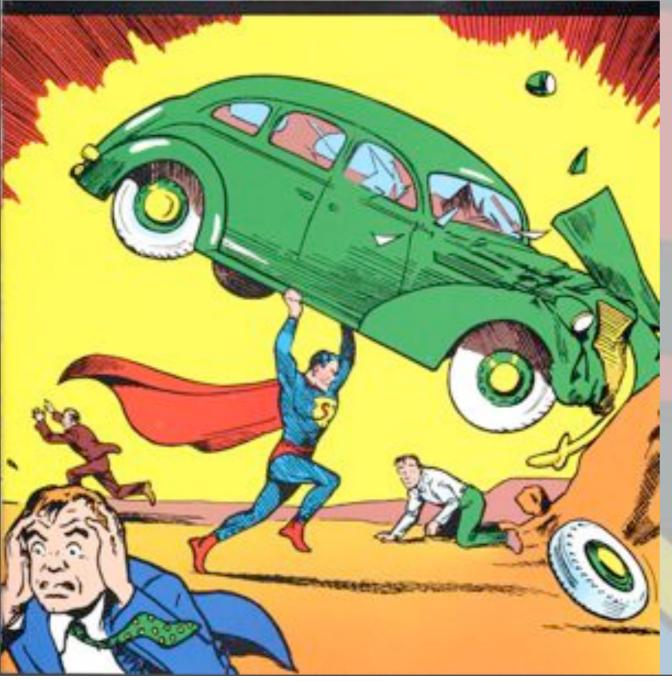
D'où viennent les pouvoirs de Superman ?

Roland Lehoucq Astrophysicien au CEA





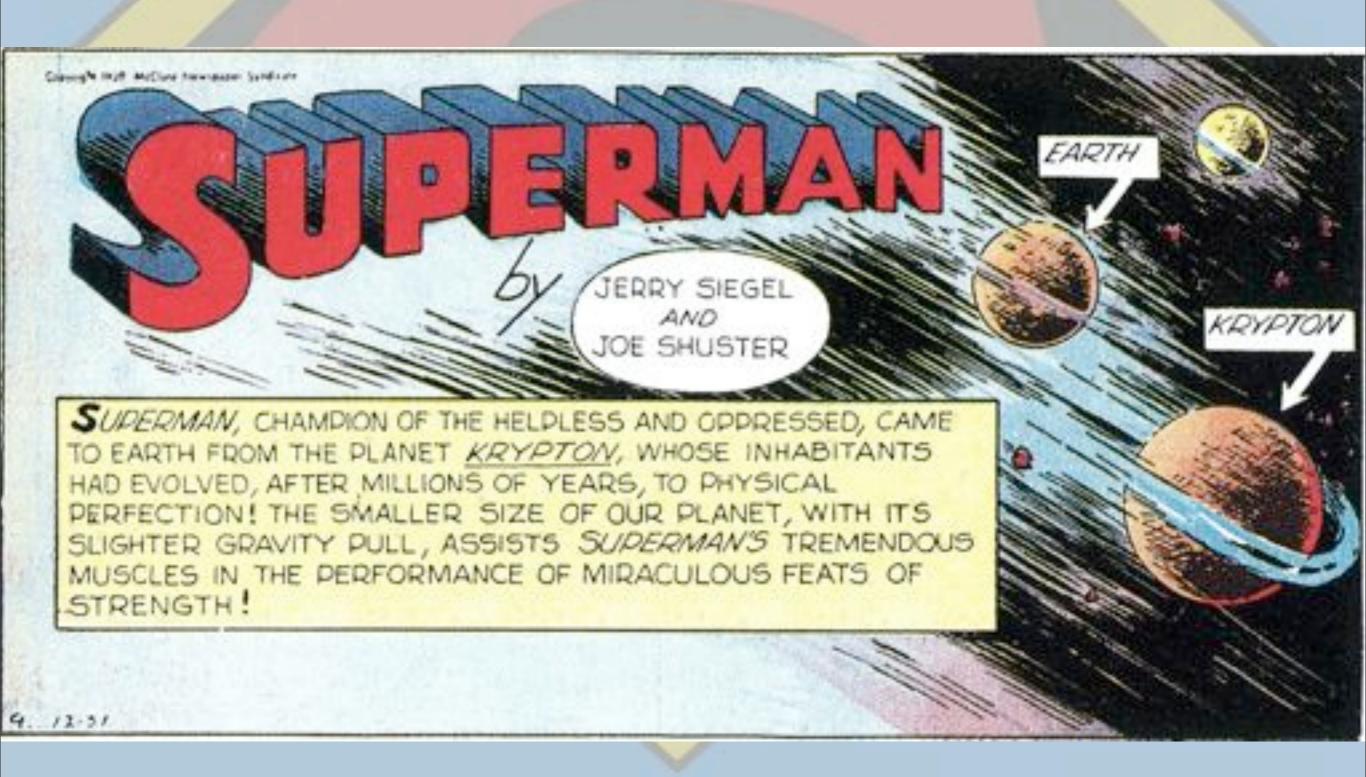


Un nouveau héros

- Force surhumaine
- Capacité de voler
- Vision télescopique
- Vision microscopique
- Vision X
- Vision « thermique »
- Ouie ultrasensible
- Invulnérabilité

•

La force : premier argument











Les super-perfomances



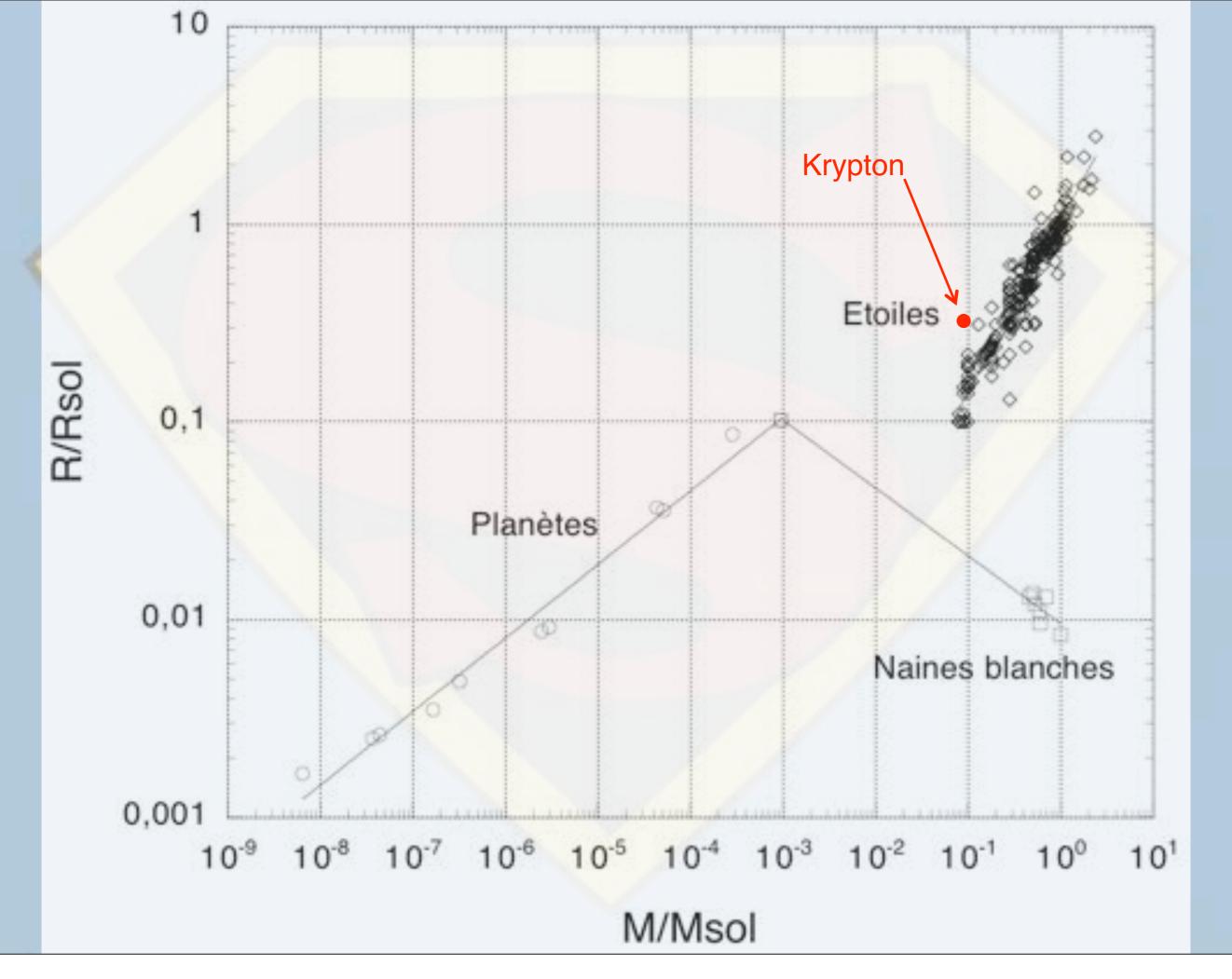
La planète Krypton

Performances terrestres de Superman:

- 1/8 mile en longueur (≈ 200 mètres)
- 20 étages en hauteur (≈ 60 mètres)

$$g_{Krypton} \approx 30 g_{Terre}!$$

Rayon de Krypton $\approx 30 \text{ R}_{\text{Terre}}$ Masse de Krypton $\approx 27 000 \text{ M}_{\text{Terre}}$



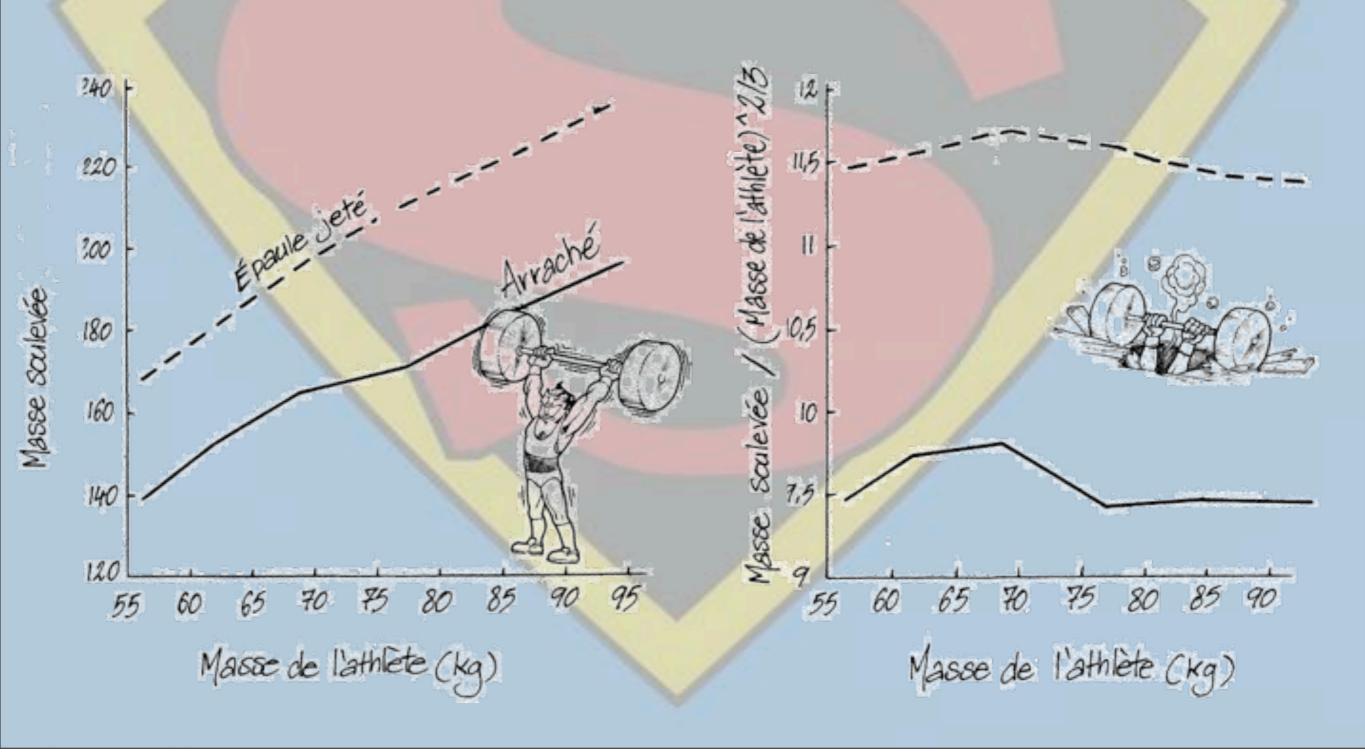
La force : second argument



Extrapolation linéaire:

Si une fourmi de 10 mg soulève 1 g (cent fois sa masse). Alors, un homme de 75 kg soulève 7,5 tonnes!

Superman est-il une fourmi géante ?



Loi d'échelle

LA FORCE EST PROPORTIONNELLE À LA PUISSANCE 2/3 DE LA MASSE

Ordre de grandeur:

Un homme de 75 kg est capable de soulever sa masse. Si l'on en croit notre loi, une fourmi de 10 mg (7 500 000 fois moins massive) soulèvera une charge $7 500 000^{2/3} = 38 300$ fois moins massive, i.e. 1,9 g.

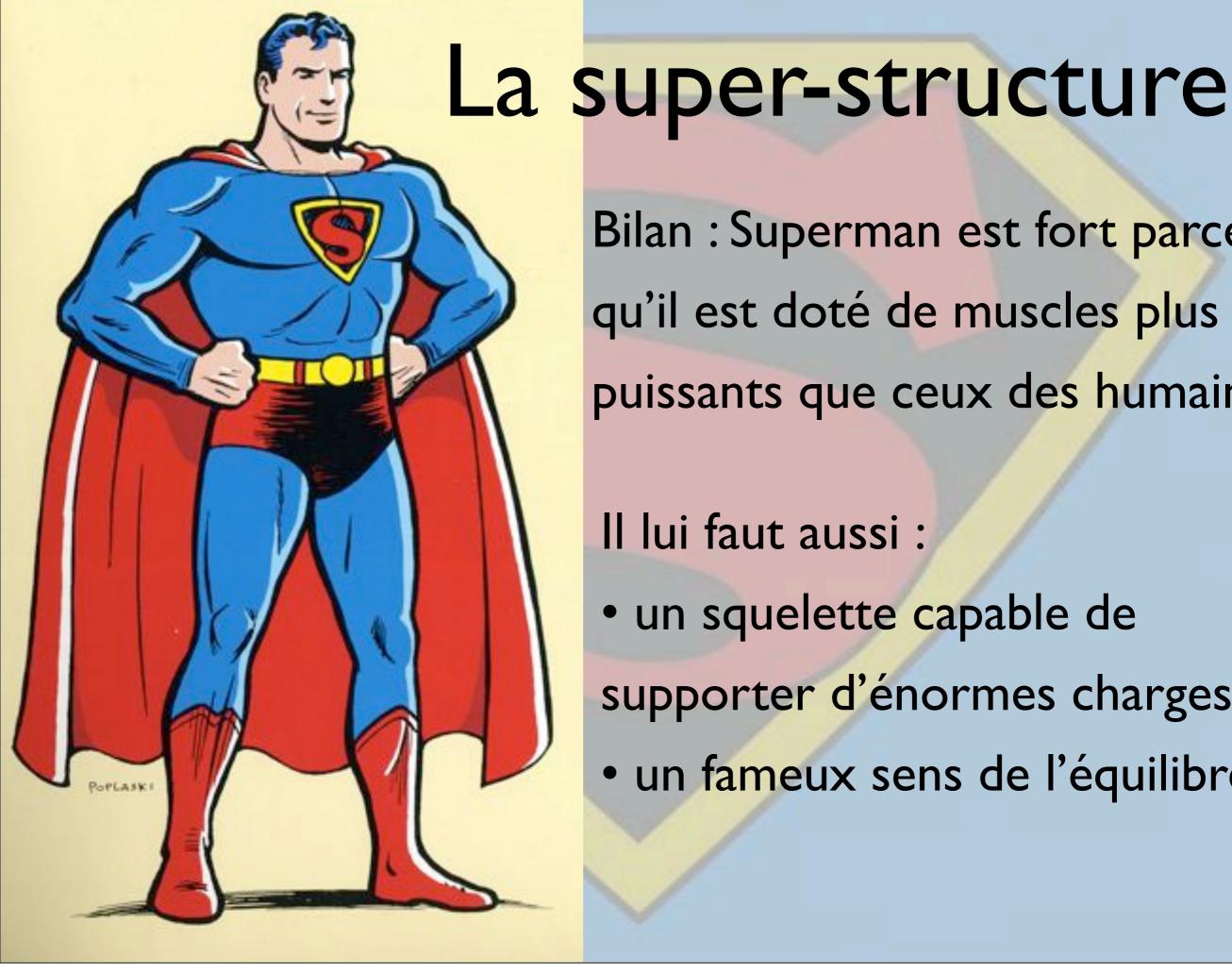
Cette loi d'échelle règle aussi :

- les proportions des arbres
- le refroidissement du corps

•

La force, ne fait pas tout...

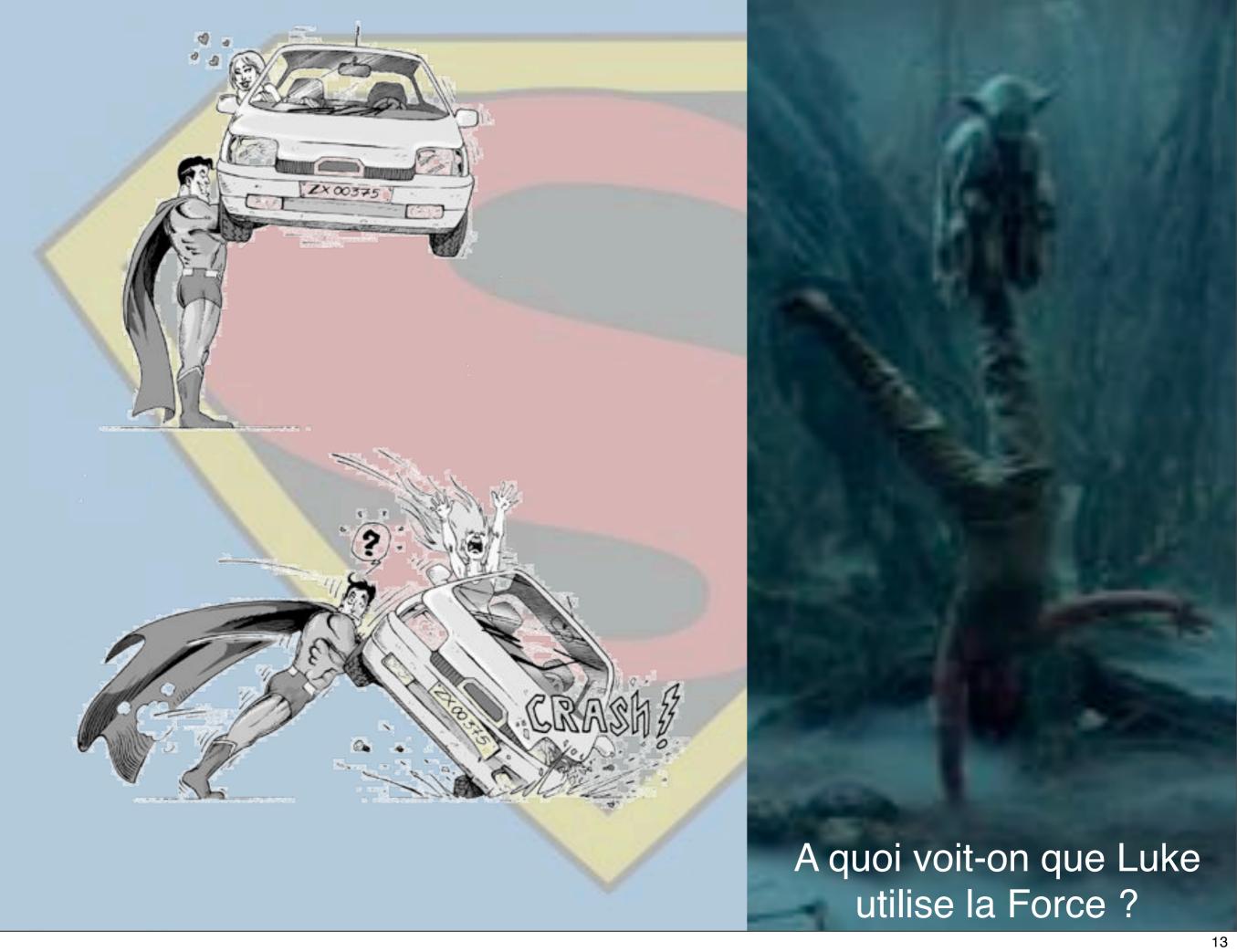




Bilan: Superman est fort parce qu'il est doté de muscles plus puissants que ceux des humains.

Il lui faut aussi:

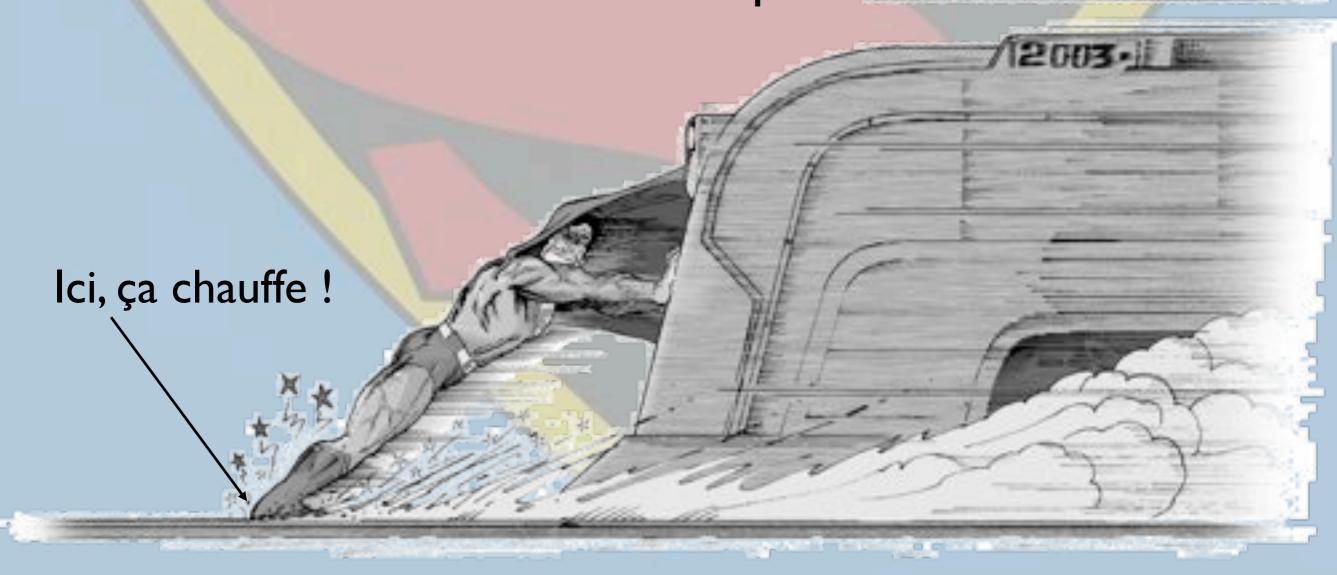
- un squelette capable de supporter d'énormes charges.
- un fameux sens de l'équilibre.





Attention, ça frotte!

- Quelle est la vitesse de course de Superman ?
 - super-vitesse/vitesse humaine $\approx 3,1 (30^{1/3})$
- Les muscles ne servent à rien pour arrêter les trains !

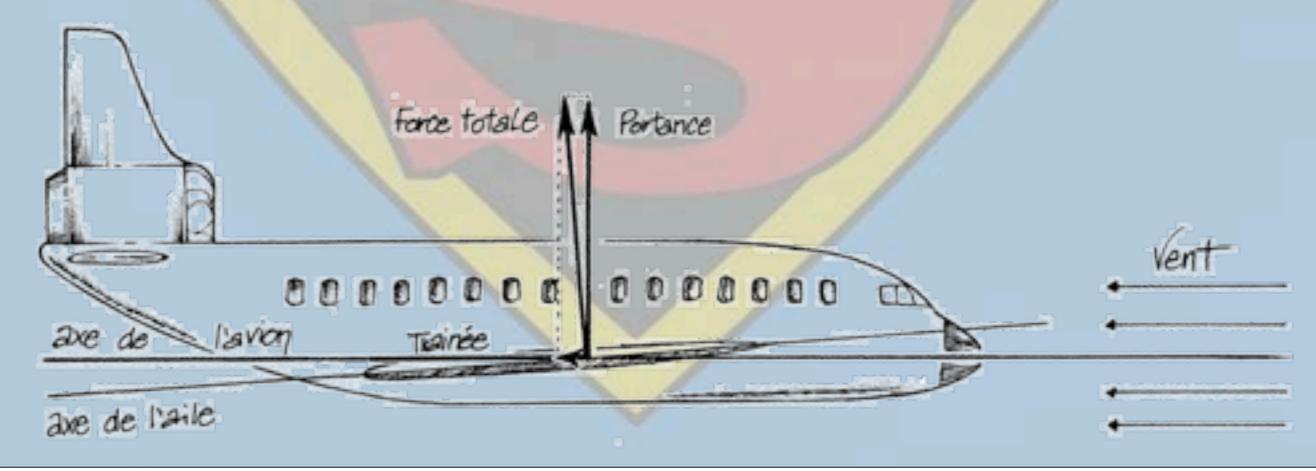




Le vol

Avec une vitesse de course de 120 km/h, Superman fait des bonds de 120 m en longueur et 60 m en hauteur : suffisant pour décoller !

Sa position en vol est excellente!



Quelques problèmes

I. Comment Superman se propulse-t-il? La propulsion sert à maintenir la portance et à compenser la dissipation due aux frottements...

2. S'il va vite, comment se protège-t-il ? Si sa vitesse atteinte quelques km/s, l'échauffement devient rapidement intolérable et l'énergie à dépenser croît vertigineusement...

D'où vient son énergie?

Pour agir, il faut de l'énergie. Deux solutions :

I. les rayons « ultra-solaires »...

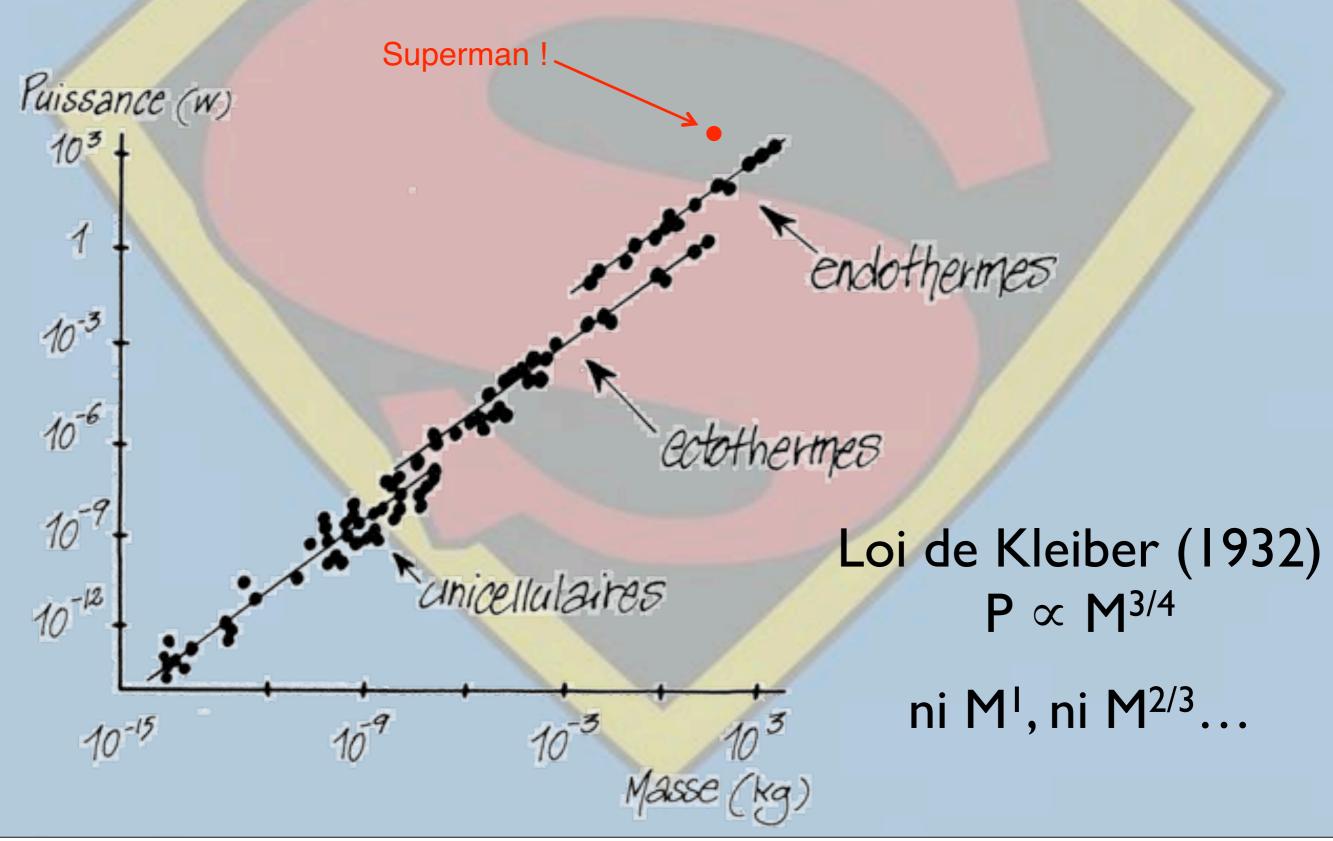
Possibilités : α, β (particules)

γ, X, UV, IR, lumière visible...

2. manger beaucoup de hamburgers

Faible rendement de conversion du hamburger, faible efficacité musculaire

Super-métabolisme



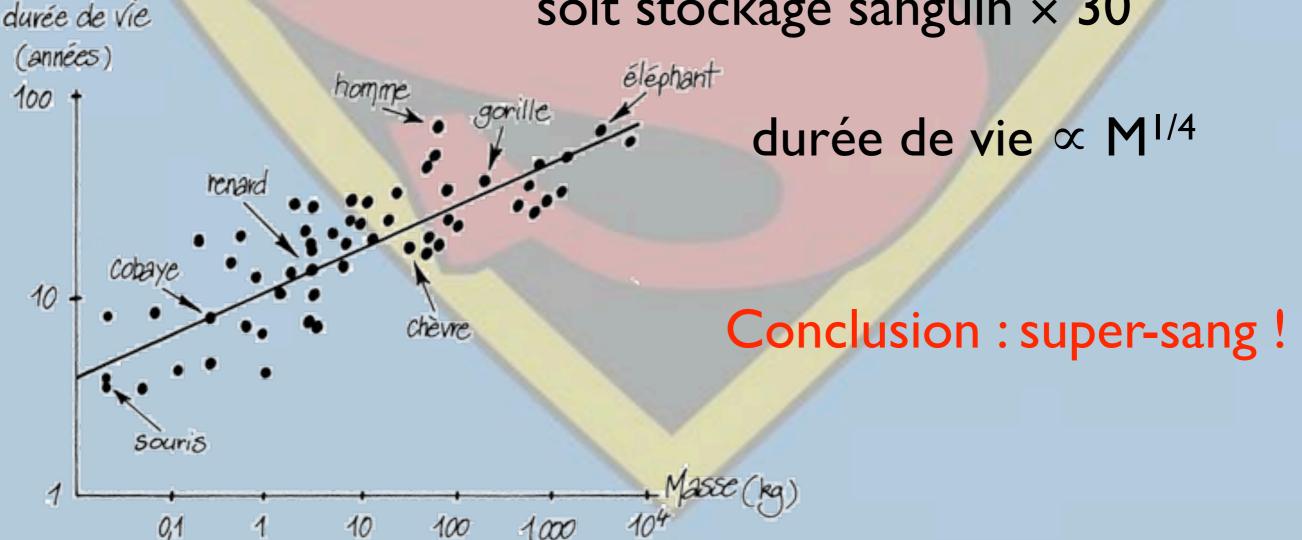
Super-cœur ou super-sang?

Débit sanguin = (volume \times fréquence) $\propto M^{3/4}$



fréquence cardiaque \propto M-1/4

Pour Superman soit fréquence cardiaque × 30 soit stockage sanguin × 30



Autres pouvoirs



I. Vision télescopique

Diffraction (grande pupille), éblouissement (sourcils), résolution (rétine).

2. Vision nocturne/infrarouge

Grande pupille et tapetum lucidum, fossettes loréales, attention à T_{corps}.

3. Heat vision

Comment produire l'énergie, l'émettre sans détruire les yeux ?

4. Vision X

Difficiles à capter, à focaliser. Alternative : rayons téraherz.

5. Super-ouïe

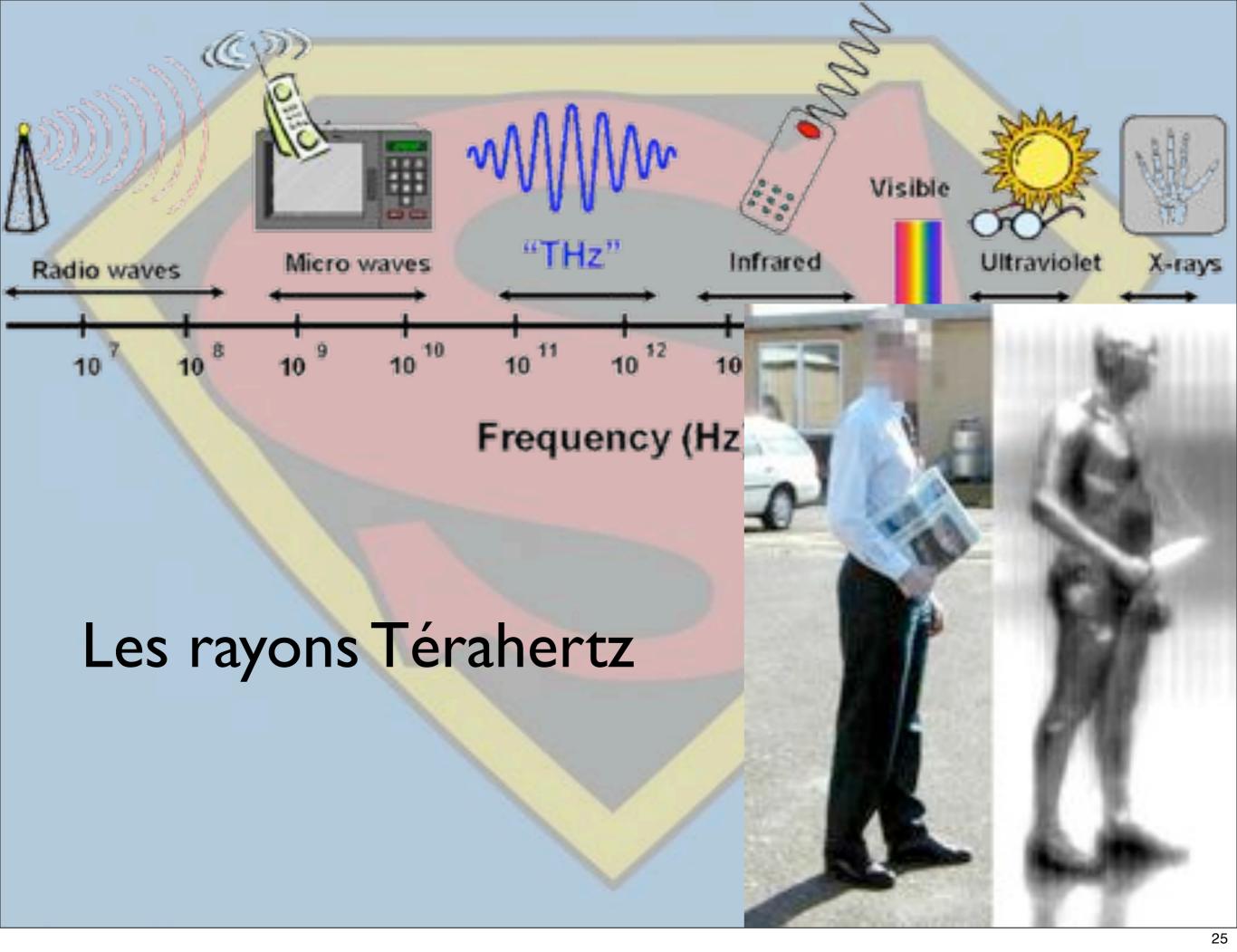
Grandes oreilles, attention à l'effet Doppler ; il manque le sens radar !



Crotale

Melanophila acuminata





Super bibliographie

D'où viennent les pouvoirs de Superman?

Roland Lehoucq, EDP Sciences.

Les super-héros et la science

Lois Gresh et Robert Weinberg, Flammarion.

The physics of superheroes

James Kakalios, Gotham Books.

The science of superman

Mark Wolverton et Roger Stern, I Books.

The science of supervillains

Lois Gresh et Robert Weinberg, Wiley.