



Denis PETIT
CALOSOFT

7 avril 2011

- « Isolation thermique des équipements techniques »
- Isolation thermique (ou acoustique) des équipements techniques (\neq parois de bâtiment) stockant ou transportant des fluides froids ou chauds :
 - Tuyauteries ou canalisations,
 - Gaines (climatisation, ventilation),
 - Réservoirs, citernes,
 - Citernes mobiles (wagon, routière ou container),
 - Chaudières,
 - Réacteurs chimiques,
 - Centrales de froid,
 - ...

- Calorifugeage industriel : -260°C à $+1300^{\circ}\text{C}$
 - Cryogénie : -260°C à -80°C
 - Gamme normale : -80°C à $+650^{\circ}\text{C}$
 - Calorifugeage climatique : 0°C à 100°C
 - Froid positif : 0°C à ambiante
 - Haute Température : 650°C à $+1300^{\circ}\text{C}$
- Fumisterie : $+100^{\circ}\text{C}$ à $+2000^{\circ}\text{C}$

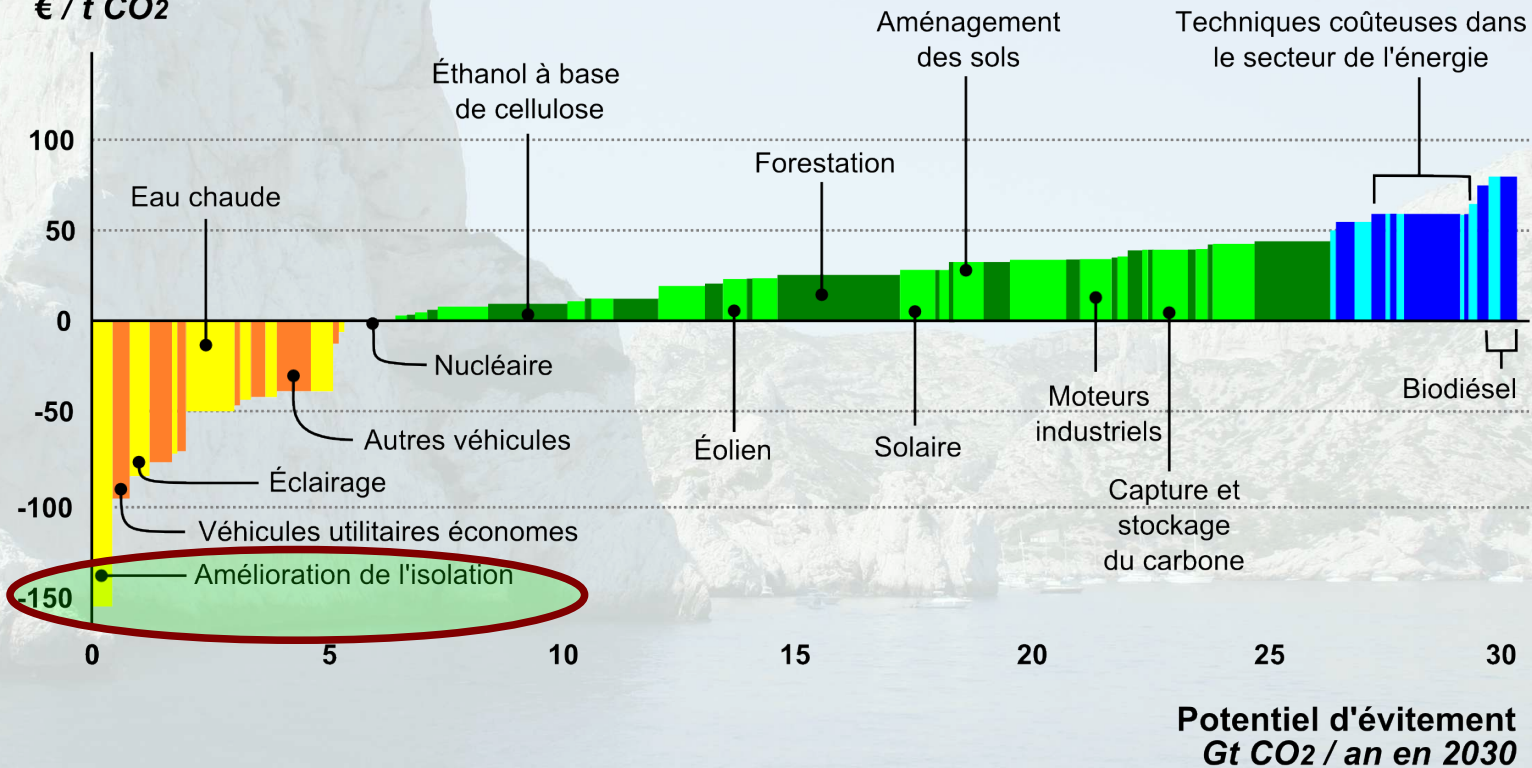
Isolants en calorifugeage

Famille d'isolant	Température minimale	Température maximale	Usage
Laine minérale	> 0 °C	250 / 750 °C	Chaud
Silicate de calcium		850 °C	Chaud
Polyuréthane / PIR	-180 °C	100 °C	Froid
Polystyrène extrudé	-50 °C	80 °C	Climatique
Mousse phénolique	-180 °C	120 °C	Froid
Verre cellulaire	-260 °C	430 °C	Mixte
Mousse élastomère	-50 °C	85 / 130 °C	Climatique
Perlite	-196 °C	750 °C	Mixte
Isolant microporeux		1000 °C	Très chaud
Fibre silicate / CMS		1000 / 1300 °C	Très chaud
Aérogel	-270 °C	90 °C	Froid
	-40 °C	650 °C	Chaud
Vermiculite	-200 °C	1200 °C	Mixte

Émission de Gaz Carbonique

Coût global d'évitement des gaz à effet de serre

Coût marginal d'évitement - Exemples €/t CO₂



Coût marginal d'évitement négatif

Coût marginal d'évitement inférieur à 40€/t

Coût marginal d'évitement supérieur à 40€/t

Source : Vattenfall

L'isolation est plus « vert » que les arbres



Type de réduction du CO ₂	kg eCO ₂ / an	arbres
1 ml de tuyauterie isolée (a) à 180° C	3 450	138
Voiture – Amélioration de 5% du km /l	260	10,5
1 ml de tuyauterie isolée (b) à 80° C	160	6,5
1 ml de tuyauterie isolée (c) à 6° C	130	5
Lampe fluocompacte 15 W	59	2,4
Arbre	25	1

- (a) DN 100 – 50 mm GW – extérieur – Fioul (4\$/gal.)
(b) DN 50 – 50 mm FEF – Gaz naturel (10\$/Mcf)
(c) DN 100 – 25 mm CG – Électricité (0,10\$/kWh)

D'après Christopher P. Crall
Insulation : greener than trees
Insulation Outlook - 01/2009

Buts du calorifugeage (isolation)

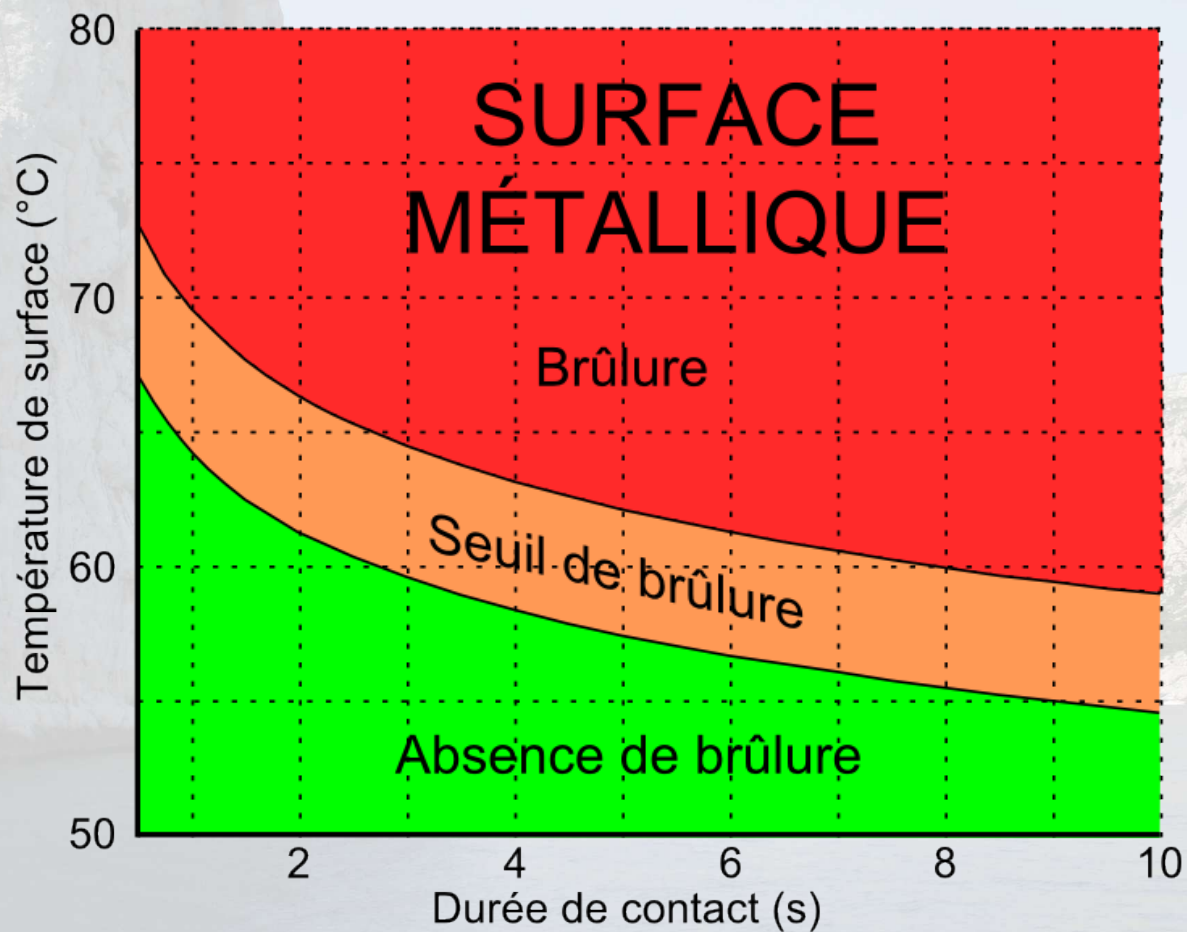
- Conservation de l'énergie thermique [bât]
- Contrôle des températures
- Anticondensation
- Protection contre le gel
- Confort thermique [bât]
- Limiter rejets des gaz à effet de serre [bât]
- Limiter les bruits [bât]
- Protéger contre l'incendie [bât]
- Obligation réglementaire (RT 2005) [bât]

- Pouvoir d'un matériau :
 - Qualité du matériau
 - Quantité de matériau
 - Pouvoir = Qualité x Quantité
- Pouvoir isolant
 - Qualité = Conductivité thermique (inverse)
 - Quantité = Épaisseur de l'isolant
 - Pouvoir = Résistance thermique

- 5 cm de laine minérale est équivalent à :
 - 15 cm de paille
 - 20 cm de panneau contreplaqué
 - 23 cm de bois (feuillu mi-lourd)
 - 25 cm de béton cellulaire
 - 75 cm de terre cuite 1500
 - 90 cm de béton d'argile « isolant porteur »
 - 1,4 m de pisé
 - 2 m de pierre calcaire dure
 - 3 m de béton plein armé
 - 60 m d'acier

- 50 mm de laine minérale est équivalent à :
 - 40 mm de polyuréthane
 - 60 mm de verre cellulaire (Foamglas)
 - 30 mm d'une lame d'air (non ventilé)
 - 75 mm de laine végétale ou animale
 - 75 mm de perlite

- Conservation de la chaleur
 - Déperdition $< X$
- Conservation du froid
 - $|\text{Déperdition}| < |X|$
- Suivant classe d'isolation
 - Déperdition $<$ Déperdition classe
- Protection personnel
 - Température surface < 50 à 67 °C (métal)



- Chute de température sur longueur tuyauterie
 - Température fin $> T^{\circ}$ limite
- Anticondensation
 - Température surface $>$ température rosée
- Antigivre
 - Température surface $> 0^{\circ}\text{C}$
- Antigél
 - Durée refroidissement + congélation $> n$ jours
- Économique et écologique
 - Cout global minimal

Classement DRS

Classe	Rs (m ² .K/W)	Us (W/m ² .K)	Déperdition surfacique (W/m ²)		
			ΔT = 100°	ΔT = 200°	ΔT = 400°
DRS1	0,5	2	200	400	800
DRS2	1	1	100	200	400
DRS3	1,5	0,67	66,7	133,3	266,7
DRS4	2	0,5	50	100	200
DRS5	2,5	0,4	40	80	160
DRS6	3	0,33	33,3	66,7	133,3
DRS7	3,5	0,29	28,6	57,1	114,3
DRS8	4	0,25	25	50	100
DRS9	4,5	0,22	22,2	44,4	88,9
DRS10	5	0,2	20	40	80

Rs : Résistance thermique surfacique totale de l'isolation (isolants + résistances superficielles)

Us : Transmission surfacique. Inverse de **Rs**

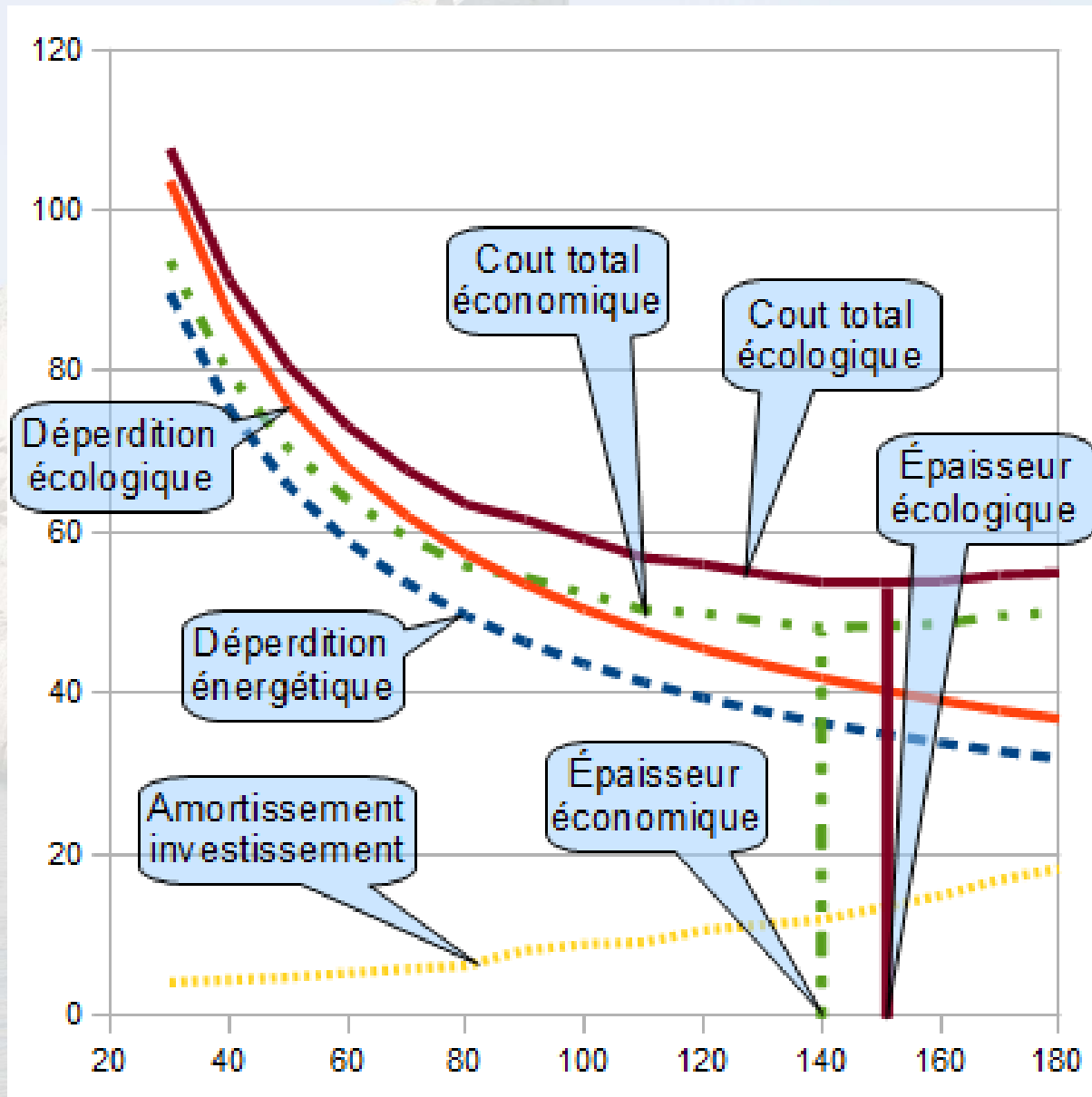
ΔT : Différence entre la température du fluide et la température ambiante (en K ou °C)

Tableau d'épaisseurs Classe DRS5

	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
DN 15	50	50	60	60	70	70	80	90	100	100	110	120
DN 20	50	60	60	70	70	80	90	90	100	110	120	130
DN 25	60	60	70	70	80	80	90	100	110	110	120	130
DN 40	60	70	70	80	80	90	100	110	110	120	130	140
DN 50	60	70	70	80	90	90	100	110	120	130	140	150
DN 80	70	80	80	90	90	100	110	120	130	140	150	160
DN 100	70	80	90	90	100	110	120	130	140	150	160	170
DN 150	80	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	190
DN 200	80	90	100	100	110	120	130	140	160	170	180	200
DN 250	90	90	100	110	120	130	140	150	160	180	190	210
DN 300	90	90	100	110	120	130	140	150	170	180	200	220
DN 350	90	90	100	110	120	130	140	160	170	190	200	220
DN 400	90	100	100	110	120	130	150	160	170	190	210	220
DN 450	90	100	110	110	120	140	150	160	180	190	210	230
DN 500	90	100	110	120	130	140	150	170	180	200	220	240
DN 600	90	100	110	120	130	140	160	170	190	200	220	240
Plan	110	120	130	140	150	170	190	210	230	260	290	320

- Coût de l'investissement
 - Coût du calorifugeage
 - Durée installation
 - Amortissement annuel
 - Intérêt du capital non amorti
- Coût de l'exploitation
 - Déperdition thermique
 - Prix unitaire de chaleur perdue
 - Taux augmentation énergie
 - Durée annuelle opérationnelle
 - Taux de maintenance
 - **Coût CO₂**

Épaisseur économique



Abscisse : épaisseur en *mm* ;
ordonnée : couts en €/m/a.

Données : DN 100 – θ_f : 300 °C –
8 400 h/a sur 12 ans –
25 €/tCO₂ – 60 \$/bl (+5%/a) –
 $i = 3\%$

Coûts d'exploitation

Épaisseurs économique et écologique

Projet
Isolant
Données
Paramètres
Économie
Résultats
Coûts

Exploitation Amortissement Total

Diamètre	100 °C	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	350 °C	400 °C
DN 20	4,65	8,28	11,63	14,49	19,5	25,4	29,49
DN 25	5,22	9,3	11,37	16,04	20,49	26,7	33,94
DN 40	6,38	10,31	13,57	19,14	23,13	30,13	35,22
DN 65	8,13	12,96	16,72	23,59	28,08	36,58	40,57
DN 100	10,31	16,26	20,61	25,35	30,66	38,15	46,53
DN 200	15,16	20,07	28,4	40,06	41	49,31	62,68
DN 300	16,7	25,05	38,19	42,04	49,33	61,78	75,69
DN 400	20,69	30,86	47,06	48,68	65,52	69,27	88,05
DN 600	24,42	43,47	66,29	58,19	72,18	87,44	111,15

Valider
Imprimer
OK
Annuler

1 W \approx 0,5 € / an

Projet

Isolant

Données

Paramètres


Économie

Résultats

Coûts

Paramètres Bordereau

Données de l'installation

Durée fonctionnement 8 766 h/a 

Durée équipement 6 a

Complication Simple ▼


Taux de rendement 90 %

Données administratives et financières

Taux financier 3 %


Taux de maintenance 1 %

Données sur l'énergie


Prix énergie 8,5 €/GJ 

Var. Coût énergie 1 %

Données sur le CO2

 Tenir compte du CO2Prix CO2 

Var. Coût CO2 0 %

 Calcul Valider Annuler

Le Cours du baril de pétrole en dollars: 108.31 \$ (+0.34% depuis hier).

Cours du pétrole



Le Cours du baril de pétrole en euros : 76.08 € (+0.23% depuis hier).

. Prix au litre (1 baril = 159 litres) : **0.478 €** . Tendance du prix du baril : **Haussière**

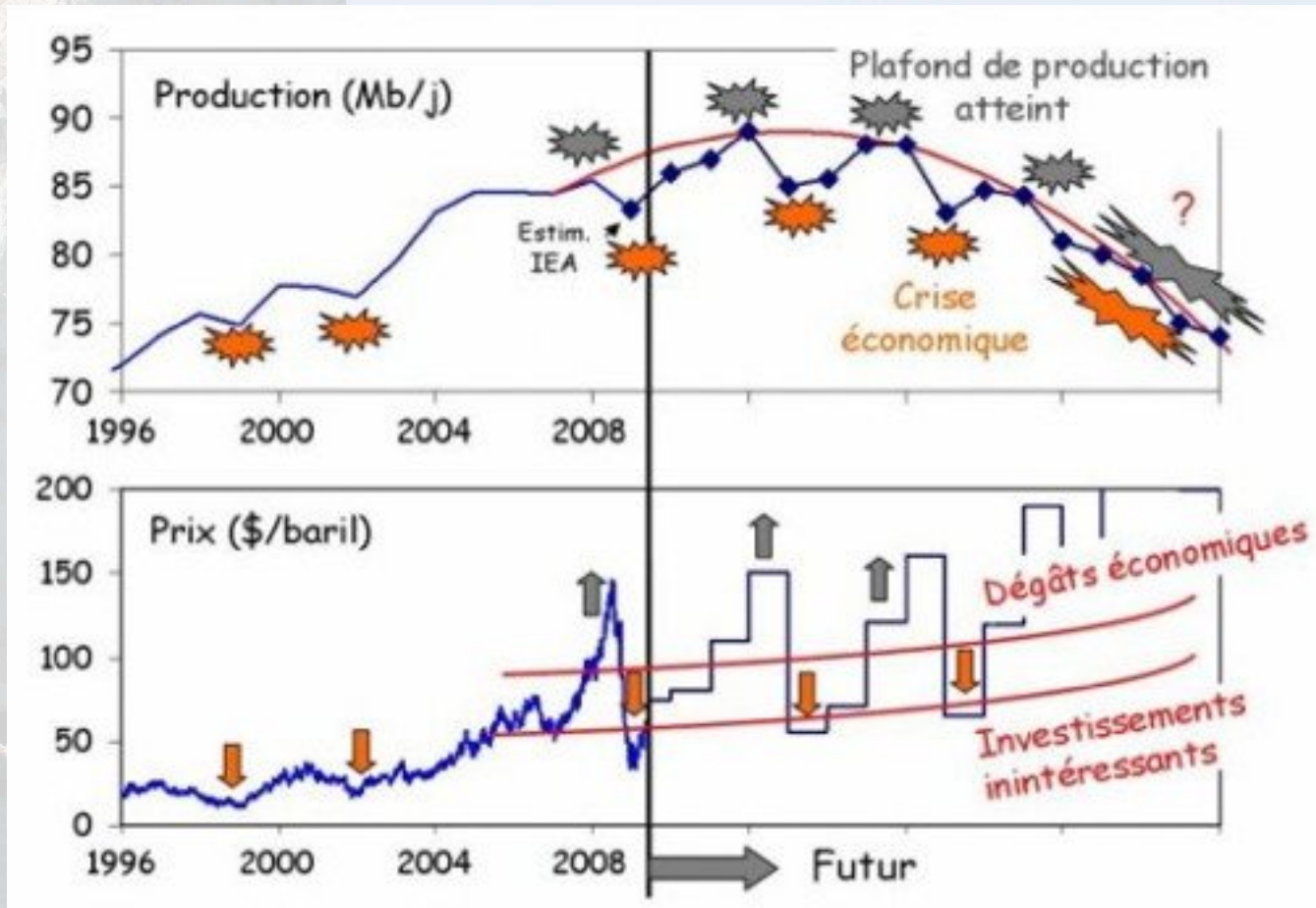
. Cours de l'euro : **1.4236 \$** (+0.43% depuis hier)

<http://prixdubaril.com/>

L'augmentation du prix du baril de pétrole atteint **15,14%** pour 2010.

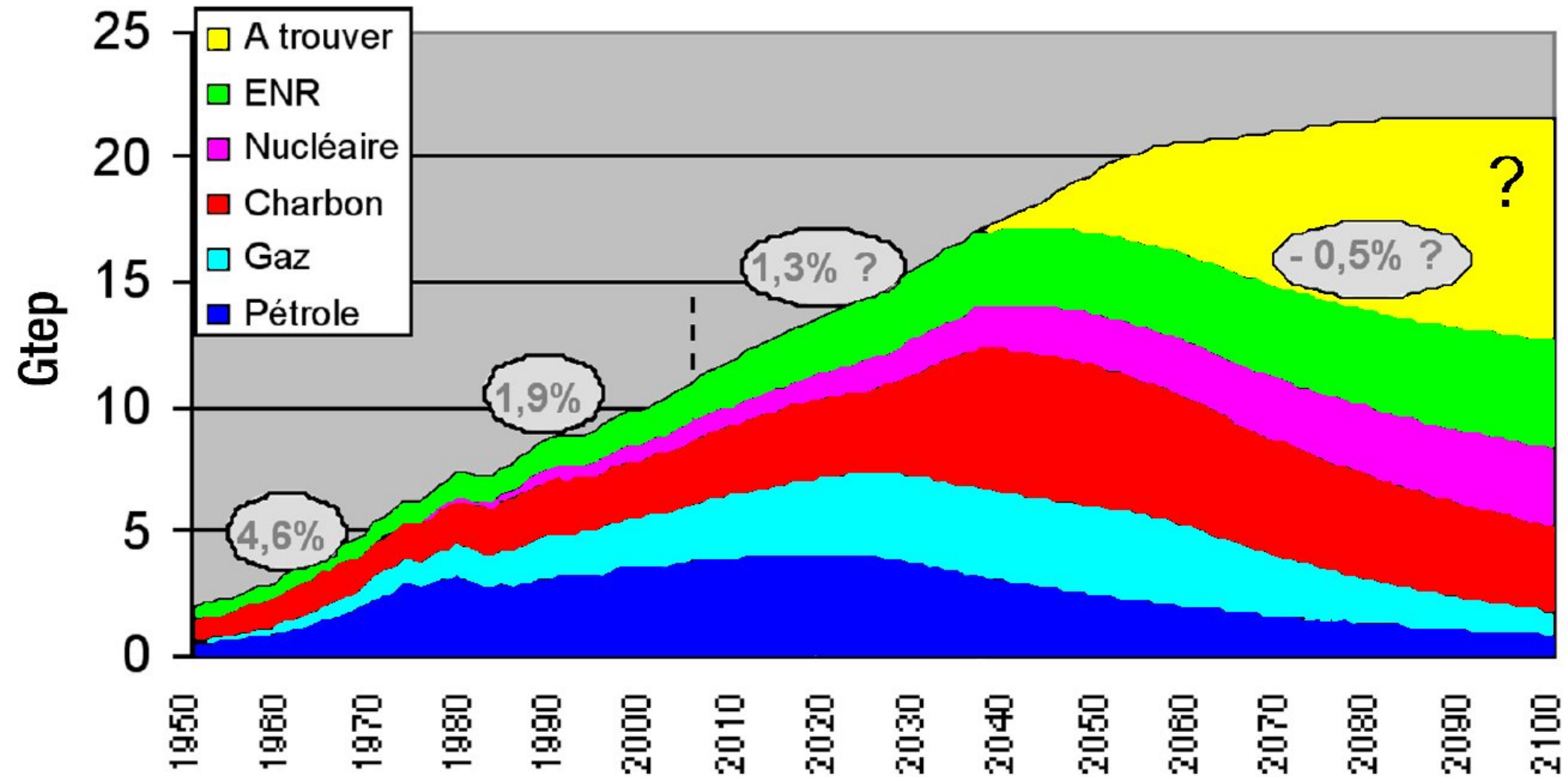
giques d'isolation

Évolution du prix de l'énergie



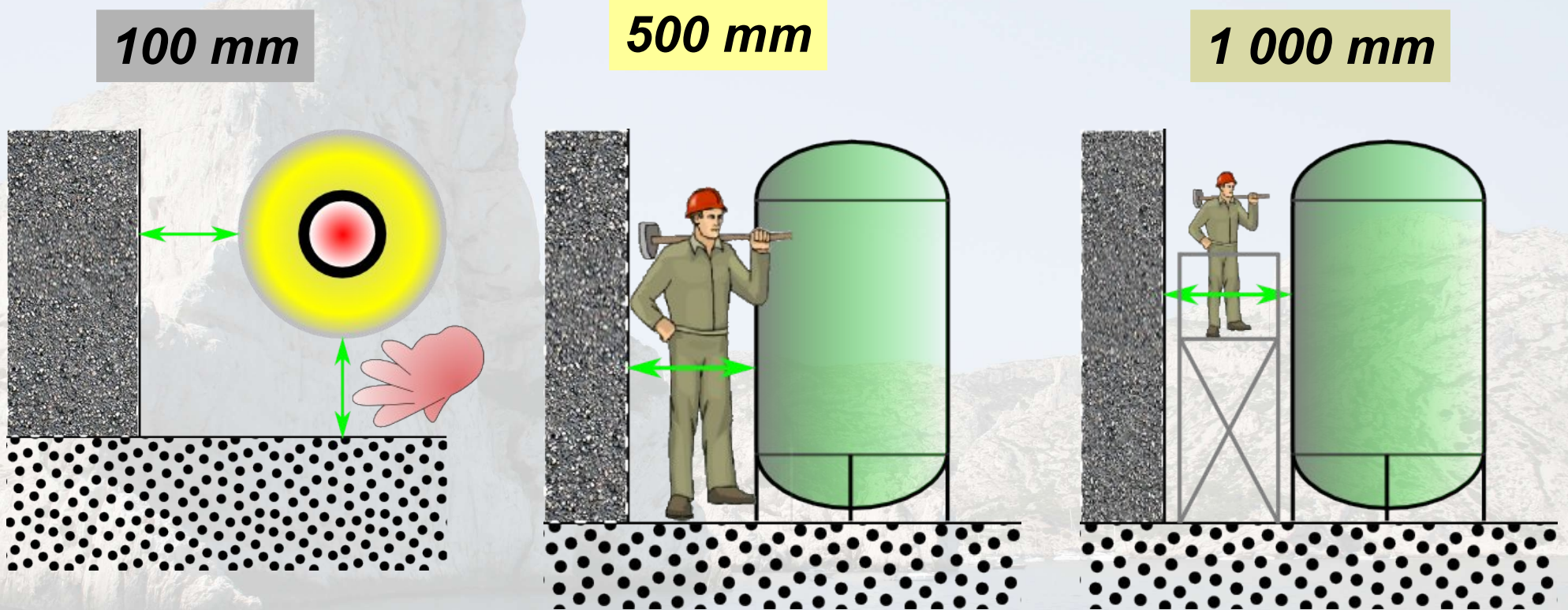
http://www.manicore.com/documentation/petrole/prix_futur.html

Quel avenir énergétique ?



Quelles solutions des industriels peuvent-ils apporter aux problèmes énergétiques ?
Yves Bamberger & Bernard Rogeaux, EDF
Revue de l'Énergie, janvier-février 2007

Espace pour calorifuger



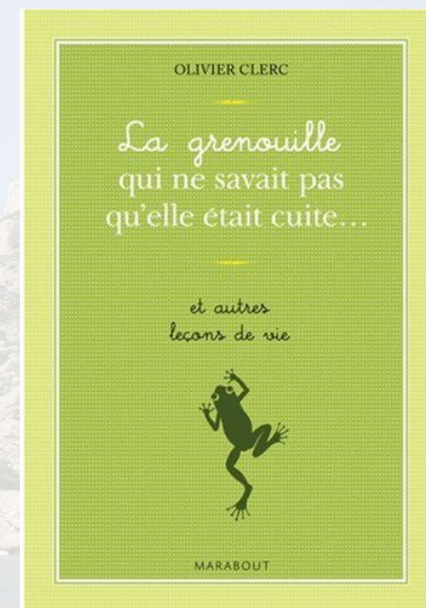
- Sections
 - Acoustique
 - Chambres Froides
 - Projection
 - Soufflage
 - Thermique Bâtiment
 - Thermique Industrielle
 - Traitement de l'Amiante
- Collèges
 - Entreprises
 - Fabricants
 - Associés

- Logiciel de calculs de calorifugeage CaloXPert
 - CaloXPert-L et XL : Tableaux d'épaisseurs.
- Formation
 - Études de calorifugeage
- Calculs
- Mesures
- R & D
 - Épaisseurs économique et écologique
 - Contrôle du calorifugeage
-
- Site : www.calosoft.net

L'humanité se comporte t-elle comme une grenouille ?

Fable :

« Plongez une grenouille dans une casserole bouillante : choquée elle bondit hors de l'eau. Plongeons la maintenant dans une casserole d'eau froide et allumons doucement le feu. La grenouille prend ses aises, et trouve même confortable cette eau chaude qui finit par l'endormir... jusqu'à ce qu'elle soit cuite. »





Merci de votre attention