

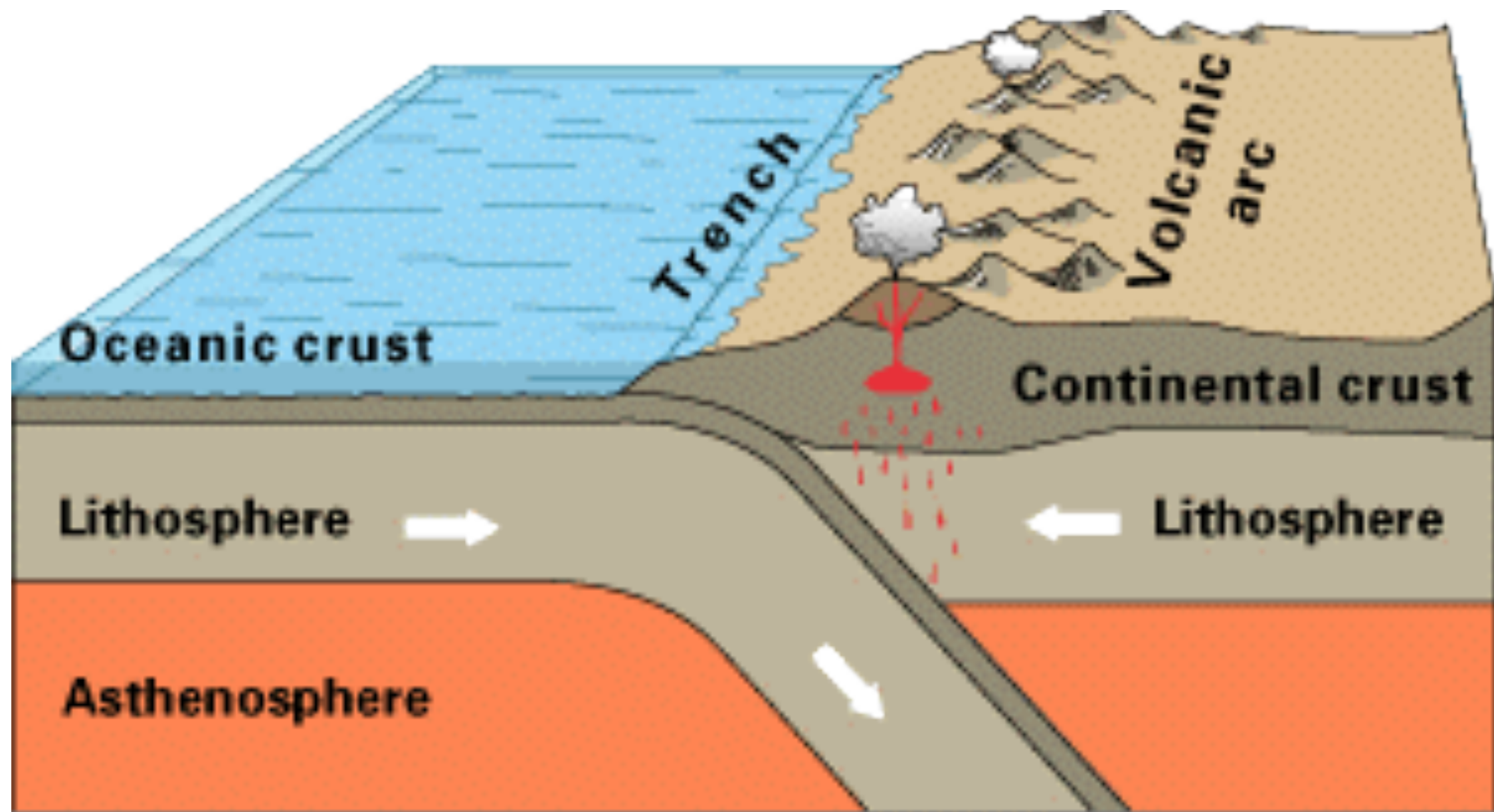
Les solides déformables

Administrative

- Me 13 novembre 10:15-12:00 test bonus
 - 2 problèmes
 - 10 questions à choix multiple (voir livre Hecht)

semaine	date	Cours	exercices	
1	mercredi, 18 septembre 2013	administrative, unités	math intro exos	
2	lundi, 23 septembre 2013	Mouvement rectiligne, vitesse, accélération.		
2		Math: dérivé		
2	mercredi, 25 septembre 2013	math: vecteurs		
3	lundi, 30 septembre 2013	mouvement en 2D. Balistique, mouvement circulaire.		
3				
3	mercredi, 2 octobre 2013	Les lois de Newton		
4	lundi, 7 octobre 2013	Forces, problèmes. Travail, énergie, puissance.		
4				
4	mercredi, 9 octobre 2013	travail, énergie, puissance.		
5	lundi, 14 octobre 2013	1.Système de particules. Fusée, collisions, quantité de mouvement		
5				
5	mercredi, 16 octobre 2013	Rotations autour d'un axe fixe		
6	lundi, 21 octobre 2013	Rotations autour d'un axe fixe : moment d'inertie		
6				
6	mercredi, 23 octobre 2013	gravitation universelle		
7	lundi, 28 octobre 2013	Les solides. Elasticité, déformations	10	
7				
7	mercredi, 30 octobre 2013			
8	lundi, 4 novembre 2013	Hydrodynamique, capillarité, tension superficielle, equation de continuité, Théorème de Bernoulli. Force de viscosité dans un fluide réel. Ecoulements laminaires et turbulents.	11	
8				
8	mercredi, 6 novembre 2013			
9	lundi, 11 novembre 2013	Oscillations et ondes	12	
9				
9	mercredi, 13 novembre 2013			
10	lundi, 18 novembre 2013	Propriétés thermiques de la matière	14	
10				
10	mercredi, 20 novembre 2013			
11	lundi, 25 novembre 2013	Chaleur et énergie thermique	15	
11				
11	mercredi, 27 novembre 2013			
12	lundi, 2 décembre 2013	Thermodynamique I	16	
12				
12	mercredi, 4 décembre 2013			
13	lundi, 9 décembre 2013	Thermodynamique II	16	
13				
13	mercredi, 11 décembre 2013			
14	lundi, 16 décembre 2013			
14				
14	mercredi, 18 décembre 2013	recapitulation, Q&R		





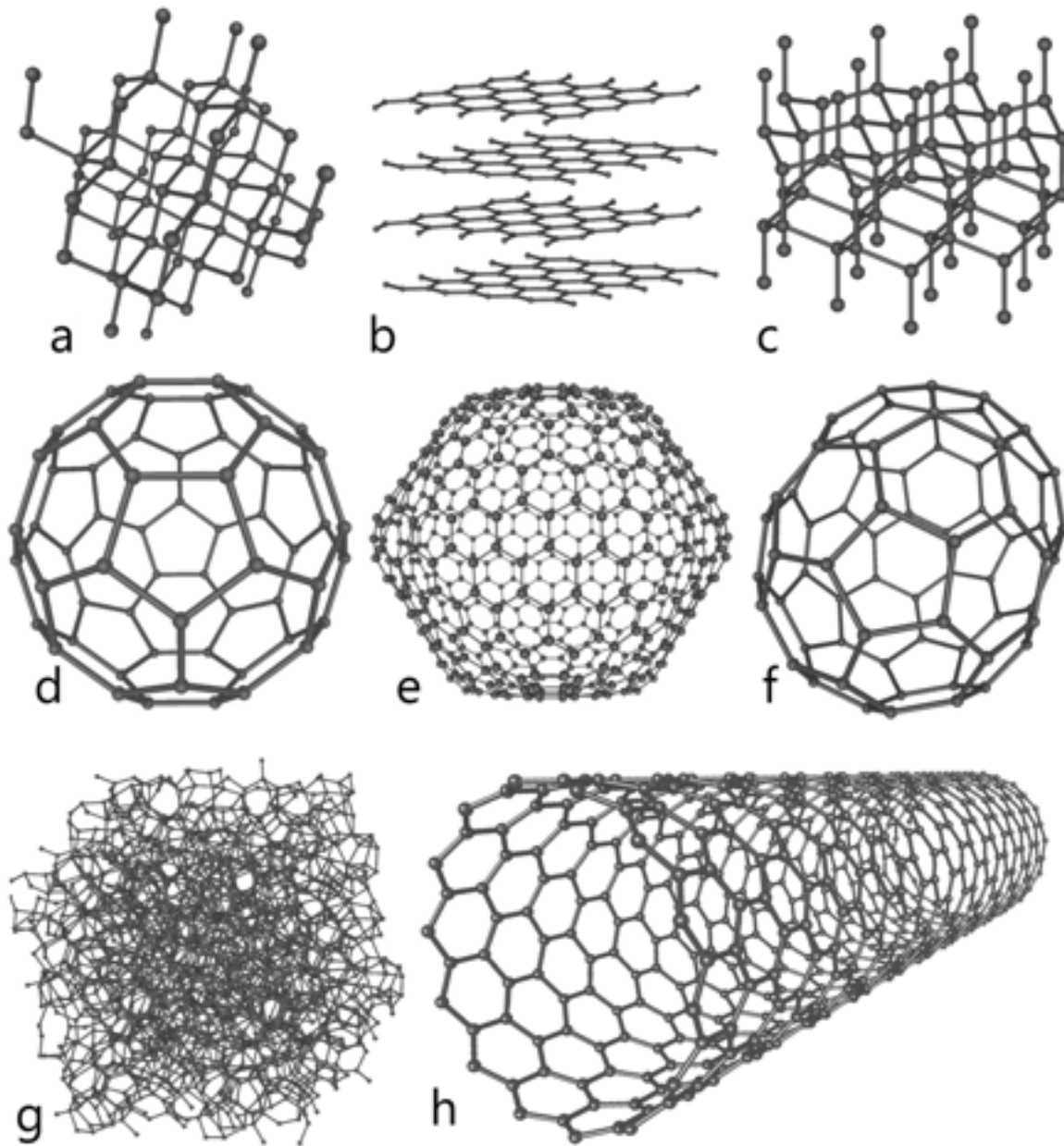
Oceanic-continental convergence

- atomes et matière
- élasticité
 - contraintes
 - déformations
 - fatigue, rupture
- déformations simples : traction, cisaillement, torsion
- modèle simplistique de l'élasticité

Atomes

- structure cristalline
- mélange
- John Dalton : les éléments se combinent en proportions bien définies pour former les composés
- 1 mole = 6×10^{23} pièce d'atomes (molécules)

Allotropes de carbone



La structure et la composition déterminent les propriétés macroscopiques

Etats de la matière

- solide
- liquide
- gazeux
- plasma

La loi de Hooke

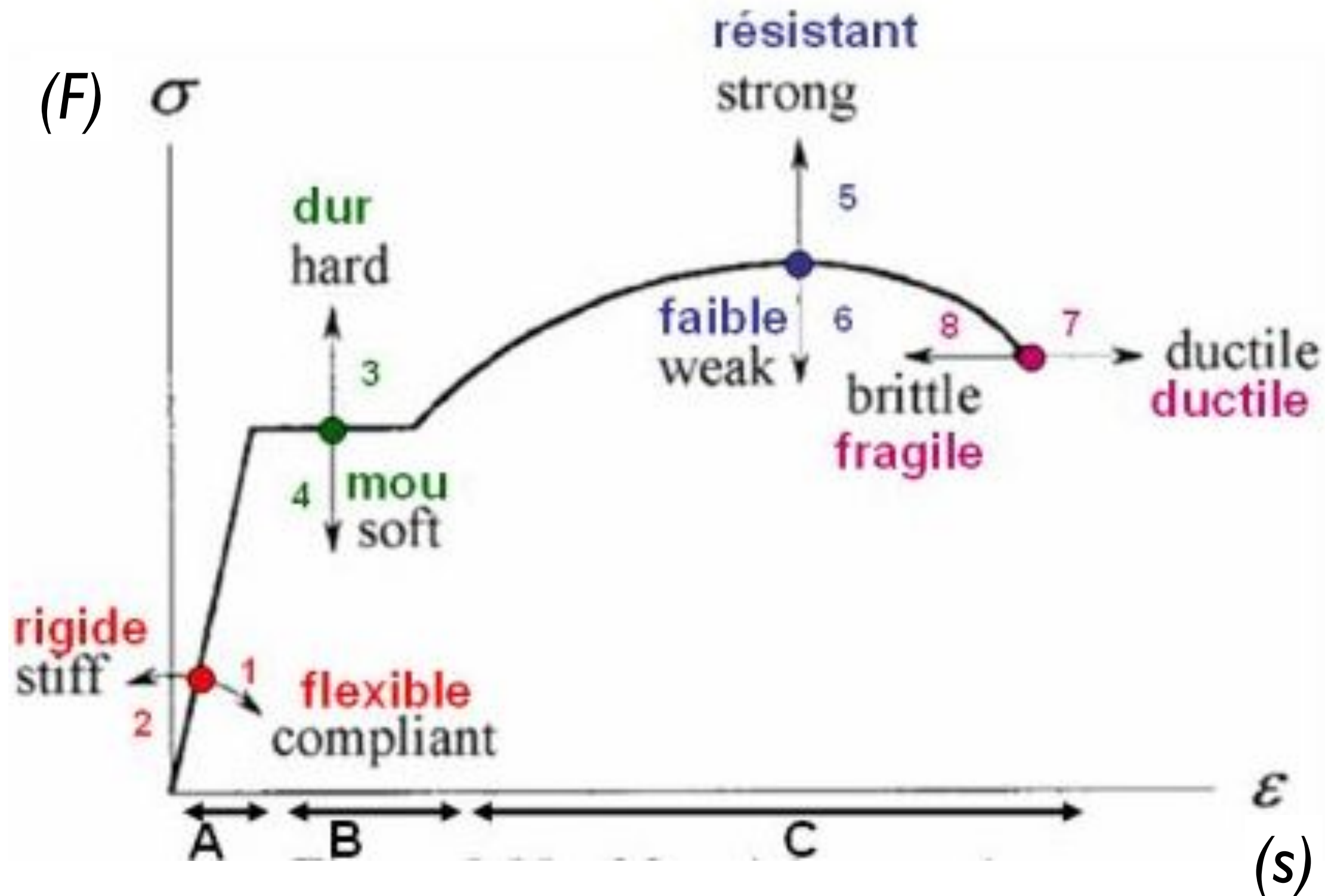
Beaucoup de matériaux se déforment proportionnellement à la force appliqué :

$$F = ks$$

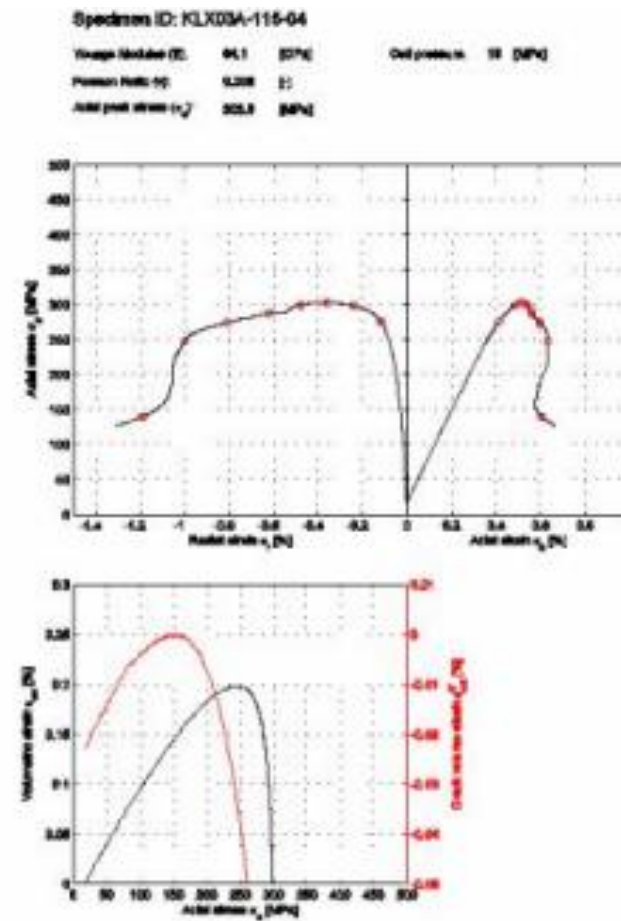
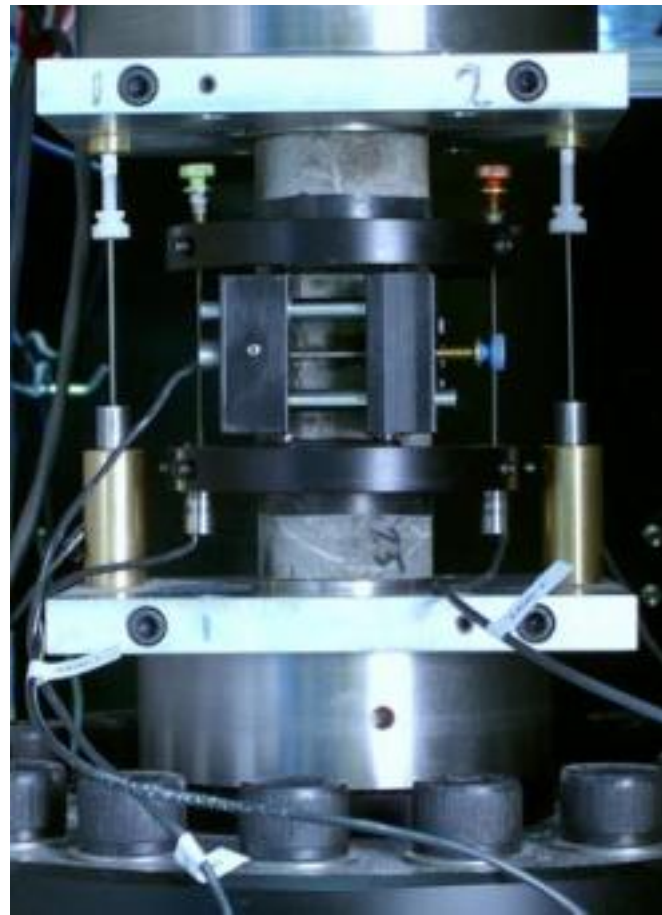
La déformation peut être une compression, une élongation ou une courbure.

Cette comportement est appelé élasticité

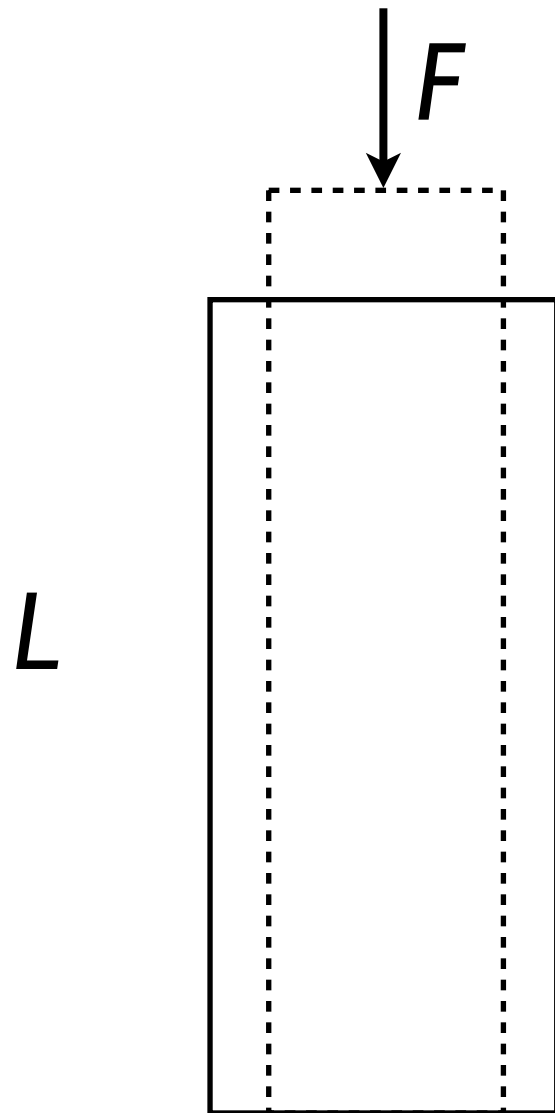
Essai de traction



Compression uniaxiale



Compression uniaxiale



$$\sigma = \frac{F}{A}$$

contrainte

$$\varepsilon = \frac{dl}{L}$$

déformation

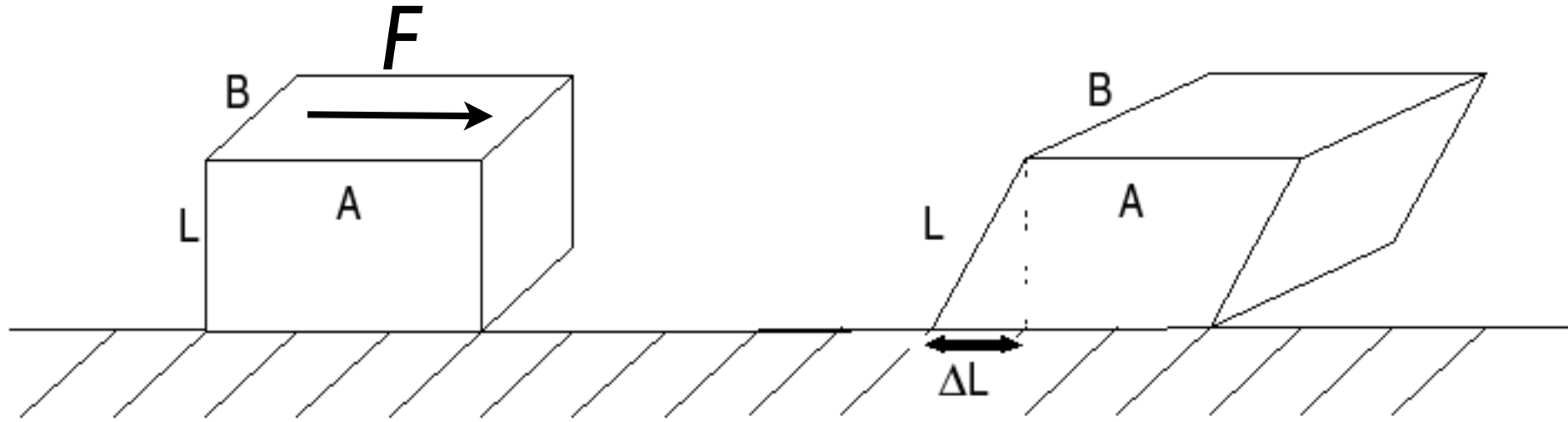
$$\sigma = E\varepsilon$$

$$[E] = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{Pa}$$

Module de Young

Une tige d'acier de construction, de longueur 5 m, porte une charge juste suffisante pour la déformer de façon plastique. Sachant que la limite d'élasticité de cet acier est 250 MPa en tension, de combien la tige s'allonge-t-elle?

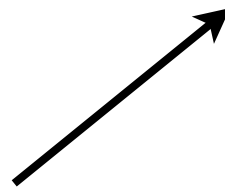
Cisaillement



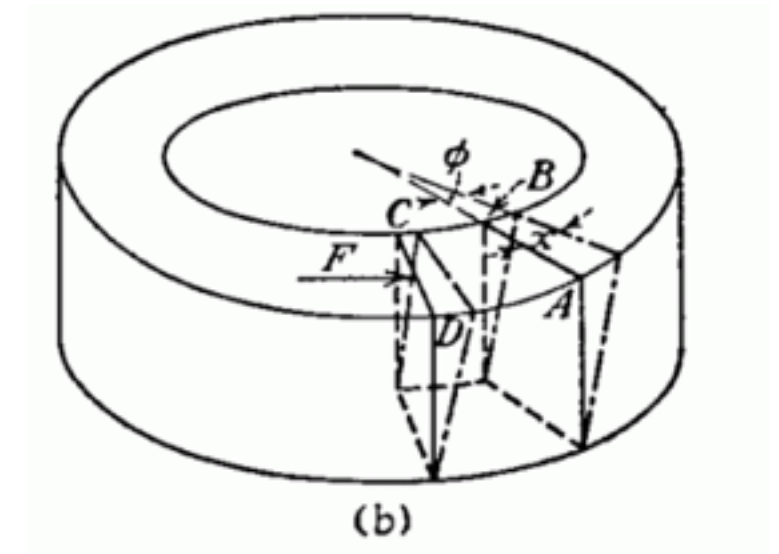
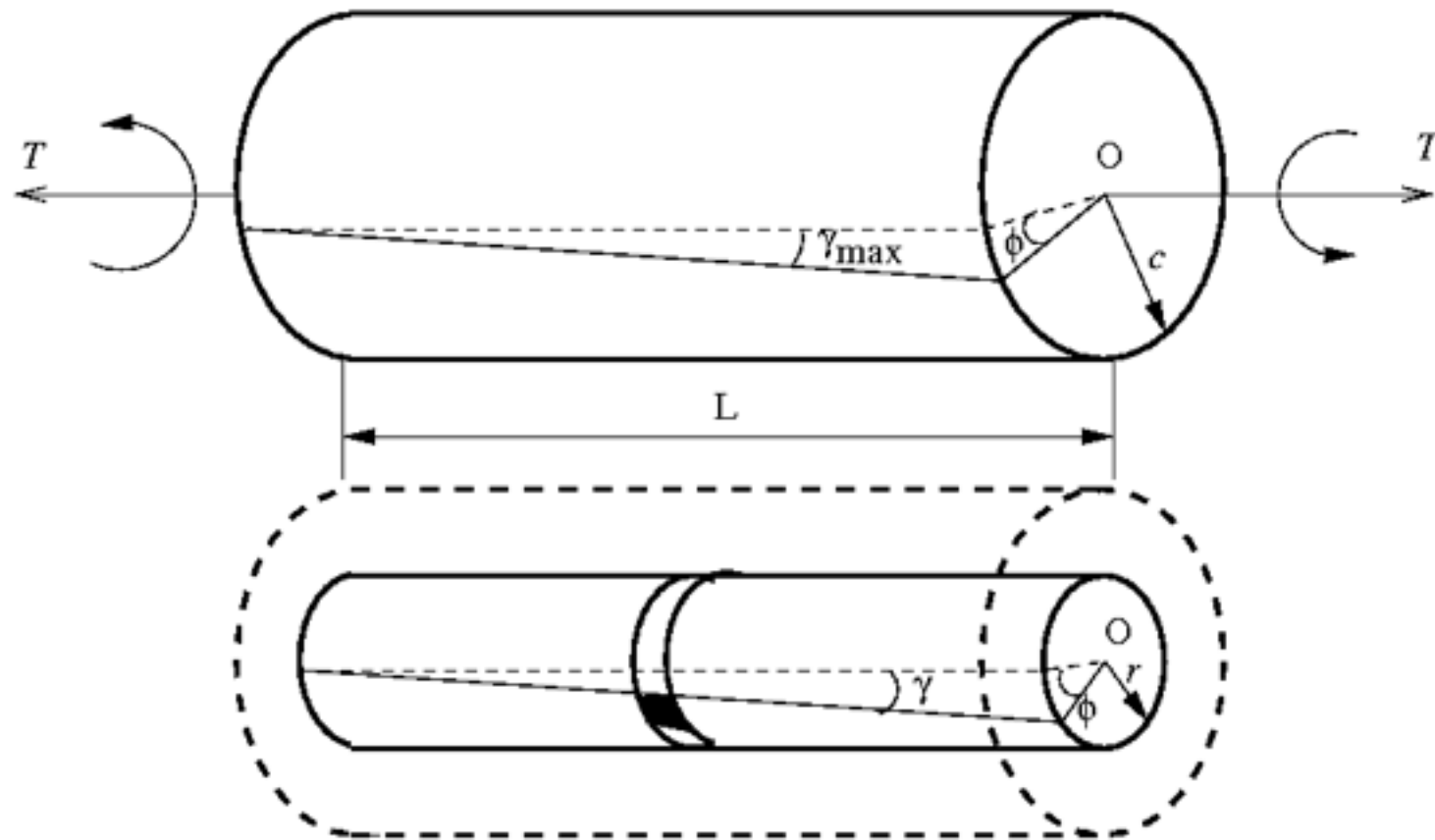
$$\sigma = \frac{F}{AB} \quad \gamma = \frac{\Delta L}{L}$$

$$\sigma = \mu \gamma$$

Module de cisaillement

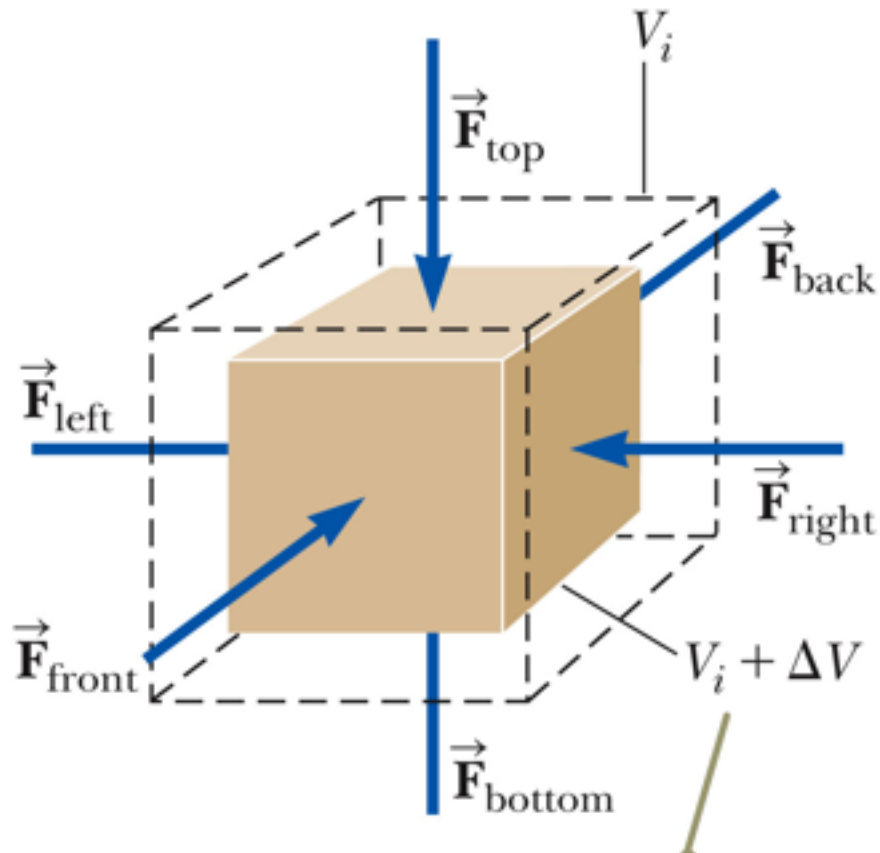


Torsion



$$\phi = \tau \frac{2L}{\pi c^4 \mu}$$

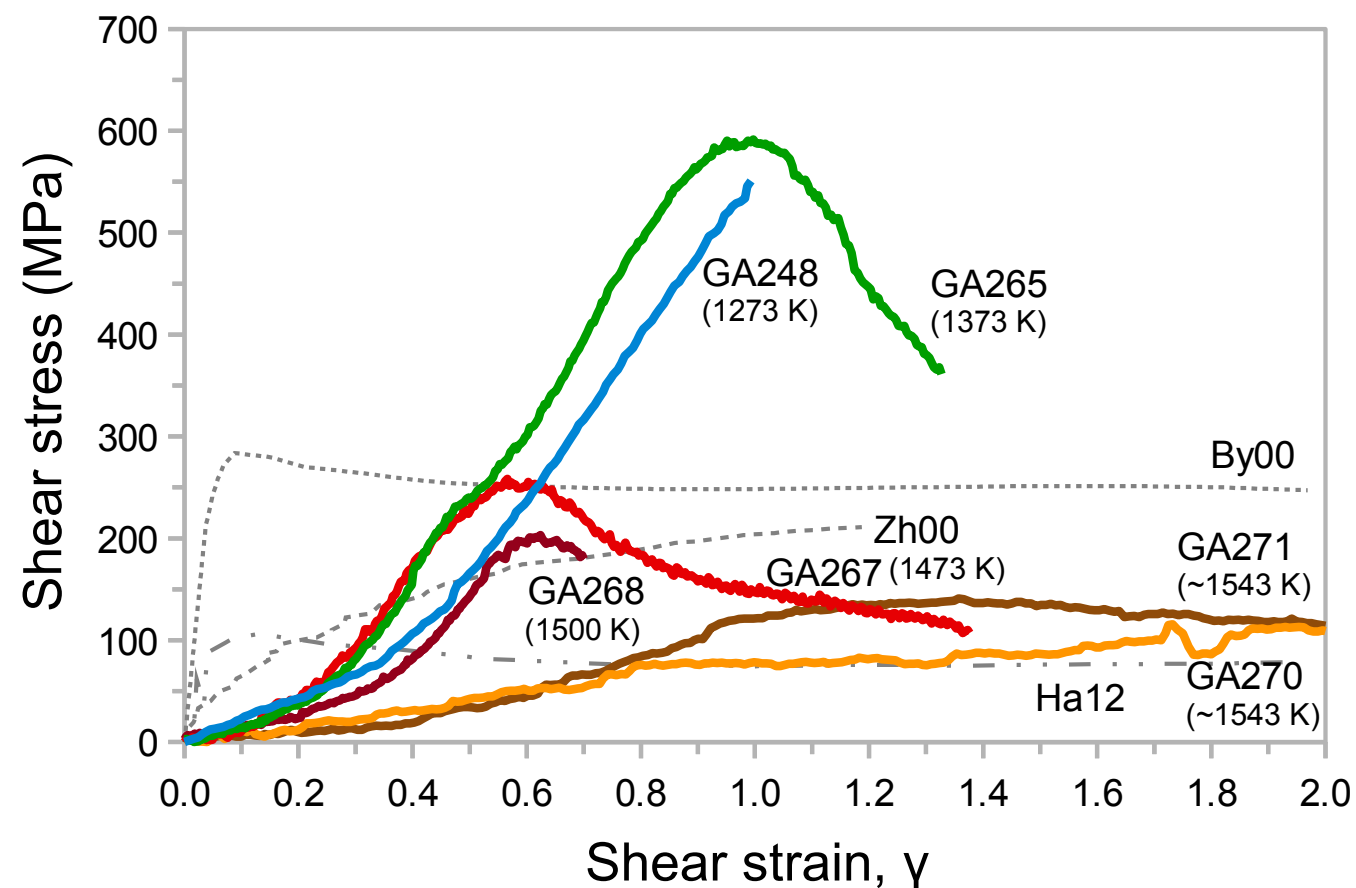
Compression isotropique



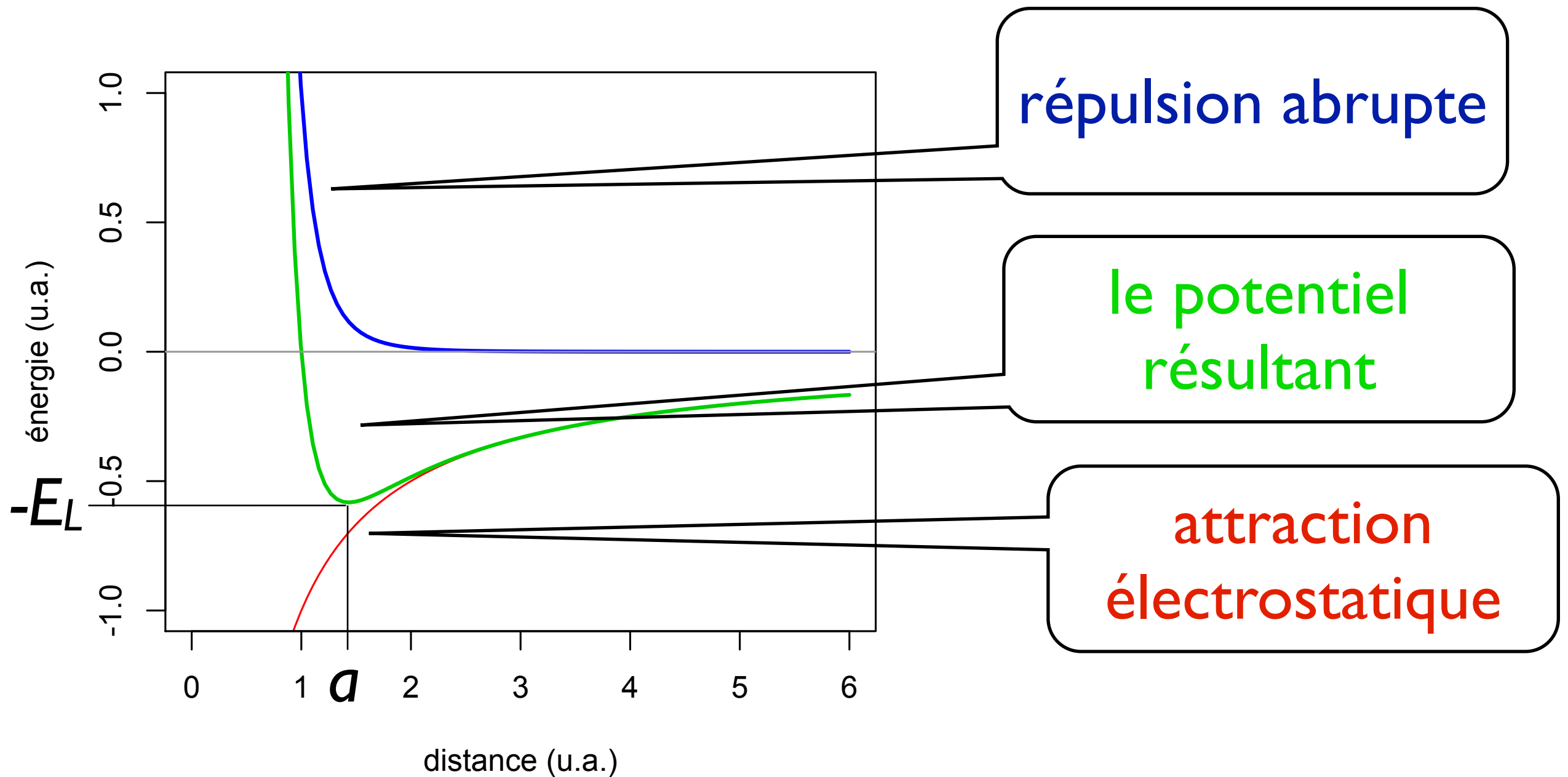
$$\frac{F}{S} = -B \frac{\Delta V}{V}$$

Module de
compressibilité

For plate tectonics to operate on a terrestrial planet, the surface layer (the lithosphere) must have a modest strength (Earth, ≤ 200 MPa), but a standard strength profile based on olivine far exceeds this threshold value. Consequently, it is essential to identify mechanisms that reduce the strength of the lithosphere on Earth. Here



Potentiel interatomique, énergie de liaison, position d'équilibre



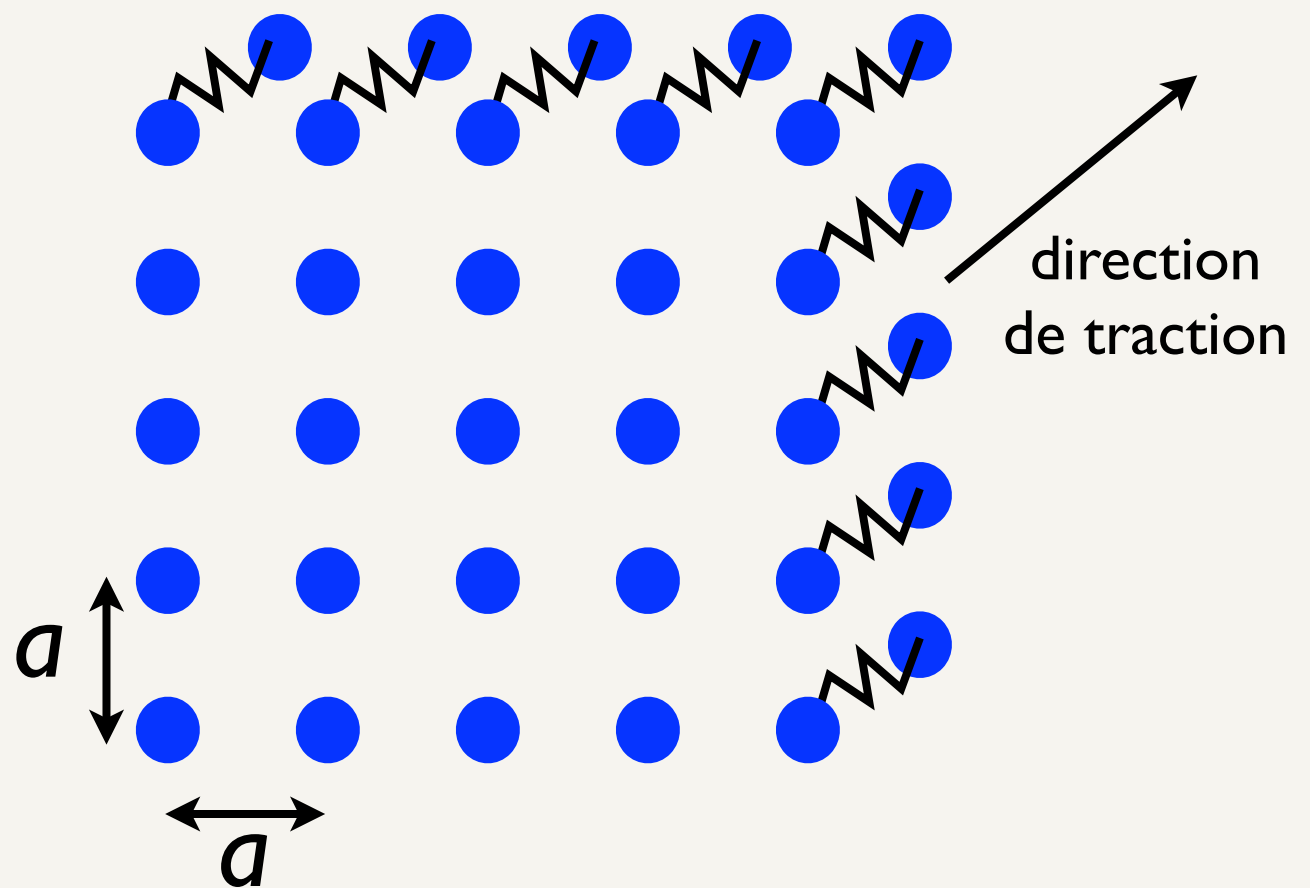
Module de Young

Rappelons que le module de Young est la constante qui lie élongation et contrainte. Dans notre modèle où les atomes sont liés les uns à l'autre par des ressorts de constante k , cela s'écrit pour un réseau simple :

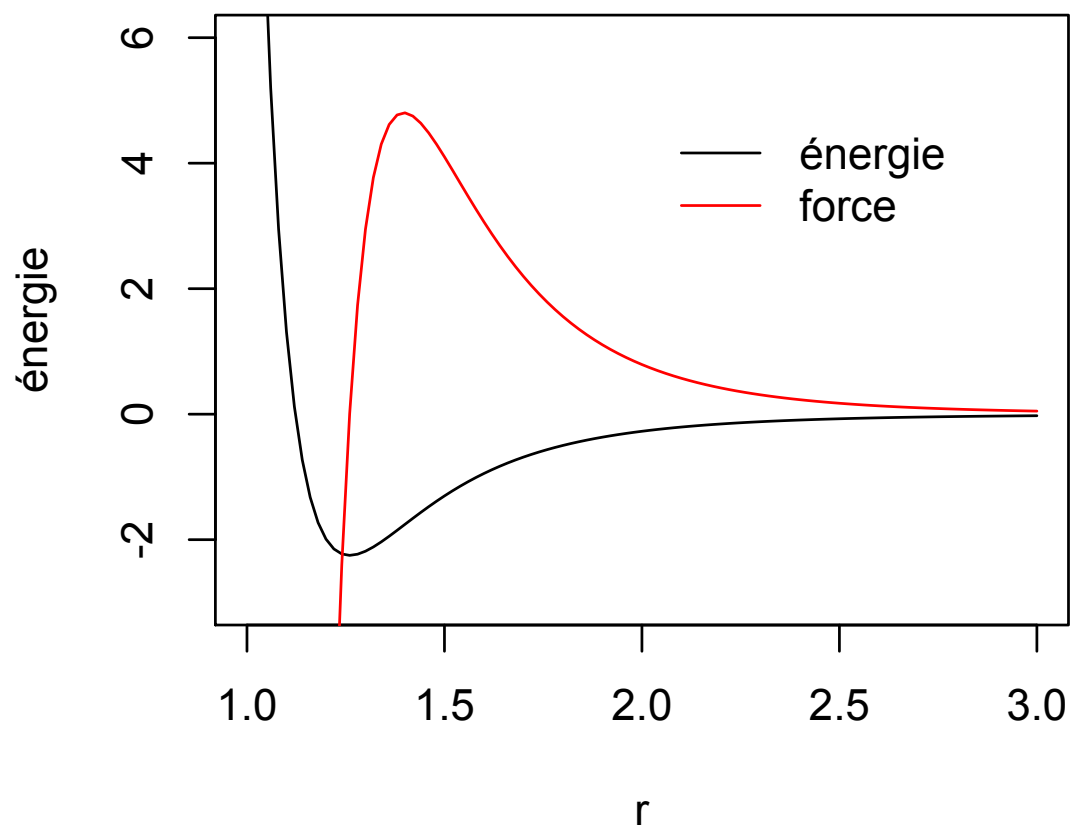
$$\sigma = \frac{1}{a^2} kx \Rightarrow \boxed{E_{Young} \approx \frac{2E_L}{a^3}}$$

En prenant $E_L = 1 \text{ eV}$ et $a = 1 \text{ \AA}$ on trouve $E_{Young} = 300 \text{ GPa}$

La corrélation entre module de Young et énergie de sublimation est observée dans les matériaux. Voir p. 44 de livre *Des matériaux*, de Jean-Paul Bailon et Jean-Marie Dorlot, Presses internationales Polytechniques, 2000.



Contrainte de rupture théorique



La force agissant entre les atomes est égale à la dérivé de l'énergie. La force est maximale lorsque la distance interatomique est augmentée par 30 à 50 %. En prolongeant l'approximation harmonique jusqu'à 30%, on obtient $\sigma_{\max} = E_{\text{Young}}/3$. C'est trop élevée par rapport aux contraintes de rupture réelles.

Image qualitative du coefficient de dilatation thermique

