

Pédagogies mises en œuvre dans le projet THERMOPTIM-UNIT

R. GICQUEL

MINES ParisTech

expérience personnelle

- 90 : début enseignement systèmes énergétiques
- objectifs : maîtrise des **bases théoriques**, réalisations / contraintes sur la **technologie**, conception / dimensionnement de **cycles innovants**
- **1ères difficultés** : hypothèse gaz parfaits, calculs combustion
- **solution** : nombreux utilitaires Excel (pas vraiment satisfaisant)
- parallèlement, besoin utilitaire calculs propriétés fluides pour calculs intégration thermique (**méthode pincement**)
- 97 premier outil, **ThermoCalc**, devenu ensuite (99) **Thermoptim**

expérience personnelle

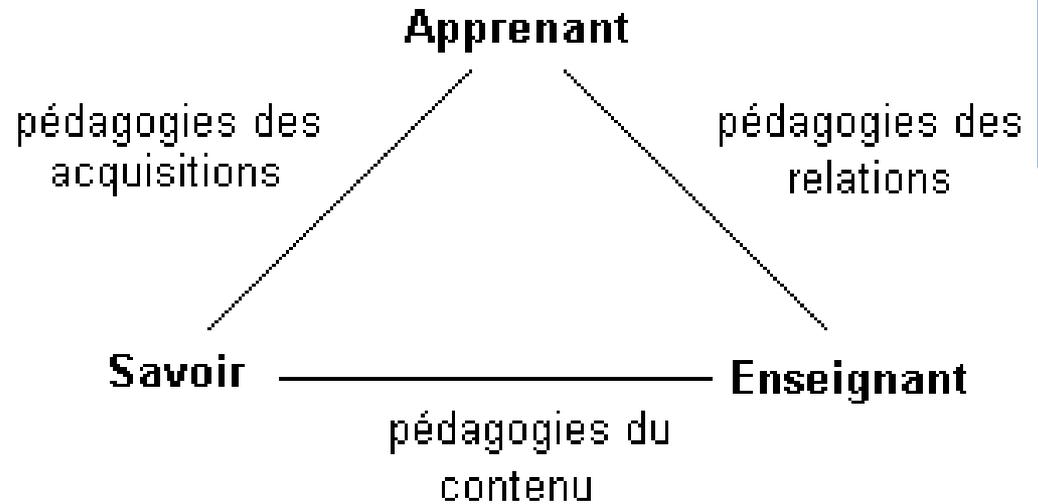
- 2001 : excellent bilan utilisation du simulateur, début diffusion (> 10), **déplacement de la problématique pédagogique**
- **modification du contenu à enseigner**, avec suppression des équations des propriétés des fluides
- de plus en plus de temps consacré à l'enseignement de la **réalité technologique** (conception, fonctionnement des systèmes)
- 2002 – 2004 : réflexions pédagogiques pour comprendre le succès de ThermoOptim auprès des élèves
- reconception pédagogique plus profonde de l'enseignement de la thermodynamique : démarche **d'ingénierie pédagogique**

Renouvellement de l'enseignement de la thermodynamique appliquée basé sur 3 TICE

- simulateur Thermoptim (spécifique)
- séances de formation à distance sonorisées Diapason (génériques)
- outil de déploiement : portail Thermoptim-UNIT (www.thermoptim.org)

ingénierie pédagogique

- triangle didactique



- 3 composantes principales :

- pédagogies des **acquisitions** (manière dont l'élève apprend et comprend)
- pédagogies des **relations** (centrées sur le couple enseignant-élève)
- pédagogies du **contenu** (manière dont l'enseignant définit ce qu'il enseigne)

ingénierie pédagogique

- d'après le Wikipédia, elle *trouve tout son intérêt lorsqu'il y a* :
 - *gestion d'un projet de formation sur et entre les 3 entités du **triangle d'apprentissage**, celle du formé-apprenant, celle des savoirs, celle du formateur-facilitateur*
 - *gestion du schéma des 3 unités [théâtrales]* :
 - ***temps** (formation synchrone / asynchrone)*
 - ***lieu** (formation en présentiel (face-à-face) / à distance)*
 - ***action** (formation individualisée / collective)*
 - *gestion des dispositions à l'acte d'apprendre (utilisation des technologies, formation informelle, accompagnement, etc.)*
- *http://fr.wikipedia.org/wiki/Ingénierie_pédagogique*

ingénierie pédagogique

- **principaux éléments** pour l'approche Thermoptim :
 - **théorie de la charge cognitive et approche constructiviste** qui relèvent de la **pédagogie des acquisitions**
 - **modèle RTM(E)**, Réalité, Théorie, Méthodes (et Exemples), qui relève de la pédagogie des contenus
 - développement des modules de FAD **Diapason** à l'intersection des 3 dimensions du triangle didactique

Théorie de la charge cognitive (Sweller) (1/2)

- capacités humaines d'apprentissage réduites car mémoire de travail à court terme très limitée :
 - nous ne pouvons **traiter simultanément que peu d'éléments (6-8)**
 - nous devons leur **donner un sens dans un temps très bref**
- deux mécanismes permettent de contourner cette difficulté :
 - **l'acquisition des schèmes** : construction de modèles mentaux explicatifs appropriés, afin de décomposer l'information en éléments significatifs mémorisables
 - une fois les schèmes bien structurés, **l'automatisation des tâches** résulte de la pratique et permet de retenir les méthodes de travail appropriées

Théorie de la charge cognitive (Sweller) (2/2)

- ce qui distingue un **expert**, ce n'est pas tant ses capacités intellectuelles supérieures que la richesse des **schèmes** qu'il utilise
- il y a risque de **surcharge cognitive** si trop d'informations disparates doivent être simultanément prises en compte par l'esprit. Il faut :
 - simplifier autant que possible le contenu des matériaux éducatifs utilisés
 - souci constant lorsque l'on développe des ressources pédagogiques numériques : éviter de présenter séparément des éléments qui ne peuvent être compris qu'ensemble (mécanisme dit de "**split attention**")
- les **exemples commentés** jouent un rôle essentiel dans l'apprentissage

Approche constructiviste (1/5)

- **l'apprenant construit une réalité** ou du moins l'interprète sur la base de ses perceptions
- l'apprentissage demande ainsi de relier les nouvelles informations aux connaissances antérieures afin d'**affiner les structures cognitives existantes (schèmes)**

Approche constructiviste (2/5)

- l'apprentissage le plus performant, celui qui a le plus de sens et est donc le plus efficace, est basé sur des **études de cas** et fait appel à des **tâches représentatives du monde réel**
- les contextes d'étude les plus efficaces :
 - sont basés sur des problèmes ou des études de cas qui **mettent l'étudiant en situation**
 - exigent de lui qu'il acquière des compétences ou des connaissances afin de **résoudre des problèmes concrets**

Approche constructiviste (3/5)

- caractéristiques de l'apprentissage cognitif :
 - **articulation** (rendre explicite la connaissance tacite)
 - **exploration** (apprendre comment former et tester des hypothèses)

- la **réflexion métacognitive** permet aux apprenants de :
 - mieux contrôler leur apprentissage
 - développer la réflexion pendant l'action ainsi que sur l'action

Approche constructiviste (4/5)

- les étudiants à un niveau avancé d'acquisition des connaissances doivent être exposés à des **environnements d'étude ouverts** qui **reflètent la complexité du monde réel**
- les **environnements NTE (TICE)** sont bien adaptés pour cela car ils peuvent représenter le monde aux étudiants dans sa complexité naturelle (pas de simplification "pédagogique" outrancière)

Approche constructiviste (5/5)

- les environnements d'apprentissage devraient favoriser la **construction collaborative des connaissances** en impliquant à la fois professeurs et étudiants
- les étudiants peuvent beaucoup apprendre de **l'observation d'autres étudiants** qui éprouvent et résolvent des difficultés analogues

Mise en œuvre pratique (1/3)

- rôle fondamental des **schèmes** (introduction des concepts, structuration du progiciel, conception du portail)
- souci constant de **limiter les surcharges cognitives** :
 - globalement en supprimant les équations inutiles (contenu)
 - spécifiquement, lors de la définition des séances de cours
 - dans la conception des écrans de Thermoptim
- mise à disposition des apprenants et des enseignants de nombreuses ressources sous forme d'**exemples commentés** (séances Diapason, fiches-guides, guides méthodologiques...)

Mise en œuvre pratique (2/3)

- faire en sorte **que l'apprenant soit le plus actif possible** (contrôle de l'avancement des séances Diapason, nombreux TD...)
- souci constant de **traiter des cas réalistes** :
 - exemples industriels pour les études de cas, TD, projets...
 - illustrations des supports de cours et séances Diapason
- multiplier les explications données aux apprenants sur les différentes étapes de leur progression (**metacognition**)

Mise en œuvre pratique (3/3)

- guider l'apprenant dans son interaction avec la complexité du domaine disciplinaire et applicatif, le portail servant pour cela d'outil de navigation structuré (**mise en situation**)
- multiplier les occasions de travaux entre élèves lors de la définition pratique des activités proposées (**construction collaborative des connaissances**)

Liens complémentaires

présentation pdf

[http://www.thermoptim.org/sections/enseignement/pedagogie/
portail-thermoptim-unit](http://www.thermoptim.org/sections/enseignement/pedagogie/portail-thermoptim-unit)

références pédagogiques

[http://www.thermoptim.org/sections/enseignement/pedagogie/
references-sur-pedagogie](http://www.thermoptim.org/sections/enseignement/pedagogie/references-sur-pedagogie)

Renouvellement de l'enseignement basé sur 3 TICE

- simulateur Thermoptim (spécifique)
- séances de formation à distance sonorisées Diapason (génériques)
- outil de déploiement : portail Thermoptim-UNIT (www.thermoptim.org)

TURBINE A GAZ

Compression

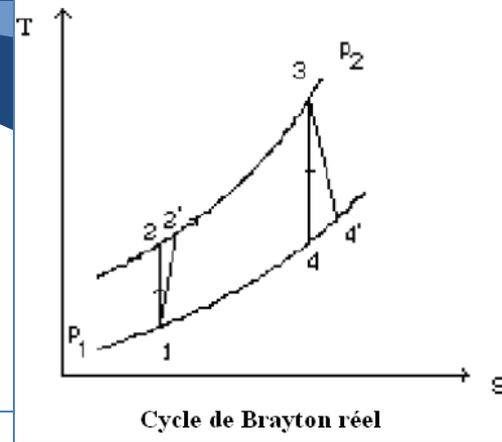
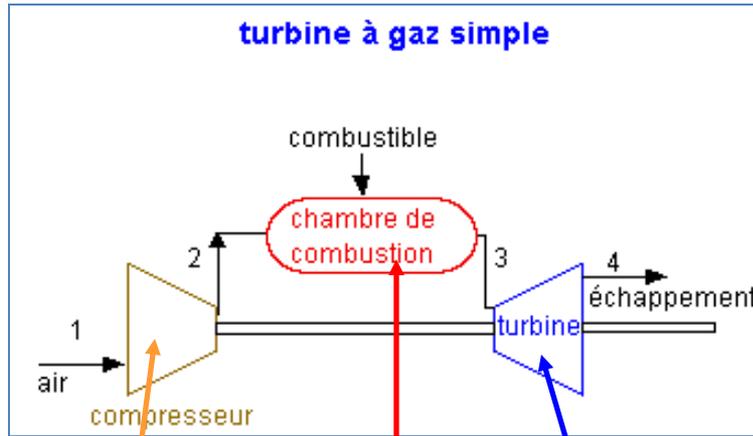
~~$$\beta_1 = \frac{\gamma_1 - 1}{\gamma_1} = \frac{c_{p1} - c_{v1}}{c_{p1}}$$~~

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

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

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

turbine à gaz simple



Détente

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

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

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

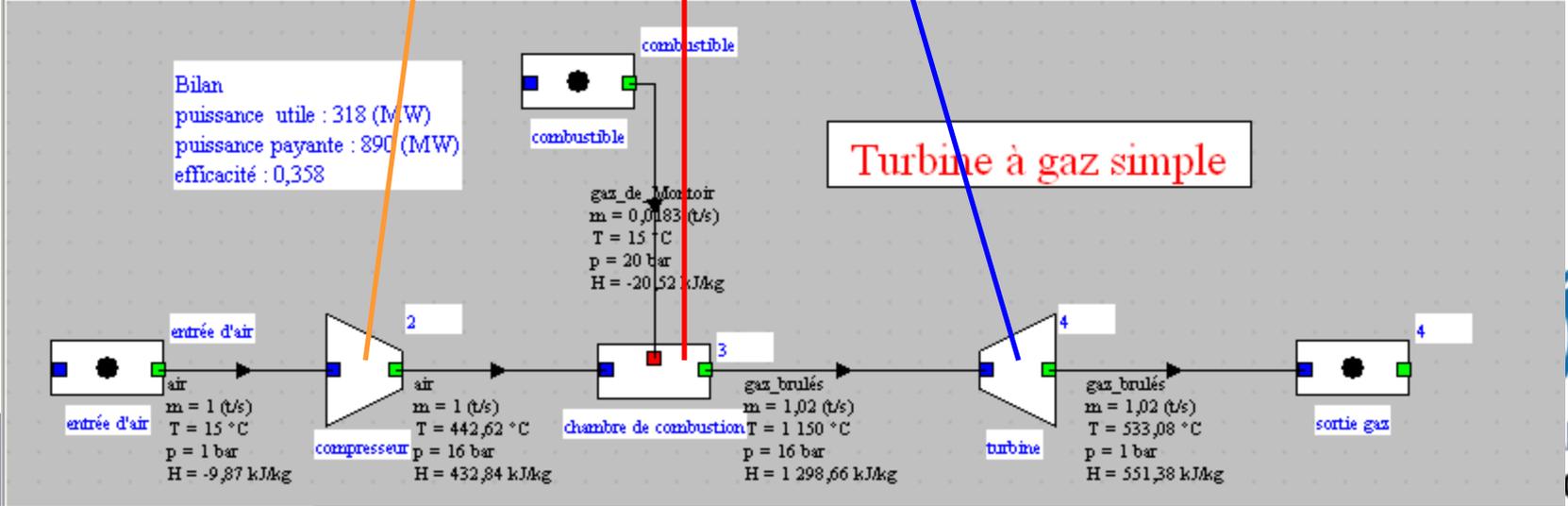
~~$$h_3 - h_4' = \eta_t (h_3 - h_4)$$~~

Editeur de schémas pour ThermoOptim Fichier D:\Users\thermo\THERMOPTIM_Java\...\ExLib

Fichier Edition Spécial Composants Aide

Bilan
 puissance utile : 318 (MW)
 puissance payante : 890 (MW)
 efficacité : 0,358

Turbine à gaz simple



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)

Modules en ligne 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

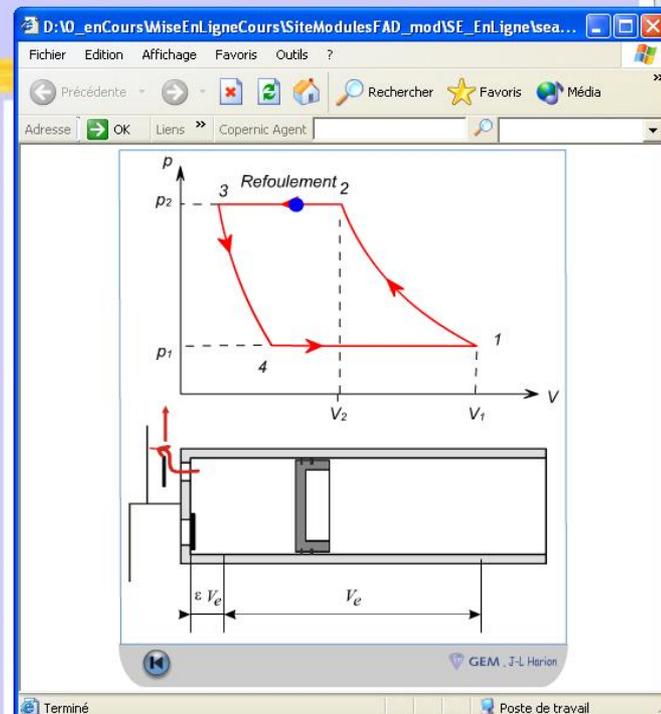
Introduction
Classification des compres
Compresseur à piston
Différents types de compres
Diagramme de Watt théoriqu
Diagramme de Watt réel
Rendement volumétrique
Expression du rendement vo
Rendement isentropique
Allure des rendements
Puissance de compression
Calcul pratique d'un compres
Types de compresseurs
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 pause
60
< >

Diagramme de Watt théorique

- ✂ a - b : admission (Δm)
☑ (Δm_0) dans volume mort
- ✂ b - c : compression isentropique ($\Delta m + \Delta m_0$) jusqu'à P_2
- ✂ c - d : expulsion Δm
- ✂ d - a : détente isent-



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

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