

# Efficacité énergétique et économie

Témoignage sur un procédé de production massive  
d'hydrogène

Alain Le Duigou  
Christine Mansilla

L'hydrogène aujourd'hui : > 60 Mt/an dans le monde, produit à plus de 95%  
à partir d'énergies fossiles

1 à 2 % des émissions de GES

→ Electrolyse alcaline / Rendement ~ 30% *Mais technique plus chère*  
(/électricité ~ 75-80%, rendement EPR ~ 1/3) *que reformage du CH4*

Idée : substituer à l'électricité de la chaleur  
(moins chère / meilleurs rendements)

**Electrolyse haute température**

Possibilité d'apport direct de chaleur (partiel)  
Réduction tension

**Cycles thermochimiques**

Bons rendements théoriques  
Effets d'échelle intéressants

**Cycles hybrides**

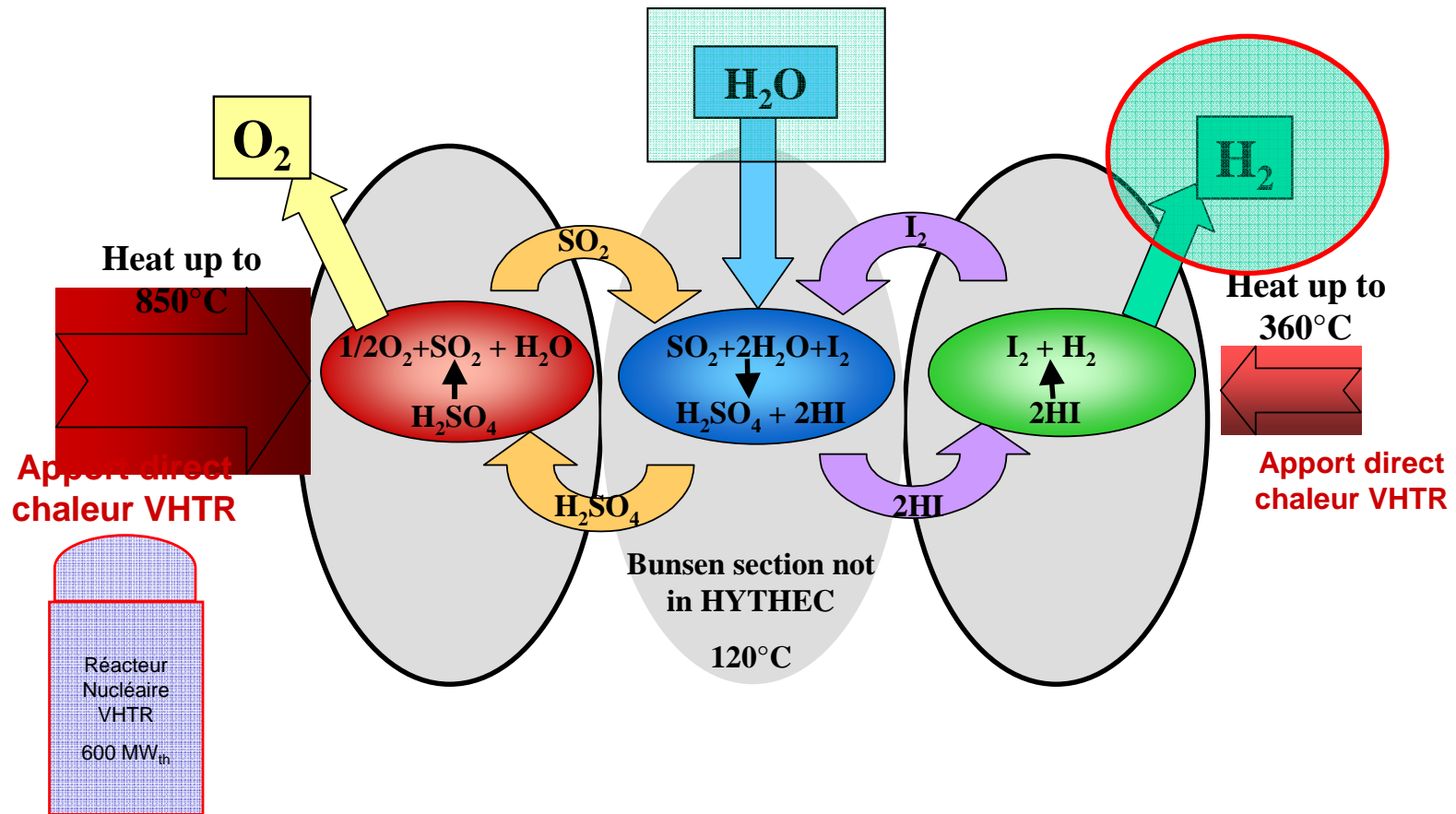
Thermochimie + électrolyse tension < électrolyse alcaline

# Le cycle I\_S (Iode Soufre)

Projet Européen HYTHEC 2004 - 2007



Des réactions chimiques à diverses températures, certaines élevées, pour extraire l'hydrogène de l'eau

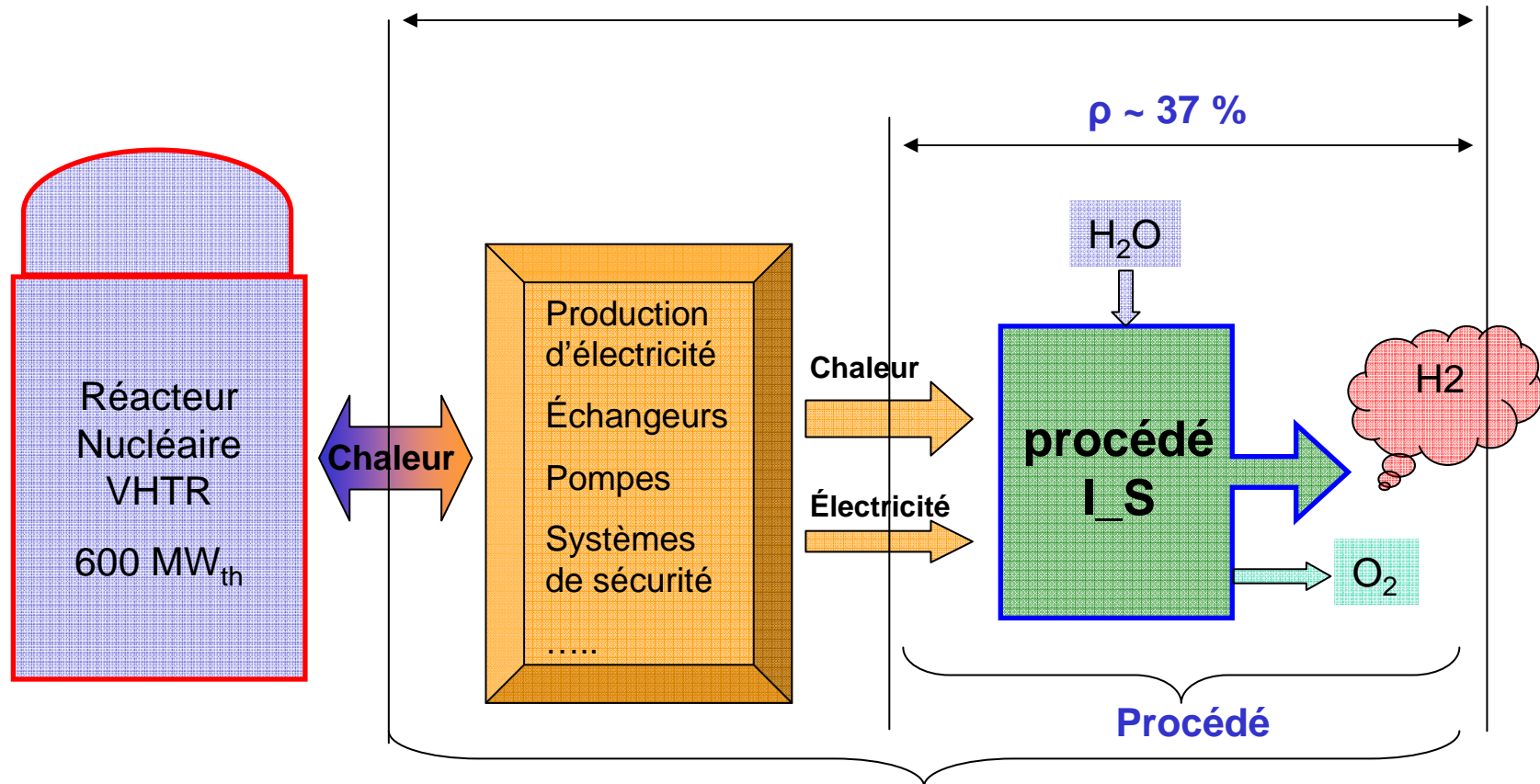


# Quelle efficacité énergétique ?

De l'importance des études systèmes

Projet Européen  
HYTHEC 2004 - 2007

$\rho \sim 30\%$



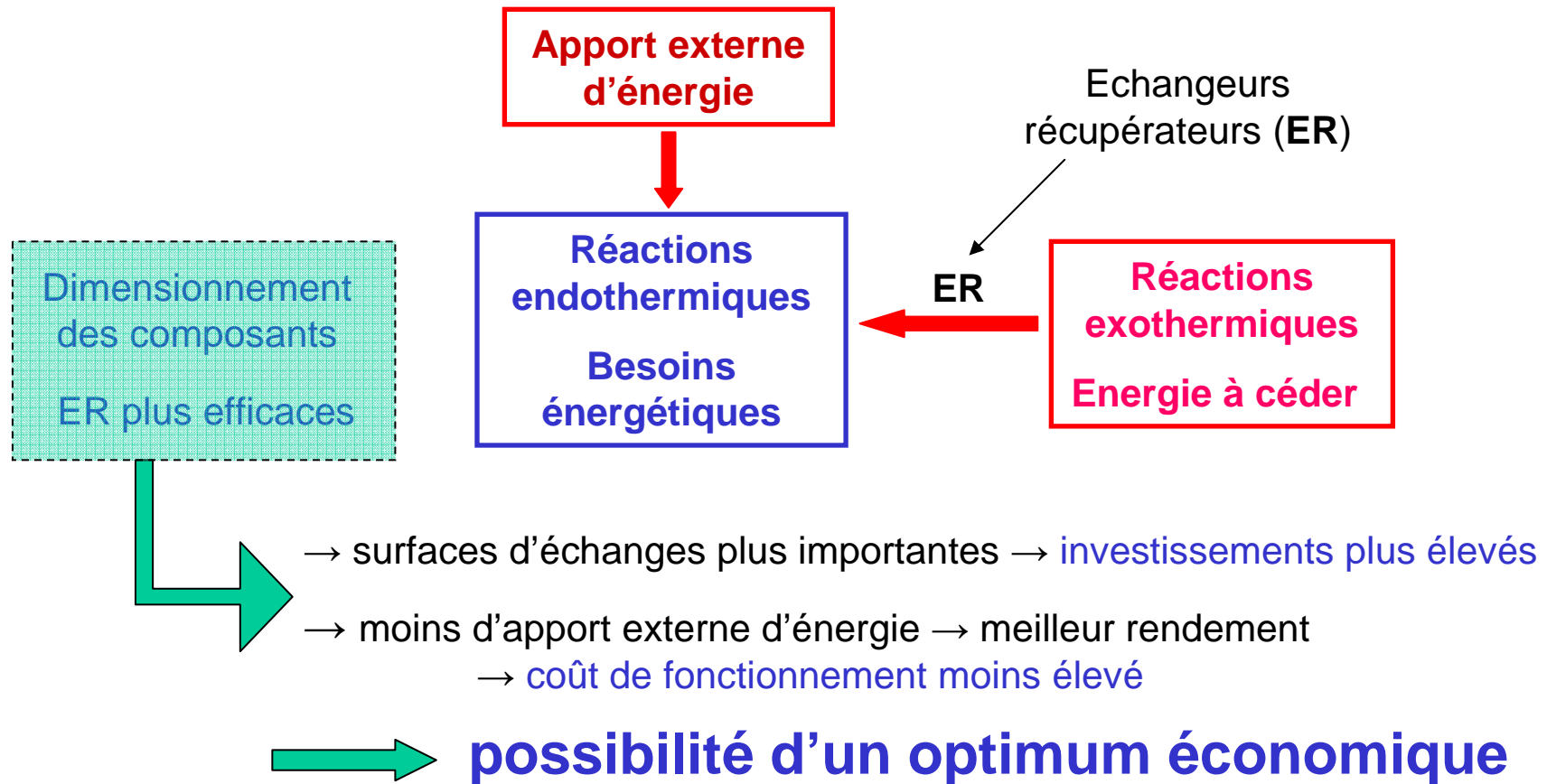
Une question de « frontières »

Système

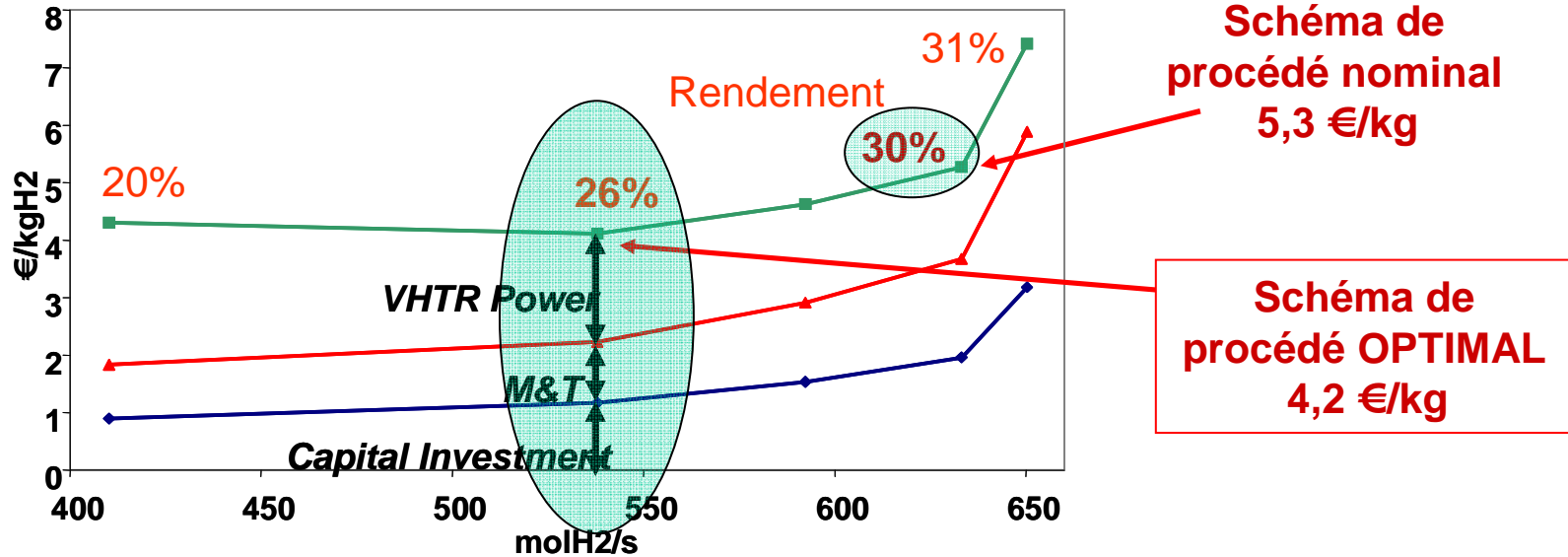
→ livrable spécifique du projet HYTHEC : "HYTHEC project / "Definition of the Efficiency of the Thermochemical Cycles – a HYTHEC Project Proposal"

## Cas des échanges de chaleur dans le procédé I\_S

**Procédé I\_S** : les **ER** de la section de production d'hydrogène représentent env. 50% du coût total d'investissement (dimensionnement HYTHEC)



Sulfur-Iodine plant for large scale hydrogen production by nuclear power – G. Cerri et al. – IJHE May 2010



Un coût minimum qui ne correspond pas au meilleur rendement

Un rendement « optimal » proche de 26 % (vs. 37 % procédé « isolé »)

Pour une même quantité d'énergie primaire : produire plus, ou à moindre coût ?....

Importance des aspects coûts RN et U, à long terme

## *R&D sur procédé couplé à une source d'énergie*

Nécessité des **analyses d'ensemble** (« analyses système »)

Premier constat : l'évaluation des rendements est le canal d'entrée rapide logiquement privilégié en début de R&D

Deuxième constat : les rendements font toujours l'objet de débats virulents

→ importance des hypothèses et des frontières, et des modes de calculs

→ intérêt de développer **au plus tôt** les angles de vue qui ne relèvent pas uniquement de la technique, des rendements : **par exemple l'économie**

→ **meilleure configuration d'ensemble**

→ **sensibilités et marges de manœuvre**

**Technoeconomic Optimisation Versus Pinch Technology Analysis** - C. Mansilla, G. Arnaud, M. Dumas, F. Werkoff - Heat SET 2005 (Heat Transfer in Components and Systems for Sustainable Energy Technologies), 5-7 April 2005, Grenoble, France

**HYTHEC: an EC funded search for a long term massive Hydrogen production route using solar and nuclear** – A. Le Duigou & al. - International Journal for Hydrogen Energy (IJHE) - <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhydene.2006.11.039>

**Sulfur–Iodine plant for large scale hydrogen production by nuclear power** – G. Cerri , C. Salvini, Cl. Corgnale, A. Giovannelli, D. De Lorenzo Manzano, A. Orden Martinez, A. Le Duigou, J.-M. Borgard and Ch. Mansilla – IJHE Volume 35, Issue 9, May 2010, Pages 4002-4014 – doi:10.1016/j.ijhydene.2010.01.066





energie atomique • énergies alternatives

I-tésé



THANK YOU



[www.hythec.org](http://www.hythec.org)

DANKE

GRAZIE

GRACIAS

MERCI



The University  
Of  
Sheffield.



DLR



ProSim