

Option électronucléaire et formations de compétences au Maroc

Abdelhakim SABIR,
Professeur de Physique Nucléaire
Université Mohammed V – Agdal
Rabat - Maroc

Situation énergétique globale

- Taux de dépendance vis-à-vis de l'extérieur de l'ordre de 97% (2008)
- consommation 3 fois plus faible que la moyenne des pays du Maghreb.
- à moyen et long terme : accroissement du taux de dépendance des sources extérieures d'énergie



Mesures prévues :

- **Court terme (2009-2012):** réalisation de Centrales Solaires pour une capacité totale de production électrique de 2000 MW.
- **Moyen terme (2015-2020) :** Mixte énergétique basé sur des technologies robustes et économiques (charbon, énergies renouvelables et gaz)
- **A l'horizon 2020-2030 :** recours à l'électronucléaire comme source de production de l'électricité et pour le dessalement de l'eau de mer




Quelques caractéristiques d'un choix électronucléaire

- *La Technologie Nucléaire fait appel à plusieurs types de compétences et de métiers.*

*Délais longs de réalisation d'un Projet Électronucléaire
Nécessité de la formation sur la durée des RH*

*Importance des aspects Sûreté et Sécurité
Exigence d'un personnel ayant un haut niveau de qualification et de performance.*

L'option électronucléaire : plusieurs défis, d'ordre scientifiques et techniques :

- ❖ Potentiel scientifique et technique de très bon niveau
- ❖ Formation de techniciens d'exploitation et de maintenance
- ❖ Participation des entreprises nationales à sa réalisation 
 - des compétences humaines disponibles
 - des moyens matériels de production existants
- ❖ Développement des activités de recherche liées l'optimisation des couplages réacteurs-dessalement

Principaux organismes Impliqués

Office National de l'Electricité ONE

Autorité de Sûreté

Centre national de radioprotection

CNESTEN

Universités et Écoles d'Ingénieurs



État d'avancement du projet

Études de site et de faisabilité de la centrale de Sidi Boulbra par l'ONE

- sélection d'un site qualifié selon les normes de sûreté
- Faisabilité technico économique de l'introduction de l'électronucléaire

Réalisation du centre d'études nucléaires de Mamora CENM

- mise en service des laboratoires du CENM
- mise en service du réacteur de recherche Maroc

Autorité de Sûreté :

- Formation d'une équipe en charge du volet réglementation nucléaire
- Élaboration des textes régissant la réglementation nucléaire

Développement de Compétences

Ressources humaines disponibles

1) ONE

Ressources Humaines	Equipe Projet formée d'une quinzaine d'Ingénieurs ayant des compétences en technologie des réacteurs, sûreté, réglementation, site et environnement....
Compétences acquises	Gestion de projet Technologie et Sûreté Nucléaire Site et Environnement Planification et Évaluation Économique Ingénierie ilot conventionnel Gestion des Contrats Assurance Qualité
Infrastructures	Centrales Thermiques Classiques Centre des Sciences et Techniques de l'Électricité

2) CNESTEN

Ressources
Humaines

Compétences en Technologie des Réacteurs, Sûreté, Radioprotection, Environnement, Gestion des déchets radioactifs , Contrôle de Qualité, ..etc

Infrastructures

Réacteur de recherche
Laboratoires spécialisés
Centre de formation régional en Radioprotection
Centre de formation en Sécurité Nucléaire (en phase de réalisation avec l'aide de l'AIEA)

3) Universités : Enseignement et Recherches

Ressources Humaines (une centaine)	Compétences en Physique Nucléaire , Physique des Réacteurs, Radioprotection, Applications des techniques nucléaires : industrie, environnement, hydrologie
	Compétences connexes : Électronique – Informatique – Physique des matériaux – Thermique – Energétique
Filières	Licence Générale – Licence Professionnelles – Master Spécialisé – Master Fondamental Doctorat (aspects fondamentaux et Appliqués)



Formations Universitaires : Evolution

De 1975 à 1995 :

- Mise en place d'un enseignement de physique nucléaire au niveau du second cycle universitaire
- création de plusieurs laboratoires universitaires de recherche
- formation de 3^{ème} cycle au Maroc et à l'étranger

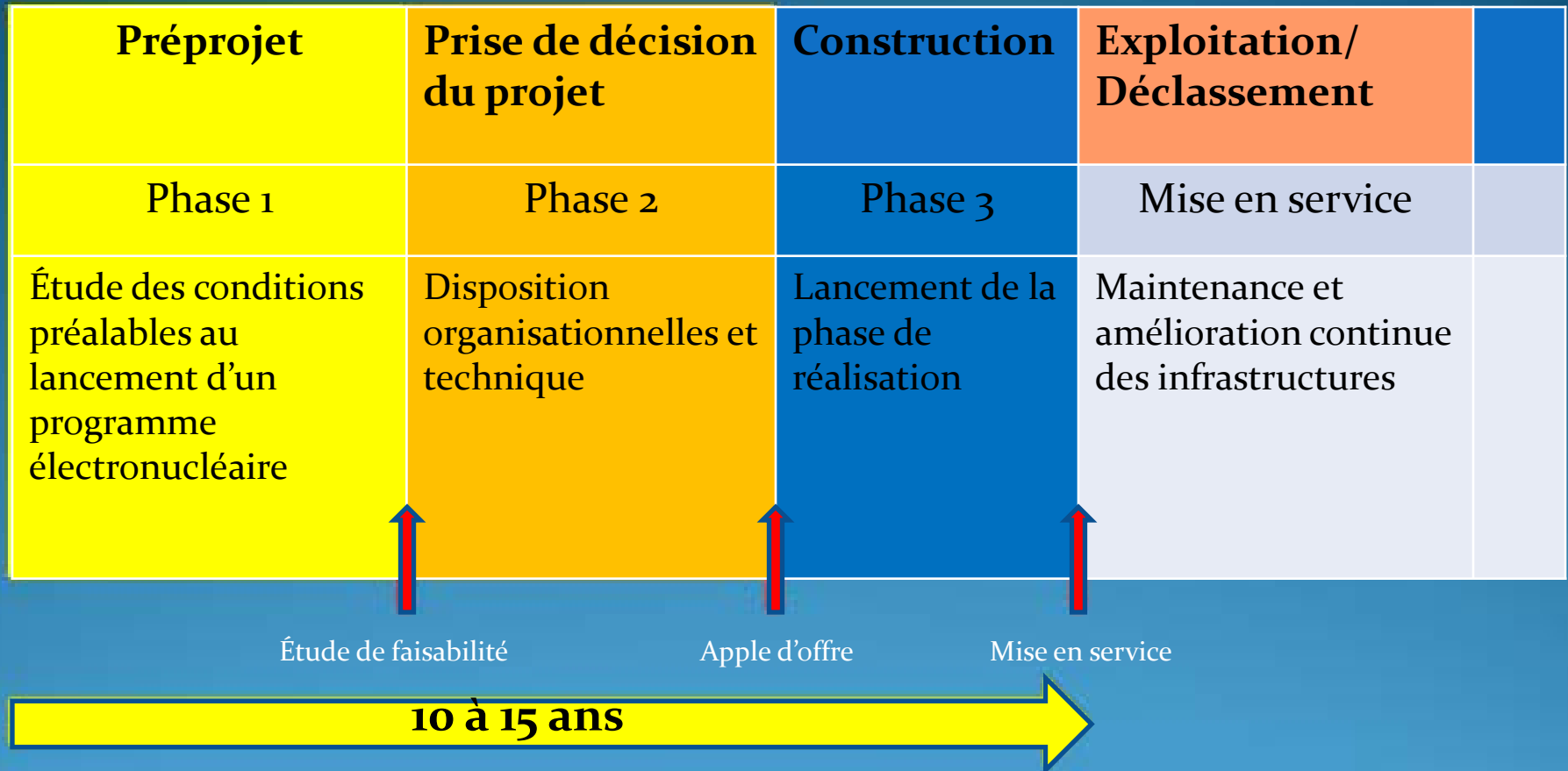
A partir de 1996

Déclin des formations et des filières nucléaires.
Maintien d'une « veille » scientifique



Besoins du projet en Ressources Humaines

Principales étapes du projet



Phase 2 : prise de décision

Besoins ONE pour 2 unités de 1000 MW chacune		Besoins de l'autorité de Sureté	
Equipe Projet	110 ingénieurs et techniciens	RH	30 à 50 ingénieurs et scientifiques
Métiers	Management de Projet sur site Génie Civil Technologie des Réacteurs Sûreté et Sécurité Nucléaires Gestion du Combustible Gestion des déchets radioactifs Electricité, Mécanique Instrumentation et Contrôle Assurance Qualité Environnement Logistique Radioprotection Métallurgie Contrôle non destructif		Technologie des réacteurs Droit et Réglementations Nucléaires Sureté Nucléaire Sécurité Nucléaire Impact sur l'environnement Information et communication Assurance Qualité

Phase 3 : construction

RH	250 ingénieurs et techniciens
Métiers	Management de Projet en chantier Technologie des Réacteurs Sûreté et Sécurité Nucléaire Assurance Qualité Contrôle et Inspection sur site

Phase d'exploitation

Exploitation, maintenance et amélioration continue des infrastructures

RH	700 (1 unité) à 1000 (2 unités)
Métiers	Exploitation et maintenance Réglementation technique Sûreté nucléaire Sécurité et protection physique Radioprotection et surveillance radiologique Gestion du combustible : contrats de fourniture et de services associés, manutention, transports, gestion des combustibles usés et des déchets, Contrôle de l'impact environnemental,

Mise en œuvre de la formation

Elle devrait être assurée à travers :

- **Formation universitaire solide (Masters)**
- **Formation Diplômante d'Ingénieurs et de Techniciens dans des Centres Spécialisés**
- **Formation sur Chantier en construction au profit des Ingénieurs et Techniciens de l'Équipe Projet**
- **Formation Pratique dans des Centrales Nucléaires en fonctionnement.**
- **Formation sur Simulateur**
- **Formation chez l'Autorité Réglementaire pour le Personnel de l'Autorité de Sûreté Marocaine**

Accompagnée par ...

Optimization des infrastructures existantes

- Centre d'Etudes Nucléaires de Mamora
- Centre de Formation en Sûreté Radiologique et Sécurité
- Universités, Ecoles d'ingénieurs et Instituts techniques

Infrastructures à mettre en place

- Centre de formation en Sciences, Technologies et Sûreté Nucléaires

Développement de Partenariats

Établissements nationaux : Universités, centres de recherches, Offices, Secteurs industriels ...

Coopérations internationales : Universités, Instituts, Centres de Recherche

Développement de la Coopération Internationale

- développer les qualifications et compétences dont dispose actuellement le Maroc,
- formation des compétences marocaines à l'étranger dans les spécialités spécifiques à l'énergie nucléaire

Développement des RH chez le fournisseur et l'exploitant

- Fourniture de centre de formation équipé d'un simulateur de pilotage
- **Formations spécifiques pour les équipes d'exploitation**

**Proposition : Master
« Physique Subatomique et Technologies
Associées »**

Cycle de Master Spécialisé « Physique Subatomique et Technologies Associées »

Master à double profil

Master « Fédéral »

Master Délocalisé ? Co-habilitation ? Double diplomation ?

l'Ecole Franco-Marocaine de la Mesure et l'Instrumentation Nucléaires :
partie intégrante du Master et complément nécessaire à la formation des étudiants du Master

Structure :

Deux semestres d'études fondamentales spécifiques

Deux semestres d'approfondissement / professionnalisation

16 modules répartis en 3 blocs de modules :

- modules majeurs (70% du volume total du cycle) :
(enseignements généraux, spécialisation, stage)
- modules « outils et méthodologie » (10%)
- Modules complémentaires: Option, spécialisation ... (20%)

Merci