

Des ruptures scientifiques pourraient-elles changer la donne énergétique?

Pierre Papon 3.12.12

Plan

I) vous avez dit ruptures?

II) Quelques conjectures sur la science (horizon 2050)

III) Les chantiers clés de l'énergie : des ruptures scientifiques?

IV) On demande des ruptures

V) conclusion: le temps long des ruptures

Vous avez dit ruptures?

Paradigme

Des découvertes, des théories avec une capacité d'explication et de prévision : structurent un champ scientifique (paradigme)

Paradigme technique : modes , techniques de production

La science ne progresse pas de façon linéaire (T.Kuhn) : des changements de paradigme ► ruptures (physique quantique, relativité) changent la donne

Rupture technique : - machine à vapeur (début XVIII^e siècle) - transistor, 1947 (résultat de la R&D)

Prospective : des ruptures?

Une rupture « radicale » fait exploser un système scientifique/technique ► nouvelle physique (effet photoélectrique expliqué par Einstein)

Toutes les ruptures ne sont pas radicales, elles peuvent être « secondaires » (C.Freeman) mais néanmoins importantes : machine à vapeur ► moteur à air chaud (Stirling), moteur à explosion, turbine à gaz...

Les ruptures « radicales » sont rares (nucléaire, Photovoltaïque)

Vous avez dit ruptures?

Rôle de la prospective : repérer des percées majeures, des théories insatisfaisantes, des paradigmes en « bout de course » ► zones de ruptures (« Bref récit du futur »)

Prévision impossible: des conjectures à partir de la littérature scientifique ► repérer des failles, des verrous à faire sauter

1905: Einstein et la théorie de la relativité $E = mc^2$

1914: Wells, « La destruction libératrice », Energie nucléaire? Bévue de Rutherford (1930)....

1938: découverte de la fission de l'uranium

Prospective : des ruptures?



$$E = mc^2$$

Prospective : conjectures sur des ruptures

La physique dans un « triangle des Bermudes »: -
modèle standard pour les particules élémentaires –
existence matière noire et énergie noire? – description
du monde avec deux paradigmes: relativiste et
quantique ▶ Failles? ▶ *nouvelle théorie*
masse/énergie?

Biologie : rôle central du gène (pas aussi sûr) mais
synthèse complète de gènes possible à partir de
nucléotides (bactéries simples, C.Venter 2010)
▶ Biologie synthétique ▶ synthèses de génomes de
cellules ▶ molécules (enzymes, etc.)

L'exploitation massive d'énergies carbonées n'est pas durable



Réserves limitées + climat

Les chantiers clés de l'énergie : des ruptures scientifiques?

Nouveaux carburants et nouveaux moteurs: biocarburants, hydrogène

Produire de l'électricité avec le nucléaire: fission, fusion

Energies Renouvelables : solaire, éolien (au point?)

Stockage, distribution et gestion de l'électricité

Diapositive 9

pp220

pierre papon; 28/02/2010

Des ruptures scientifiques et techniques sont-elles possibles pour le nucléaire?



Une théorie physique mettant au jour une relation nouvelle entre masse et énergie, remise en cause partielle ou totale des théories ($E = m c^2$) ► nouveaux mécanismes de fission : au delà 2050



De nouveaux modes d'exploitation de l'énergie nucléaire (moins de déchets)

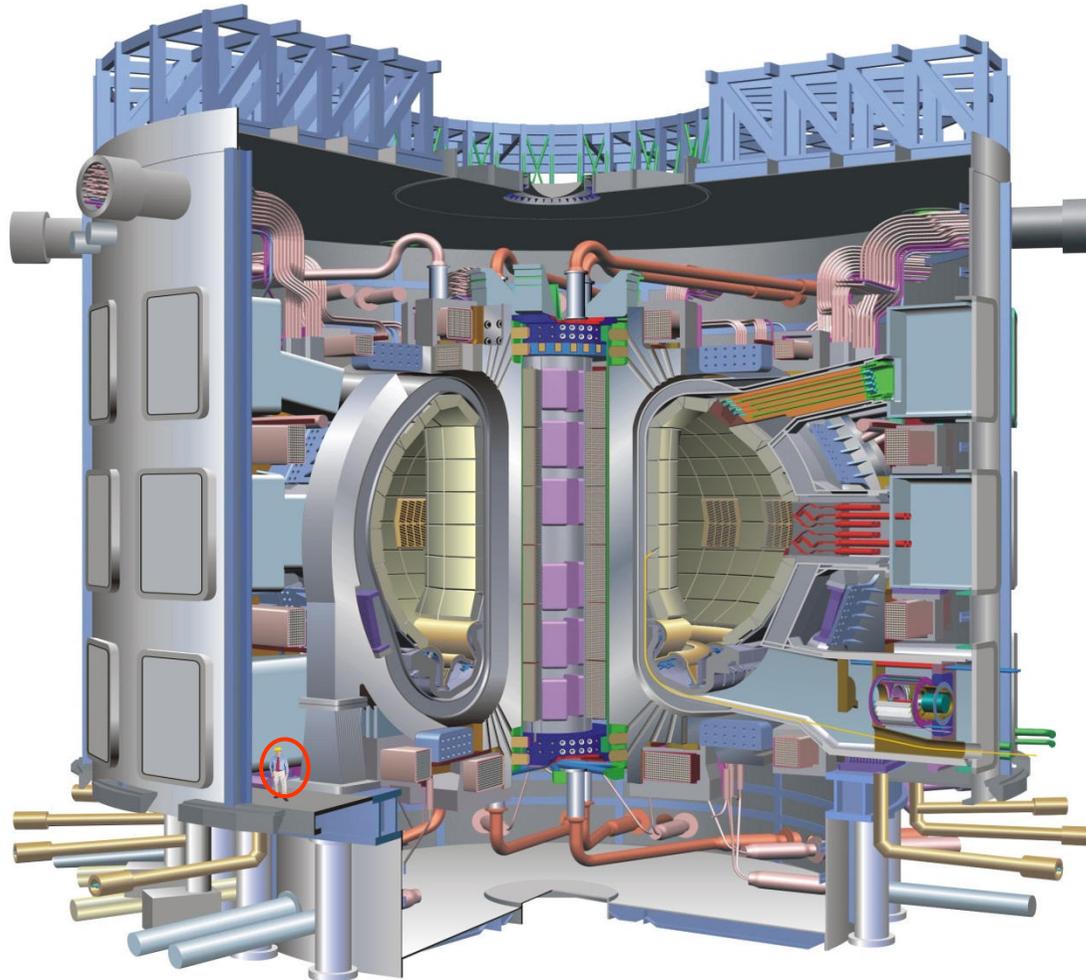


Génération IV : rupture faite (sels fondus thorium?), la concrétiser



La fusion thermonucléaire : rupture « scientifique » faite à concrétiser

Le long terme: la fusion thermonucléaire



Deutérium
+
Tritium



Neutrons

Chapitre 8 Iter: Maquette de la machine ITER (International thermonuclear Experimental Reactor) pour étudier la fusion thermonucléaire contrôlée. Le réacteur va être construit en France à Cadarache.



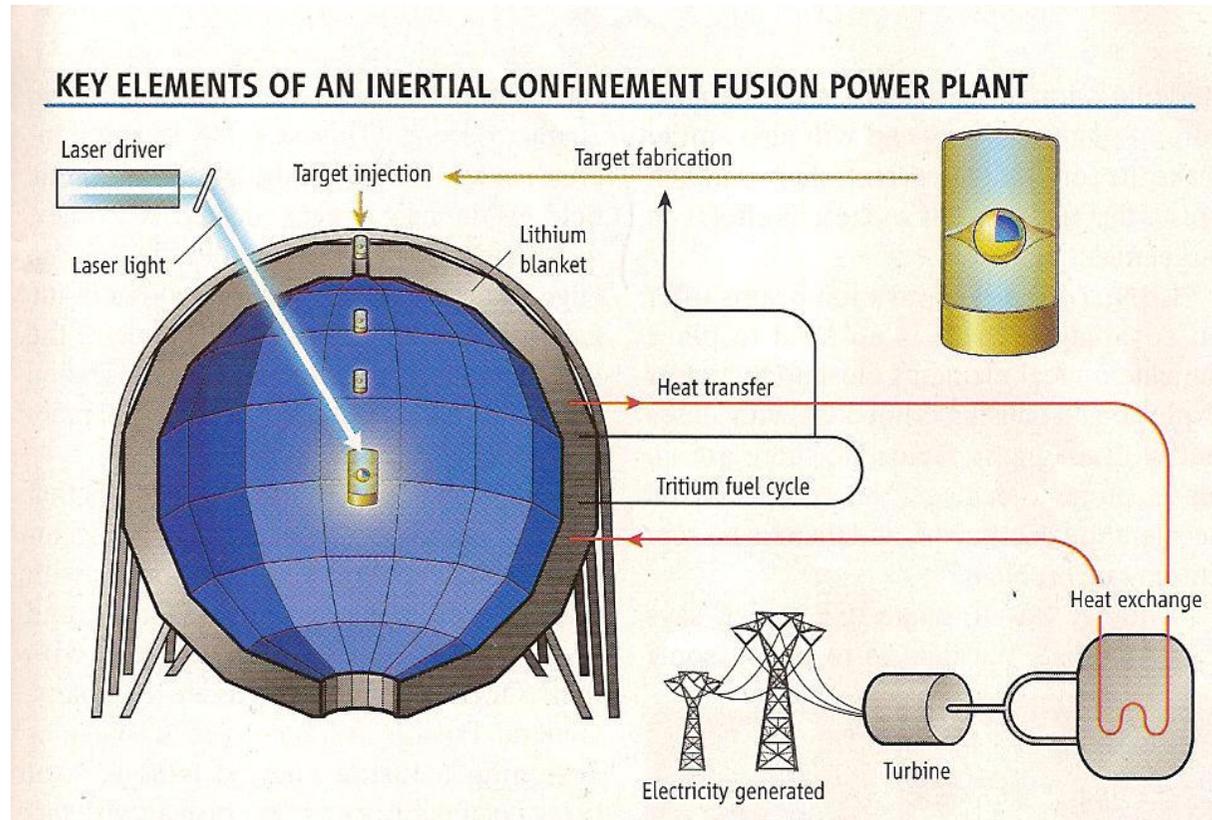
Le programme international (Iter) en France : pas de résultats avant 2030 (??), alternative: lasers?

Diapositive 11

pp221

pierre papon; 28/02/2010

Le nucléaire entre fission et fusion



Ignition? Coupler fusion-fission: « brûler » les déchets par les neutrons de la fusion

Des ruptures scientifiques et techniques sont-elles possibles pour le solaire (électricité)?



**Une théorie physique mettant au jour une relation nouvelle entre rayonnement et matière,
▶ nouveaux mécanismes d'absorption de photons**



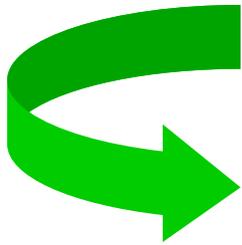
**Matériaux organiques (plastiques dopés, PEDOT avec fullérène) peu coûteux/ cellules de Grätzel :
TiO₂ avec colorant et électrolyte solide**



Matériaux avec effets de surface: plasmons (oscillations charges amplifiant l'absorption des photons)/ effet thermo-ionique (chaleur) +PV (50%?)

Ruptures : nouveaux biocarburants?

Le front /biologie/chimie/solaire



Rupture: Génomes synthétiques de bactéries ou algues (OGM): enzymes, hydrocarbures

Ne pas utiliser une biomasse alimentaire mais la cellulose ou CO₂

Fabrication de génomes synthétiques (à partir de nucléotides) reprogrammés ► enzymes « synthétiques » ► transformer biomasse (cellulose) en sucre puis alcools ► hydrocarbures (essence)

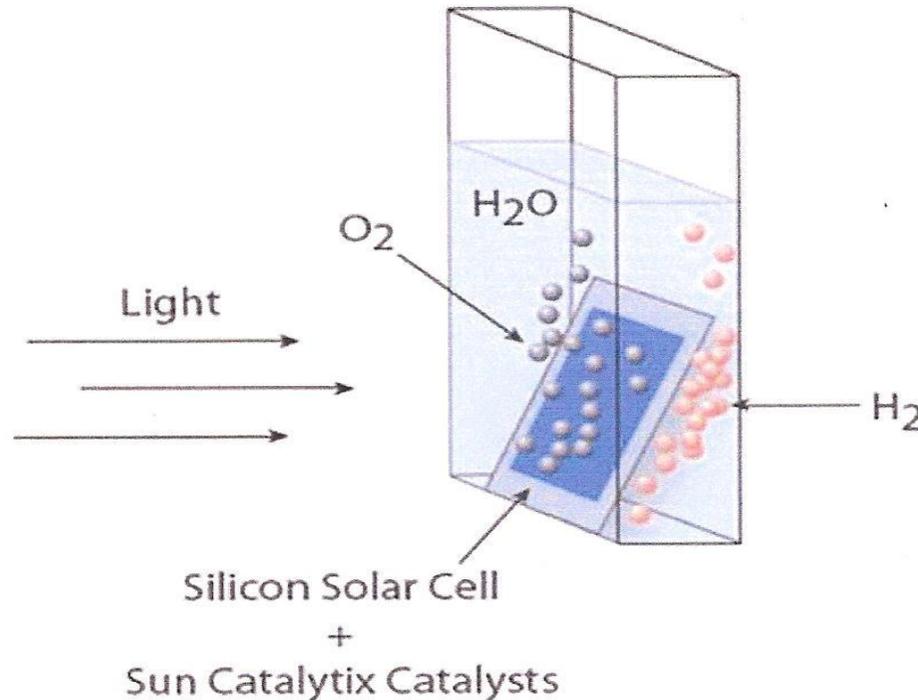
Diapositive 14

pp144

pierre papon; 28/02/2010

Photolyse de l'eau

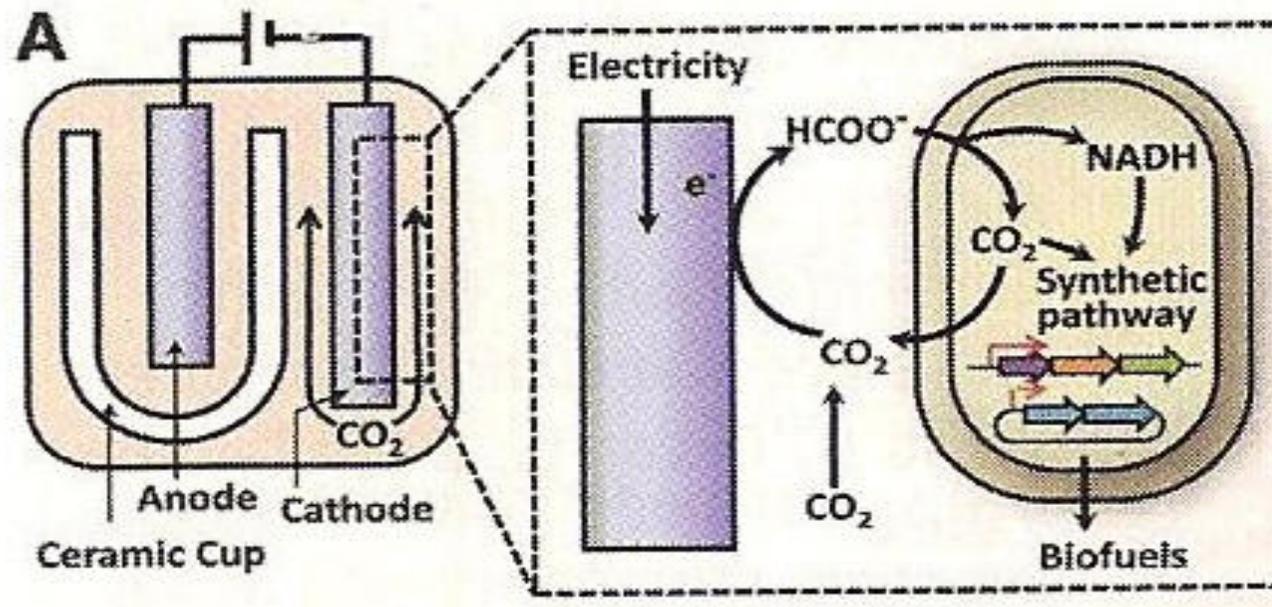
Cellule solaire de Grätzel



Electrons +2 catalyseurs(étain, cobalt/ Nickel, molybdène, Zn) ► H₂ (combiné avec CO₂ ► carburants?) : ouvrir la voie de l'hydrogène....

Même opération avec catalyseurs métalliques/ enzymes ► four solaire + CO₂+H₂O ► gaz de synthèse ► carburants (faisable avec du méthane)

Carburants par voie biologique



Production d'isobutanol par voie electro-biologique:
CO₂ (cathode) ► acide formique ► Bactérie (modifiée)
Ralstonia eutropha ► isobutanol (rendement? électricité
solaire?) *Science*, 30 mars 2012 : couplage avec le PV

Distribuer, stocker l'électricité



Produire électricité centralisée (centrales nucléaires, barrages) et avec des filières intermittentes (solaire et éolien) sans interruption : smart grids+ batteries?



Lignes électriques sans pertes : supraconducteurs HT ?



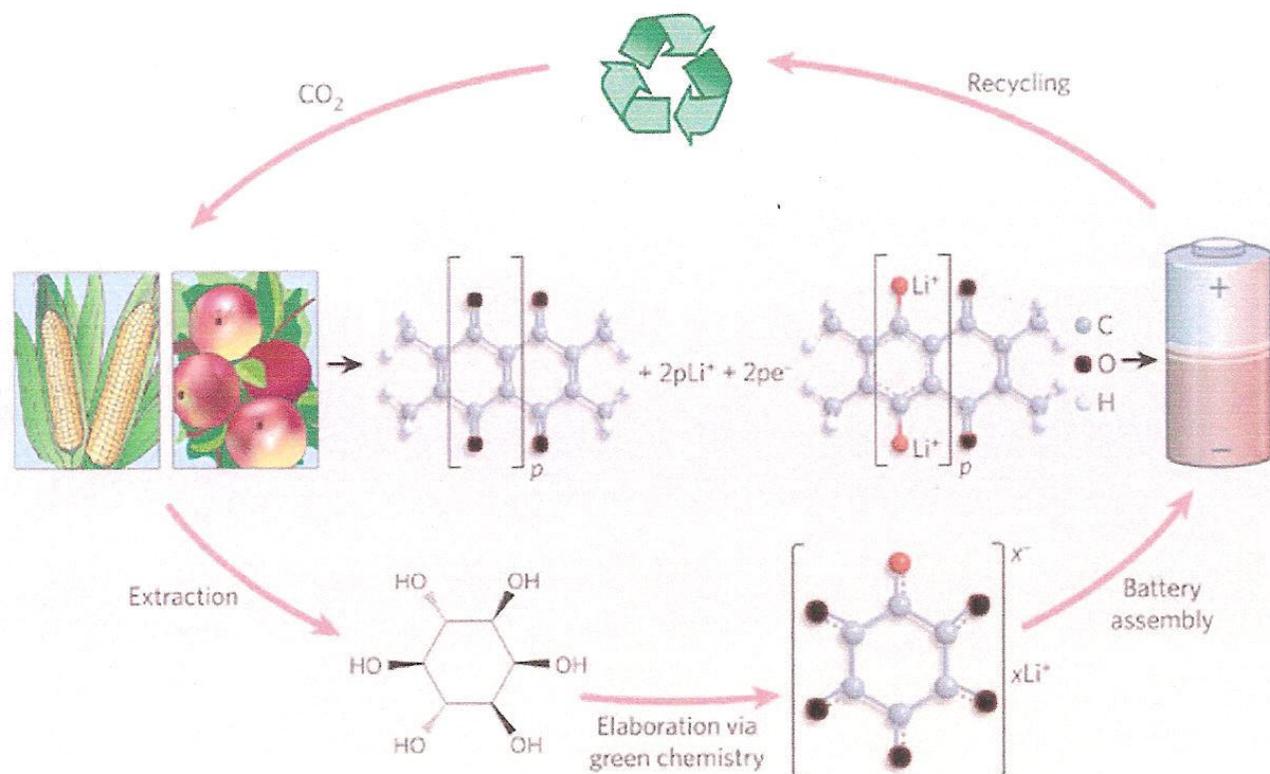
Ruptures pour les batteries ?? ►
« *Biomimétisme* »: bio matériaux (ou enzymes) du type sucre, protéines, quinones, pour fabriquer des électrodes ?

Diapositive 17

pp223

pierre papon; 28/02/2010

Biomatériaux pour électrodes



Pomme ► acide malique ► polycondensation : polyquinone avec lithium

On demande des ruptures!

- ➔ **Traitement des déchets nucléaires**
- ➔ **Batteries + catalyseurs (autre que le Pt) pour piles à combustible**
- ➔ **Techniques de forage pour exploiter les hydrates de méthane (gaz de schiste...)**
- ➔ **Techniques de séparation et stockage CO₂**

Diapositive 19

pp225

pierre papon; 28/02/2010



Moteurs Stirling (1830) adaptés au solaire (2005).....

Article de M.King Hubbert sur la fracturation hydraulique (1957)....

Conclusion

Des ruptures scientifiques sont possibles: elles demanderont du temps

Des techniques nouvelles ouvriront les possibilités de choix

**Préparer les futures ruptures par la recherche:
« *ratissier large* » ► Prendre des risques
Stratégie style ARPA-E (USA)?**

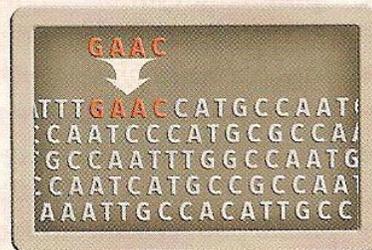
Blog sur l'énergie:
www.pierrepapon.fr

Des ruptures en biologie : une biologie synthétique

Synthèse de génomes de micro-organismes: morceaux ADN ►
insertion par virus dans une levure ► multiplication ► remplace
le génome d'une bactérie

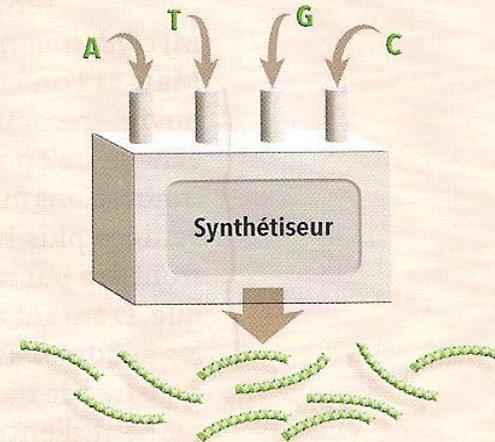
1 CONCEPTION DU GÉNOME SUR ORDINATEUR

Les chercheurs partent du génome de la bactérie *Mycoplasma mycoides*, dont la séquence des bases A, T, G et C qui le compose est connue. Puis ils y insèrent la séquence d'un gène de résistance à un antibiotique.



2 SYNTHÈSE D'ADN PAR FRAGMENTS

Un ordinateur pilote la synthèse de la molécule d'ADN correspondant à cette nouvelle séquence. Cet ADN est obtenu sous forme de 1 078 fragments, longs chacun de 1 080 paires de bases.

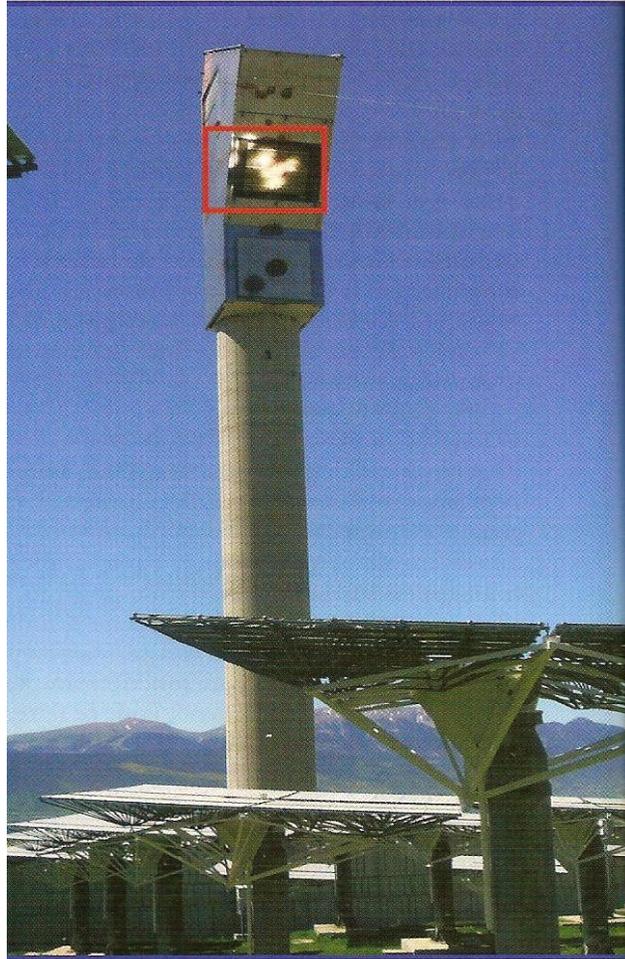


Une rupture en cours (C.Venter , USA, 2010):quelle limite à une
vie « synthétique » ?

Nouveaux procédés de synthèse : protéines, etc.

Le solaire à concentration (thermodynamique)

Themis en
France
(1980!)



Centrale
Mojave 350 MW

*Au point: on peut stocker la chaleur, synchroniser héliostats,
Rupture: nouveaux moteurs et stockage*



Projet Pégase (100 héliostats, T au sommet 1000°C)