

il fascino sottile della tecnologia

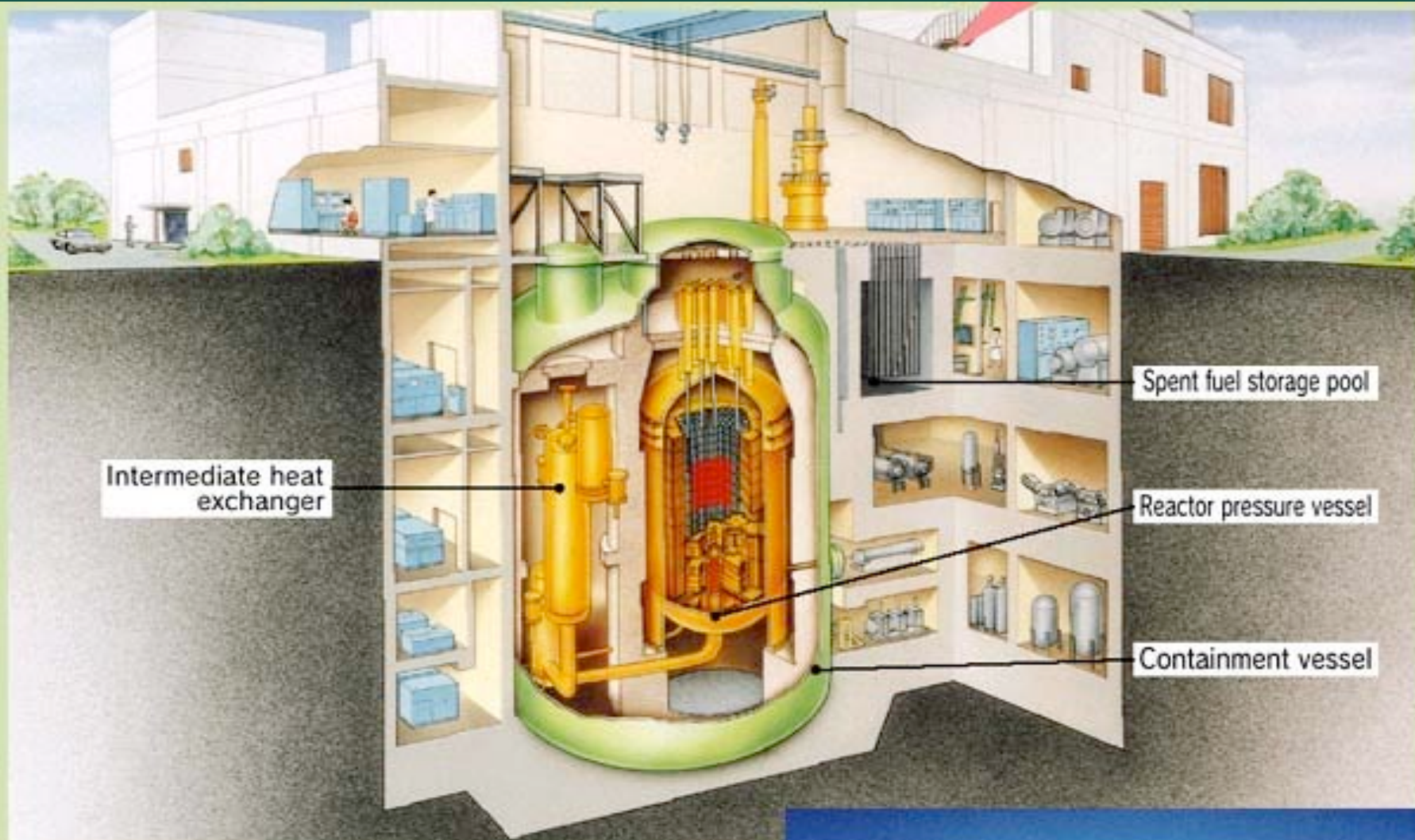
le nuove generazioni di reattori

Third-generation reactors have:

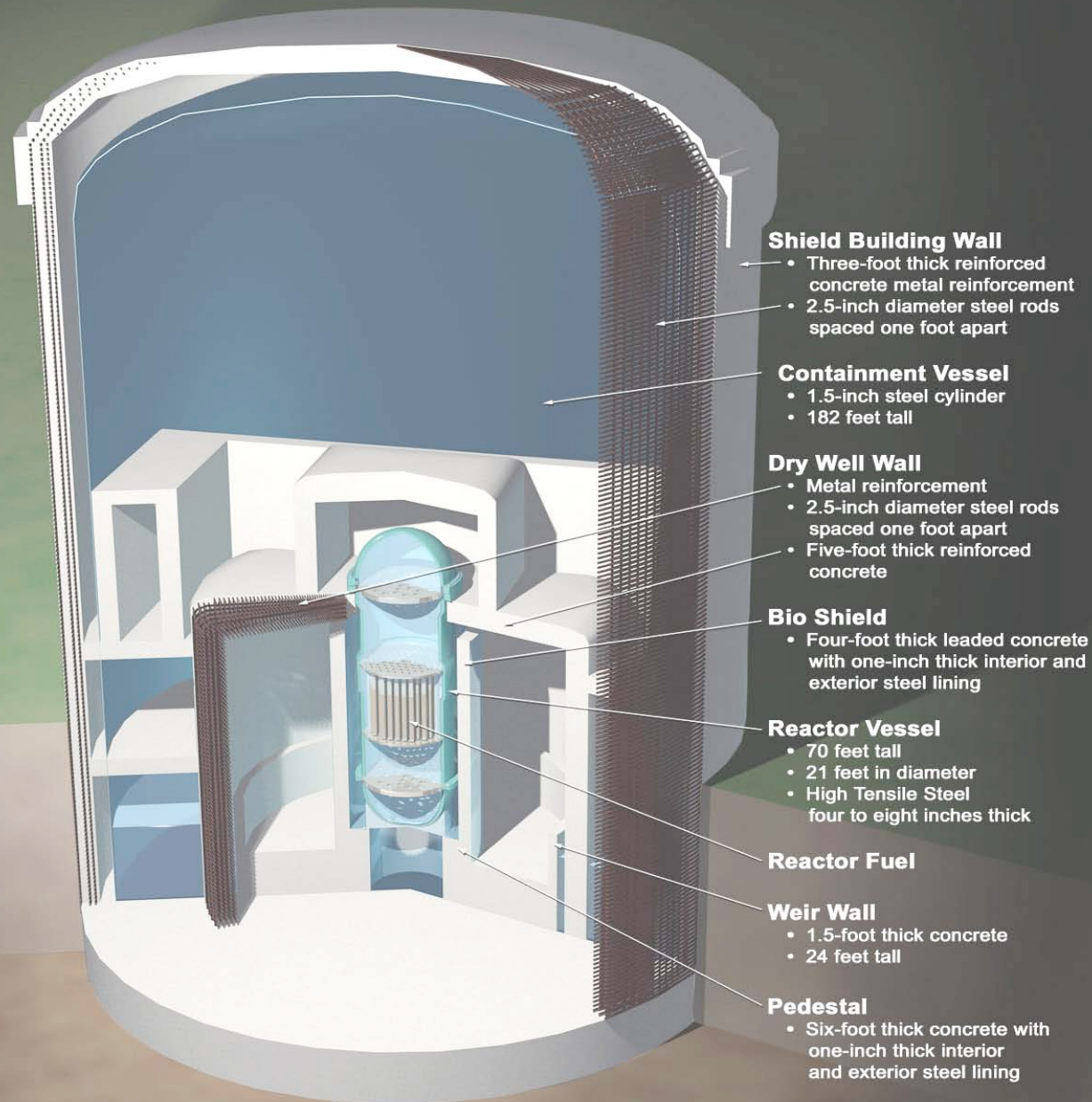
- a standardised design for each type to expedite licensing, reduce capital cost and reduce construction time,
- a simpler and more rugged design, making them easier to operate and less vulnerable to operational upsets,
- higher availability and longer operating life
#typically 60 years,
- reduced possibility of core melt accidents,
- minimal effect on the environment,
- higher burn-up to reduce fuel use and the amount of waste,
- burnable absorbers ("poisons") to extend fuel life

European Pressurized Reactor - EPR

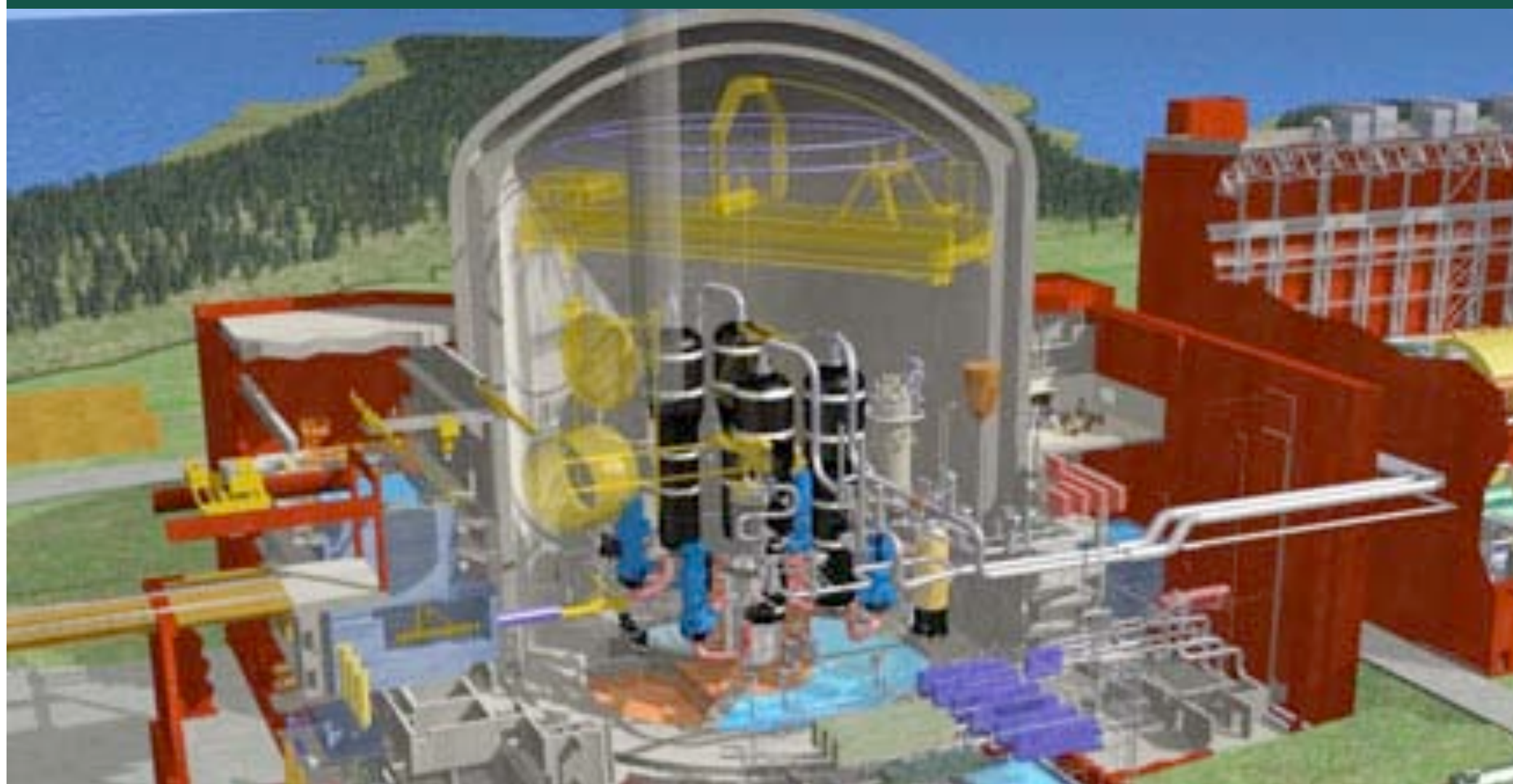
- potenza 1650 MWe
- combustibile ossido d'uranio al 5% o MOX,
- misure attive e passive di sicurezza:
 - * 4 sistemi di raffreddamento d'emergenza indipendenti ciascuno sufficiente a raffreddare tutto il reattore
 - * sistema di contenimento di fuoriuscite attorno al reattore
 - * contenitori e aree di raffreddamento aggiuntivi se il nucleo fuoriuscisse in seguito a fusione
 - * due pareti di contenimento in cemento con spessore totale di 2,6 m in grado di resistere a sovrappressioni interne e cadute di aerei



Multiple Layers of Safety at Nuclear Power Plants



Boiling Water Reactor







Reattori di terza generazione di piccole dimensioni

- progetti semplici
- forme di sicurezza passive
- strutture modulari
- ridotti costi d'impianto
- economie per produzione multipla
- per localizzazioni non raggiunte dalla rete

generation IV international forum (GIF)

Sviluppo di reattori:

- sicuri
 - puliti
 - economici
 - resistenti alla diversione militare
 - sicuri contro attacchi terroristici
 - con ridotte scorie
-
- alta temperatura fra 510 °C e 1000 °C
 - bassa pressione
 - utilizzo di plutonio e torio

generation IV international forum (GIF)

collaborazione internazionale fra Argentina, Brasile, Canada, Cina, Francia, Giappone, Russia, Sud Corea, Sud Africa, Svizzera, UK, USA ed EURATOM

Gas-cooled fast reactors

Lead-cooled fast reactors.

Molten salt reactors

Sodium-cooled fast reactors

Supercritical water-cooled reactors

Very high-temperature gas reactors

	neutron spectrum (fast/ thermal)	coolant	temperature (°C)	pressure*	fuel	fuel cycle	size(s) (MWe)	uses
Gas-cooled fast reactors	fast	helium	850	high	U-238 +	closed, on site	288	electricity & hydrogen
Lead-cooled fast reactors	fast	Pb-Bi	550-800	low	U-238 +	closed, regional	50-150** 300-400 1200	electricity & hydrogen
Molten salt reactors	epithermal	fluoride salts	700-800	low	UF in salt	closed	1000	electricity & hydrogen
Sodium-cooled fast reactors	fast	sodium	550	low	U-238 & MOX	closed	150-500 500-1500	electricity
Supercritical water-cooled reactors	thermal or fast	water	510-550	very high	UO ₂	open (thermal) closed (fast)	1500	electricity
Very high temperature gas reactors	thermal	helium	1000	high	UO ₂ prism or pebbles	open	250	hydrogen & electricity

* high = 7-15 Mpa

+ = with some U-235 or Pu-239

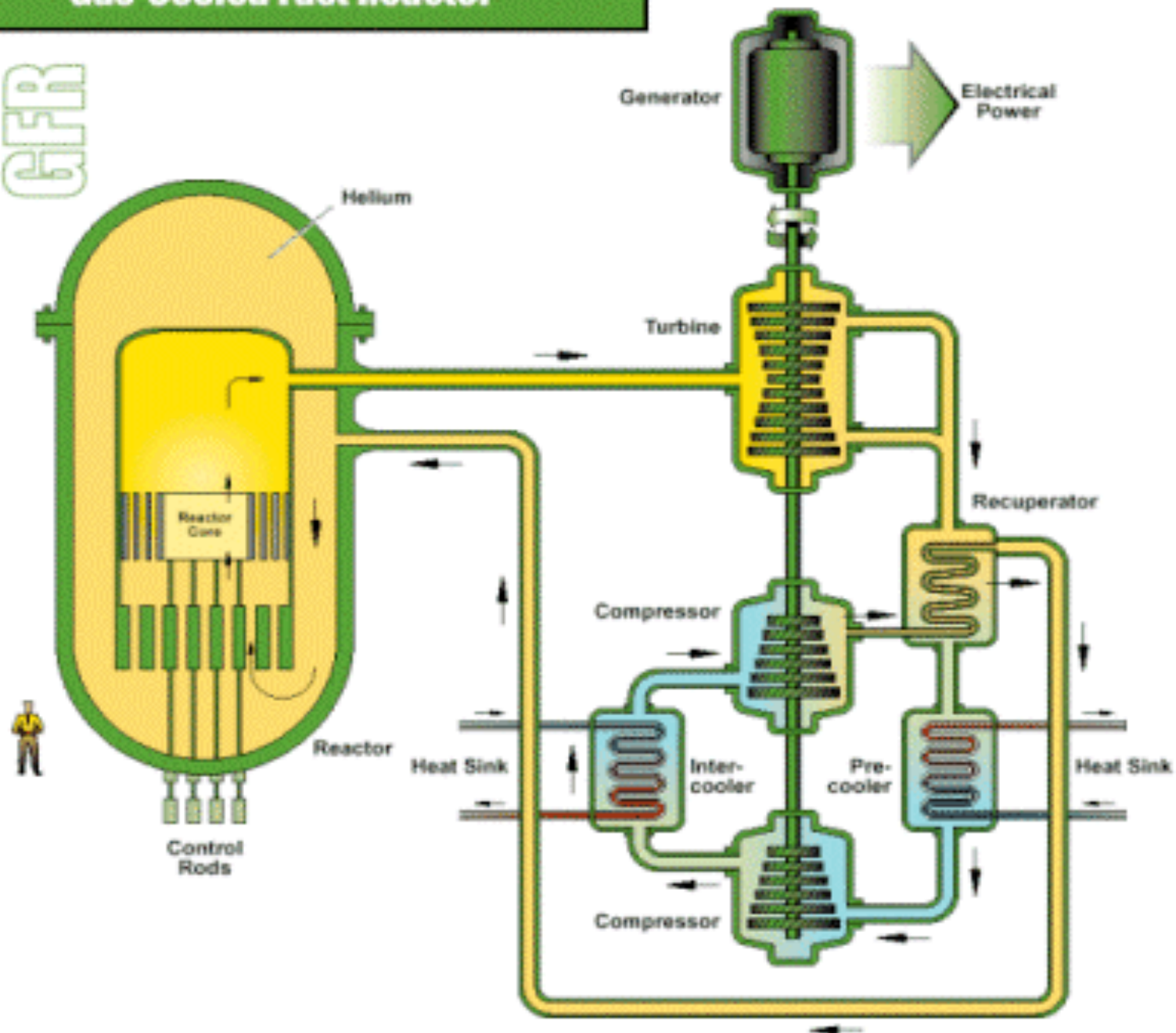
** 'battery' model with long cassette core life (15-20 yr) or replaceable reactor module.





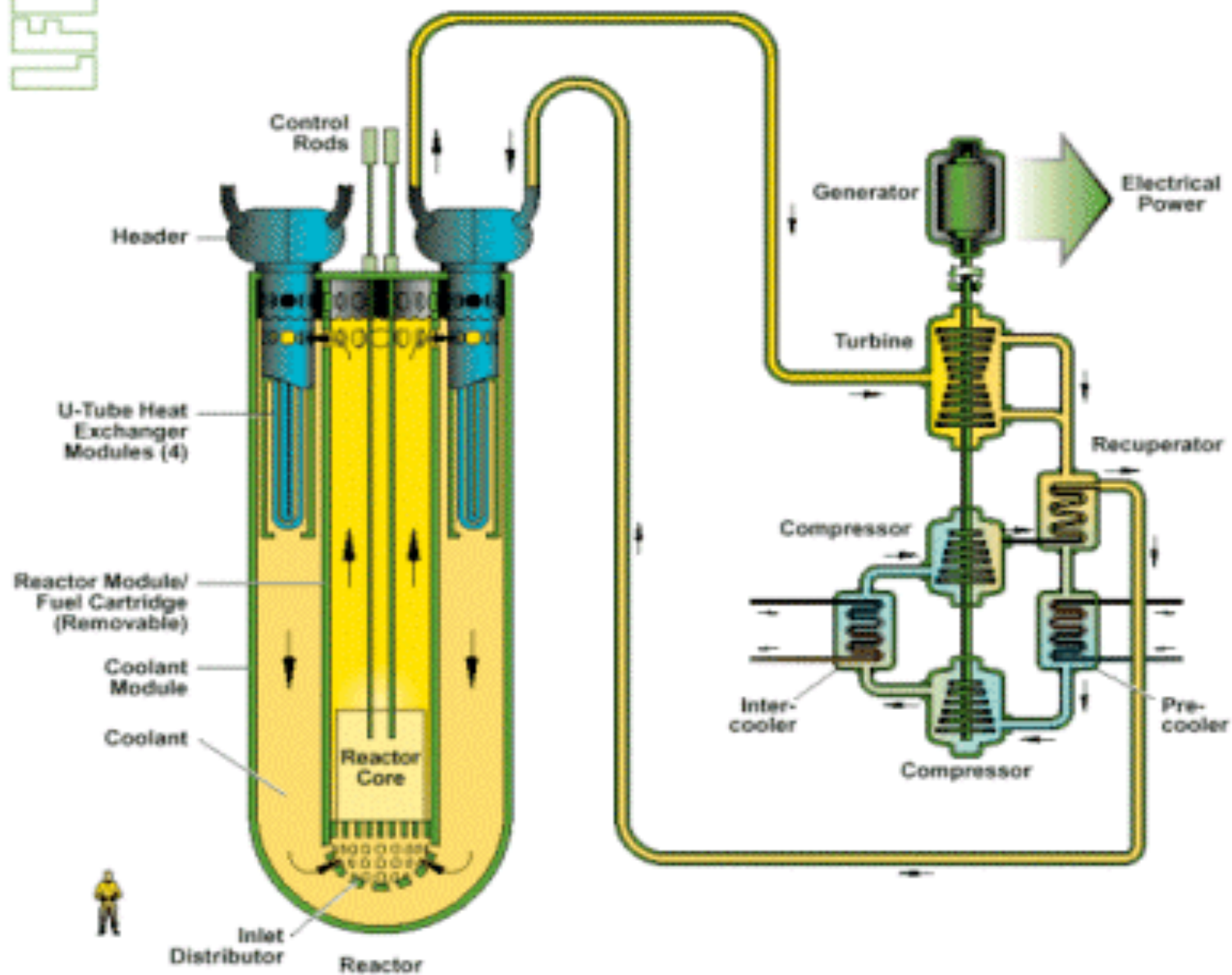
Gas-Cooled Fast Reactor

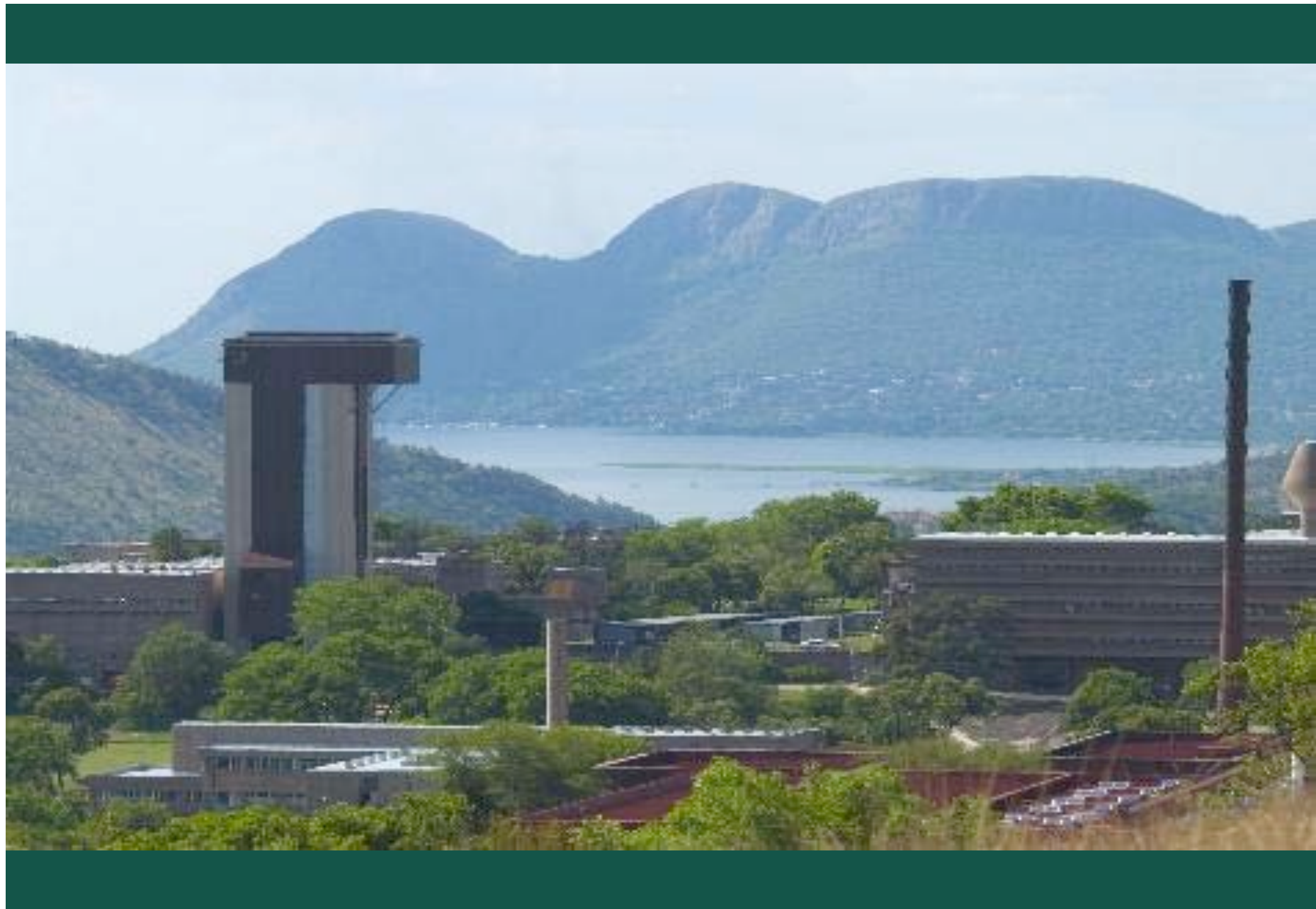
GFR



Lead-Cooled Fast Reactor

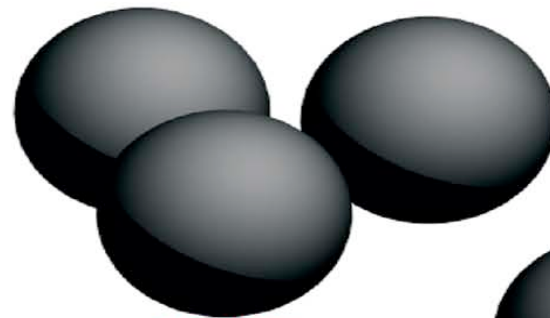
LFR



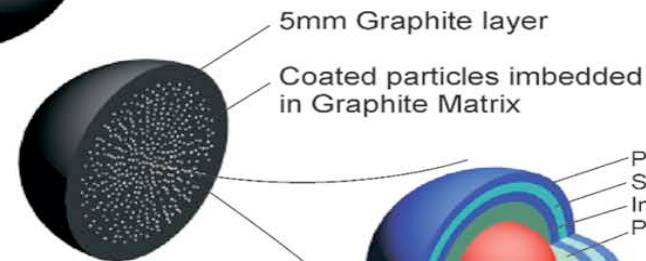




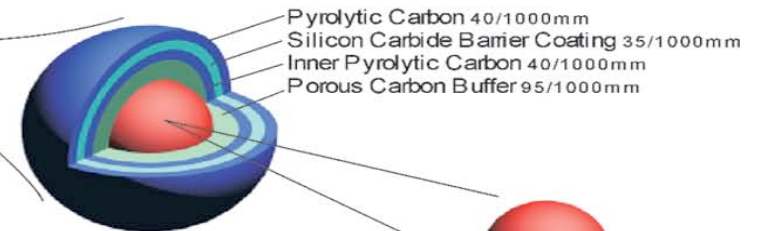
FUEL ELEMENT DESIGN FOR PBMR



Dia. 60mm
Fuel Sphere



Section



Dia. 0,92mm

TRISO

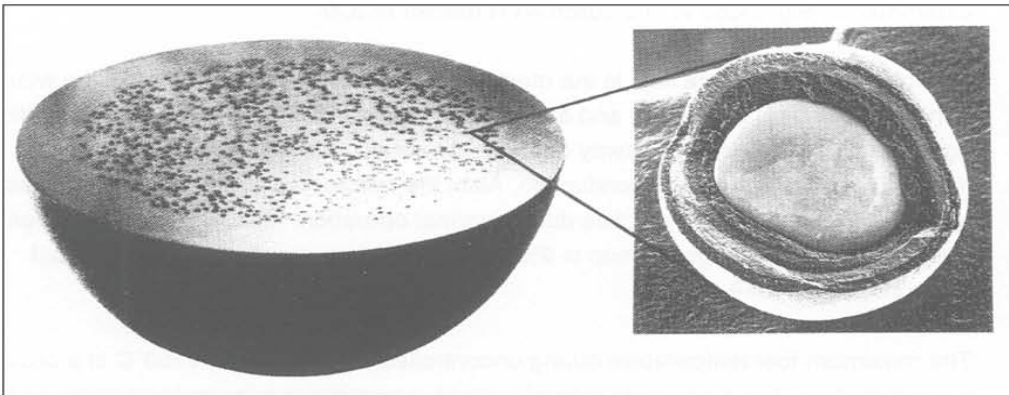
Coated Particle

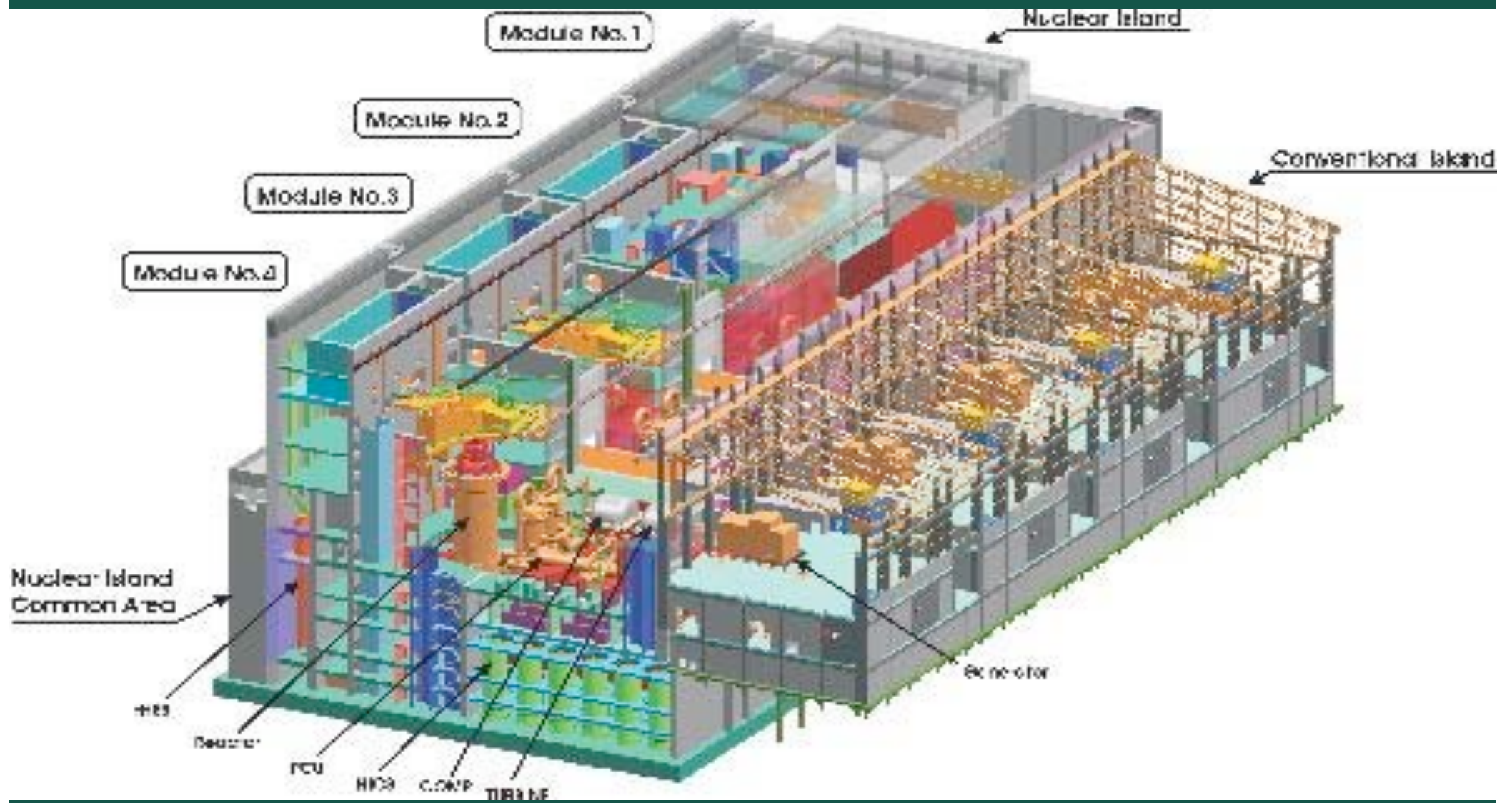


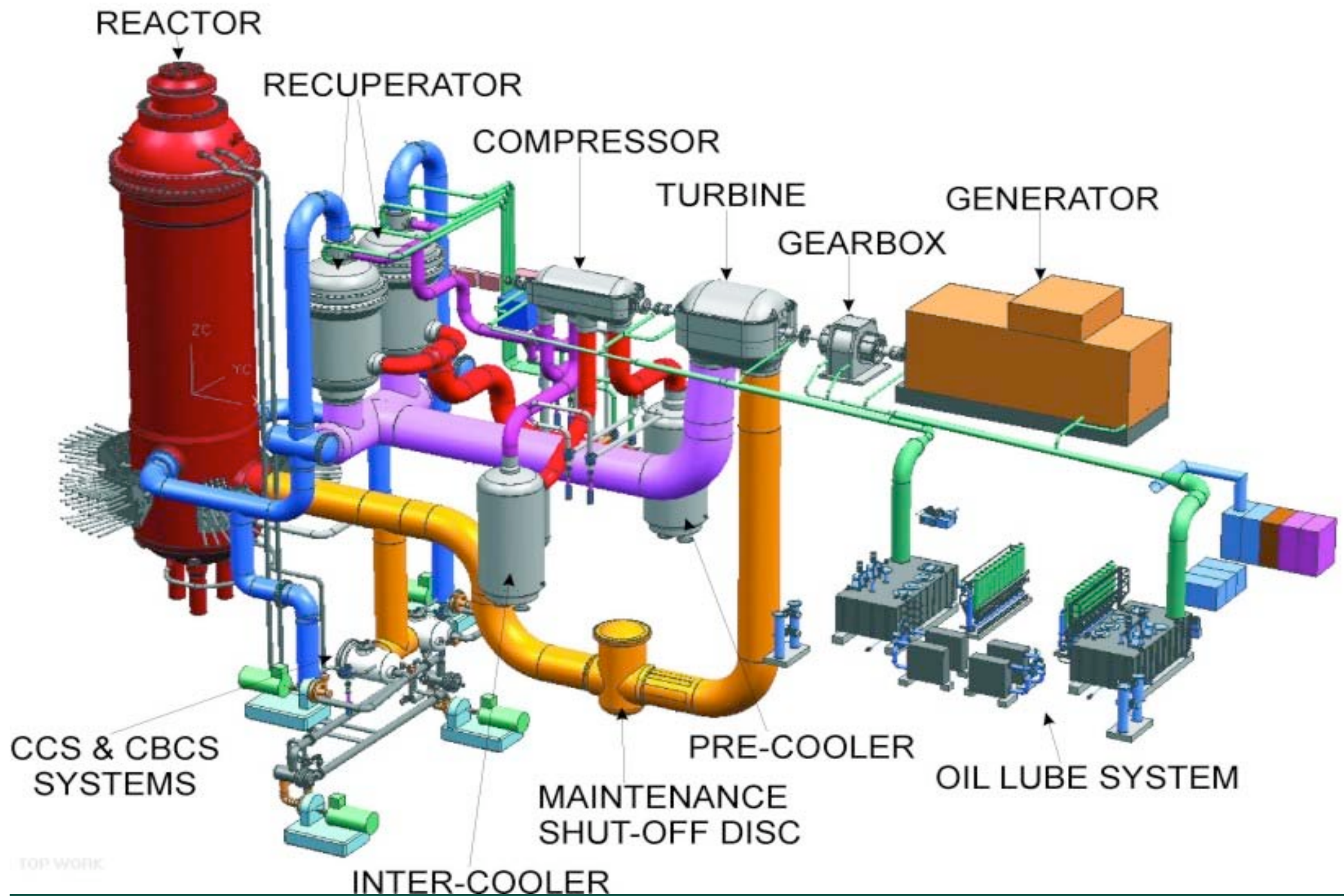
Dia. 0,5mm
Uranium Dioxide
Fuel Kernel

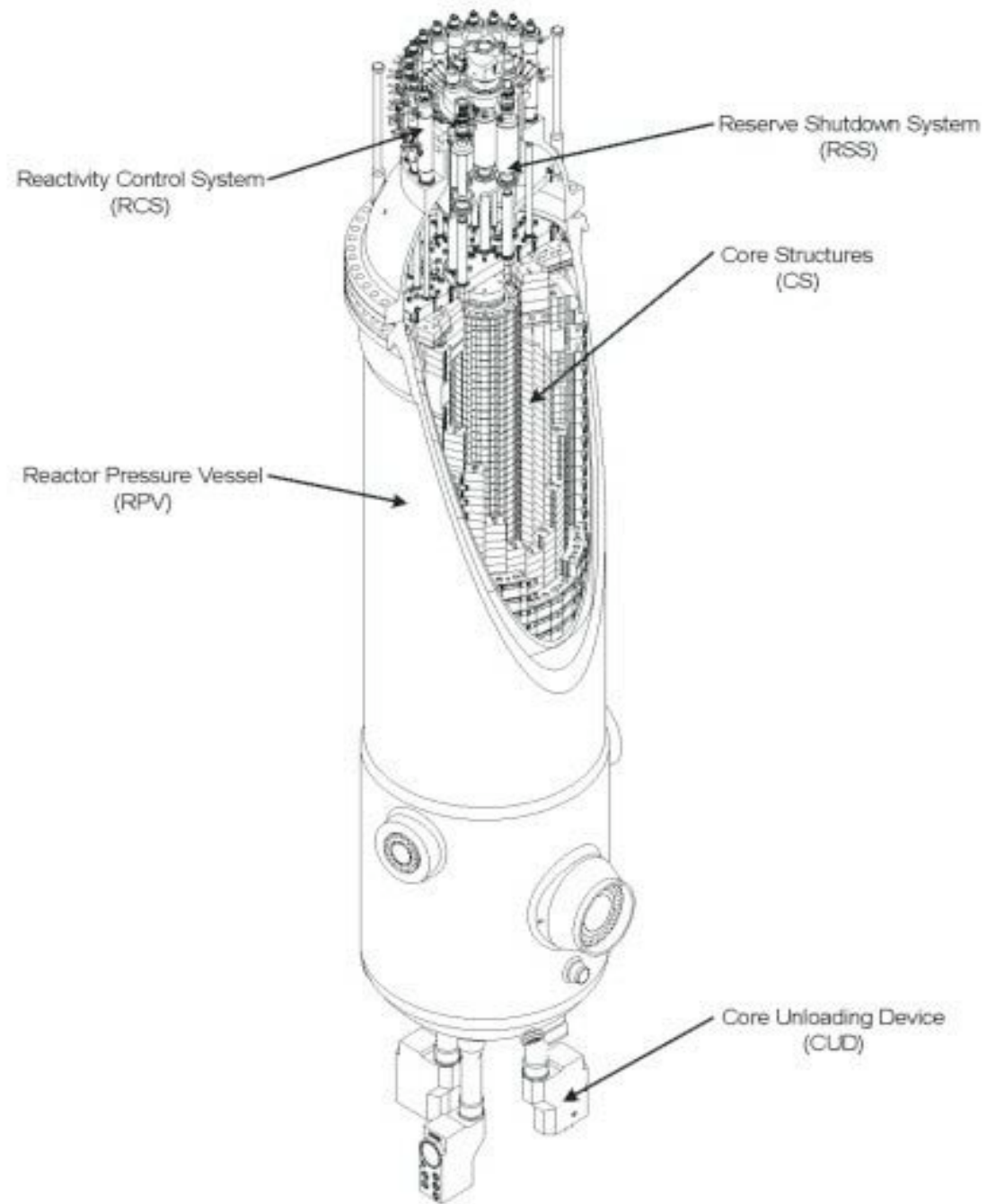
HTR Pebble Cross-section

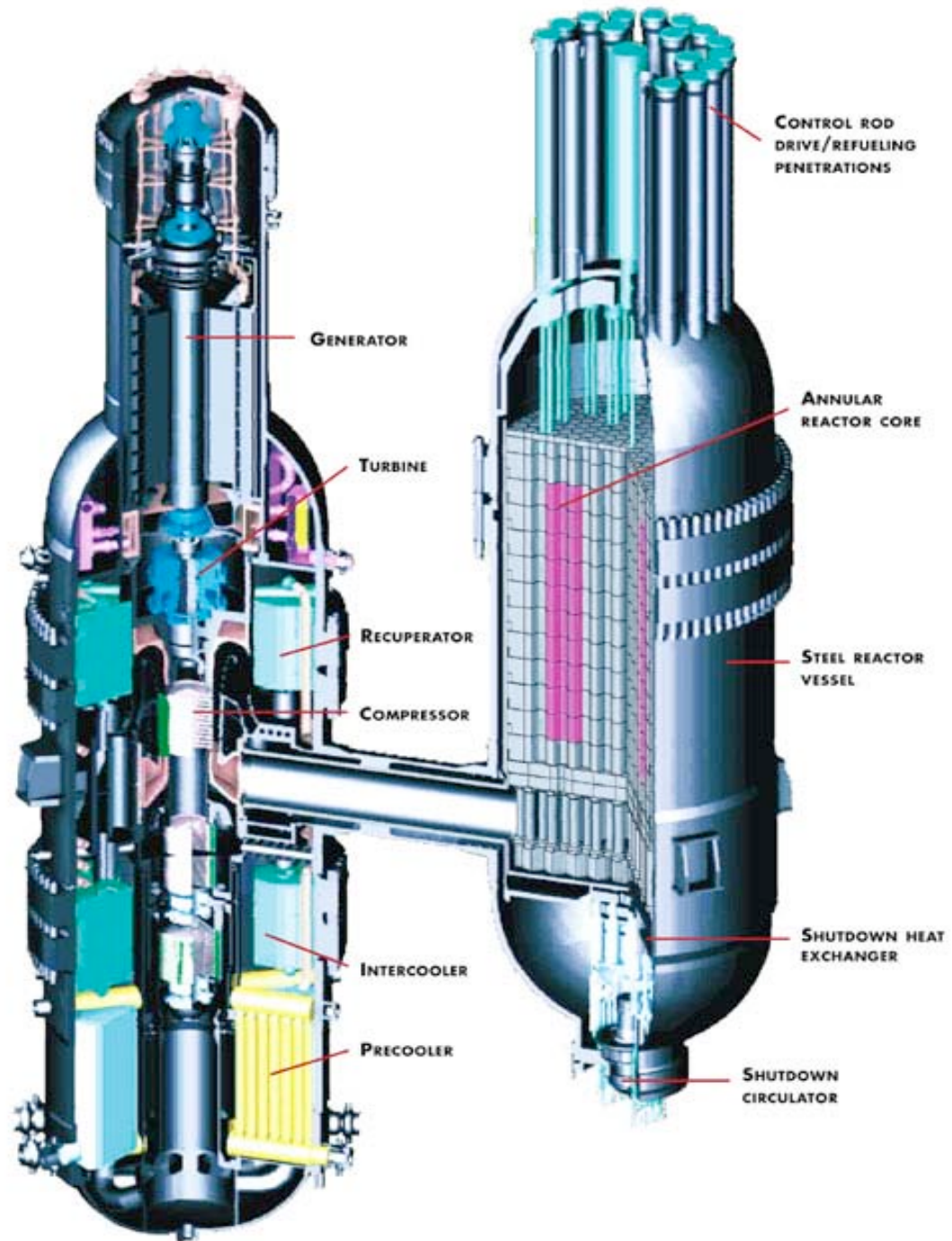
Cut-away Coated Particle





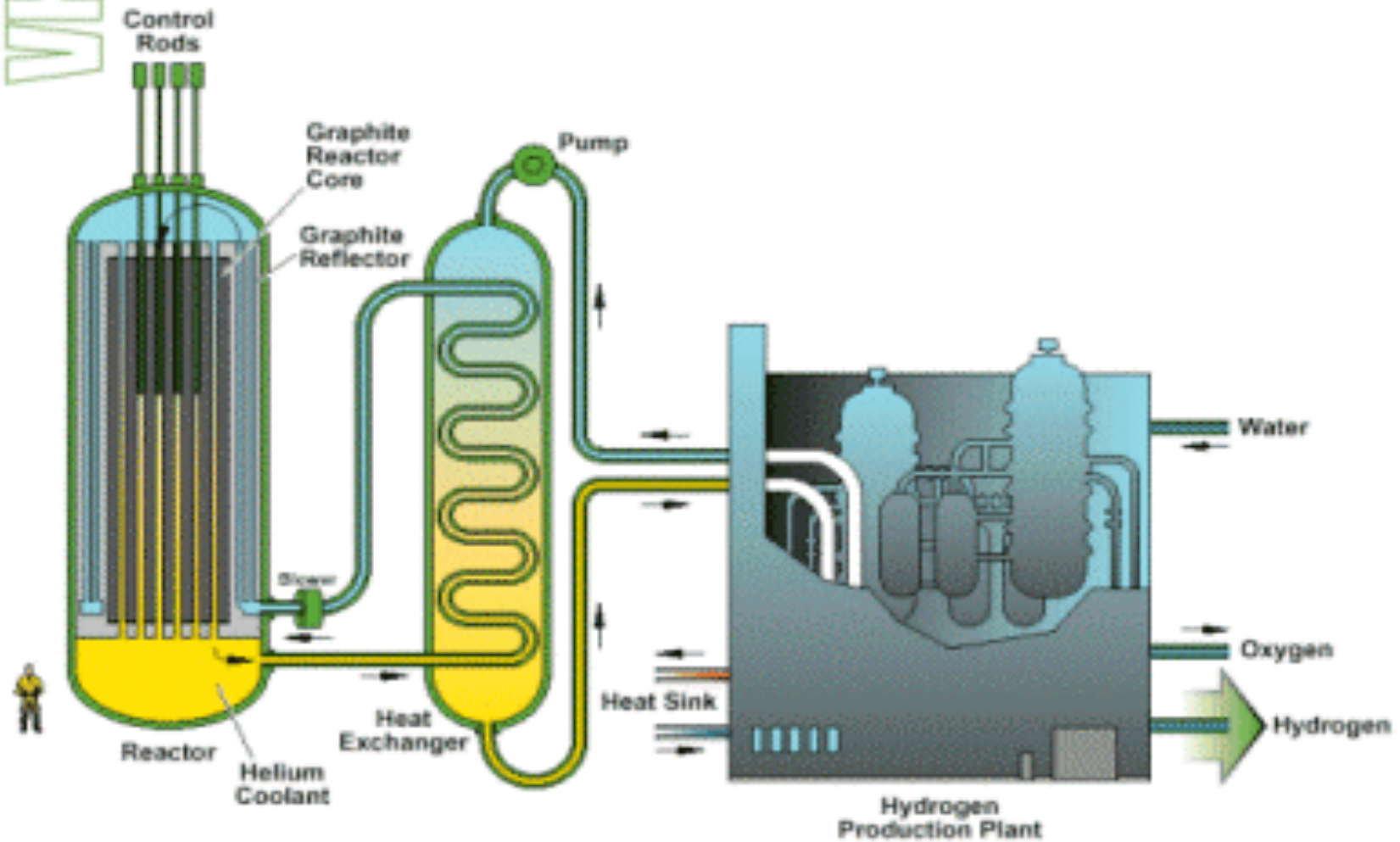






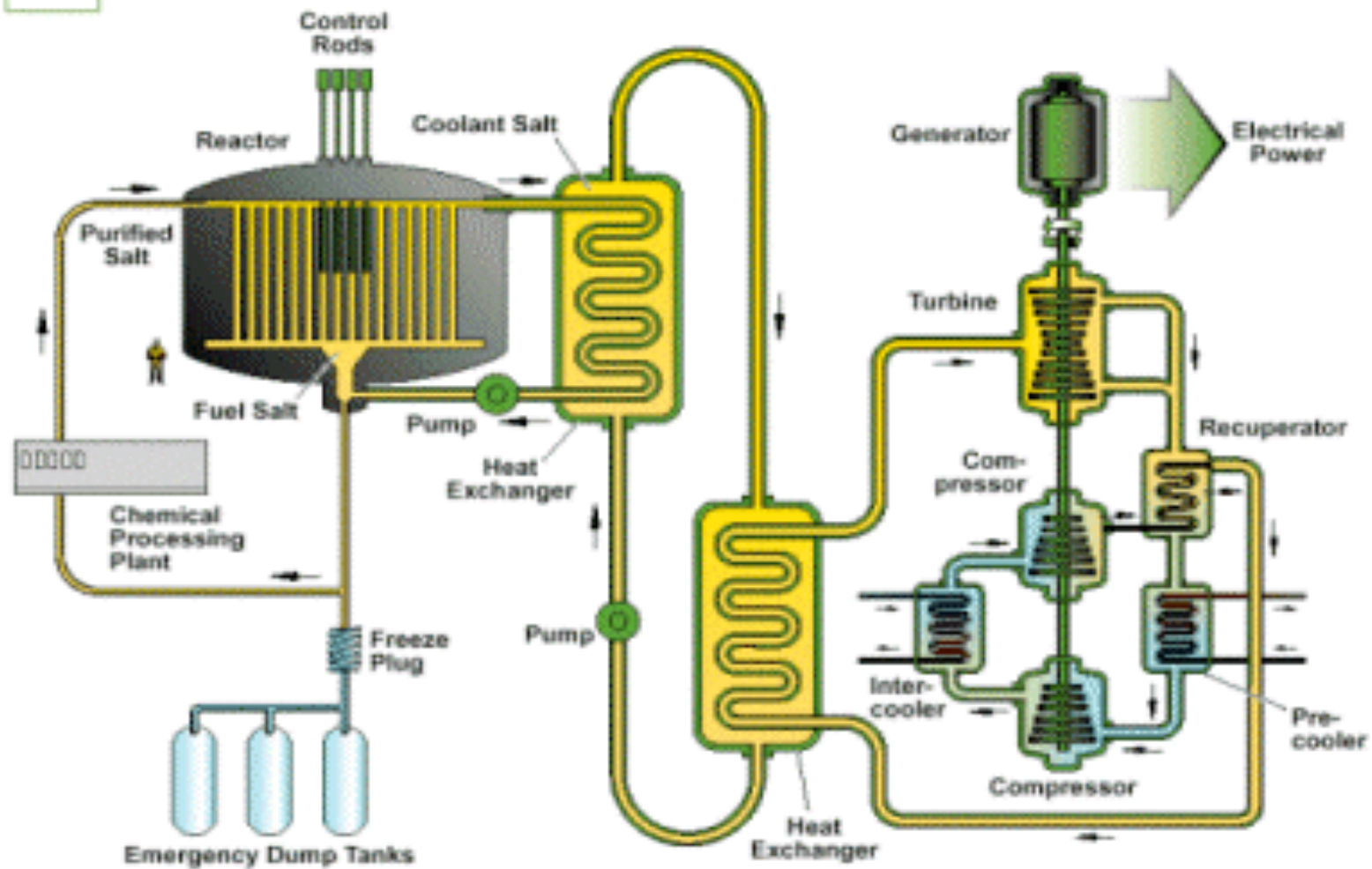
Very-High-Temperature Reactor

VHTR

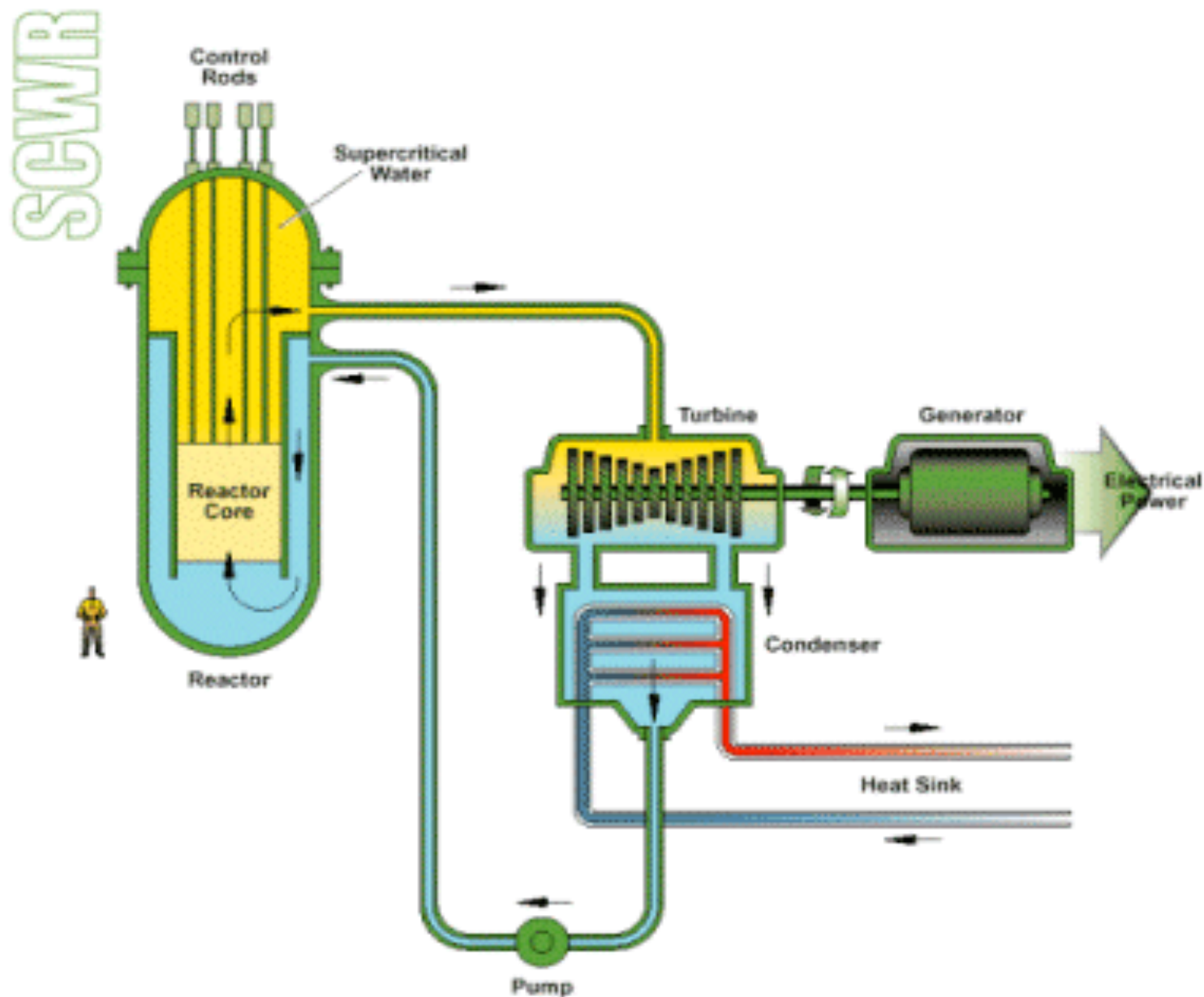


Molten Salt Reactor

MSR

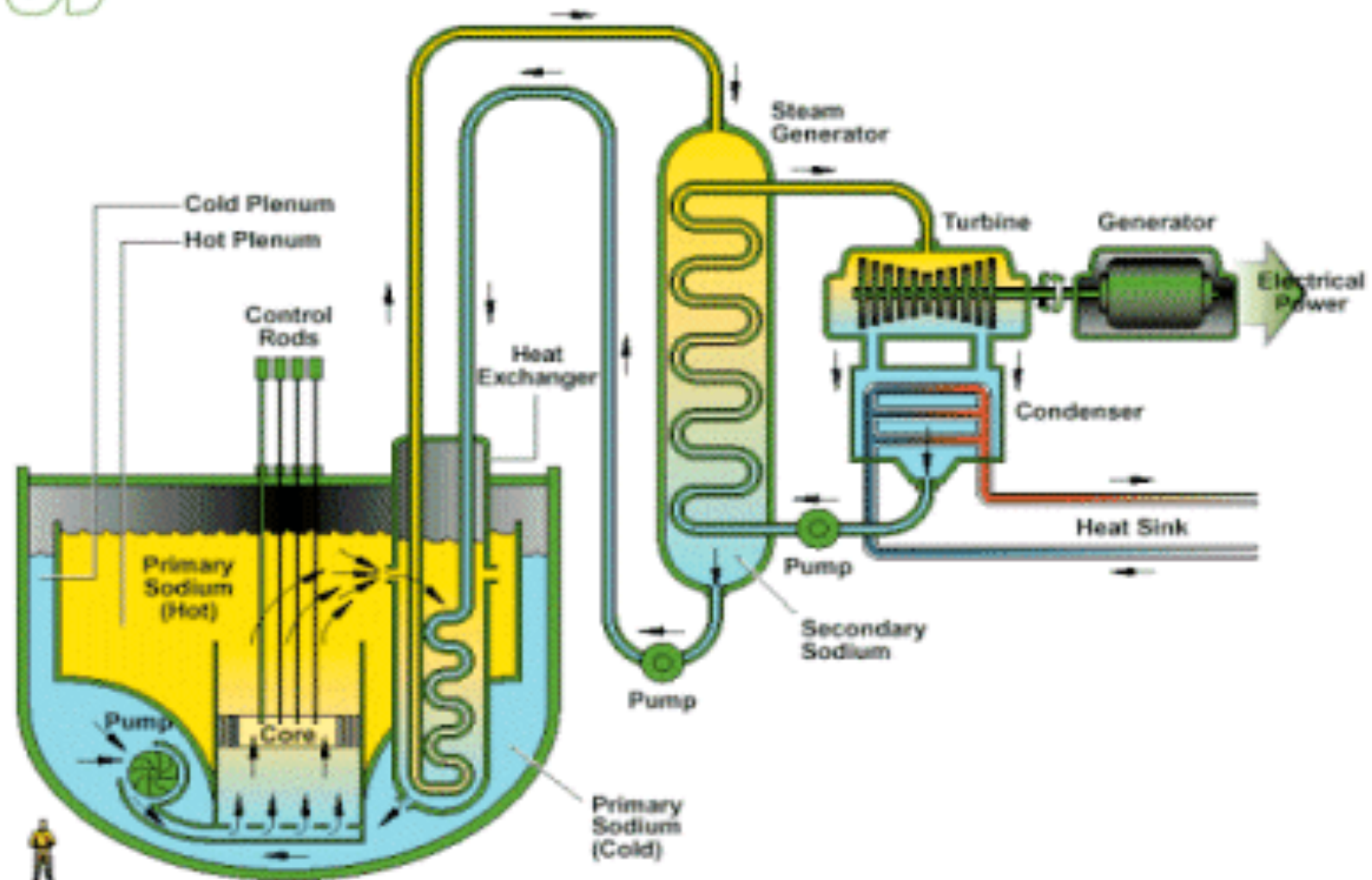


Supercritical-Water-Cooled Reactor



Sodium-Cooled-Fast Reactor

SFR



l'innovazione tecnologica è indispensabile per

- limitare l'uso di petrolio senza incorrere in eccessivi costi economici e ambientali**
- sviluppare sorgenti di energia rinnovabili efficienti, pulite ed economiche per i bisogni fondamentali dei paesi meno sviluppati**
- migliorare la qualità dell'aria nelle città anche soddisfacendo la crescente richiesta di automobili**
- usare le grandi disponibilità di carbone evitando l'inquinamento atmosferico, le piogge acide e l'impatto sul clima**
- sviluppare l'energia nucleare riducendo i rischi di incidenti e di proliferazione militare**

**l'essenza del problema energetico:
non è vero che l'energia sta finendo
stanno finendo piuttosto**

- il petrolio a basso prezzo**
- l'ambiente**
- la tolleranza delle disparità fra i popoli**
- il denaro per soluzioni ottimali**
- il tempo per una transizione dolce**
- leadership adeguate a fare ciò che va fatto**

oltre alla ricerca e all'innovazione tecnologica sono indispensabili

- innovazioni istituzionali a livello nazionale e internazionale**
- leader politici lungimiranti preoccupati dei diritti dei poveri del mondo e delle future generazioni**

È importante che il pubblico abbia una chiara comprensione dei rischi e dei benefici rappresentati dall'energia nucleare.

Occorre un maggior coinvolgimento del pubblico anche nel processo di sviluppo della legislazione internazionale sulla sicurezza dell'energia nucleare: solo così si può eliminare, o almeno ridurre l'attuale diffidenza generalizzata e spesso aprioristica per questo tipo di energia.



Fast Neutron Reactors

Output:	MWe	MW (thermal)	Operation
USA			
EBR 1	0.2		1951-63
EBR 2	20		1963-94
Fermi 1	66		1963-72
SEFOR	20		1969-72
Fast Flux TF		400	1980-93
UK			
Dounreay FR	15		1959-77
Prototype FR	270		1974-94
France			
Rapsodie		40	1966-82
Phenix *	250		1973-
Superphenix 1	1240		1985-98
Germany			
KNK 2	21		1977-91
India			
FBTR		40	1985-
Japan			
Joyo		140	1978-
Monju	280		1994-96-?
Kazakhstan			
BN 350*	135		1972-99
Russia			
BR 5 /10		5 /10	1959-71, 1973-
BOR 60	12		1969-
BN 600*	600		1980-



	First weapons test	Safeguards situation for nuclear power
USA	1945	All civil nuclear facilities are subject to IAEA safeguards
UK	1952	All civil nuclear facilities are subject to IAEA safeguards
Russia	1949	IAEA safeguards not generally applied, though this is changing*.
France	1960	All civil nuclear facilities are under Euratom safeguards, all civil facilities containing safeguards-obligated nuclear material are subject to IAEA safeguards.
China	1964	All imported nuclear power plants are under IAEA safeguards, as is the Russian-supplied Shaanxi centrifuge enrichment plant.
India	1974	Six civil power reactors are under item-specific IAEA safeguards, eight more becoming subject to IAEA safeguards 2008-14 with all future civil facilities, pursuant to 2008 US-India agreement and 2008 IAEA agreement.
Pakistan	1998	Civil power reactors under item-specific IAEA safeguards
Israel	nil	No nuclear power
North Korea	2006	No nuclear power

Pierot

Pierot