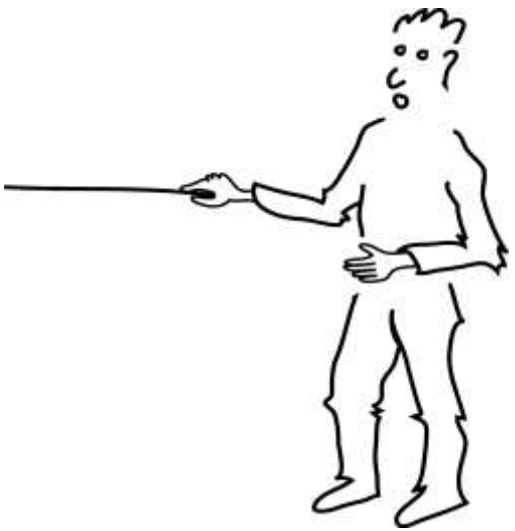




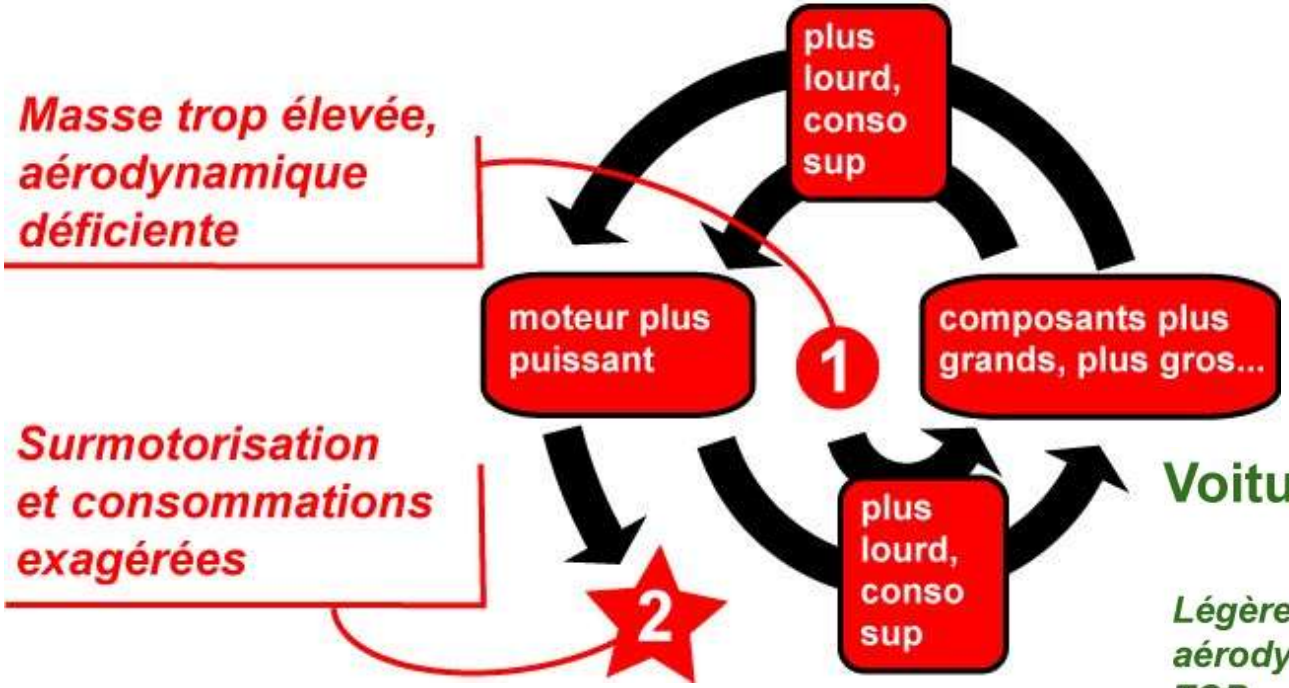
Aussi, quel que soit le moyen de transport, Eu a ***deux*** *causes :*


La « cause masse » se décompose…
Eu aerodynamique
Eu masse
Eu
Eu
Eu
60%*
30%*
95%*
Kg
40%
70%*
5%*
Traînée...
Accélérations = énergie cinétique (Ec)
Dénivellées = énergie potentielle(Ep)
Eu
Eu
Eu
...induite par la portance
...de roulement
...de roulement
* sur vols longs courriers
* sur cycle mixte NEDC
* sur terrain plat

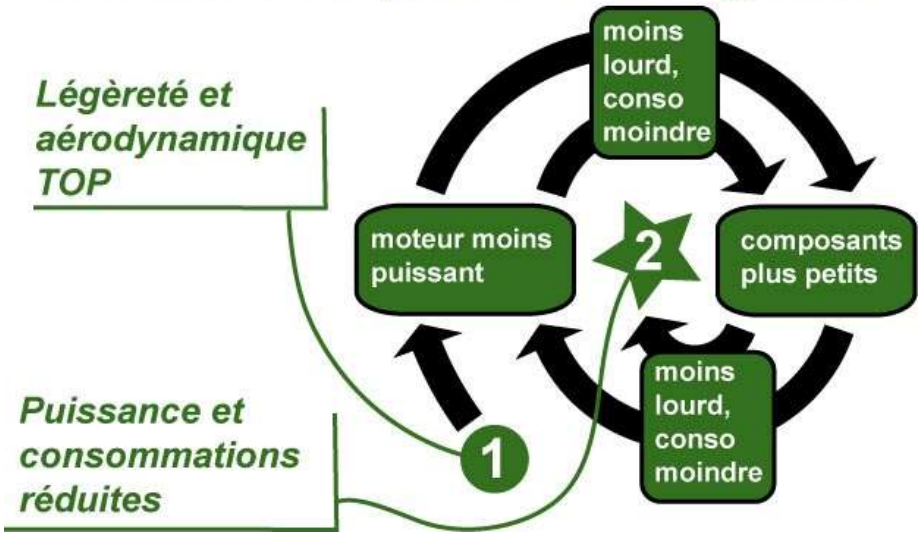
Les interactions sont multiples…



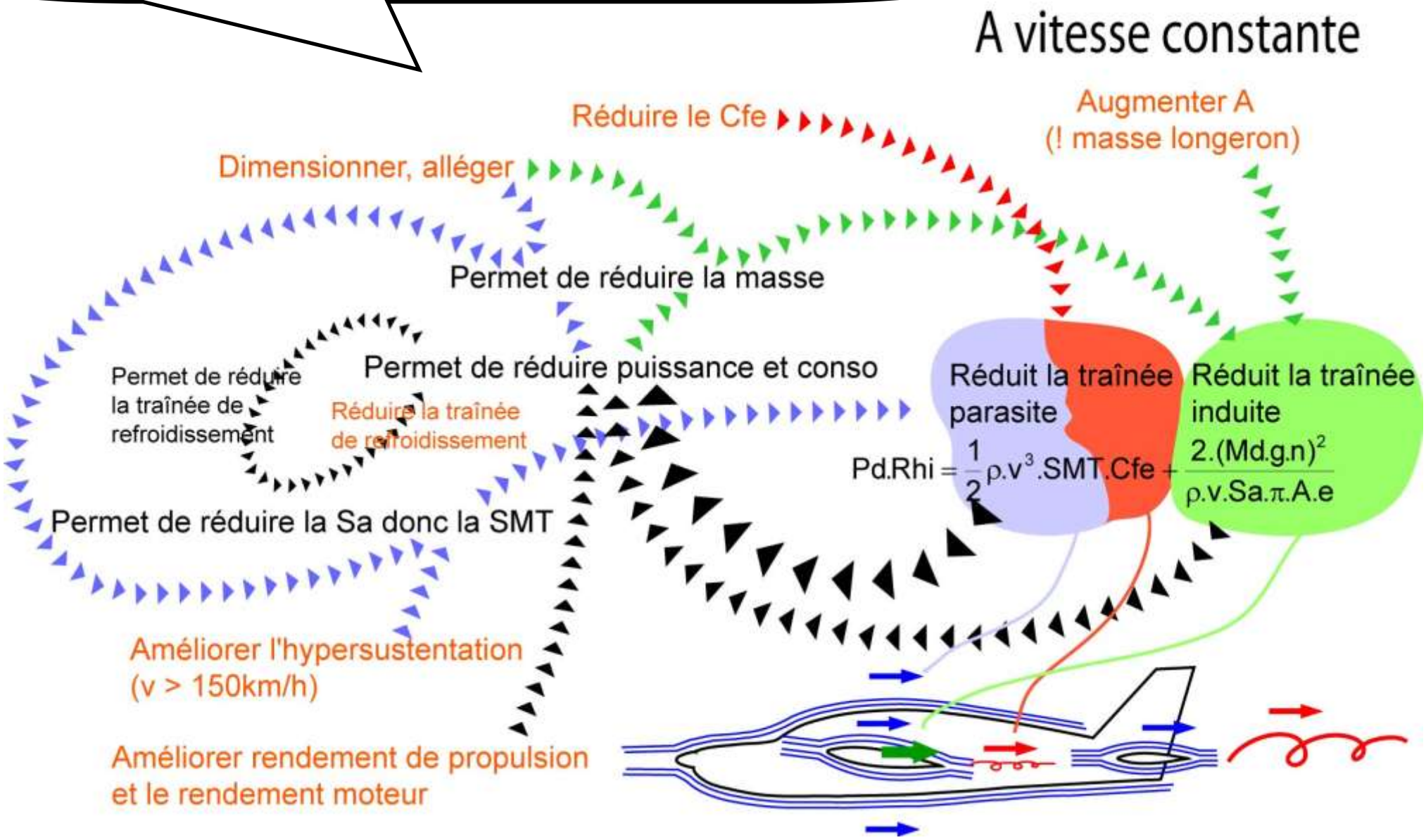
Voitures et "spirale divergente"



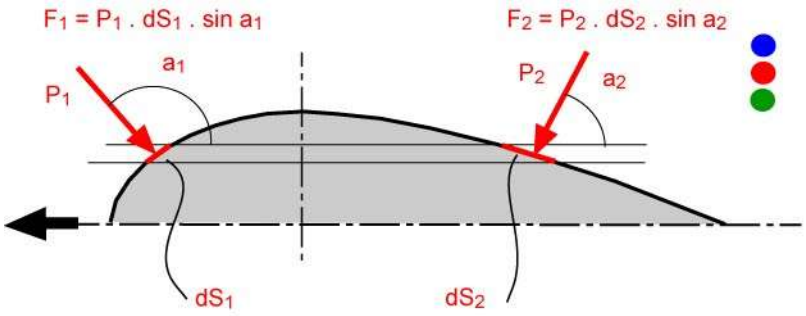
Voitures et "spirale convergente"



…et encore plus pour nos avions :

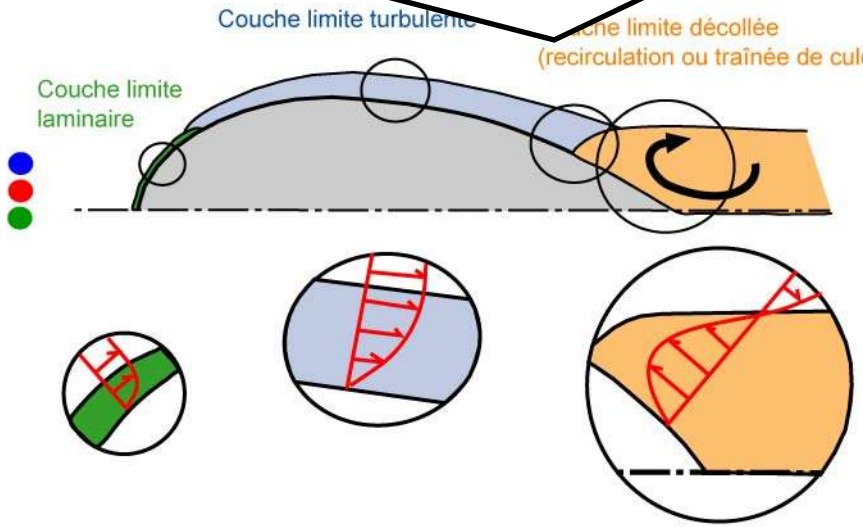


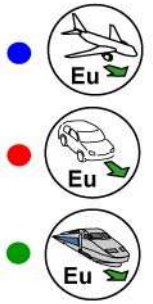
Analysons l'aérodynamique : ses fondamentaux…



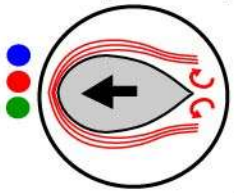
$dS_1 . \sin a_1 = dS_2 . \sin a_2$

$P_1 \neq P_2$ pour cause de viscosité

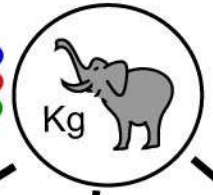




Eu aerodynamique



Eu masse



Traînée...

...induite par la portance

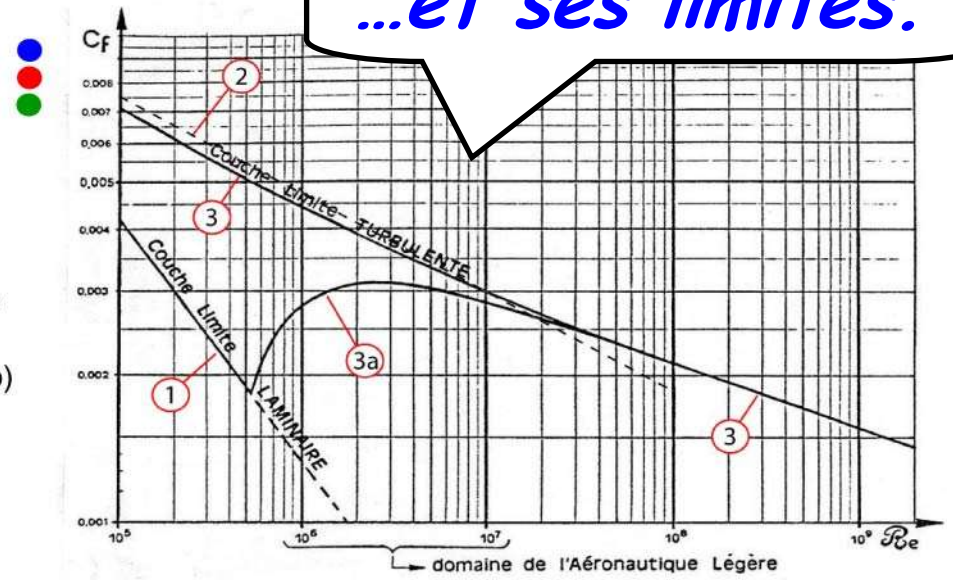
...de roulement

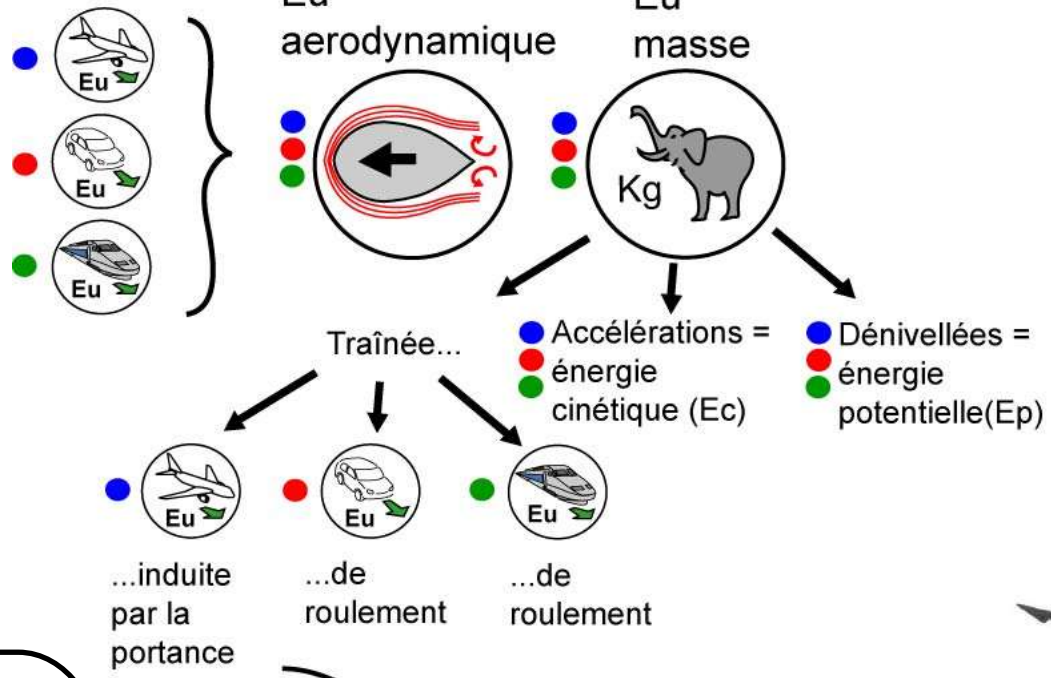
...de roulement

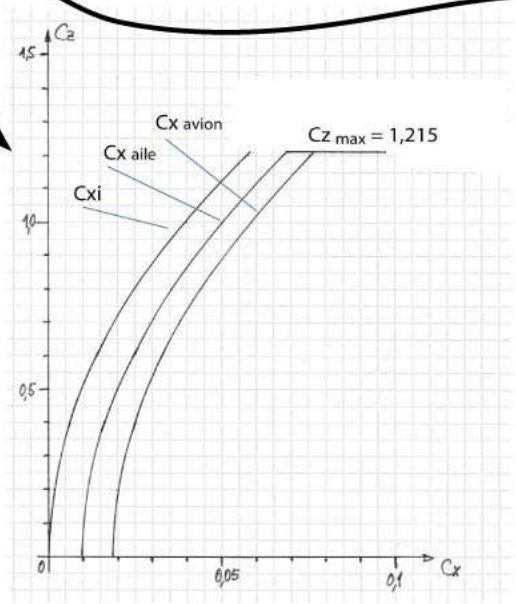
Accélérations = énergie cinétique (Ec)

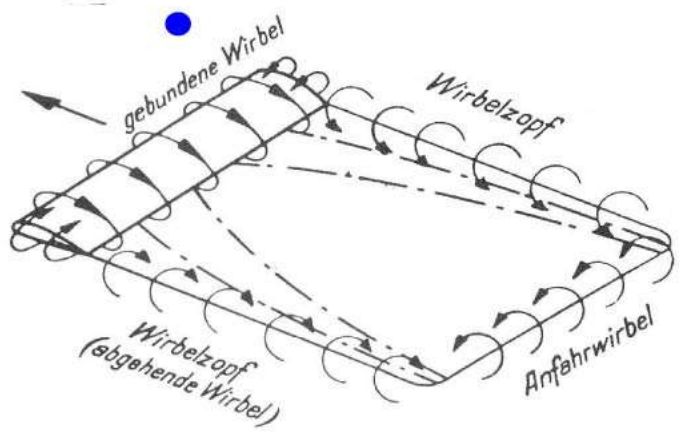
Dénivellées = énergie potentielle(Ep)

…et ses limites.









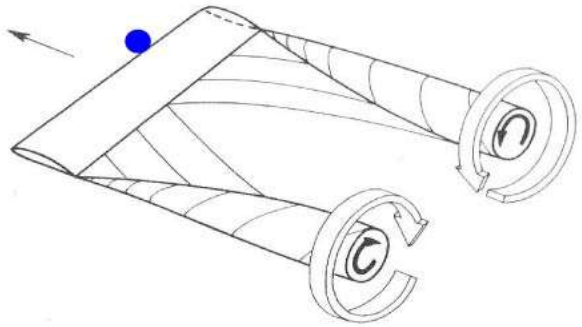
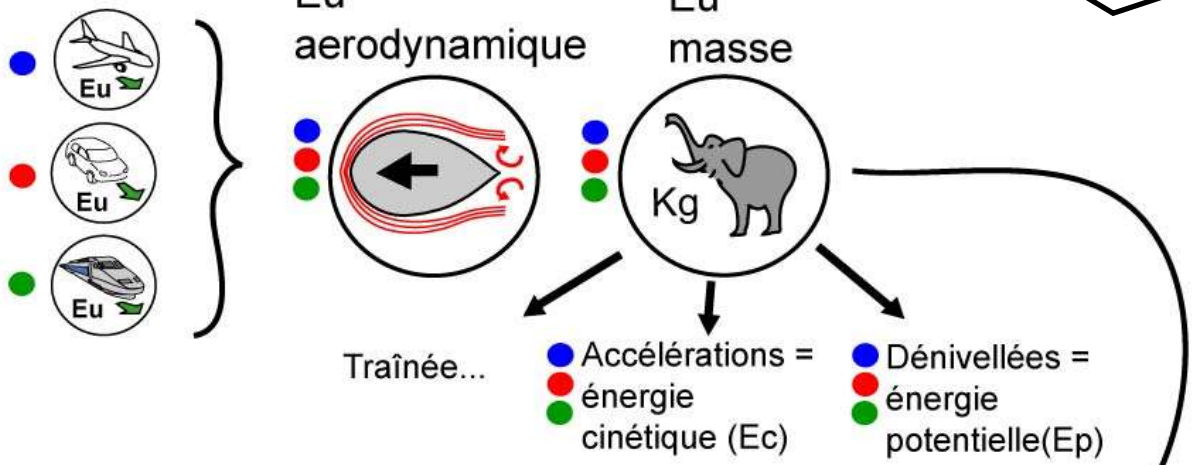


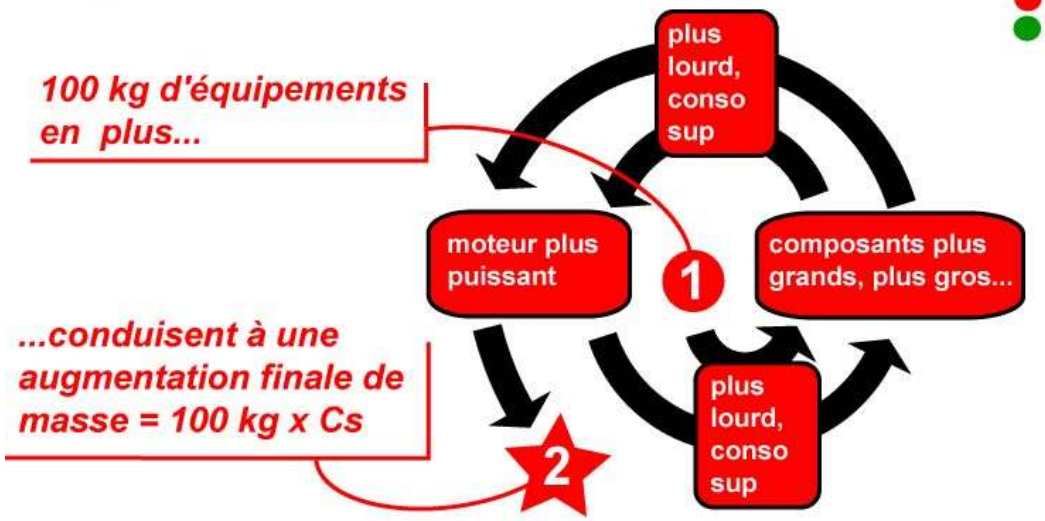
Abb. 11
Aufroll
hinter d

Quant à la traînée induite, elle a pour cause la portance.

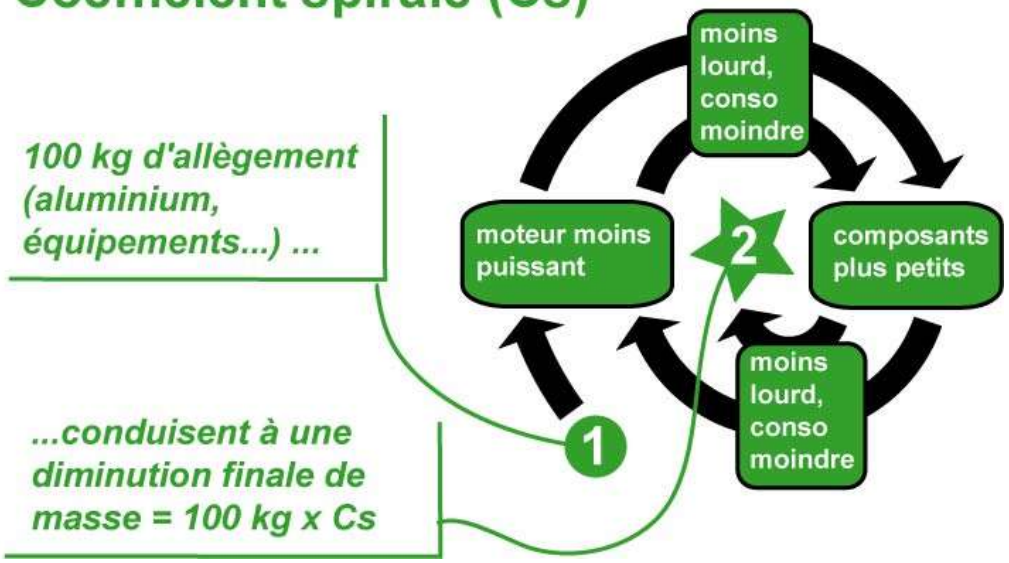
Rajoutons une donnée essentielle : le coef. spirale.



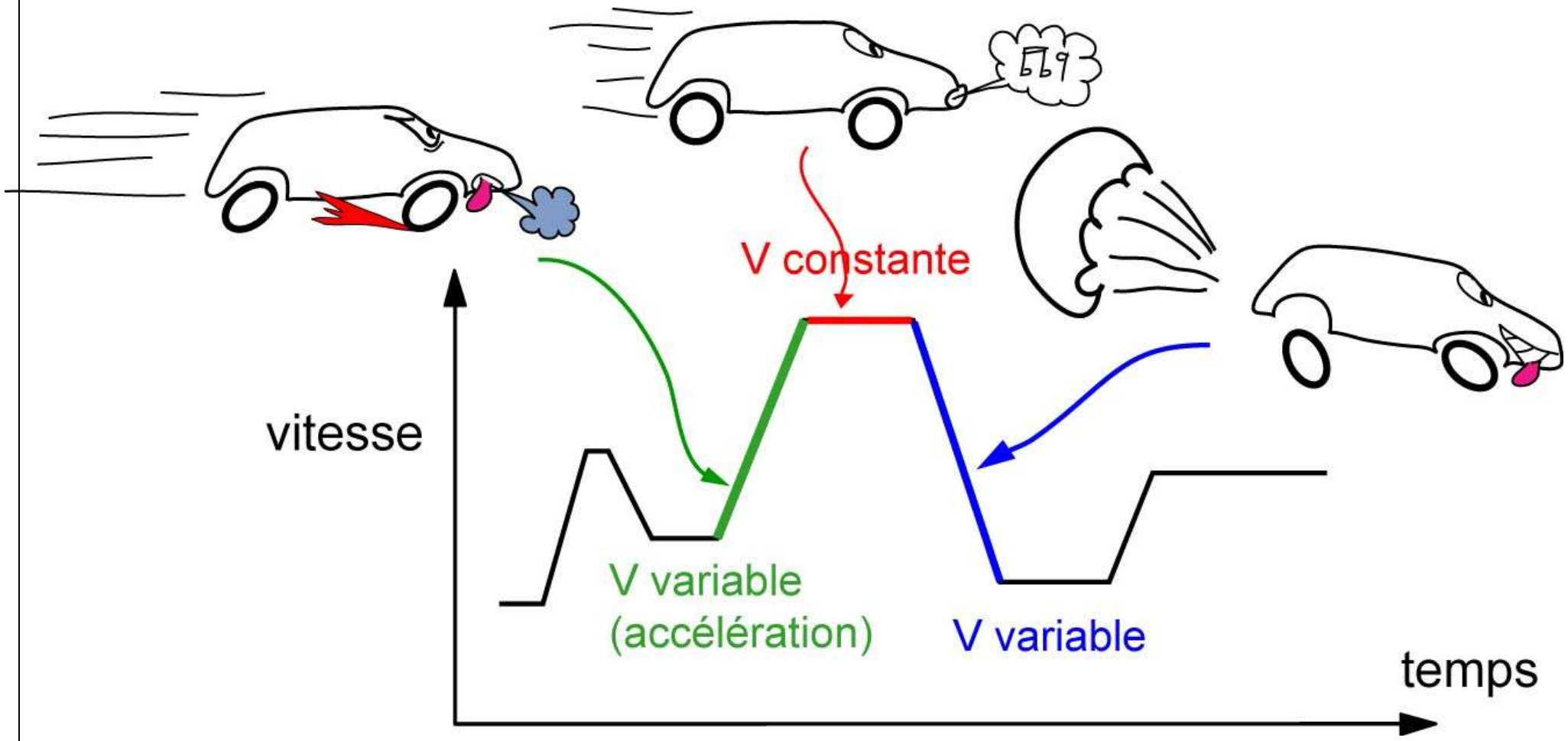
Coefficient spirale (Cs)



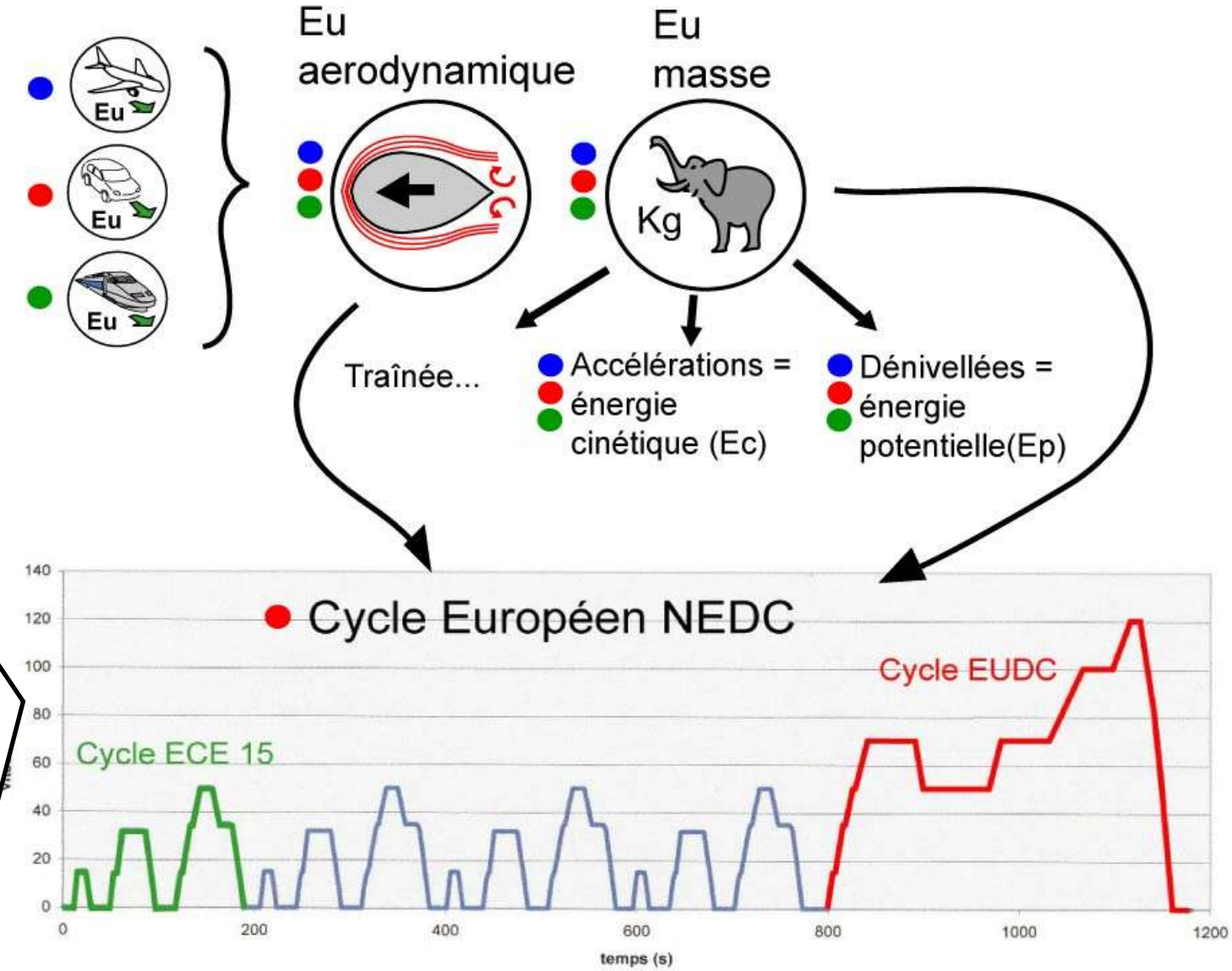
Coefficient spirale (Cs)



…et l'influence de l'utilisation : contrairement aux TGV et aux avions, nos voitures sont soumises à des variations permanentes de la charge du moteur :



...il faut donc déterminer Eu aero et Eu masse à partir d'un cycle d'utilisation automobile connu :



4 x cycle ECE 15 + 1 x cycle EUDC = cycle NEDC (ou MVEG)

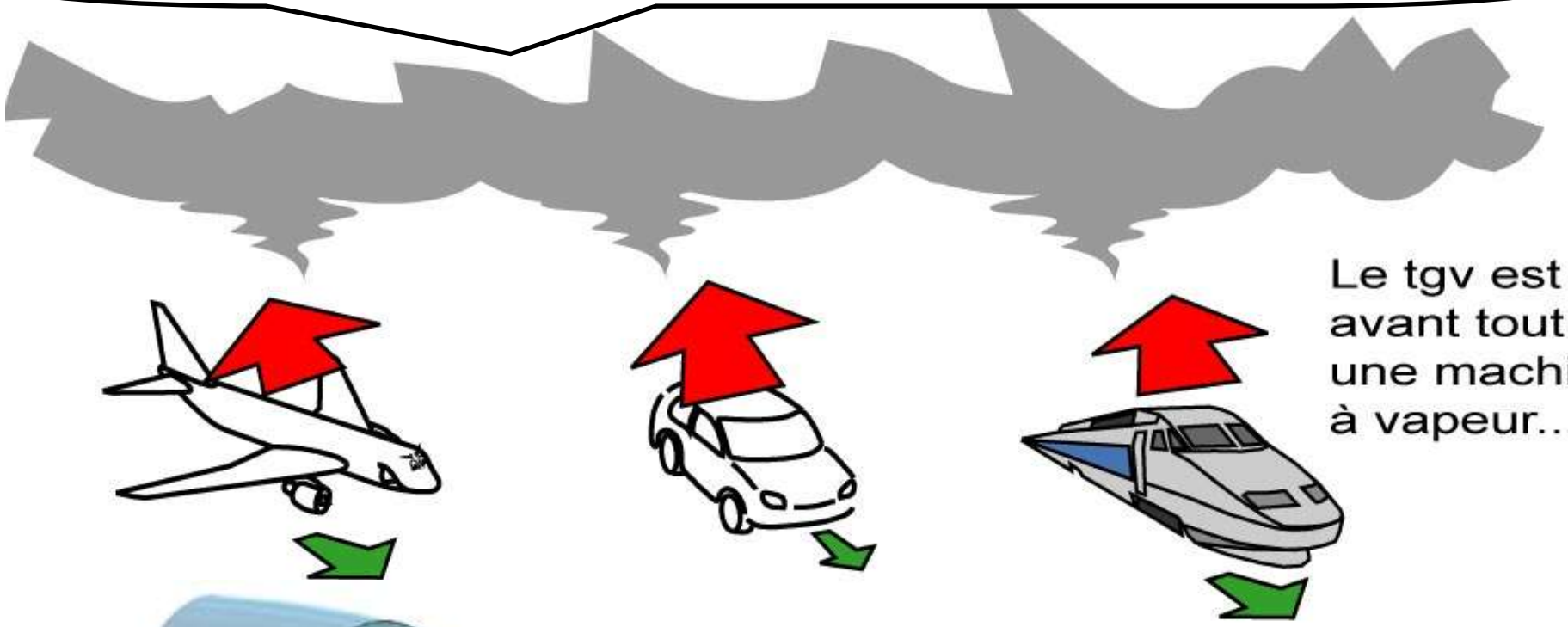
Partie urbaine : 4 x (195s ; 1013 m) Partie extra urbaine :

Ensemble : 1180 s ; 11007 m

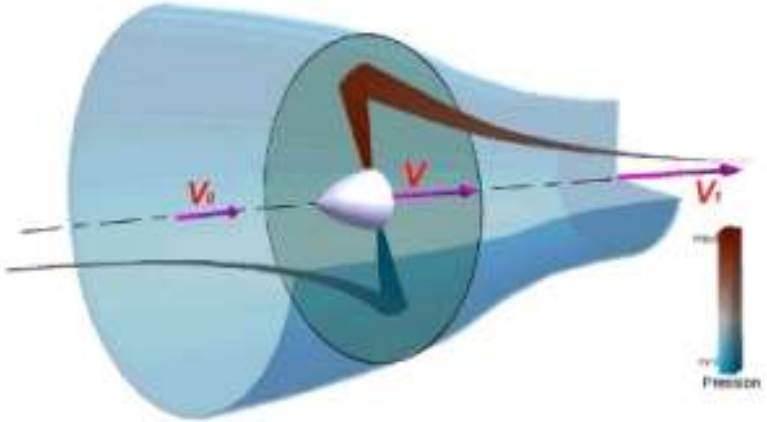
NEDC = New European Driving Cycle

MVEG = Motor Vehicle Emission Group

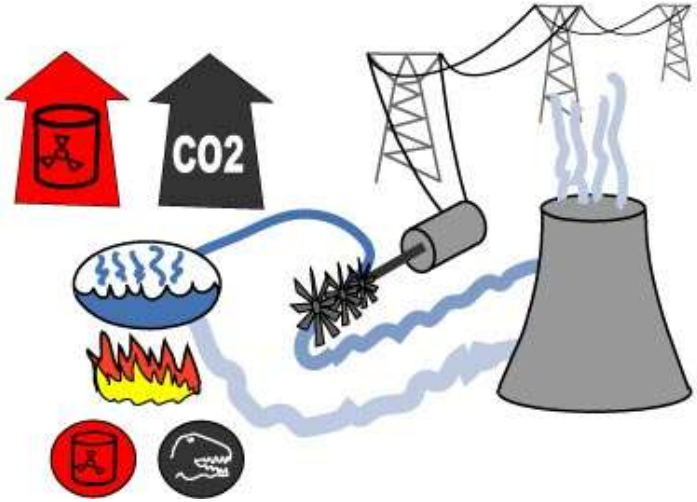
Reste à aborder le rendement des machines.



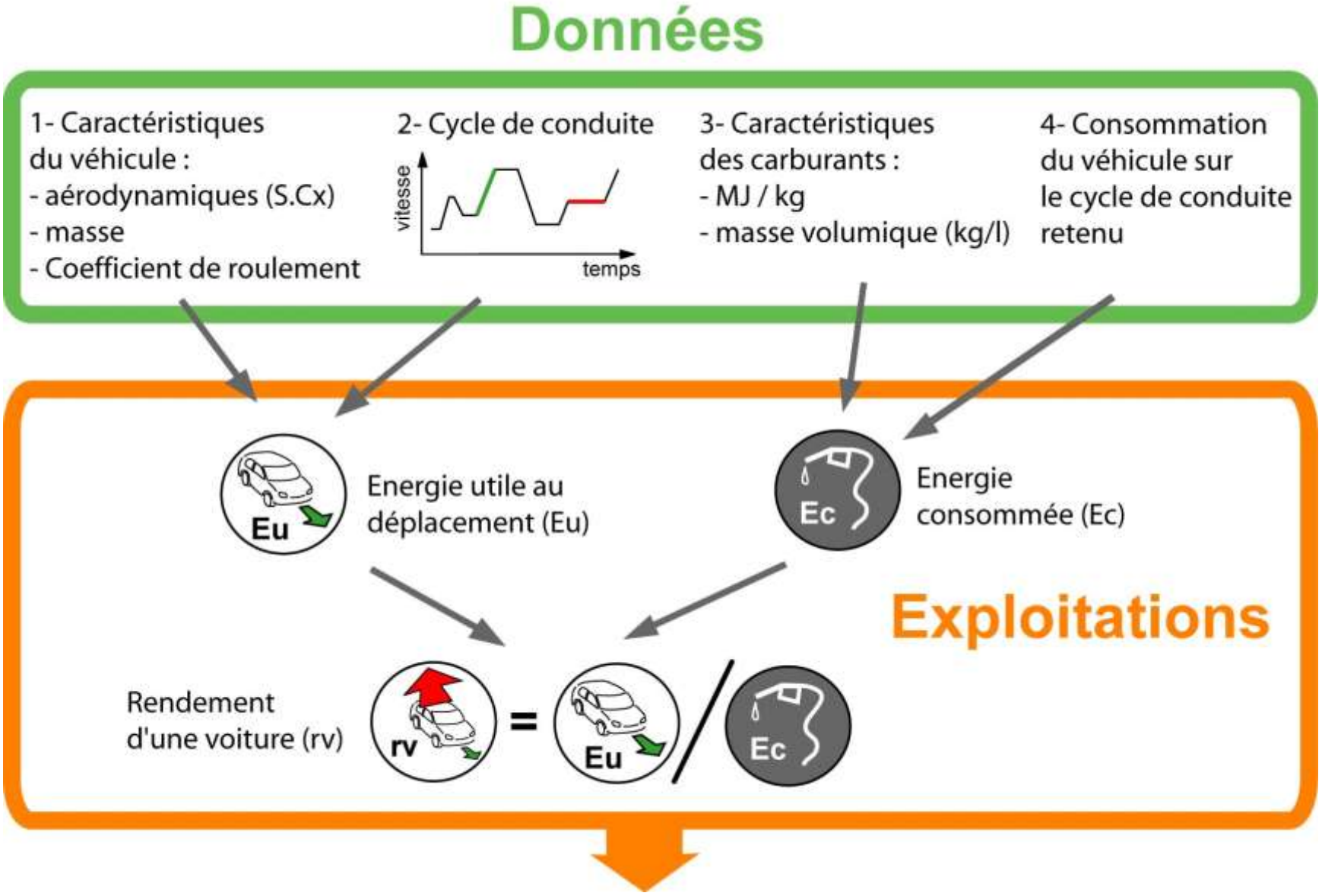
Le tgv est avant tout une machine à vapeur...



Contraction du tube de courant en aval de l'hélice (bernouilli).



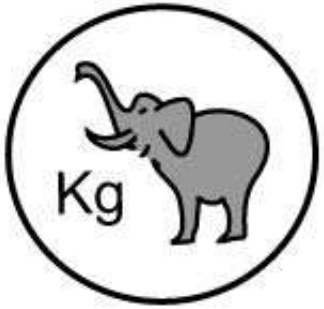
Le rendement, par exemple d'une voiture, peut se calculer comme suit :



Résumons, nos moyens de transports quels qu'ils soient se caractérisent par 3 critères de qualité :

Qualité aérodynamique

Qualité massique

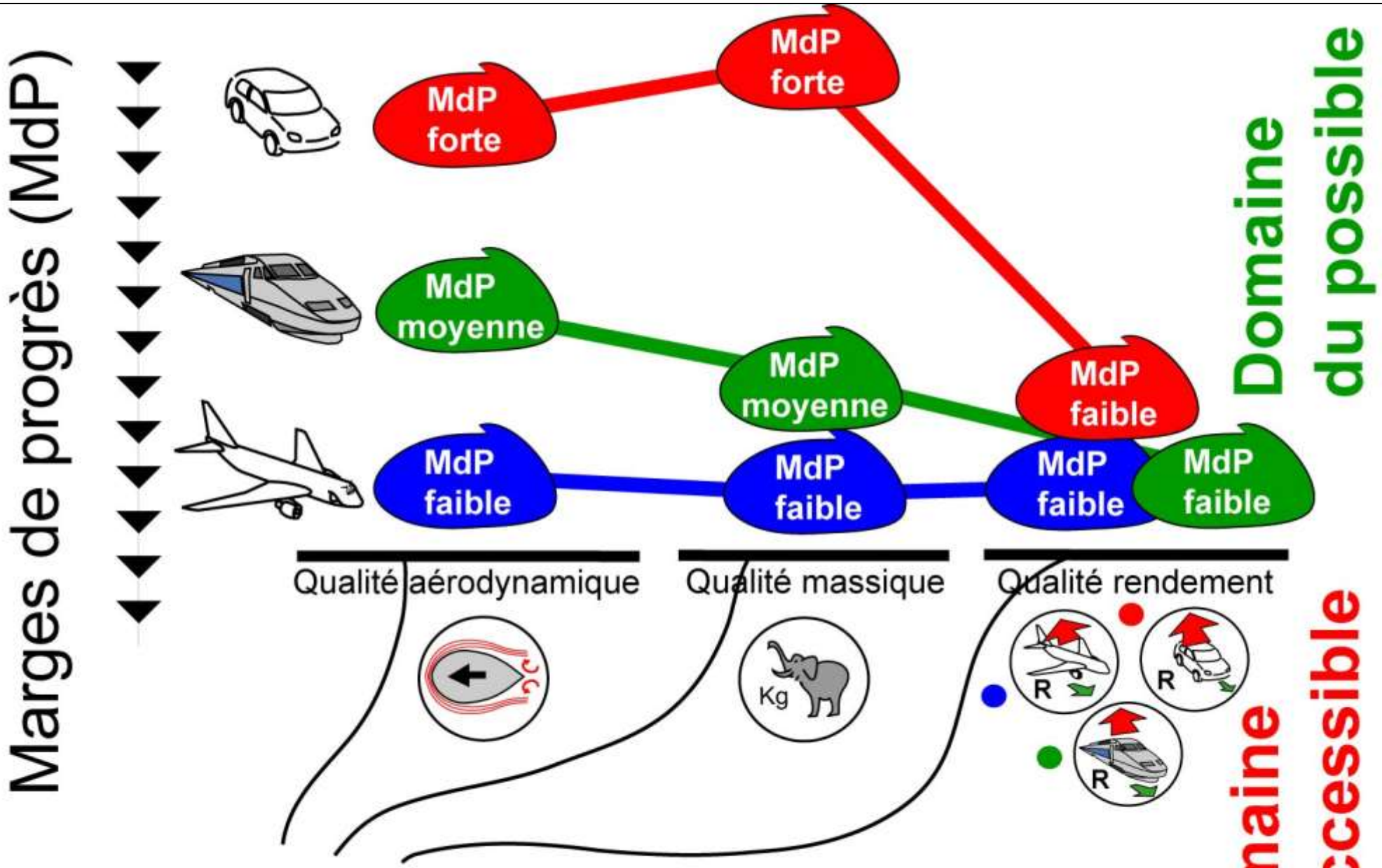


Qualité rendement

Ces 3 qualités ayant chacune des limites infranchissables. Précisons que ces limites ne sont pas les mêmes pour les différents moyens de transport, à nous de calculer ces limites*…

∗ Document en préparation, voir aussi les modules de cours cités en annexe.

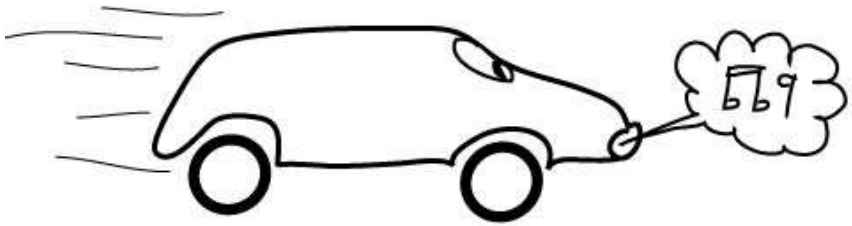
A ce stade, nous pouvons nous intéresser au potentiel d'amélioration de nos moyens de transports…



Minimums infranchissables pour les 3 qualités attendues d'un engin de transport quel qu'il soit (à noter que les valeurs de ces minimums sont différentes pour chaque mode de transport).

…mais n'oublions pas l'impact majeur de la vitesse :

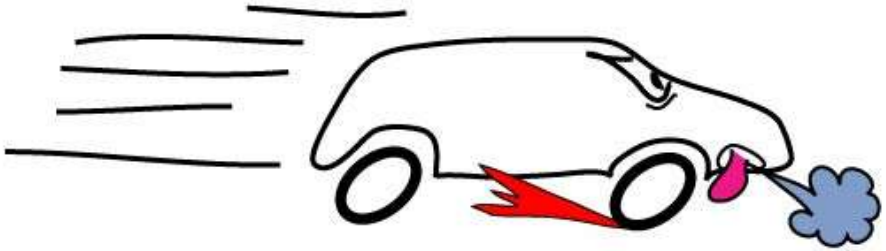
Impact de la vitesse sur les puissances et sur les consommations liées à l'aérodynamique et, pour les avions, à l'aérodynamique + la traînée induite induite par la portance.



Vitesse 1 (V1)
Puissance 1 (P1*)
Conso 1 (C1*)

La puissance* varie avec le cube de la vitesse !

La conso* varie avec le carré de la vitesse !



V2 > V1 =>
$P2^* = P1.(V2/V1)^3$
$C2^* = C1.(V2/V1)^2$

* Puissances et consommations liées à l'aérodynamique et, pour les avions, à l'aérodynamique + la traînée induite. Ceci représente respectivement :

-

100% de l'énergie utile totale
-

30% de l'énergie utile totale (sur cycle NEDC)
-

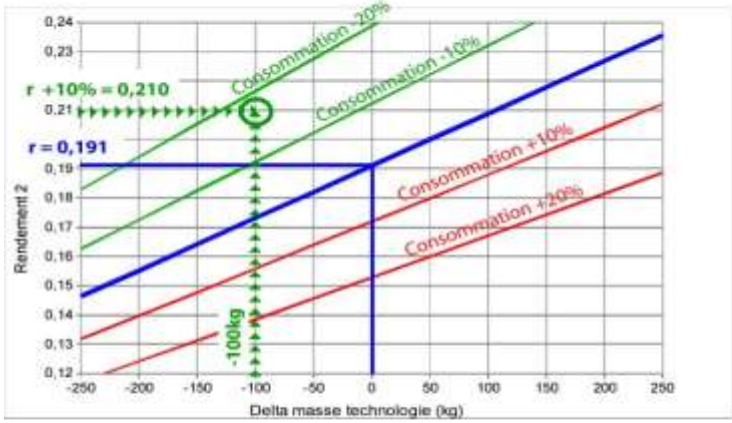
90% de l'énergie utile totale

Ceci compris, le monde de l'éco-conception nous appartient !

Nous pouvons comprendre et modéliser beaucoup de choses…

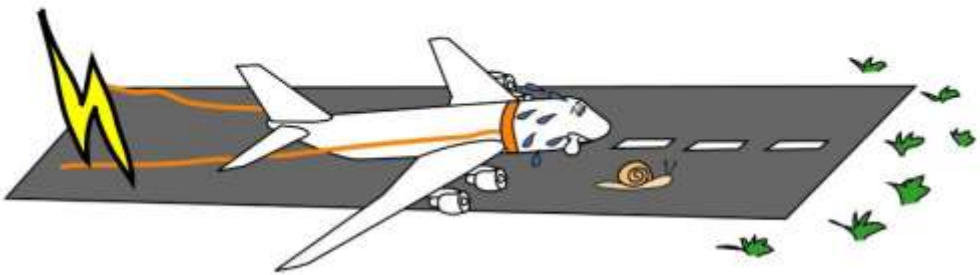
Hybrides

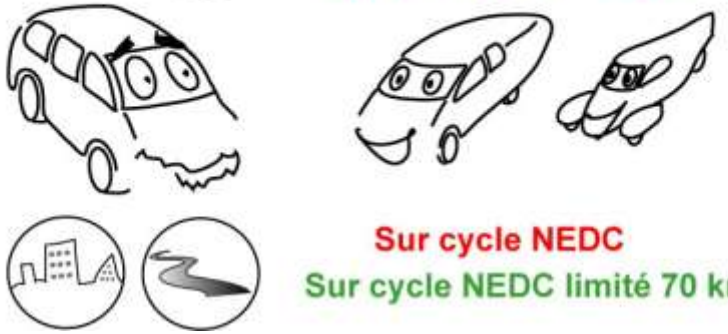
Technologies



Consos
-60% à -70%

Consos
-70% à -80%





Sur cycle NEDC

Sur cycle NEDC limité 70 km/h

…sans tomber dans les mirages de l'éco-marketing !

FIN

Annexe modules de cours associés :

Les documents ci-après sont accessibles pour la plupart sur le site ***http://www.hkw-aero.fr/index.html***

1- Objectif CO2
2- Carburants fossiles, alternatives et illusions
3- Equations fondamentales
4- Marges de progrès
5- Electricité et CO2
6- Données de calculs
7- Eco-design

8- Rendement d’une voiture

9- Energie utile au déplacement d’une voiture

10- Coefficient spirale

11- La voiture 2 litres au cent, c’est facile)

12- Le « poids » de la technologie

13- Energie récupérable lors des ralentissements

14- Les véhicules hybrides

15- Voitures électriques

16- Eco-conception, transports et matériaux

17- Voitures optimisées

18- La voiture du futur

19- Eco-marketing

20- Avions et CO2

21- TGV et CO2

22- (C2) L’avion dans les systèmes de transport (M2)

23- (C4) L’atmosphère

24- (C6) Couche limite

25- (C7) Traînée aérodynamique

26- (C9) Propulsion

27- (C15) Equations fondamentales

28- Avions et résistance des matériaux

29- Avions électriques ?

30- Analyse du HE70

31- Analyse de l’A400M

32- Optimisation avion

33- Conclusion