

# Challenge ROADEF/EURO 2010

<http://challenge.roadef.org>

Placement des arrêts des centrales nucléaires à EDF

**Murat Afsar**

Université de Technologie de Troyes, France

**Christian Artigues**

LAAS-CNRS, Université de Toulouse, France

**Eric Bourreau**

LIRMM, Université de Montpellier 2, France



# PLAN de LA PRESENTATION

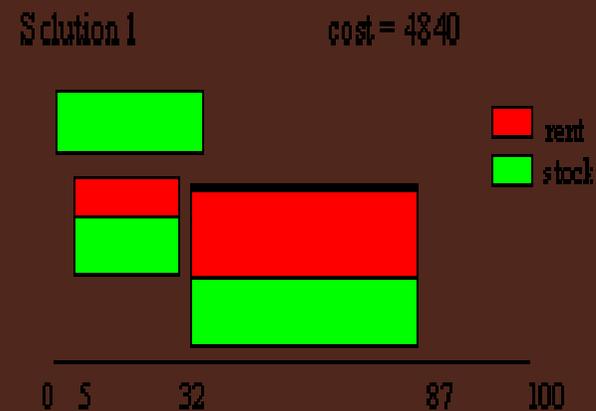
- Qu'est ce que le challenge ROADEF et ROADEF/EURO ?
- Rappel des 10 ans de challenge ROADEF
- Présentation du sujet 2010 par Guillaume DEREU (EDF R&D)
- Planning du challenge 2010
- Prix proposés
- Quelques chiffres sur les équipes enregistrées
- Méthode d'évaluation
- Equipes qualifiées et méthodes proposées
- Et après ?

# Qu'est-ce que le challenge ROADEF/EURO challenge

- **Compétition de RO** internationale
- Organisée avec une **entreprise** qui propose un **problème d'optimisation** et **des données réelles**
- **Objectif pour les participants**: concevoir et implémenter une méthode pour obtenir les meilleurs résultats sur les instances
- **Ouvert à presque tout le monde, 3 catégories**:
  - Senior : pas de restriction, calcul parallèle interdit
  - Junior : seulement des étudiants, calcul parallèle interdit
  - Multi-Thread : pas de restriction, calcul parallèle permis
- *Association avec EURO depuis cette année...*

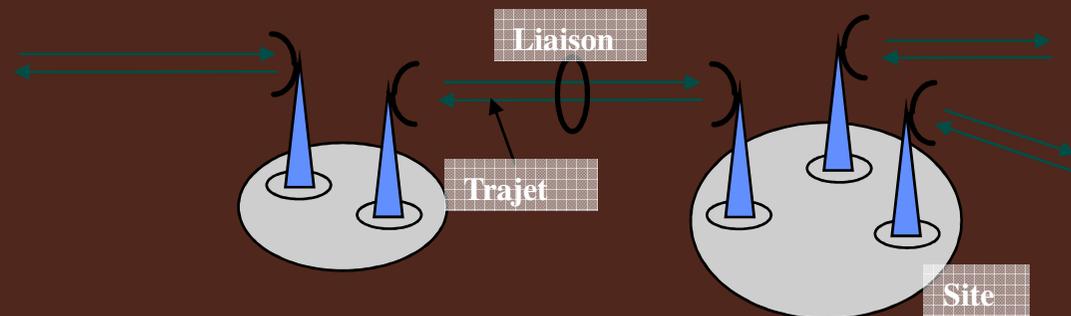
# Dix ans de challenges

- 1999
  - Entreprise: Bouygues
  - Problème: Gestion des stocks
  - Premier prix: IMAG, INPG
  - Méthode: programmation linéaire et amélioration itérative



# Dix ans de challenges

- 2001
  - Entreprise : CELAR (Centre d'Electronique de l'Armement)
  - Problème: Allocation de fréquences avec polarisation
  - Premier prix : Ecole des Mines d'Ales
  - Méthode : Méthode tabou et voisinages consistants



# Dix ans de challenges

- 2003
  - Entreprise: ONERA et CNES
  - Problème: ordonnancement des prises de vues d'un satellite agile d'observation de la terre
  - Premier prix : TNO Physics and Electronics Laboratory (Netherlands)
  - Méthode : Recuit Simulé



# Dix ans de challenges

- 2005
  - Entreprise: Renault
  - Problème: Ordonnancement de véhicules
  - Premier prix : Laboratoire d'Informatique Fondamentale de Marseille (Equipe junior !)
  - Méthode : Recherche locale à haute performance



# Dix ans de challenges

- 2007
  - Entreprise: France Télécom
  - Problème: Ordonnancement des interventions de techniciens
  - Premier prix : Eindhoven University of Technology
  - Méthode : PLNE

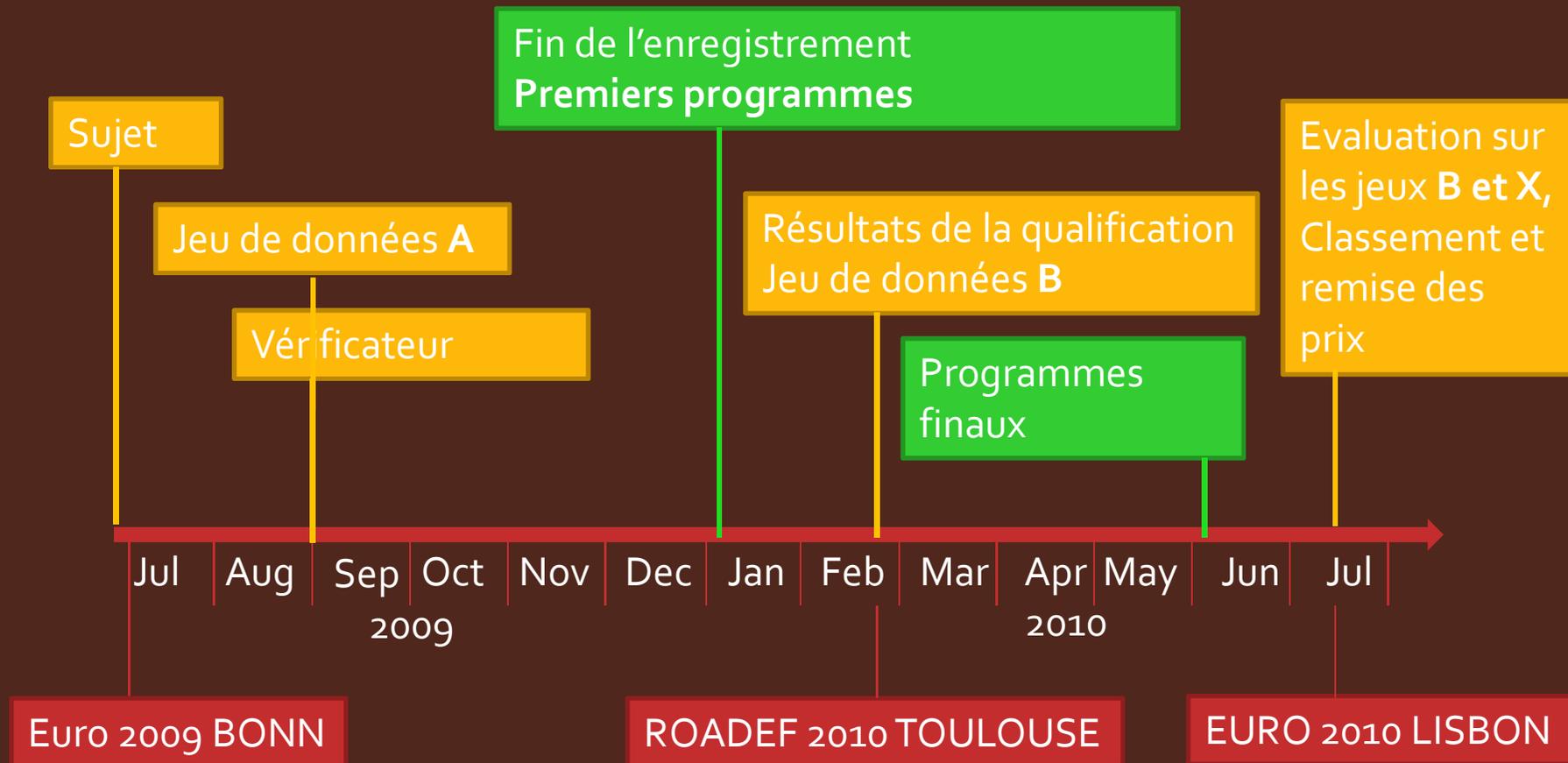


# Dix ans de challenges

- 2009
  - Entreprise: Amadeus
  - Problème: Gestion des perturbations dans le domaine aérien
  - Premier prix : HEC Montreal et CIRRELT (Canada)
  - Méthode: Recherche à grands voisinages



# Déroulement du challenge ROADEF/EURO 2010



# Prix

- **Catégorie Senior**  
4000 € pour l'équipe gagnante
- **Catégorie junior**  
4000 € distribués aux finalistes
- **Catégorie Multi-thread:**  
2000€ pour l'équipe gagnante

# Le challenge 2010 en chiffres

- 44 équipes inscrites (125 candidats)
  - 27 seniors, 17 juniors
  - 25 pays (15 européens)
  - Une forte participation française (Angers, Bordeaux, Grenoble, Lille, Marseille, Nantes, Paris13, Polytechnique, Toulouse)
- Moins de 50% de qualifiés....

# Pays représentés pour le challenge 2010

- Australie
- Autriche (2)
- Allemagne (2)
- Bosnie
- Canada
- Chili
- Danemark (2)
- Espagne
- Etats-Unis d'Amérique (4)
- Finlande
- France (7)
- Grèce
- Hong-Kong
- Inde (2)
- Irlande
- Italie (2)
- Malaisie
- Mexique
- Nigeria
- Pays-Bas (3)
- Pologne
- Portugal (2)
- Suisse (2)
- Turquie (4)

# Evaluation

- Intel Xeon 5420 2.5Mhz quad core biprocesseur
- **Qualification** : 30 minutes par instance, jeu A.

$$scoreQualificationPhase = \sum_{i \in A} \frac{objective(i) - objective^*(i)}{objective^*(i)}$$

- **Finale** : 60 minutes par unstance, jeux B et X.

$$scoreFinalPhase = \sum_{i \in B \cup X} \frac{objective(i) - objective^*(i)}{objective^*(i)}$$

# Méthodes reçues, sans trop dévoiler :

- Glouton (avec composantes aléatoires)
- PLNE (Benders, génération de colonnes, coupes,...)
- Programmation par contraintes
- Recherche locale
- Méthode Tabou
- Méthodes évolutionnaires
- Recuit simulé
- Méthodes de décomposition
- Méthodes ``hybrides''

# Equipes qualifiées

Rang	Equipes Qualifiés	Score*	Pays	
1	Bouygues e-lab/LIF Marseille (Gardi, Estellon, Nouioua)	0,02%	France	
2	4C Cork (Cambazard, Hebrard, O'Sullivan)	0,05%	France/Irlande	 
3	Univ. Sud Danemark	0,17%	Danemark	
4	Univ. Hong Kong	0,51%	Chine	
5	Univ. Technology Helsinki	0,58%	Finlande	
6	Univ. Technology Vienne	0,65%	Autriche	
7	Univ. Technology Eindhoven (Cor Hurkens)	1,17%	Pays-bas	
8	ICCOR (Dell'Amico, Diaz)	1,59%	Italie	
9	Zuse Institute Berlin	2,10%	Allemagne	
10	BelImproved (Peekstok, Kuipers)	2,28%	Hollande	
11	GERAD Montréal (Soulis, Desaulniers, Gendreau, Rousseau, Lessard, Raymond)	2,39%	Canada	
12	Technical Univ. Denmark	2,76%	Danemark	
13	Univ. Sarajevo	3,29%	Bosnie	
14	GSCOP Grenoble (Weber, Darlay, Naves, Kieffer)	5,12%	France	
15	ESSEC/LVMT/LIPN Paris (Alfandari, Chemla, Létocart, Turi, Rozenknop, Wolfer Cavo)	5,64%	France	
16	Univ. Industrial Kocaeli	7,19%	Turquie	
17	Univ. Genova / Institut della Molla y Intelligenza Artificial	7,61%	Suisse/Italie	 
18	Univ. Industrial Kocaeli	7,90%	Turquie	
19	Polytechnique/Bouygues e-lab (Durr, Jost, Savourey, Taouti, Jeanjean)	9,49%	France	
<b>Repéchés</b>				
20	Bordeaux (Joncour, Chicoisne, Labat, Miller, Pesneau, Sadykov, Stauffer, Vanderbeck)	0,41%	France	(sur 5 instances)
21	Univ. Technology Eindhoven (Murat Firat)	1,60%	Hollande	(sur 4 instances)
<b>Remarque</b> : Equipe Gardi en version multi-threadée (bi-pro XEON, quad core)				
		0,0147%	France	

\* Distance aux meilleures solutions

SENIOR

JUNIOR

# Et les gagnants sont...

**EURO XXIV LISBON**

24th European Conference  
on Operational Research  
July 11-14 · 2010

**EURO** **Apdio**

**EVENT STARTS IN**  
Days Hours Minutes

**THE CONFERENCE** **MY CONFERENCE** **WHO'S INVOLVED** **TRAVEL & TOURISM**

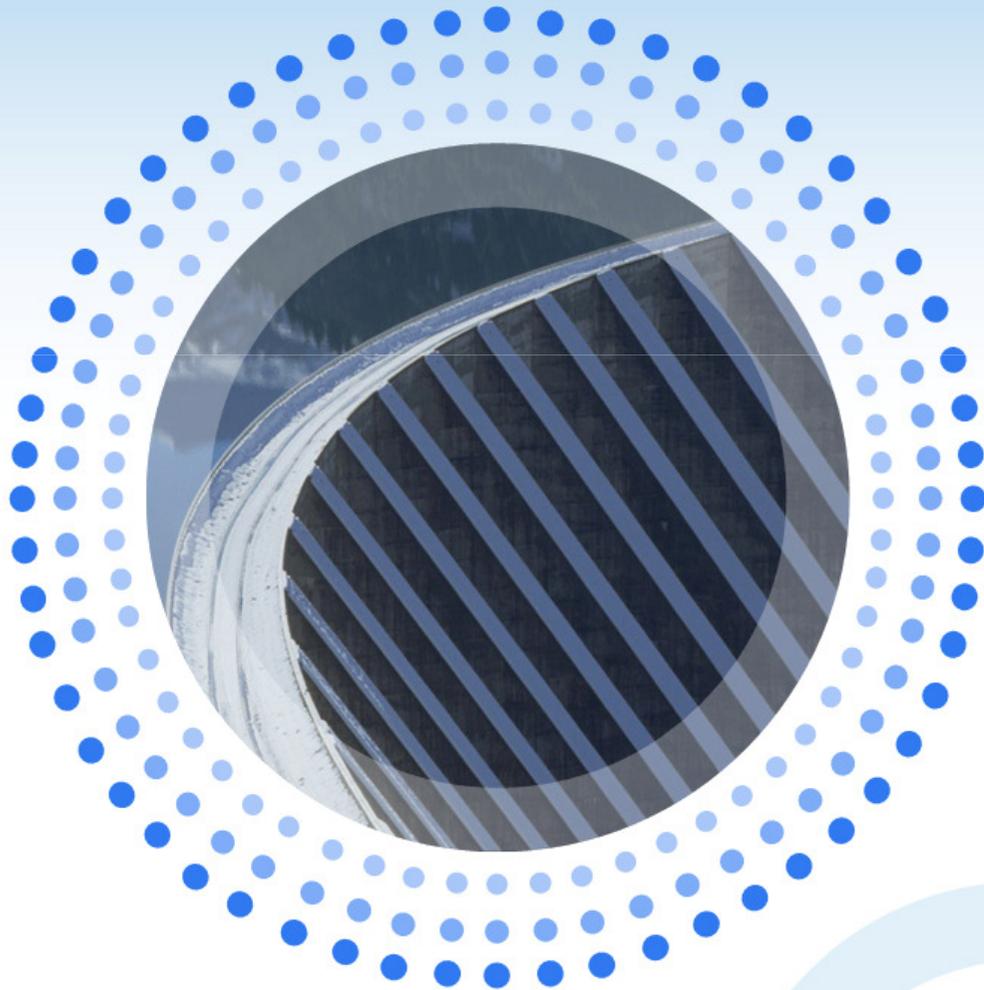
Photo: Jerónimos Monastery – cloyster. Phil Augustauo / iStockphoto

# Appel à candidature : challenge 2011/2012

- Entreprises intéressées, merci de contacter [challenge@roadef.org](mailto:challenge@roadef.org)

# ROADEF/EURO challenge 2010

Placement des arrêts des centrales nucléaires à EDF



25 février 2010  
ROADEF 2010 Toulouse

Guillaume Dereu

[guillaume.dereu@edf.fr](mailto:guillaume.dereu@edf.fr)

EDF R&D, équipes  
optimisation et gestion de la  
production moyen-terme





# Plan

- ◎ Introduction
- ◎ Description du problème
  - Variables de décisions
  - Fonction objectif
  - Contraintes



# Le problème EDF à résoudre

- EDF doit optimiser un parc de production composé de:
  - Centrales thermiques (nucléaire, charbon, pétrole et gaz): 90% de la production d'électricité en 2008
  - Hydraulique et autres énergies renouvelables: 10% de la production d'électricité en 2008
- La gestion de la production est soumise à de nombreux aléas (demande, pannes, apports hydrauliques, marchés,...) => prise en compte de plusieurs scénarios



# Définition du problème

- ⊙ Certaines centrales thermiques doivent être arrêtées pour rechargement et opérations de maintenance. Le placement de ces arrêts est soumis à différents types de contraintes.

**=> les participants doivent modéliser et résoudre ce problème, qui peut être vu comme deux sous-problèmes qui interagissent:**

1. Déterminer un planning d'arrêt unique qui convient à tous les scénarios
2. Déterminer un programme de production qui satisfait la contrainte de demande (i.e. la quantité produite pour chaque centrale à chaque pas de temps de chaque scénario).



# Un parc thermique

Le parc de production à considérer est une combinaison de 2 types de centrales:

- ⊙ Centrales de type 1, qui n'ont pas besoin d'être arrêtées pour être approvisionnées en combustible
- ⊙ Centrales de type 2, qui ont besoin d'être arrêtées pour être rechargées et qui ne peuvent pas produire pendant ces périodes



# Variables de décisions

- ◎ Dates d'arrêts pour les centrales de type 2
- ◎ Les quantités rechargées pour les arrêts des centrales de type 2
- ◎ Les niveaux de production pour chaque centrale (type 1 et type 2) pour chaque pas de temps de chaque scénario



# Fonction objectif

La somme des termes suivants doit être minimisée:

- ⊙ Le coût des rechargements pour les centrales de type 2 moins la valeur du stock restant (moyen sur les scénarios) à la fin de la période considérée
- ⊙ La moyenne sur les scénarios des coûts de production pour les centrales de type 1



# 3 catégories de contraintes

- ⦿ Pour chaque scénario à chaque pas de temps, la somme des productions (type 1 + type 2) doit être égale à la demande
- ⦿ Contraintes techniques pour chaque centrale
- ⦿ Contraintes sur le planning d'arrêt



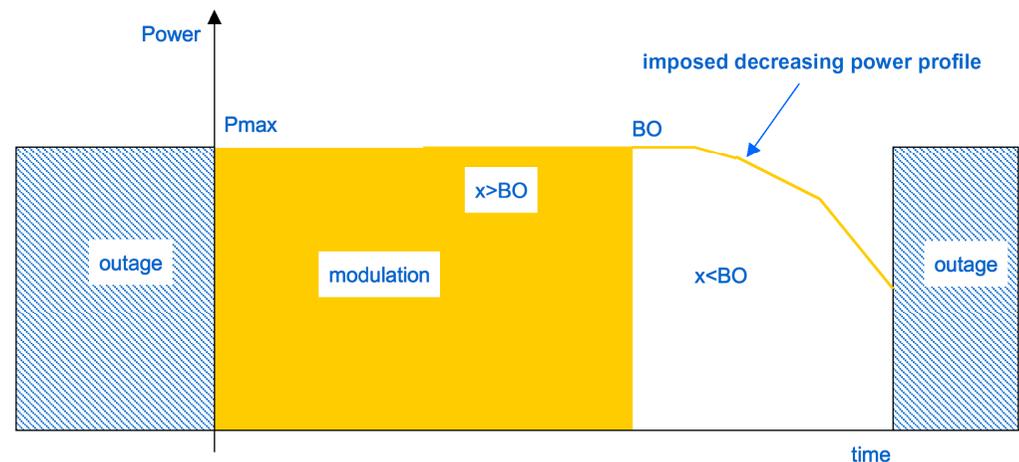
# Contraintes couplantes

© **Contraintes qui portent simultanément sur tous les moyens de productions:** pour chaque scénario à chaque pas de temps, la somme des productions (type 1 + type 2) doit être égale à la demande



# Contraintes techniques sur la puissance

- ◎ Bornes sur la puissance des centrales de type 1. A chaque pas de temps de chaque scénario la centrale doit respecter une puissance minimum et une puissance maximum.
- ◎ Bornes sur la puissance des centrales de type 2:





# Contraintes techniques sur les stocks des centrales de type 2

- ◎ **Bornes sur les quantités rechargées mais aussi sur le stock juste avant et juste après le rechargement.**
- ◎ **Perte de combustible à chaque rechargement, à chaque rechargement un pourcentage du stock est perdu**



# Contraintes sur le planning d'arrêt

- ⦿ **Contraintes sur les dates d'arrêts au plus tôt et au plus tard**
- ⦿ **Contraintes sur l'espacement minimum/ chevauchement maximum entre 2 arrêts**
- ⦿ **Espacement minimum entre les dates de début d'arrêt**
- ⦿ **Espacement minimum entre les dates de fin d'arrêt**
- ⦿ **Contraintes de ressources**
- ⦿ **Contrainte sur le nombre d'arrêts sur une semaine précise**
- ⦿ **Contrainte sur la puissance maximum en arrêt pendant une période**



# Taille du problème

- ⊙ **Nombre de centrales de type 1: moins de 100**
- ⊙ **Nombre de centrales de type 2: moins de 60**
- ⊙ **Horizon de temps: de 150 à 250 semaines avec 3 à 42 pas de temps par semaine**
- ⊙ **Nombre de scénarios: moins de 500**
- ⊙ **Nombre d'arrêts pour chaque centrale de type 2: moins de 5**
- ⊙ **Nombre de contraintes sur le planning d'arrêt: jusqu'à quelques centaines**