

Université Moulay Ismail  
Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers



**Journées de lancement du projet « SfP 982620 »**

**'Sahara winds to hydrogen: Applied research for sustainable energy systems'**

**Rabat, 29-30 Novembre 2007**

**Présentation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers  
Meknès**

**Dr. Abdelaziz ARBAOUI**

# Présentation de l'ENSAM

## Missions

- Formation d'ingénieurs
- Recherche et développement
- Formation continue

## Fonctionnement

- 60 Enseignants pour 600 Etudiants
- 30 Laboratoires pédagogiques
- 8 équipes de recherche

## Compétences de l'ENSAM dans le domaine des énergies renouvelables

- Aide à la décision et projets éoliens
- Dessalement des eaux saumâtres par des énergies renouvelables
- Machines à adsorption solaires
- Moteurs Stirling

## Thèmes de R&D dans le cadre du projet « SfP 982620 »

### Thème n°1

#### Outils d'aide à la décision dans le domaine des projets éoliens

⇒ Rapporter des expertises en faveur des Utilisateurs

### Thème n°2

#### Industrialisation locale d'une éolienne de faible puissance

⇒ Concevoir et mettre en oeuvre un prototype  
Rechercher des partenaires industriels et institutionnels pour l'industrialisation du prototype

## Matériels et équipements disponibles



**Atelier de fonderie et outillages**

**M. BOUAIYAD**



**Atelier de mise en forme et de Traitement des matériaux**

**M. AORA**



**Atelier d'usinages conventionnels**

**M. GADARI**



**Atelier de commande numérique et métrologie tridimensionnelle**

**M. MOSSAMI**

## Membres du groupe de travail au niveau de l'université Molay Ismail



**Dr. Ing. A. ARBAOUI**  
Spécialité: Mécanique



**Pr. M. ASBIK**  
Spécialité: Energétique



**Ing. R. MENAOUI**  
Spécialité: Informatique

### Dés le lancement du projet

- 4 Etudiants de la 5<sup>ème</sup> année de l'ENSAM (Projets Industriels de Fin d'Etudes)
- 8 Etudiants de la 4<sup>ème</sup> année de l'ENSAM (mini-projets)

### À partir de la deuxième année du projet

- 2 Etudiants du Mastère Mécanique, Energétique et Matériaux de l'ENSAM
- 2 Etudiants en Thèse

## Partenaires académiques



A. MIMET du Laboratoire d'énergétique, Faculté des Sciences, Tétouan.

**Association du solaire et de l'éolien pour  
alimenter des unités de dessalement  
décentralisées**



J.P. NADEAU et P. SEBASTIAN du Laboratoire TREFLE  
Esplanade des Arts et Métiers, 33405 Talence Cedex, France.

## Membres du groupe de travail au niveau de l'université Molay Ismail

**Le projet « SfP 982620 » profitera des 2 projets que nous développons dans le cadre du programme d'appui à la recherche de l'université Molay Ismail**

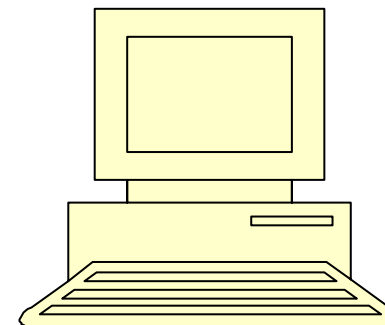
**Installation pilote pour l'étude du dessalement des eaux saumâtres de Ain ALATI à Errachidia**

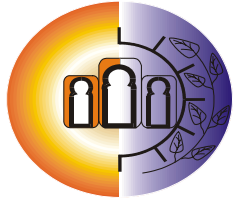
**Projet 1**



**Système d'aide à la décision à base de contraintes qualifiées: Applications aux projets éoliens**

**Projet 2**





Université Moulay Ismail  
Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers



---

**Journées de lancement du projet « SfP 982620 »**

**'Sahara winds to hydrogen: Applied research for sustainable energy systems'**

**Rabat, 29-30 Novembre 2007**

**Présentation des travaux de recherche et développement  
de l'ENSAM-Meknès**

**Dr. Abdelaziz ARBAOUI**



# Tache n°1: Outil d'aide à la décision dans le domaine des projets éoliens

Trouver l'adéquation entre



Aspect financier du projet

Qualité de l'énergie électrique



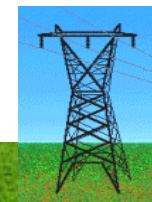
Système de stockage

Système éolien

Site

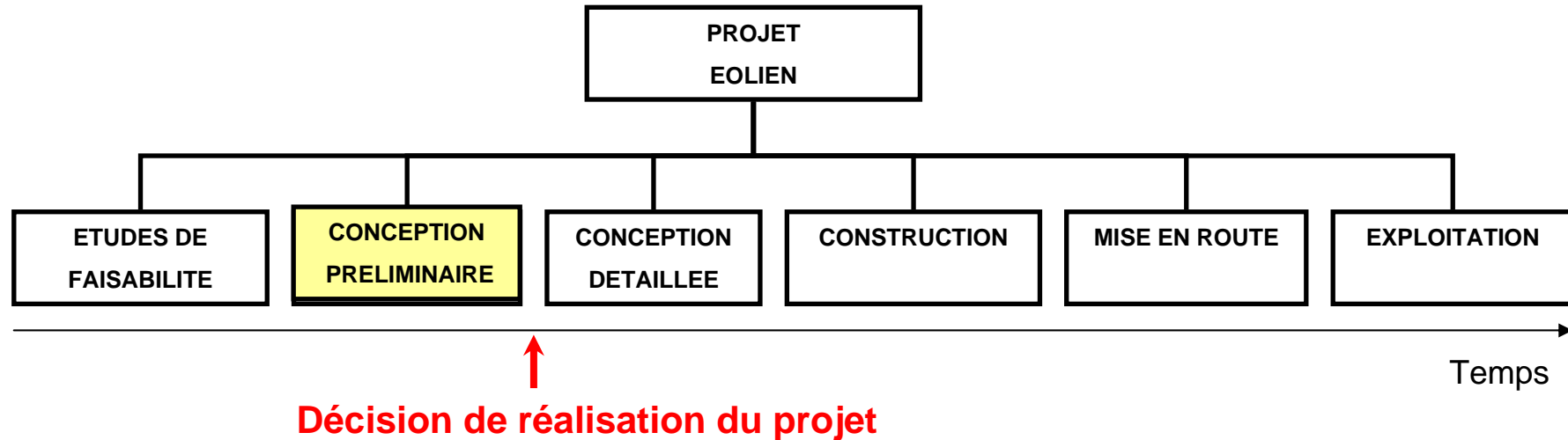


Réseau



# Tache n°1: Outil d'aide à la décision dans le domaine des projets éoliens

## Contexte général



Choix du site
Choix du système éolien
Choix du réseau

**Choix réalisés durant la phase de conception préliminaire**

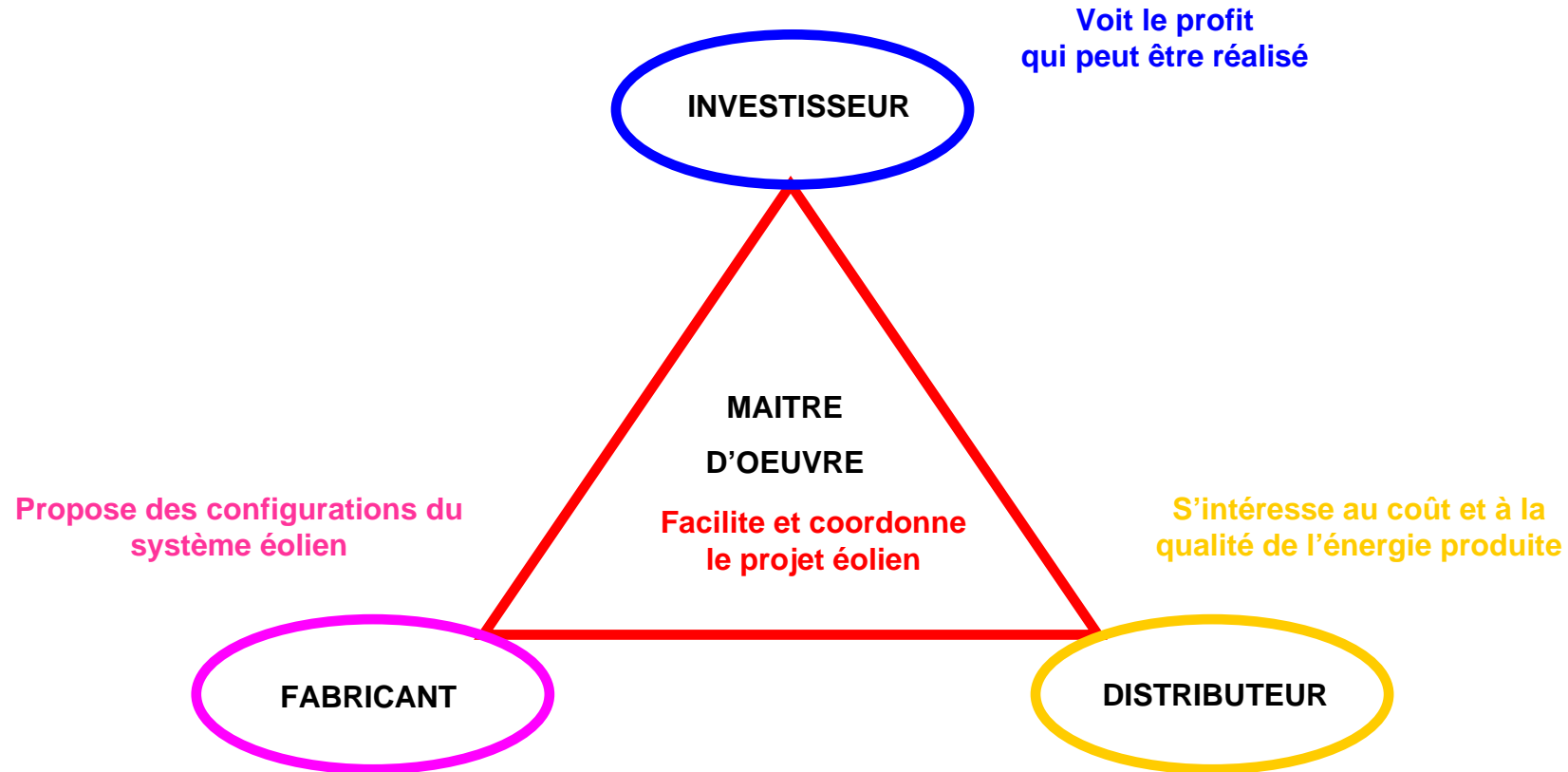
**ENGAGENT**

**75% du coût d'investissement total du projet**

**Augmenter la fiabilité des connaissances au stade de la conception préliminaire et de l'appel d'offre**

# Tache n°1: Outil d'aide à la décision dans le domaine des projets éoliens

## Contexte général



## Objectif

*Réaliser un outil d'aide à la décision qui peut fournir une expertise proche de celle du maître d'oeuvre*

# Tache n°1: Outil d'aide à la décision dans le domaine des projets éoliens

## Formulation par contraintes d'un modèle pour l'aide à la décision

- un ensemble de variables :  $\{V_1, V_2, \dots, V_n\}$
- un ensemble de domaines de valeurs pour chaque variable :  $\{D_1, D_2, \dots, D_n\}$
- un ensemble de relations appelées contraintes C :  $\{C_1, C_2, \dots, C_p\}$

**Cr : Les critères de décision**

**VCo: Les variables de conception**

**VA: Les variables auxiliaires**

Domaine discrets  $p \{2, 3\}$

Domaines continus  $D, N$

**Contrainte :** relation entre plusieurs variables

restriction sur les domaines de valeurs des variables

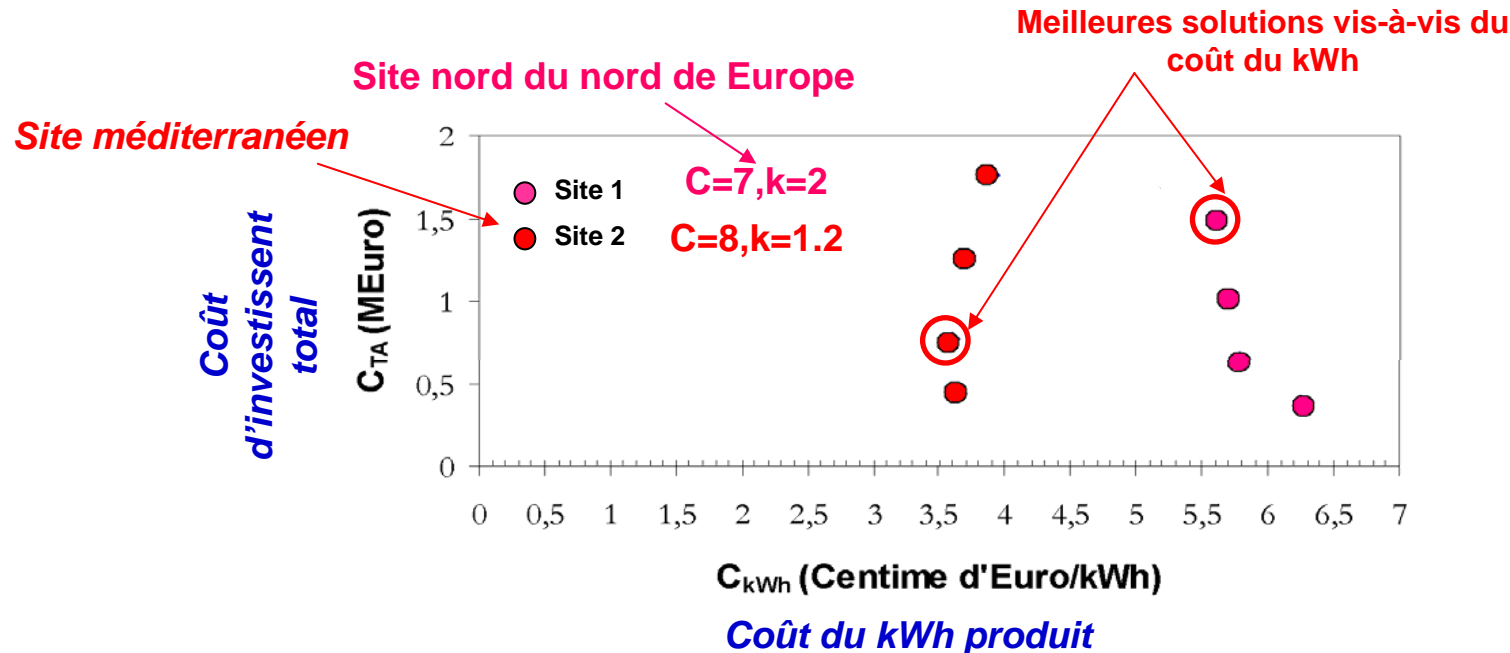
**SOLVEUR**  
**CSP**



- une solution d'un PSC :  
combinaisons de valeurs :  $(a_1, a_2, \dots, a_n)$   
respectent toutes les contraintes simultanément <sub>12</sub>

# Tache n°1: Outil d'aide à la décision dans le domaine des projets éoliens

## Un résultat antérieur



Système éolien	Les critères (Cr)			Les variables de conception (VCo)						
	$C_{kWh}$ Centime d'Euro	$E_{PA}$ (GWh)	$C_{TA}$ (MEuro)	D (m)	$H_{hub}$ (m)	$P_n$ (kW)	$V_{des}$ (m/s)	N (tr/mn)	Type de contrôle	p
Site 1	5.6	2.69	1.5	60	50	1200	8	15.9	PVV	2
Site 2	3.59	2.17	0.77	40	40	1200	11	34	PVV	2

- Les variables liées à la taille ( $D$  et  $H_{hub}$ ) ont des valeurs plus faibles
- Les variables liées à la puissance installée ( $N$ ,  $V_{des}$ ) sont plus élevées

Pour un site de type méditerranéen

## **Tache n°1: Outil d'aide à la décision dans le domaine des projets éoliens**

### Objectif dans le cadre du projet « SfP 982620 »

*Etendre notre approche aux parcs éoliens*

- **Prendre en compte l'ensemble des contraintes liées à l'effet de sillage pour optimiser l'emplacement des éoliennes en fonction de la superficie du terrain disponible.**
- **Introduire les aspects planifiés et non planifiés de la maintenance pour déterminer la quantité d'énergie électrique, réellement, produite par le parc.**

*Rapporter des expertises en faveur des Utilisateurs*

## Tache n°2: Industrialisation locale d'une éolienne de faible puissance

### Contexte général et objectifs

Le marché des éoliennes de faible puissance présente un potentiel intéressant.

Les applications vont des sites isolés jusqu'à la production indépendante pour réduire la consommation de l'électricité.

**Malgré ce potentiel on remarque leur quasi absence dans notre paysage énergétique.**

Les causes sont multiples:

**Coût élevé**

Technologie non encore mature

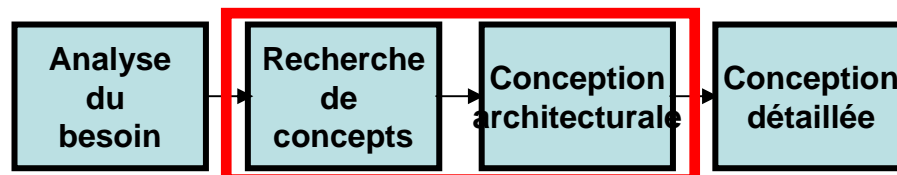
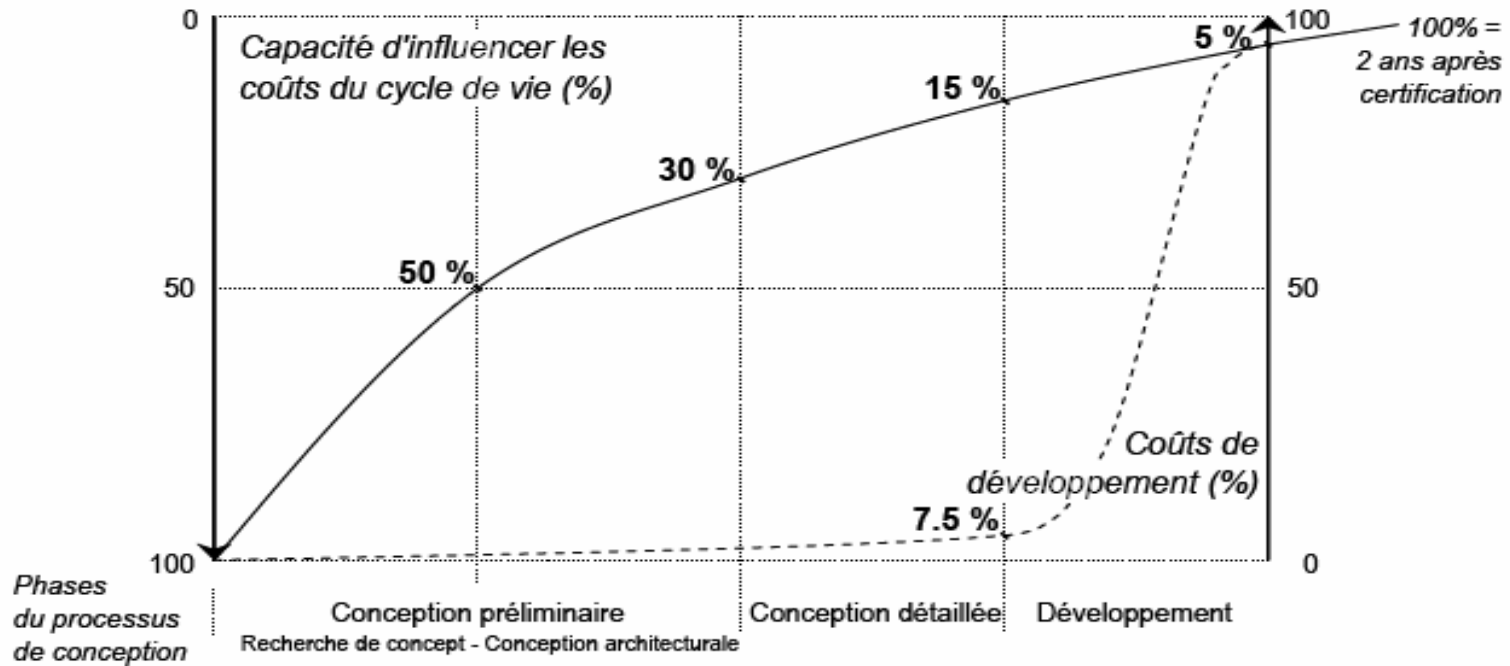
Marché complexe

### Objectif

**Réalisation d'un prototype à moindre coût  
Recherche de partenaires industriels et institutionnels pour l'industrialisation**<sup>15</sup>

## Tache n°2: Industrialisation locale d'une éolienne de faible puissance

### Enjeux de la conception préliminaire

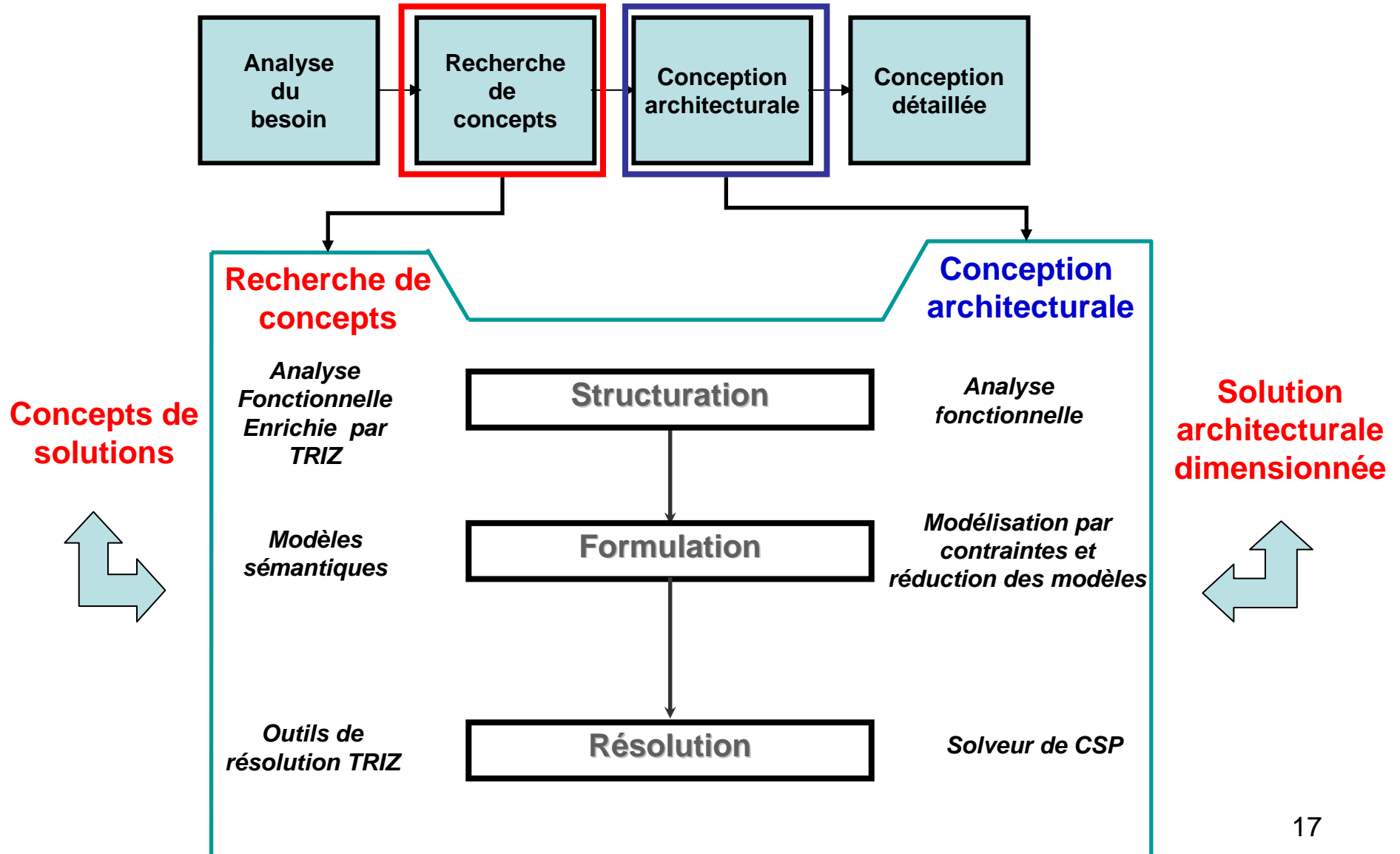


**conception préliminaire**



# Tache n°2: Industrialisation locale d'une éolienne de faible puissance

## Méthodes et outils



# Tache n°2: Industrialisation locale d'une éolienne de faible puissance

## Mise en œuvre de la méthodologie pour la conception du mécanisme de régulation

*Mini projet : K. ZENNOHI et A. HALLAOUI*

