

## Les perspectives de développement de l'énergie nucléaire en Chine.

(Service nucléaire de l'Ambassade de France en Chine. Avril 2002)

### 1. Introduction : analyse énergétique

Pour comprendre la situation de l'énergie nucléaire en Chine et les perspectives de son développement, il faut les situer dans le cadre plus général du bilan énergétique chinois et de son évolution. Le charbon est la source principale en énergie primaire de la Chine. Il n'y a qu'à parcourir l'autoroute du Shanxi, de Pékin à Taiyuan, pour aller visiter la merveilleuse petite ville de Pingyao pour s'en apercevoir ; tous les vingt kilomètres le paysage est entrecoupé d'une mine de charbon et que dire aussi du noir complexe charbonnier qui fait face aux magnifiques grottes de Yungang à Datong !

Mais ce qui est nouveau et intéressant quand on examine l'évolution du bilan énergétique chinois (tableau 1), c'est que la consommation en charbon a diminué régulièrement depuis ces dernières années, alors que l'économie a maintenu sa croissance régulière (environ 10% par an). C'est un des résultats de la politique des réformes entreprises dans les années quatre-vingt qui a conduit entre autres, à fermer les innombrables petites mines de charbon à faible productivité et à arrêter l'exploitation d'énormes conglomerats industriels inefficaces et dévoreurs d'énergie pour les remplacer par des industries plus performantes.

L'inflexion constatée sur la courbe du tableau 1 démontre donc que la Chine devient un Etat industriel moderne. De même la consommation électrique n'a cessé de croître et la Chine a dû consentir un effort d'investissement conséquent pour assurer la croissance de sa capacité de production électrique (tableau 2). Ce sont essentiellement de nouvelles centrales thermiques au charbon qui ont été construites, alors que les plus petites, vieilles, polluantes et non rentables ont été arrêtées. Le bilan électrique chinois repose aujourd'hui essentiellement sur deux sources domestiques d'approvisionnement : 70% charbon et 24% hydraulique. Cette dernière ressource bénéficie actuellement d'un soutien politique fort car elle fait partie de la stratégie gouvernementale du développement économique de l'Ouest du pays.

En 2000, avec une production annuelle de 1368 TWh ( un TWh équivaut à un milliard de kWh) la Chine arrive au 2<sup>ème</sup> rang mondial, loin derrière les Etats-Unis (3700 TWh) et déjà devant le Japon (1100 TWh). Mais cela ne représente pour le citoyen chinois qu'une consommation annuelle de 1000 kWh, c'est-à-dire sept fois moins que la consommation d'un citoyen français et treize fois moins que celle d'un américain. La consommation électrique chinoise est donc appelée à une formidable croissance. Elle a été d'ailleurs ces dernières années de +7,5% par an, ce qui correspond à un temps de doublement de dix ans ! A ce rythme et sauf catastrophe économique ou cataclysme mondial que l'on n'ose imaginer la Chine d'ici quelques dizaines d'années sera le premier producteur électrique du monde ! C'est dans cette perspective à long terme qu'il faut situer le rôle de l'énergie nucléaire en Chine, car à ce rythme intense de développement : le recours au charbon - du fait des émissions de CO2 et des risques de changement climatique - ou la mise en exploitation des ressources hydrauliques - en raison des conséquences écologiques - rencontreront des contraintes environnementales qui devraient freiner leur développement. La Chine aura donc besoin d'une nouvelle source complémentaire et quantitative de production d'électricité (la Chine a un programme ambitieux de développement des énergies nouvelles, mais qui ne saurait répondre à la hauteur des besoins industriels) .

### 2. Situation actuelle de l'énergie nucléaire en Chine

C'est dans cette perspective prometteuse que le gouvernement chinois apporte son soutien au développement de l'énergie nucléaire. Mais aujourd'hui le rôle dévolu au nucléaire est marginal : moins de 1% de l'énergie électrique produite et lorsque le programme lancé dans le cadre du 9<sup>ème</sup> Plan (période 1996-2000) pour la construction de nouvelles centrales nucléaires sera achevé en 2005, le nucléaire ne représentera que 3% de la production totale d'électricité.

Le tableau ci-dessous résume la situation présente du programme nucléaire civil chinois :

	Province	Type de réacteur	Technologie	Mise en service
<b>En fonctionnement</b>				
<b>QINSHAN I</b>	Zhejiang	1 x 300 MW	REP, conception chinoise	Décembre 1991
<b>DAYA BAY</b>	Guangdong	2 x 985 MW	REP, conception française	Février et mai 1994
		<b>Total = 2270 MW</b>		

<i>En construction</i>				
LING'AO	Guangdong	2 x 985 MW	REP, conception française	Juillet 2002 et mars 2003
QINSHAN II	Zhejiang	2 x 600 MW	REP, conception chinoise avec transfert de technologie française	Juin 2002 et juin 2003
QINSHAN III	Zhejiang	2 x 728 MW	CANDU, conception canadienne	2002 et 2003
TIANWAN	Jiangsu	2 x 1000 MW	VVER, conception russe	Fin 2004 et fin 2005
		<i>Total = 6624 MW</i>		
<i>Projets envisagés</i>				
LING'AO n°3-4	Guangdong	2 x 1000 MW	(aujourd'hui le plus probable)	
YANGJIANG	Guangdong	2 à 6 x 1000 MW	(suite programme nucléaire dans le Guangdong)	
SANMEN	Zhejiang	2 x 1000 MW	(évoqué lors de l'adoption du 10 <sup>ème</sup> Plan)	
HAIYANG	Shandong	2 à 4 x 1000 MW		
TIANWAN n° 3-4	Jiangsu	2 x 1000 MW		
QINSHAN II n°3-4	Zhejiang	2 x 1000 MW		

Les régions économiquement développées et déjà en proie ou vouées à une pénurie d'électricité sont les premières à bénéficier de l'apport du courant d'origine nucléaire. Ainsi, en 1991, la Chine a achevé la construction d'une première centrale nucléaire de faible puissance (300 MW) à Qinshan, au sud de Shanghai. Cette centrale conçue par les ingénieurs chinois, et utilisant de nombreux équipements importés de pays comme le Japon, la France, l'Allemagne ou les Etats-Unis n'a toutefois pas suffi pour que la Chine acquière l'ensemble des compétences nécessaires à la réalisation de centrales plus puissantes.

La province côtière du Guangdong a alors fait appel à l'industrie française pour construire une centrale nucléaire composée de deux tranches de 985 MW chacune à Daya Bay, non loin de Hong Kong. Le travail accompli, entre autre par Framatome (réalisation des réacteurs nucléaires) et EDF (architecte industriel puis assistance technique au démarrage et à l'exploitation) se soldent depuis le début de l'exploitation de la centrale en 1994 par un fonctionnement exemplaire et d'excellents résultats qui furent d'ailleurs largement rapportés dans les pages du "Quotidien du Peuple" à l'occasion de la visite qu'y a effectué en janvier dernier le Ministre de la Commission d'Etat au Plan et au Développement M. Zeng Peyan. Ce dernier la qualifie "d'une des 10 plus puissantes entreprises par le chiffre d'affaire", "ayant rapporté jusqu'à présent 3,91 milliards US\$ qui ont été utilisés pour amortir les investissements initiaux, ce qui représente 72,1% de l'ensemble des prêts contractés pour la construction de la centrale".

Ces résultats ont dû peser dans les décisions gouvernementales prises par les Autorités nucléaires chinoises, fin 98, de focaliser désormais la standardisation des futures tranches chinoises sur la technologie des Réacteurs à Eau Pressurisée (REP) constitués de 3 boucles hydrauliques, technologie utilisée dans les centrales de Daya Bay et de Ling Ao.

Cette décision de standardiser est intervenue alors que la Chine se dispersait d'un point de vue technologique puisqu'elle s'était engagée dans la construction de trois autres types de centrales à Qinshan II et III puis à Tianwan.

### 3. Le nucléaire dans le 10<sup>ème</sup> Plan quinquennal

Le 10<sup>ème</sup> Plan quinquennal adopté en mars dernier par l'Assemblée Nationale Populaire, définit à court terme la place de l'énergie nucléaire :

*"La Chine va continuer à développer l'électronucléaire de manière appropriée."*

Cela signifie pour les dirigeants chinois, que la poursuite du développement de l'énergie nucléaire trouvera sa justification en Chine dans :

- Des contextes économiques à très forte croissance et à condition d'être compétitif. Cela concerne essentiellement les provinces côtières de l'Est et du Sud de la Chine.
- Une stratégie gouvernementale de complète maîtrise à long terme de cette technologie, que nos amis chinois appellent " localisation " (qui va de la maîtrise de la conception des réacteurs à la maîtrise de la fabrication des gros équipements, à la construction et à l'exploitation des centrales nucléaires).
- Une stratégie gouvernementale de défense de l'environnement, contre la pollution et les émissions de CO2 résultant de l'utilisation du charbon. Il est par exemple assez inconcevable de construire de nouvelles centrales au charbon dans le Guangdong au voisinage de Hong Kong, alors que de nouvelles tranches nucléaires peuvent subvenir proprement aux besoins pressants de la demande électrique de cette région.

En clair cela signifie que les autorités centrales pourraient donner le feu vert à la réalisation d'un nombre limité de projets nucléaires, vraisemblablement quatre tranches REP de 1000 MW, dont on peut penser raisonnablement que deux nouvelles tranches dans le Guangdong feront partie, à condition toutefois que ces projets soient compétitifs pour la production du kWh et qu'ils satisfassent aux exigences de localisation imposées par le gouvernement. Le site de Sanmen dans la province côtière du Zhejiang au sud de Shanghai, est également souvent cité et l'organisme gouvernemental chinois CNNC (China National Nuclear Corporation), souhaiterait y construire aussi deux tranches REP de 1000 MW.

#### 4. Les perspectives pour l'industrie nucléaire française

La France bénéficie déjà de solides implantations dans le Guangdong acquises par Framatome et EDF, tout d'abord avec l'excellent fonctionnement des deux tranches nucléaires REP-985 MW de Daya Bay, qui sont arrivées en tête pour la deuxième fois consécutive du " challenge performances et sûreté " attribué par EDF aux centrales de la classe des 985 MW, ensuite avec l'excellent déroulement du calendrier de construction des deux tranches de même technologie à Ling Ao. De plus Framatome a déjà réussi avec succès plusieurs étapes remarquables dans la stratégie chinoise de localisation, comme celle de la fabrication des assemblages de combustible à l'usine de Yibin dans le Sichuan ou celle des gros composants à l'usine de Dongfang ou encore à Shanghai Boiler Works par exemple.

Enfin Framatome, EDF et le CEA ont établi des relations étroites et actives avec les grands Instituts nucléaires chinois tels que le BINE (Beijing Institute of Nuclear Engineering) ou NPIC (Nuclear Power Institute of Chine) à Chengdu. C'est ainsi que dans le cadre d'un accord gouvernemental de coopération en matière de Recherche et Développement de l'énergie nucléaire, le CEA a reçu dans ses laboratoires au cours des dernières années plusieurs dizaines d'ingénieurs chinois en stages de perfectionnement. Une vigoureuse relance de cette coopération a été récemment décidée entre nos deux pays. De même une active coopération est entretenue au plan de la sûreté nucléaire, à la fois au niveau gouvernemental et au niveau des organismes spécialisés comme l'IRSN ( Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) pour le côté français.

La France dispose donc d'acquis industriels et technologiques remarquables et parfaitement reconnus de nos partenaires chinois. Cependant le marché de l'électronucléaire en Chine est ouvert et dans le contexte de la pénurie mondiale de nouvelles commandes de centrales, malgré l'annonce récente par la nouvelle Administration Bush d'une reprise possible aux Etats-Unis, ce marché excite l'appétit de tous les constructeurs anglo-américains, japonais, coréens, russes... La bataille donc sera rude et se jouera sur les coûts, la capacité et la flexibilité des industriels à s'adapter aux exigences chinoises notamment en matière de localisation ; enfin elle fera inévitablement l'enjeu de pressions politiques. Mais loin de nous décourager, ces obstacles à vaincre, doivent nous mobiliser afin que la France devienne le partenaire nucléaire dont la Chine a besoin.

#### 5. L'enjeu d'un véritable partenariat nucléaire franco-chinois

Dans cette compétition nous disposons en effet d'un atout exceptionnel qui réside dans la politique de standardisation et de construction en série qui a été mise en application dans la réalisation du programme français. Cette référence est unique au monde, nos 58 tranches nucléaires sont standardisées sur la base d'un très petit nombre de paliers, trois exactement (900 MW, 1300 MW et plus récemment 1450 MW). Au contraire ce qui m'a le plus frappé lorsque je suis arrivé en 1984 à Washington, Conseiller Nucléaire près de notre Ambassade, c'est de constater que la centaine de centrales nucléaires en fonctionnement aux Etats-Unis, étaient toutes pratiquement différentes : variété de technologies (réacteurs à eau pressurisée ou à eau bouillante, différents " design " de réacteurs ou d'architecture d'ensemble des centrales. Bref les Etats-Unis qui ont montré l'exemple au monde de la standardisation et de la fabrication en série : dans l'automobile (Ford Modèle T), dans l'aéronautique (Jumbo Jets) et même dans le spatial ont laissé leur industrie civile nucléaire construire leur parc électronucléaire sans se préoccuper de standardisation. Le résultat a été une élévation rapide des coûts d'investissement, d'autant que l'accident de Three Miles Island a exigé la mise à niveau de sûreté correcte et comparable de toutes ces centrales. Dans ces conditions, la compétitivité du kWh nucléaire s'est rapidement détériorée et a dissuadé les investisseurs américains de s'engager dans de nouveaux projets. C'est pourquoi aujourd'hui, dans leur tentative de relance du

nucléaire les Autorités américaines ont inclus la règle de standardisation.

La récente publication en chinois en juin dernier du livre d'EDF : " Chooz, de A à B " publié par l'organisme gouvernemental chinois Atomic Energy Press, explique bien la démarche qui a été suivie en France pour maîtriser tous les aspects de la technologie des réacteurs nucléaires à eau sous pression et mettre en œuvre la stratégie de leur standardisation.

La politique nucléaire chinoise qui s'est fixée pour règles :

- *" de compter sur ses propres forces,*
- *de coopérer avec l'étranger pour réduire l'écart technologique entre la Chine et les pays avancés "*

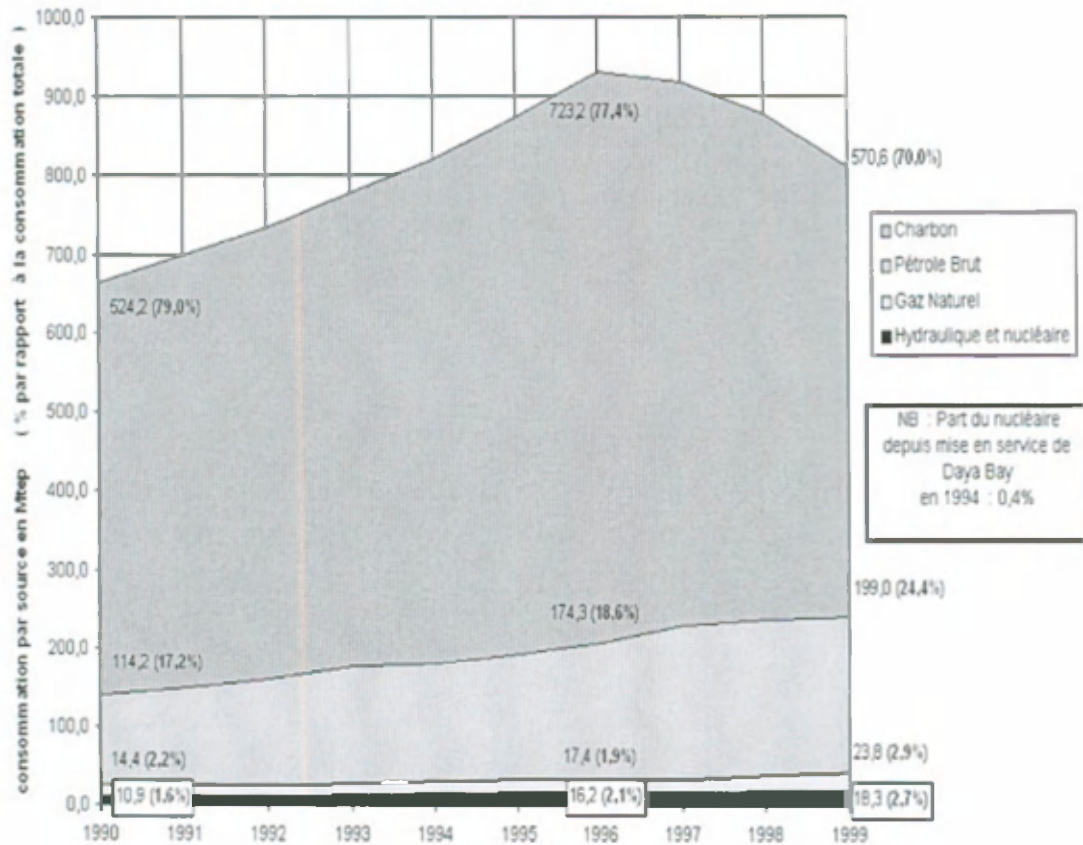
pourra donc trouver dans l'expérience du partenaire français, l'inspiration et l'assistance nécessaire à la mise en œuvre de son propre programme électronucléaire.

En effet l'expérience de Framatome pour le design et la construction des réacteurs, celle d'EDF pour l'architecture d'ensemble des centrales et le retour d'expérience de l'exploitation des 58 tranches françaises standardisées paraissent constituer des atouts remarquables et uniques pour le choix du partenaire étranger.

Enfin la France a su développer de manière cohérente, indépendante et compétitive, tous les maillons industriels de la chaîne du cycle du combustible mis en œuvre par Cogema depuis l'exploration et l'extraction de l'uranium jusqu'aux activités industrielles de fin du cycle, de recyclage du combustible, du transport et de la gestion des déchets. Dans ce secteur du transport des matières radioactives et de la gestion des déchets nucléaires, les contacts sont actifs et nos technologies pourraient intéresser le partenaire chinois, ce qui ouvrirait la voie à un nouveau domaine de coopération.

Ainsi la France et la Chine qui ont la même vision à long terme pour le développement de l'énergie nucléaire devraient pouvoir bâtir progressivement dans les années à venir un véritable partenariat industriel nucléaire global, dans le souci et le respect de leurs intérêts mutuels. La récente création en France d'AREVA, qui regroupe l'ensemble des compétences et des activités de CEA-Industrie, de Cogema et de Framatome-ANP, offre de nouvelles conditions encore plus favorables à l'éclosion de ce partenariat nucléaire franco-chinois.

Tableau 1 : La consommation par source d'énergie primaire



Sources : China Statistical Yearbook 2000 et State Power Corporation

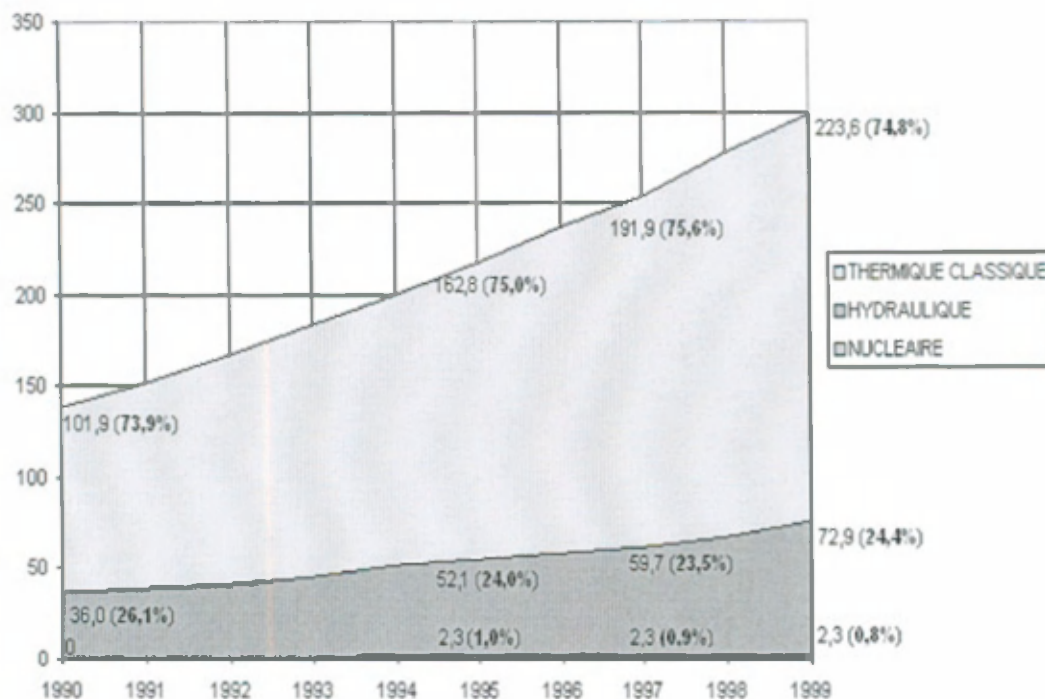
Les chiffres de 1999 sont des estimations. 1 tep = 0,697 tpe

Valeurs de conversion utilisées pour l'électricité : 1 MWh nucléaire = 0,26 tep, 1 MWh hydraulique = 0,026 tep (source CEA)

- Une croissance régulière avant 1996
- Une baisse amorcée en 1996 imputable à la diminution de la consommation de charbon résultant d'orientations du 9<sup>ème</sup> plan :
  - le désir de diversification des ressources énergétiques;
  - une économie d'énergie primaire;
  - la fermeture de petites mines peu rentables.
- La part majoritaire du charbon : 70%
- La part croissante du pétrole, de l'hydraulique et du gaz
- La faible part du nucléaire (0,4%);
- Les prévisions : légère reprise de la consommation de charbon

Tableau 2 : Capacité électrique installée

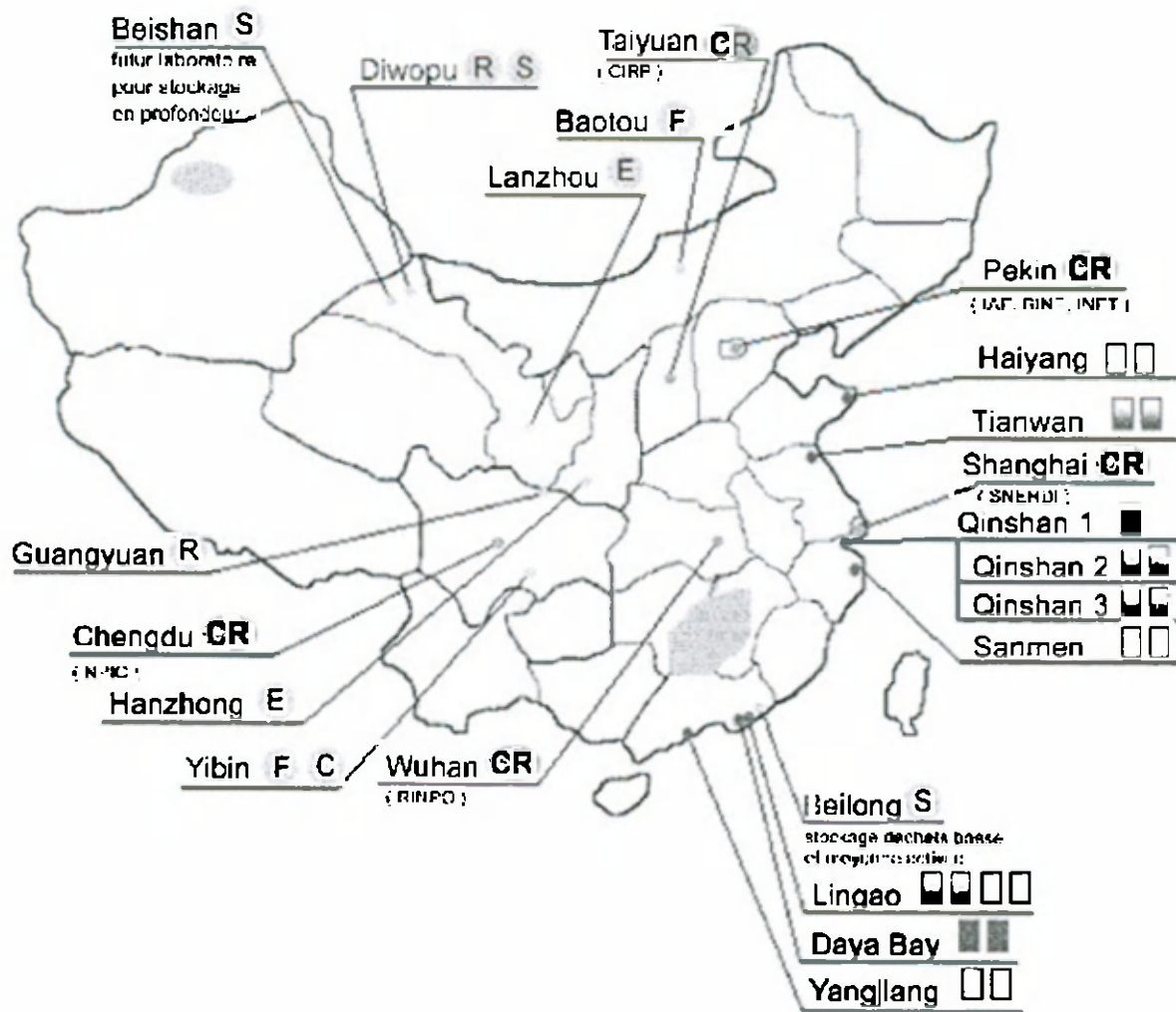
capacité installée par technologie en GW (% par rapport à la capacité totale)






Sources : State Power Corporation ; China Statistical Yearbook 2000.  
 Les chiffres de 1999 sont des estimations

- Croissance moyenne de 8% par an, soit + 16 000 MW par an
- 316 GW installés fin 2000
- Part majoritaire du thermique maintenue à 75% malgré la fermeture de centrales au charbon trop polluantes et de moins de 50 MW
- 39% de la capacité totale est assurée par des centrales thermiques de moins de 200 MW
- La capacité hydroélectrique exploitée ne représente que 19% du potentiel techniquement exploitable
- La part du nucléaire est marginale : 1% avec 2270 MW installés fin 2000.
- Prévisions pour les 5 années à venir :
  - croissance annuelle de 5% de la capacité installée
  - développement de l'hydraulique à l'Ouest (2009 : MSI complète du Barrages des Trois Gorges : 18 200 MW et 85 TWh par an ; début de la production en 2003)
  - en 2005/2006, après les mises en service des centrales en cours de construction, le nucléaire représentera 8900 MW installés

Carte des installations nucléaires en Chine



Centrales nucléaires	Cycle du combustible Zones principales de production d'uranium
 En fonctionnement	<b>C</b> Conversion
 En construction	<b>E</b> Enrichissement
 En projet	<b>F</b> Fabrication du combustible
	<b>R</b> Retraitement
<b>CR</b> Centres de recherche	<b>S</b> Stockage



© Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, 11/04/2002