

**Projet THERMOPTIM-UNIT**  
**reconception pédagogique**  
**de l'enseignement de l'énergétique**

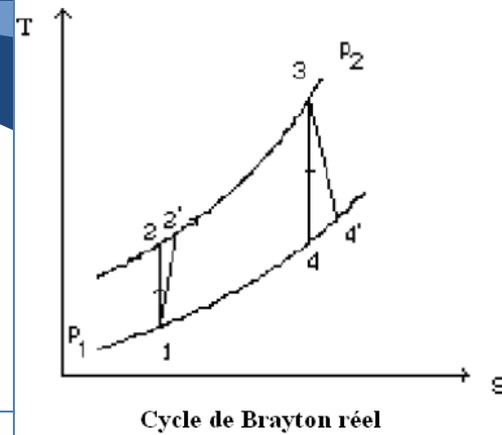
**R. GICQUEL**

**MINES ParisTech**

# Rénover l'enseignement d'une discipline redoutée : la thermodynamique

- méthode d'apprentissage originale et extrêmement simplifiée
- 2 innovations pédagogiques :
  - simulateur Thermoptim (spécifique)
  - modules de formation à distance sonorisés Diapason (génériques)
- 1 outil de déploiement : portail Thermoptim-UNIT

# TURBINE A GAZ



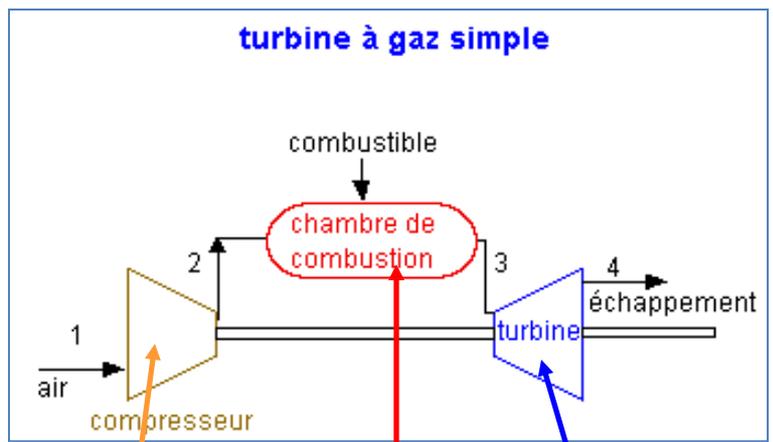
**Compression**

~~$$\beta_1 = \frac{\gamma_1 - 1}{\gamma_1} = \frac{c_{p1} - c_{v1}}{c_{p1}}$$

$$r = \frac{P_2}{P_1}$$

$$h_2 - h_1 = c_{p1} T_1 (r^{\beta_1} - 1)$$

$$h_2' - h_1 = \frac{h_2 - h_1}{\eta_c}$$~~



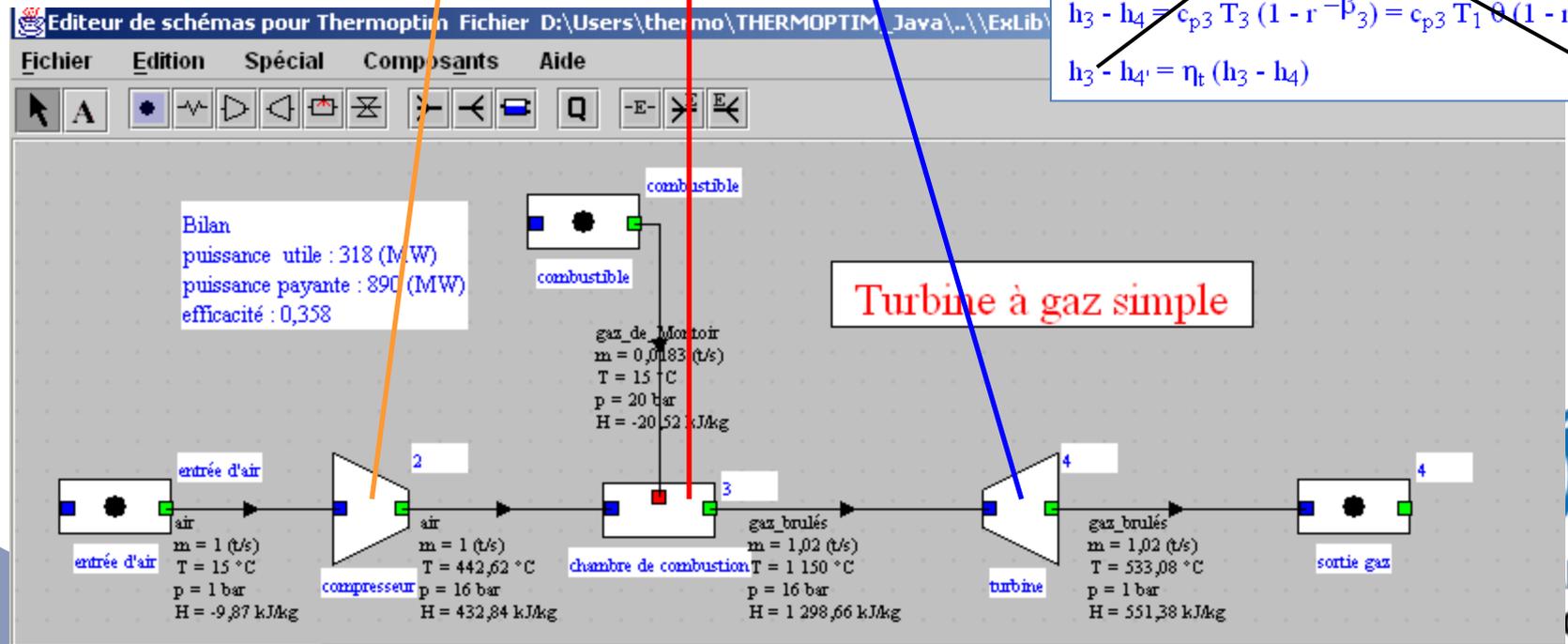
**Détente**

~~$$\beta_3 = \frac{\gamma_3 - 1}{\gamma_3} = \frac{c_{p3} - c_{v3}}{c_{p3}}$$

$$\theta = \frac{T_3}{T_1}$$

$$h_3 - h_4 = c_{p3} T_3 (1 - r^{-\beta_3}) = c_{p3} T_1 \theta (1 - r^{-\beta_3})$$

$$h_3 - h_4' = \eta_t (h_3 - h_4)$$~~



# Intérêt pédagogique de Thermoptim

- aide les élèves à structurer leurs schèmes
- permet une approche visuelle très féconde
- décharge les élèves des difficultés calculatoires sans nécessiter des simplifications outrancières
- peut traiter des cas réels : simulateur professionnel doublé d'un didacticiel
- rend les élèves opérationnels (fondamental pour leur motivation)

# Utilisateurs de Thermoptim

- > 120 établissements d'enseignement supérieur
  - Classes préparatoires
  - IUT, Ecoles d'ingénieur, Universités
- 20 licences industrielles (CEA, EDF, Areva, CETIM...)
- langues : français, allemand, anglais, catalan, espagnol, italien, portugais

# Séances sonorisées Diapason

- Modules structurés en étapes, séances, parcours et cursus
- Présentations théoriques, méthodologiques et technologiques

? Parcours Copyright R. Gicquel 2004

Généralités, utilisation de Th  
Bases de thermodynamique  
Thermodynamique et techno  
Turbines à gaz

Séances

S10 Transfert de chaleur à ur  
S11 Thermo compressions c  
S12 Techno des compresse  
S13 Techno des turbomachin  
S15 Thermo combustion  
S16 Techno des chaudières

Étapes

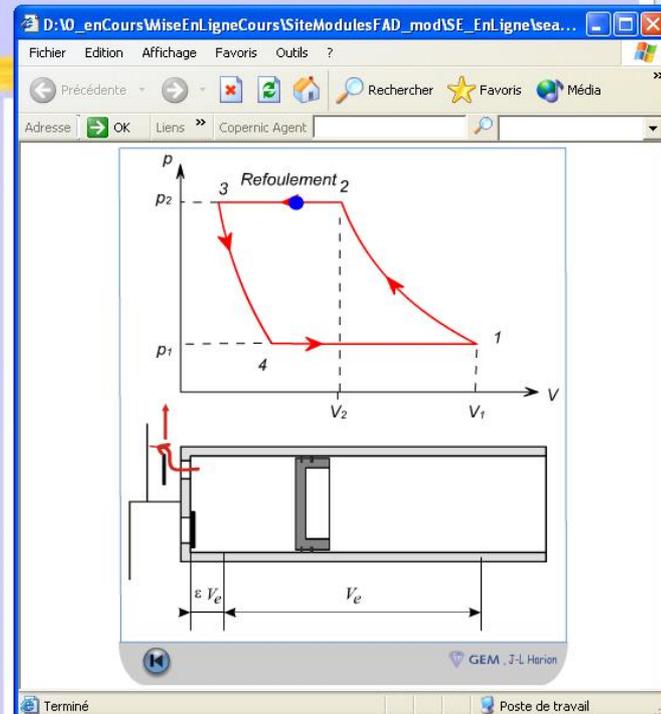
Introduction  
Classification des compres  
Compresseur à piston  
Différents types de compres  
Diagramme de Watt théoriqu  
Diagramme de Watt réel  
Rendement volumétrique  
Expression du rendement vo  
Rendement isentropique  
Allure des rendements  
Puissance de compression  
Calcul pratique d'un compres  
Types de compresseurs  
Ecorché d'un compresseur à  
Coupe d'un compresseur à p  
Compresseurs hélicoïdaux  
Compresseur hélicoïdal herr  
Compresseur hélicoïdal herr  
Compresseurs spirale

Technologie des compresseurs volumétriques / Auteur : R. Gicquel / Date : 02/07/04

écoute 50 60 pause

## Diagramme de Watt théorique

- ⌘ a - b : admission ( $\Delta m$ )  
 ( $\Delta m_0$ ) dans volume mort
- ⌘ b - c : compression isentropique ( $\Delta m + \Delta m_0$ ) jusqu'à  $P_2$
- ⌘ c - d : expulsion  $\Delta m$
- ⌘ d - a : détente isent-



Animation : tracé du cycle de Watt synchronisé avec le mouvement du piston

# Intérêt des séances DIAPASON

- Excellente efficacité pédagogique :
  - élèves plus actifs qu'en salle de cours
  - choisissent eux-mêmes les moments où ils étudient
  - peuvent travailler à leur rythme, seuls ou en groupe
  - ont accès à tout moment aux explications orales de l'enseignant



Rechercher  OK

Bases de thermodynamique Guides méthodologiques Technologies Problèmes globaux Enseignement Logiciel Glossaire

Authentification



## Dernières nouvelles

- [Stage LIESSE sur Thermoptim](#) (29 octobre 2007)

RSS 2.0

## Liens sélectionnés

- [Le consortium UNIT](#)
- [Diffusion commerciale](#)

## Derniers documents

- [Available pedagogic resources](#)
- [Ressources pédagogiques disponibles](#)
- [Club ALET](#)
- [Club ALET](#)
- [Industrial applications](#)

RSS

## Derniers cours UNIT

- [Région 3 de TIM : Fonctions avancées pour l'image](#)  
>>
- [Région 2 de TIM : Coder des images et des vidéos](#)  
>>

## Vous êtes étudiant ?

Démarrage  
FAQ, Glossaire  
Modules d'auto-formation (accès libre)  
Séances Diapason disponibles

## Enseignant ?

Découverte  
Communauté UNIT  
Club ALET  
Ressources disponibles

## Autre ?

Simple visiteur  
Industriel  
Documentation disponible  
Suggestions...

## Bienvenue sur le portail Thermoptim-UNIT !

Le projet THERMOPTIM traduit la volonté d'aborder différemment la thermodynamique appliquée aux systèmes énergétiques grâce aux Nouvelles Technologies Educatives (NTE). Il ouvre la voie à une **nouvelle approche pédagogique** qui permet de dépasser les difficultés auxquelles est confronté l'enseignement classique de cette discipline et de former des ingénieurs et scientifiques capables d'affronter les défis énergétiques du futur.

Il forme aujourd'hui un **ensemble large et cohérent de ressources** mises à votre disposition dans ce portail, dont nous espérons que ses **fonctionnalités** répondront à vos attentes. Notre objectif est qu'il constitue un outil de travail de qualité pour le plus grand nombre. N'hésitez surtout pas à nous faire part de vos **remarques et suggestions**.

Ces ressources s'articulent autour d'un **progiciel de simulation (THERMOPTIM)** et de **modules de formation à distance sonorisés (DIAPASON)**, qui rendent accessibles à tout moment les présentations de l'enseignant, avec ses explications orales, ses diaporamas et des liens hypertexte. Leur utilisation conjointe se révèle pédagogiquement très **efficace** et rencontre un **grand succès** auprès des élèves de plusieurs dizaines d'établissements d'enseignement.

De **l'étudiant** ou **l'enseignant** souhaitant une approche non conventionnelle et plus attractive de la thermodynamique, à **l'industriel** recherchant des moyens et des méthodes facilement abordables et fiables pour évaluer, dimensionner et optimiser des systèmes énergétiques, chacun trouvera en THERMOPTIM une **nouvelle méthodologie de travail** particulièrement féconde en matière de pédagogie, de modélisation et d'optimisation systémique.

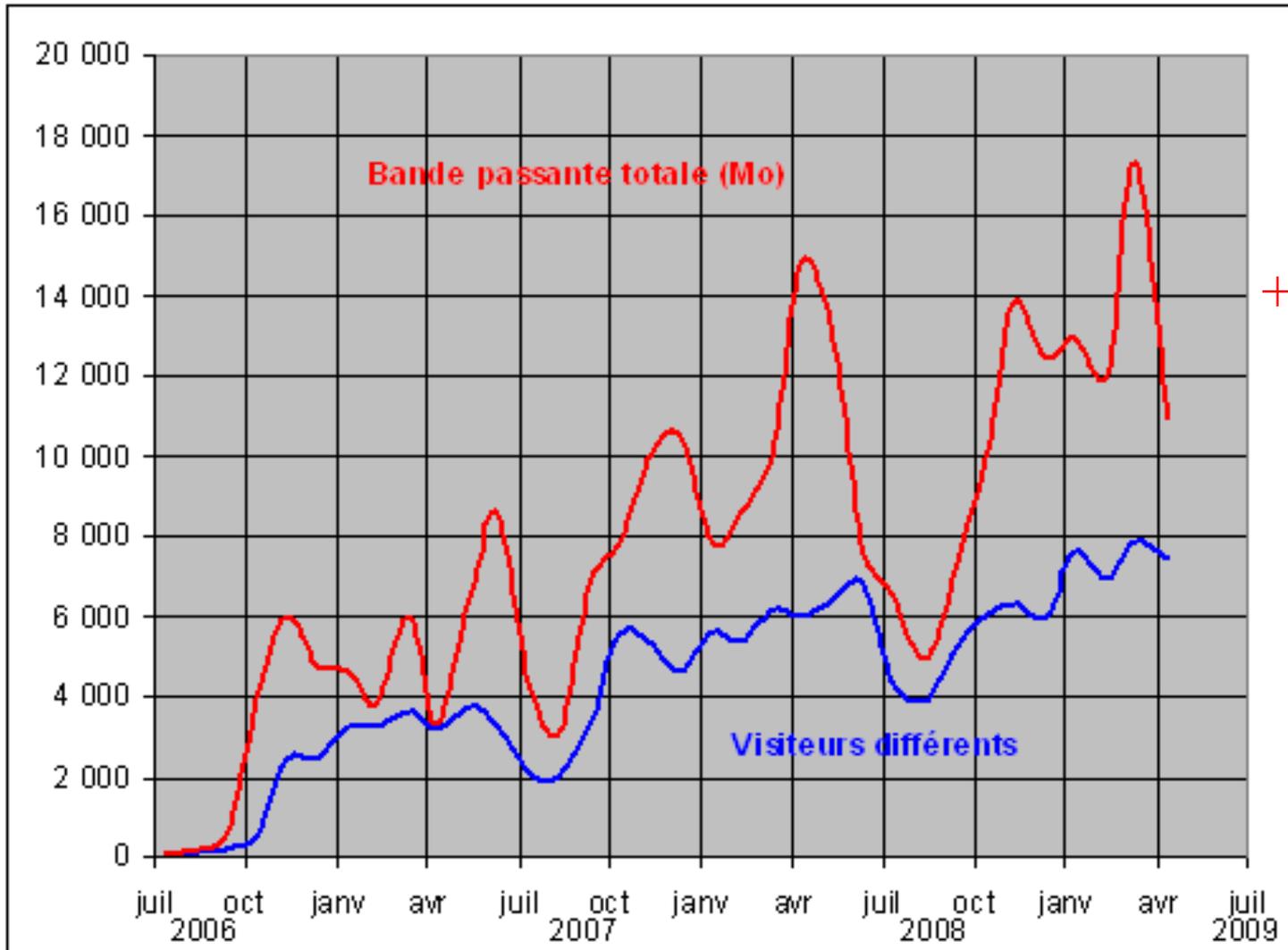
# Ressources du portail

- séances Diapason (Diaporamas Pédagogiques Animés et Sonorisés)
- fiches-guides de TD
- fiches thématiques synthétiques
- guides méthodologiques
- modélothèque
- notes relatives à la pédagogie de la thermodynamique
- supports écrits

# Résultats pédagogiques

- forte motivation des élèves
- meilleure assimilation, et surtout meilleure structuration des connaissances
- participation beaucoup plus active
- contacts plus intéressants avec les élèves

# Fréquentation du portail



+ 500 Mo/mois

+ 100/mois

# Estimation utilisation

- Fiches remplies par partenaires UNIT
  - Nombre de machines, d'élèves
  - Durée d'utilisation
- Estimation CPGE (nb lycées, nb classes, durée)
  - 235 stagiaires LIESSE (profs CPGE) depuis 2001
- Extrapolation partenaires, plus CPGE

# Utilisation pédagogique

- Autour de 250 enseignants impliqués par an
- plus de 7 000 élèves par an
- plus de 57 000 heures-élèves par an

# Proposition 2009

- 1) explicitation des principales stratégies pédagogiques :
  - fils d'Ariane pédagogiques (compréhension qualitative et phénoménologique des concepts-clés)
  - ingénierie pédagogique hybride (présentiel / en ligne)
- 2) accompagnement des enseignants dans cette démarche novatrice en rupture conceptuelle avec leurs pratiques
- 3) formations aux outils et à la nouvelle pédagogie

# Remerciements

