

L'efficacité énergétique de la filière pétrolière

Par X. Chavanne Physicien/Ing. Recherche

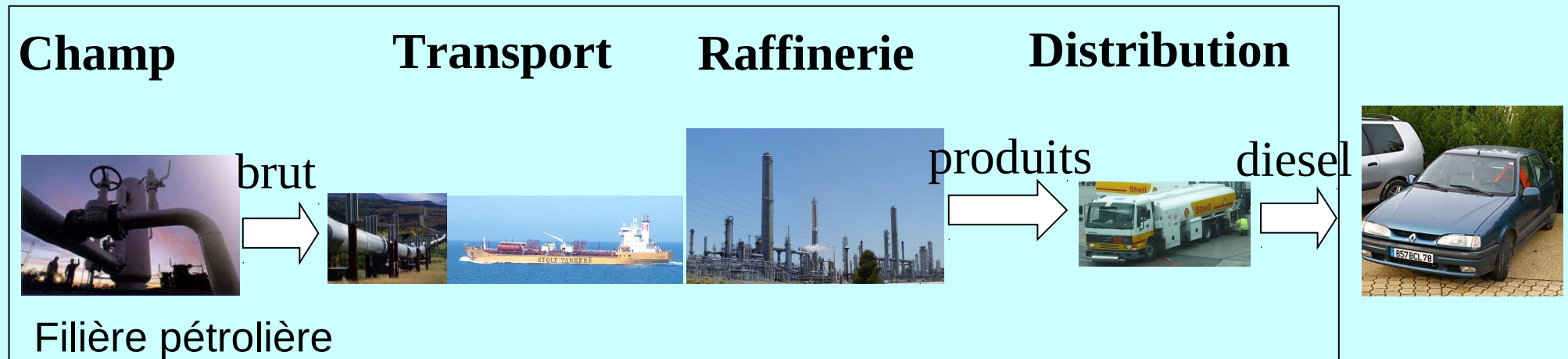
Univ. D. Diderot & Institut de Physique du Globe de Paris

Méthode

Evaluation directe → bilans physiques (matière/énergie) à l'échelle des étapes ou **procédés industriels** de la filière :

- Réduire les risques d'importantes erreurs. Maîtriser les approximations.
- Déterminer les variables physico-techniques (type de récupération - naturelle ou assistée -, longueur et productivité puits, complexité raffinerie...).

Industrie pétrolière : étapes et frontières

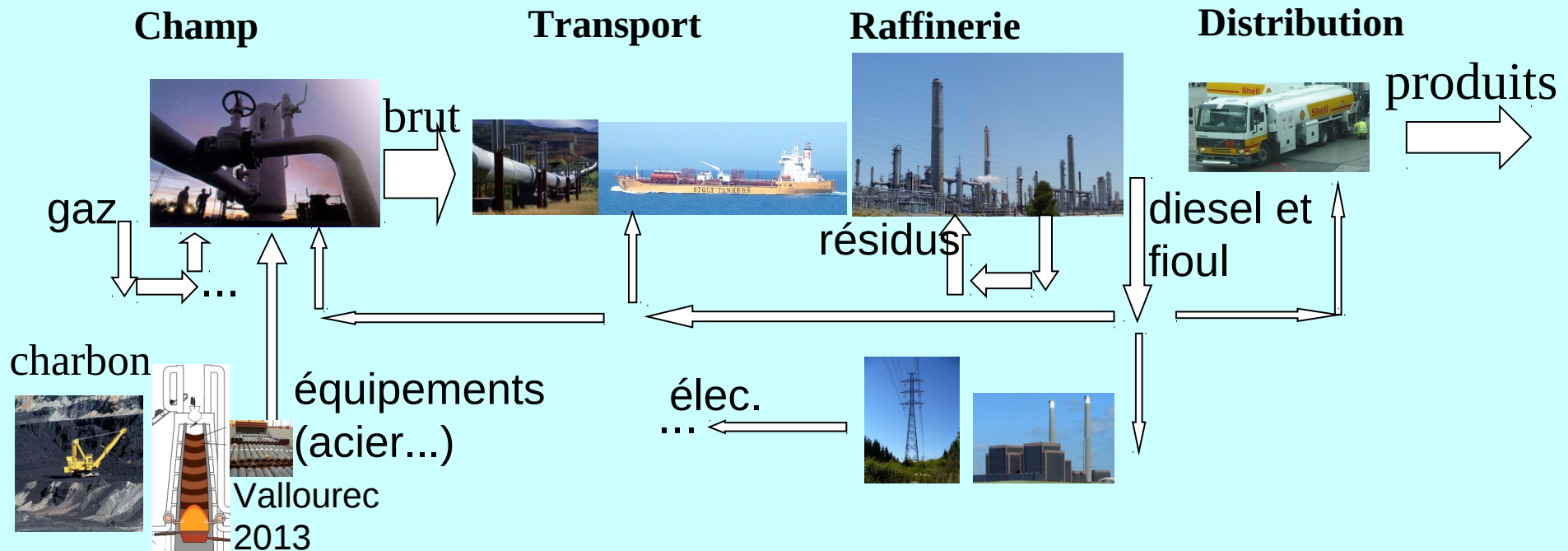


Définir la filière : début (extraction) et fin (sortie raffinerie et distribution).

Problème complexe (filière) → décomposition en problèmes plus simples (étapes, procédés...).

Données au niveau des procédés ou étapes.

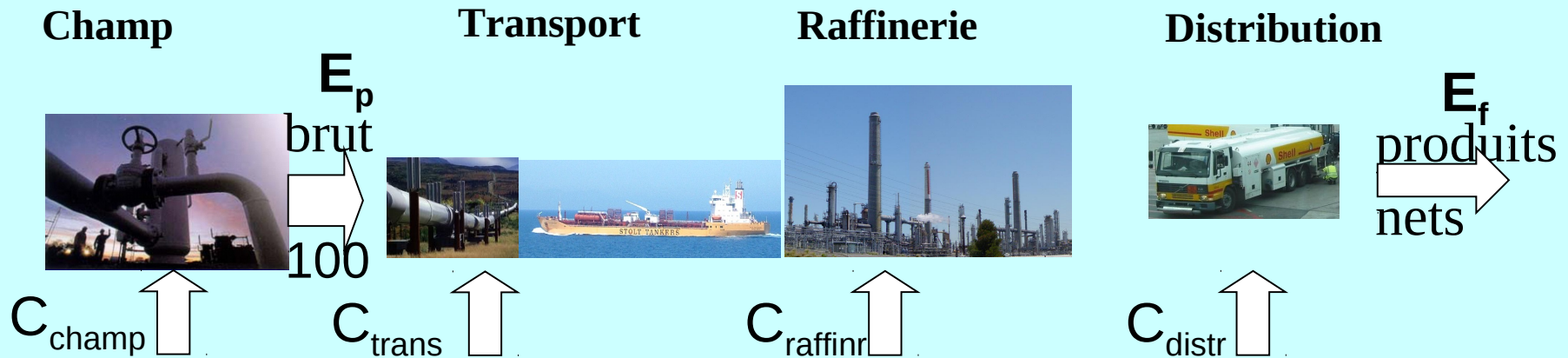
Choix indicateur. Conventions



- Système auto-suffisant, ou fournissant – presque – sa consommation.
- Autres consommations en équivalent de brut.

NB : énergie de 1 baril de brut \approx 1 bep = 6,12 GJ. Volume massique \approx 7,3 b/tonne.

Décomposition par étape



Bilan de flux (par an, jour, heure...):

$$\sum_j C_j = C_{\text{champ}} + C_{\text{trans}} + C_{\text{raffinr}} + C_{\text{distr}} \quad \longleftrightarrow \quad \text{Production brut } E_p$$

Consommation ↔ Production

$$\text{Indicateur d'(in)efficacité : } R = \frac{\sum_j C_j}{E_p} = \sum_j C_j / E_p = \sum_j R_j$$

R_j en % de brut

Consommation champ R_{champ}



En exploitation

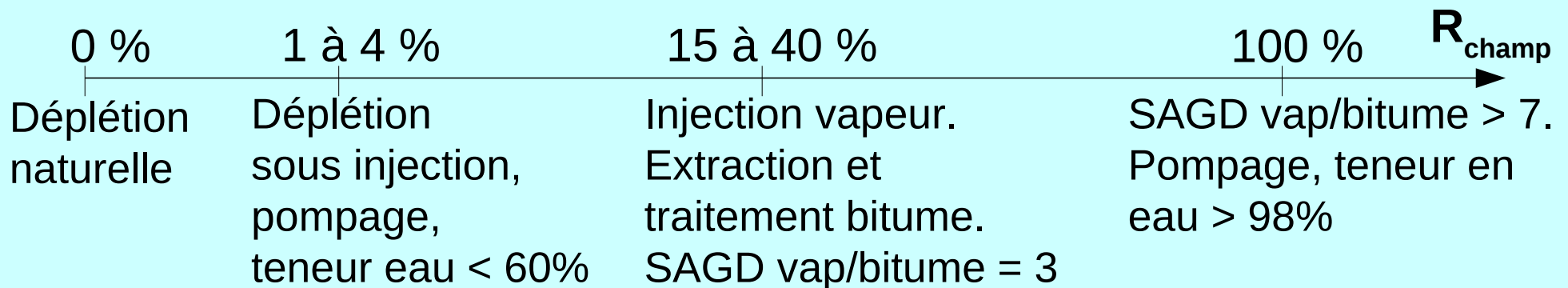
Données globales : Total en 2005, $R_{\text{champ}} = 2,3 \%$.

BHP Billiton en 2006, $2,4 \%$.

ENI en 2013, $3,7 \%$.

Mais agrégeant productions de gaz, pétrole, bitume... de différents champs.

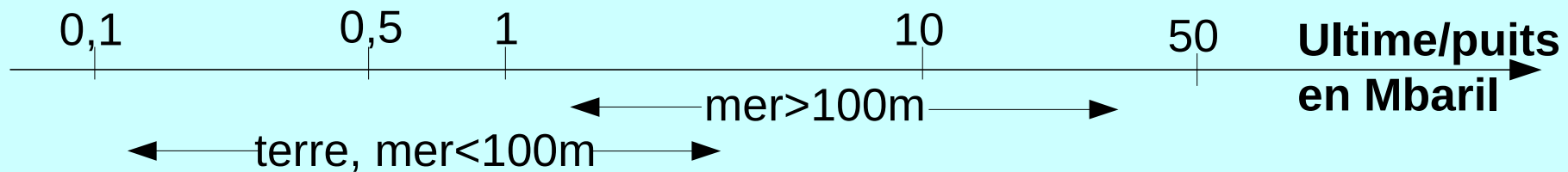
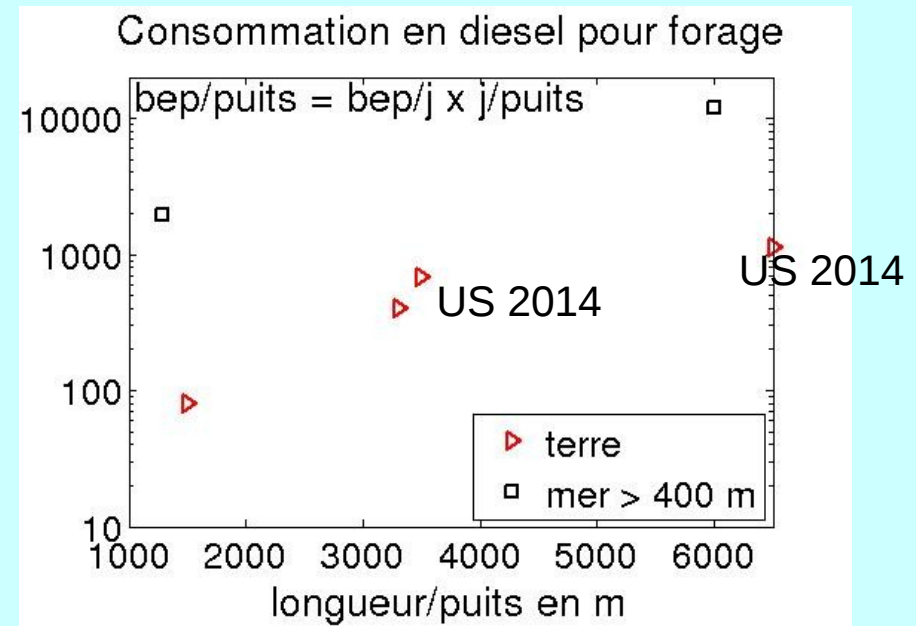
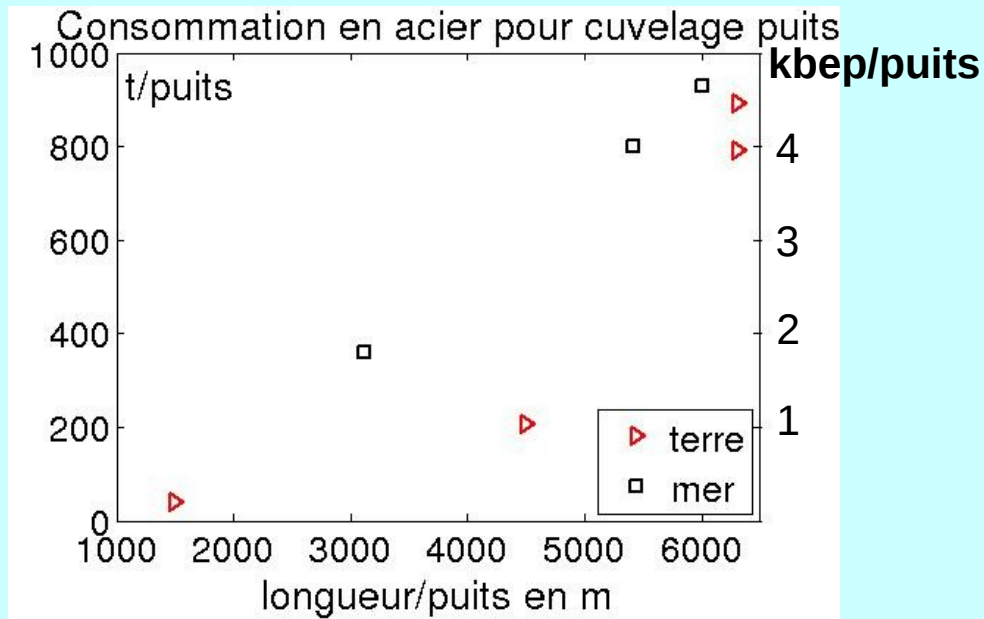
Données par projet : capacités générateurs, lois physiques/techniques...



Consommation champ R_{champ}



En équipement ou "investissement"

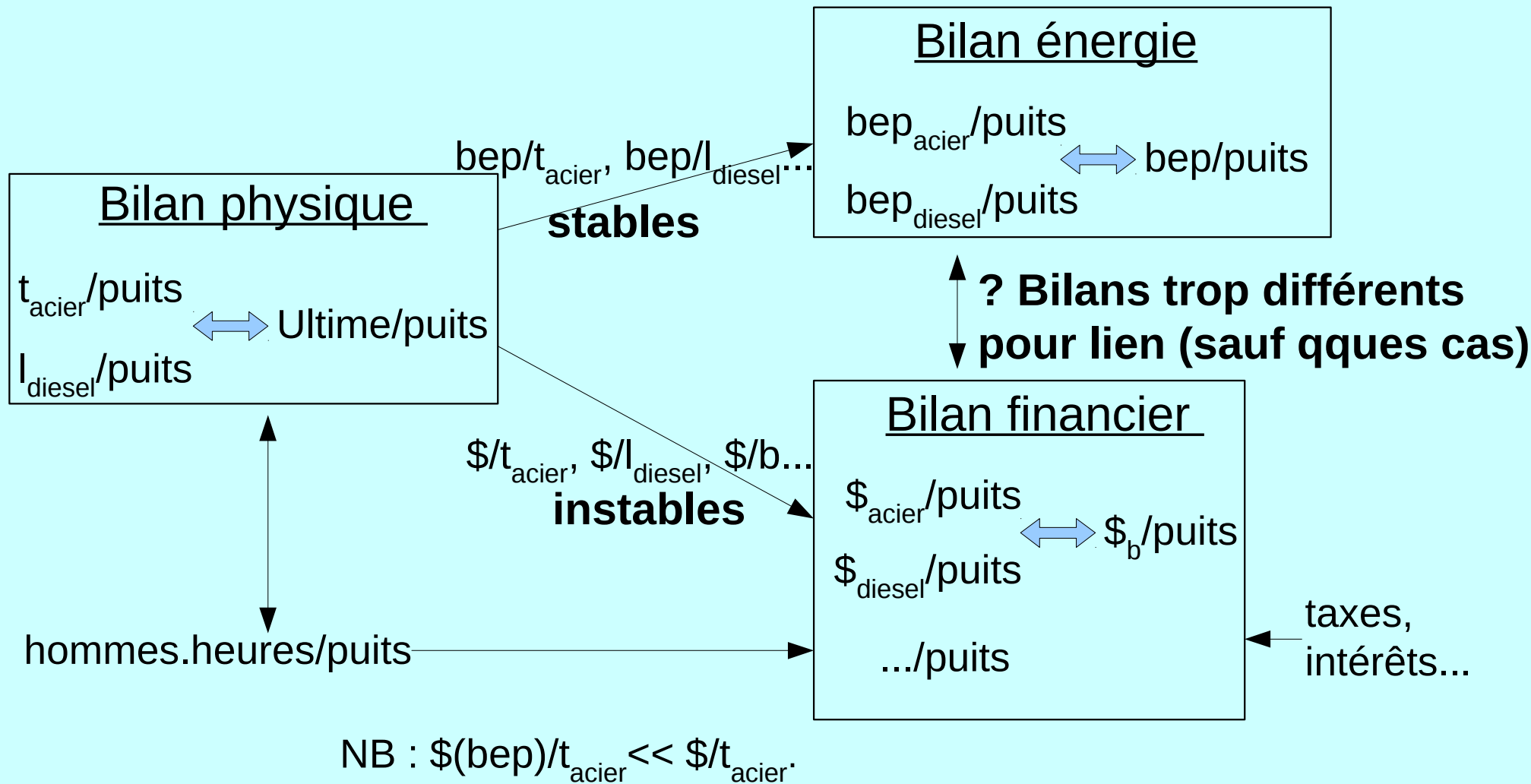


$$R_{\text{invst}} = \frac{\text{conso./puits}}{\text{ultime/puits}} = \text{de négligeable à 1-2 \%}$$

Consommation champ R_{champ}



En équipement ou "investissement"



Consommation transport R_{trans}



Consommation par km et t de charge :



$$\sim 0,03 v^2/D \text{ MJ}/(t_{\text{charg}} \cdot \text{km})$$

Influence diam. D , vitesse v (ordre $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
et viscosité ($< 10 \text{ mm}^2/\text{s}$ ou cSt).

$$R_{\text{olduc}} \sim 0,09 \text{ \%/1000 km}$$

pour $D = 75 \text{ cm}$ et 240 kb/j



$$\sim 0,1 \text{ MJ}/(t_{\text{charg}} \cdot \text{km})$$

(tanker 300 kt à 19 nœuds, trajet retour
inclus)

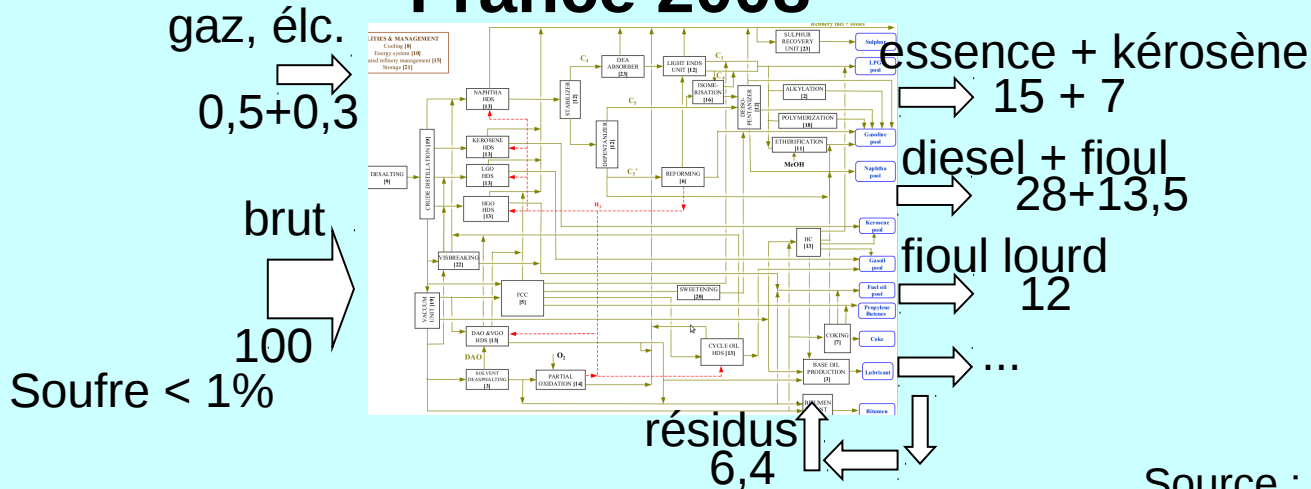
$$R_{\text{tanker}} \sim 0,2 \text{ \%/1000 km}$$

(tanker de 2 Mb à 19 nœuds)

Consommation raffinerie R_{raffinr}

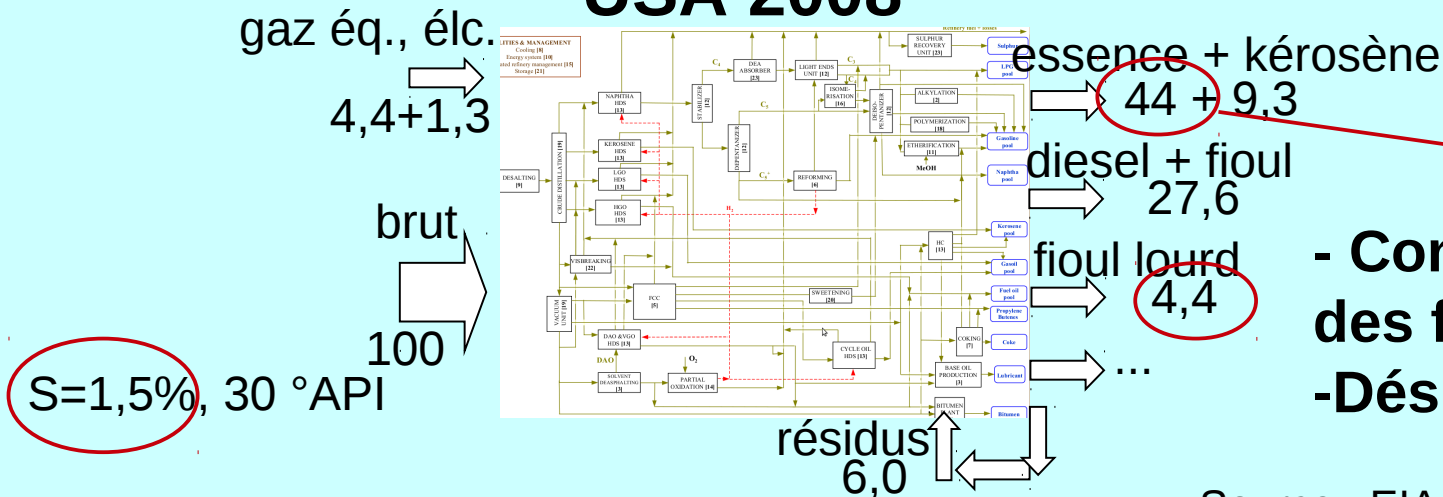


France 2008



$$R_{\text{raffinr}} = 7,2 \%$$

USA 2008

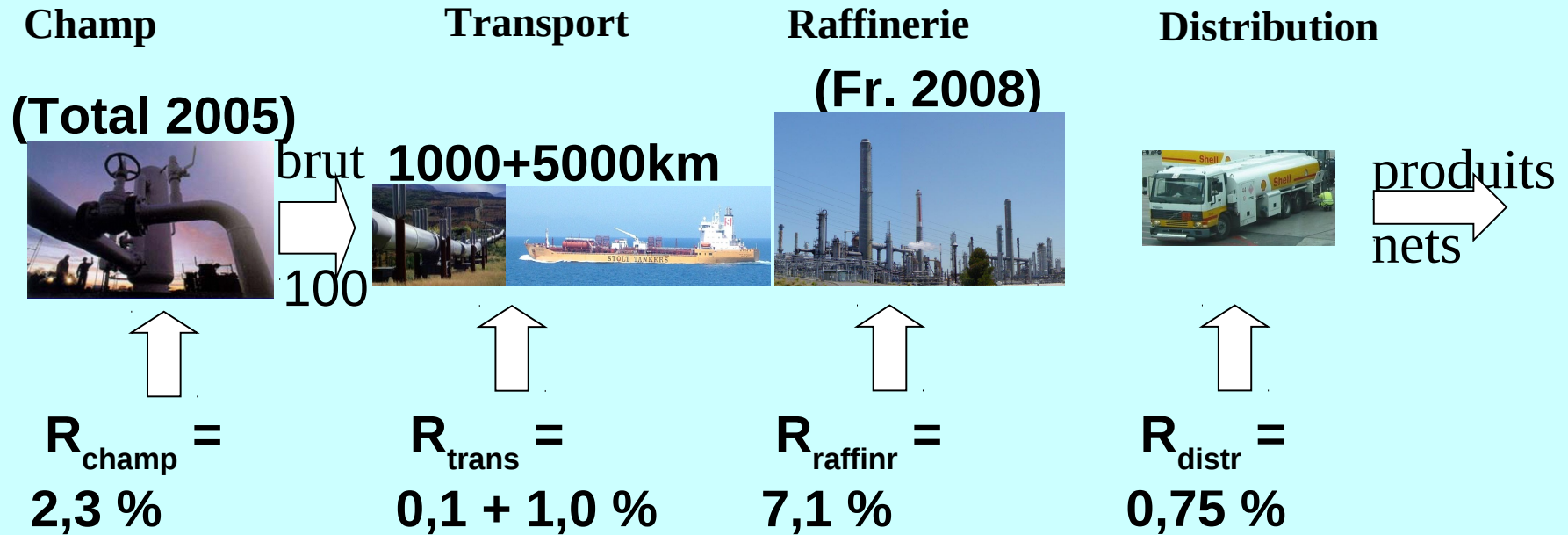


$$R_{\text{raffinr}} = 11,7 \%$$

- Conversion profonde des fractions lourdes.
- Désulfuration poussée

Source : EIA-US Department Of Energy.

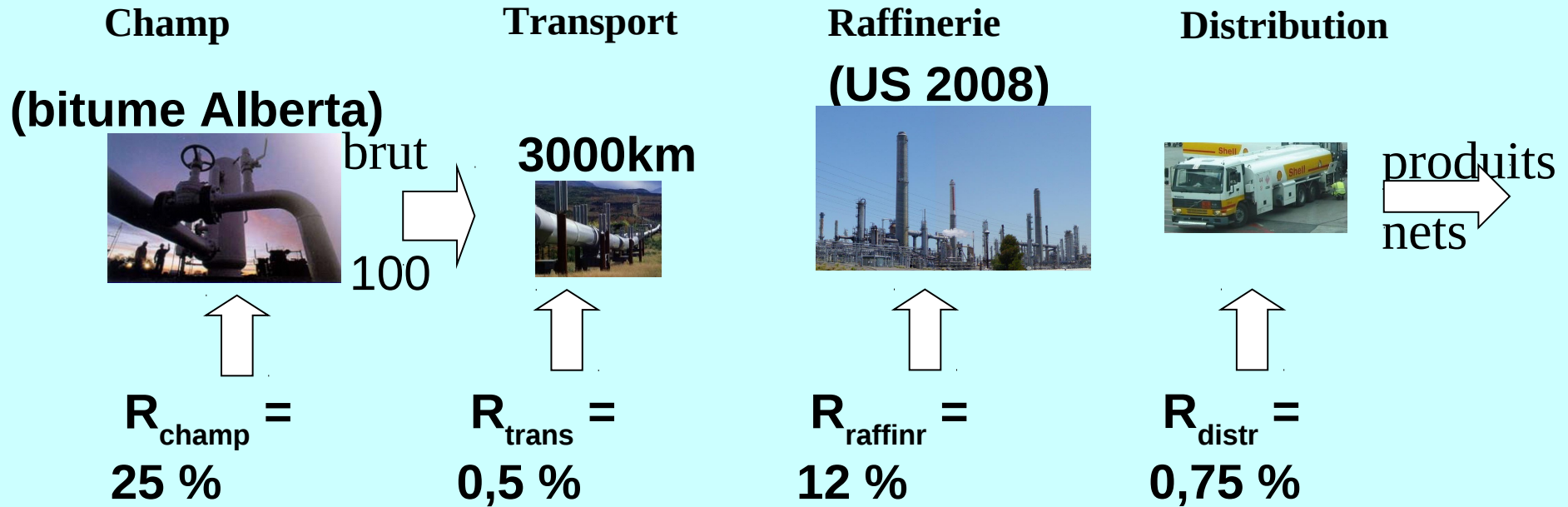
Filière pétrolière



Consommation d'une filière type classique, en particulier pour champ et raffinerie. En déclin.

$R \sim 11 \%$

Filière pétrolière



Consommation d'une filière à partir de gisements non classiques, cas bitume d'Alberta. En progression.

$R \sim 40\%$