

## Reseberättelse

Säkerhet, YG23, nyhetsbrev nr #2, 28 september – 2 oktober 2017

Text av Johanna Dannberg, Isa Doverbratt, Derin Kader

# Frankrike ur ett säkerhetsperspektiv

## CEA Marcoule

Stor forskningsanläggning där man planerar att bli bygga natriumkyld generation IV reaktor (ASTRID).

## CEA Cadarache

Ännu större forskningsanläggning där man bli samarbetar med Marcoule för uppbyggnad av ASTRID. En forskningsreaktor, Jules Horowitz, är också under byggnation där man ska forska inom materialfrågor.

## ITER

Fusionsreaktor under byggnation.

## IAEA Environment Laboratories

Forskning om bli hur radioaktiva ämnen påverkar det marina ekosystemet.

## Deltagare på resan

Johanna Dannberg

*Ringhals AB*

Isa Doverbratt

*Studsвик Nuclear AB*

Derin Kader

*Vattenfall AB*

## Tanke bakom resmål och koppling till vårt tema

Då vårt tema var Säkerhet, kändes det naturligt att besöka anläggningar där säkerhet genomsyrar organisationen. Forskningsanläggningar som Marcoule och Cadarache genomför forskning för att göra nuvarande och framtida kärnkraftverk säkrare. Forskning genomförs inom tex materialteknik samt olika designlösningar för framtida kärnkraftverk testas. ITER är en så pass komplex anläggning att säkerheten under byggnation och drift måste vara väldigt hög.

IAEA:s arbete är väldigt intressant ur många synvinklar och deras verksamhet går ut på att höja säkerheten inom den kärntekniska industrin.

## CEA Marcoule – Dag 1

Resan började med flyg till Nice, från tre olika håll (Stockholm, Göteborg och Köpenhamn), dagen före vårt första studiebesök. Efter en god natts sömn och några timmars bilkörning var vi framme på siten Marcoule. Vi möttes upp av våra guider som skulle vara med oss under studiebesöket. Marcoule invigdes 1955 och det mesta av forskningen berör bränsle och avfallfrågor. Ca 5000 personer jobbar på siten, varav 1500 är sitens egna personal.

Först på schemat stod en presentation om siten, dess historia och aktiviteter. Från början, som för de flesta liknande siter, var mycket av aktiviteterna riktade mot militär applikation men med tiden har denna del minskat och fokus har istället riktats mot civila applikationer. Mycket fokus ligger på bränsleforskning t ex återanvändning/återvinning av redan använt bränsle för reaktorer av generation III eller äldre samt nya bränsleelement för snabba reaktorer (generation IV). Tanken är att kunna nyttja det mesta ur uranet samtidigt som man drastiskt minskar mängden avfall och tiden som avfallet behöver förvaras.

Sedan fick vi en presentation av projekt ASTRID (Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration) som troligen kommer att byggas på Marcoule-siten. ASTRID kommer att vara en natriumkyld generation IV forskningsreaktor med en generatoreffekt på 600 MW. För att minimera risker och få med allmänhetens godkännande har man valt att inte ha vatten/ånga som kraftöverföringsmedium mellan reaktor och turbin. Reaktorn kommer istället att värma upp kvävgas till 180 bar och ha gasturbiner istället för ångturbiner.



*Figur 1. YG-gruppen vid besökarbyggnaden i Marcoule.*

När dessa presentationer var färdiga, fick vi åka med våra guider i sitens egna buss till industriområdet. Efter en ganska gedigen säkerhetskontroll var vi på väg till ATLANTE-byggnaden. ATLANTE är en stor byggnad som består av ett antal laboratorier och hotcellstationer. Forskningen fokuserar på kemin kring behandling av använt bränsle, återanvändning av bränsle, avfallshantering och forskning på framtida bränslen.

Sista besöket på Marcoule var PHÉNIX som är natriumkyld snabbreaktor som var i drift mellan 1973 och 2009. Anläggningen hade en generatoreffekt på ca 260 MW men de sista åren tog de en ånggenerator ur drift och producerade därför mindre el. Vi fick en rundvandring i den halvavvecklade anläggningen av två herrar som har jobbat inom driftorganisationen. Innan rundvandringen fick vi en presentation av anläggningen via en mock-up och därför var det ganska enkelt att orientera sig i anläggningen och rundvandringen blev ännu mer givande. Vi fick se reaktorhallen, en avvecklad turbinhall, ånggeneratorer och de förklarade hur bränslebyte och omhändertagande av skadade bränsleelement gick till. Anläggningen användes även i forskningssyfte och för transmutation av använt bränsle från generation III reaktorer. Mycket av natriumet är kvar i anläggningen och det var även här man forskade om hur natriumet kan lösas upp och omhändertas på bästa sätt. Man avlägsnar och löser upp natriumet lite i taget och därför kommer det arbetet hålla på ett antal år till. Till vår förvåning pratade dessa driftherrar mycket bra engelska, jämfört med de vi hade träffat tidigare, vilket gjorde att denna del av Marcoule-besöket till det mest givande.

Då det var fotoförbud inom industriområdet fick vi endast ta bild vid besökarbyggnaden, figur 1.

*”Tanken är att kunna nyttja det mesta ur uranet samtidigt som man drastiskt minskar mängden avfall och tiden som avfallet behöver förvaras.”*

## **CEA Cadarache och ITER – Dag 2**

Cadarache är, som Marcoule, en stor forskningsanläggning (startades 1959) som sysselsätter ca 5000 personer, varav ca 2000 är inhyrda. Vår guide gav oss en övergripande presentation av siten innan vi tog oss in med hennes bil. Cadarache samarbetar med Marcoule inom ASTRID-projektet och vårt första besök blev en byggnad där man forskar och testar olika lösningar för ASTRID. Samma byggnad användes tidigare för forskning och tester när man tog fram PHÉNIX-reaktorn i Marcoule. Först fick vi en liknande presentation av ASTRID som dagen innan, men med mer detaljer om design och säkerhetstänket bakom vald design och lösning. Sedan fick vi se hur de forskar och testar runt detta. Det var väldigt intressant hur mycket forskning som faktiskt görs innan ett kärnkraftverk byggs. Vi fick också se flytande natrium, vilket var något av en religiös upplevelse för Isa som har en förkärlek till metaller.

Vårt andra besök på Cadarache var byggnationen av Jules Horowitz reaktorn (JHR) som beräknas vara klar 2021. Vi blev introducerade för en anläggningsingenjör som visade oss runt. Först fick vi en mock-up-presentation av anläggningen, vilket gjorde rundvandringen mer givande. JHR är en forskningsreaktor där man ska studera hur material och bränsle beter sig när de blir bestrålade under längre perioder. Det ska vara möjligt att bestråla material med motsvarande 40 års dos under ett år. Projektet är redan försenat så de tror att 2023 är ett mer troligt datum när reaktorn blir klar.

Efter rundturen fick vi träffa projektledaren för alla samarbeten Cadarache har med olika universitet runtom världen. KTH, Chalmers och Uppsala Universitet är involverade inom både ASTRID och JHR-projektet. De var väldigt nöjda med dessa samarbeten och en del av forskningsresultaten hade till och med applicerats. Det kändes hoppgivande att Sverige är inblandat inom kärnkraftsforskning och att vi fortfarande har och kommer att ha spetskompetens inom området i framtiden. Det råder tyvärr fotoförbud även på Cadarache-siten och därför har vi inga bilder från denna del av besöket.

Efter en tre-rätterslunch på Cadarache begav vi oss till ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor, på Latin betyder även ITER "The way"). Vår guide mötte oss och efter att ha klätt oss i nödvändig utrustning (hjälm, väst, skyddsglasögon, handskar och gummistövlar) kom vi in på siten. ITER är ett av de största energiprojekten i världen, där Kina, EU, Indien, Japan, Korea, Ryssland och USA samarbetar i genomförandet. Själva "reaktorn" kallas Tokamak (ryska akronym för "ringformig kammare med magnetpole") och det är här väteisotoperna deuterium och tritium kommer att värmas upp till 150 miljoner Kelvin för att bilda en plasma. Genom ett starkt magnetfält hålls plasman från väggarna. ITER byggs endast i forskningssyfte och kommer inte att användas för att producera el men forskningen lägger grunden för morgondagens fusionskraftverk. Planen är att komma igång med driften 2025 och ITER ska då kunna producera 10 gånger mer energi än vad som går åt för att starta fusionsreaktionen.



*Figur 2. Överblick av ITER-siten.*

Vi åkte först till en besöksbyggnad där vi fick siten förklarad via en mock-up. Byggnaden låg på en högre höjd och därifrån fick man en bra överblick över siten, figur 2. Man kunde även se TORE SUPRA (föregångare till ITER) en bit från siten. Vi fick se allt från byggandet av tokamakbyggnaden, figur 3, till montering och byggnation av magnetpolarna. Ca 1500 jobbar på siten och man beräknar att antalet går upp till 3000 redan 2018. Trots det komplexa arbetet och den stora siten, var det inget fotoförbud, till vår förvåning.





*Figur 3. YG-gruppen vid byggnationen av tokamakbyggnaden, ITER.*

***”Planen är att komma igång med driften 2025 och ITER ska då kunna producera 10 gånger mer energi än vad som går åt för att starta fusionsreaktionen”***

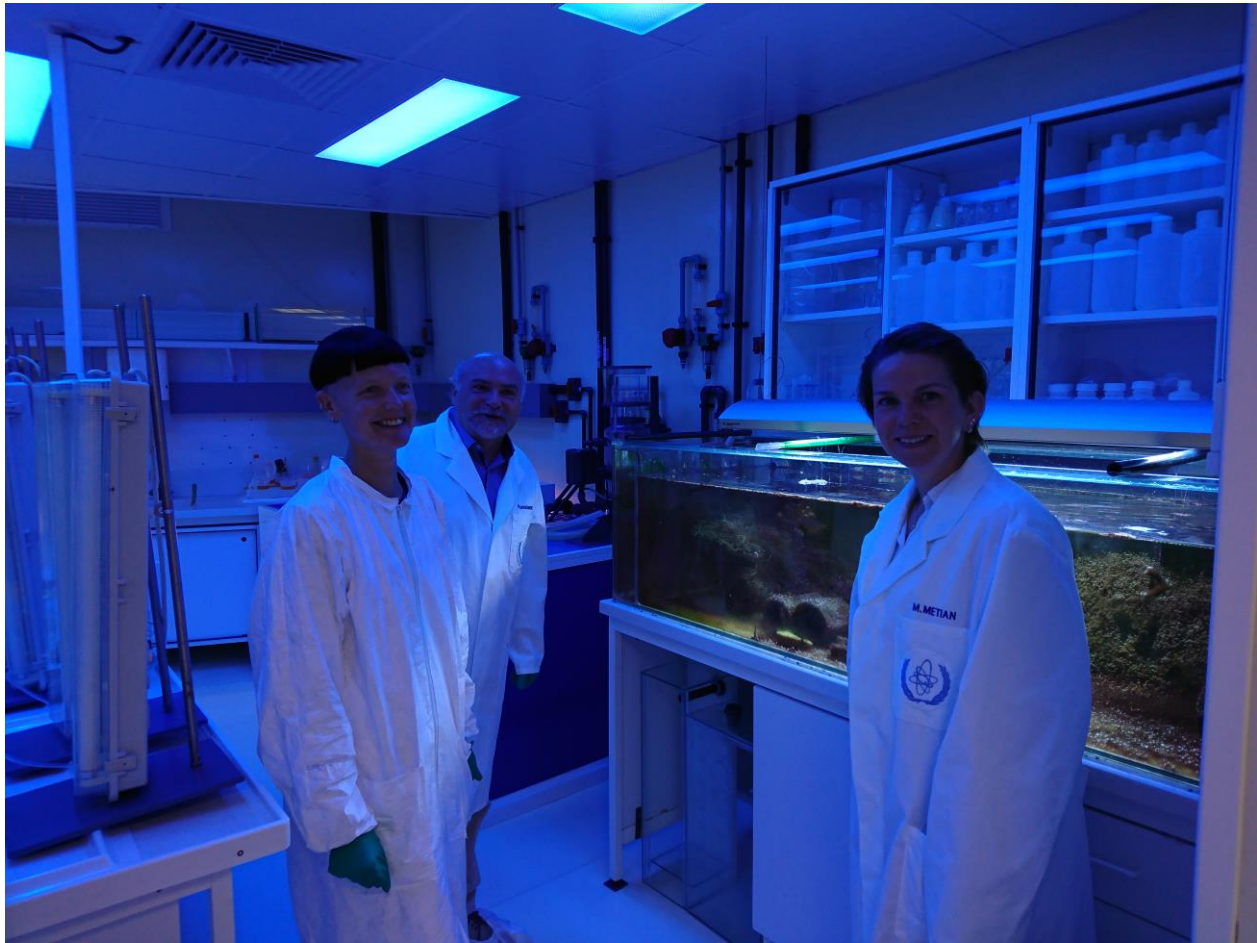
### **IAEA Environment Laboratories – Dag 3**

På IAEA Environment Laboratories i Monaco, forskas det på hur den marina miljön påverkas av radioaktivitet, tungmetaller, plast, koldioxidupptag osv. Laboratoriet grundades 1961 och är det enda laboratoriet som forskar på marin miljö inom FN.

Vi fick först en kort presentation av direktören samt träffa cheferna för de tre laboratorerna. Sedan fick vi en rundvandring som började på *Radiometrics laboratory* där de med hjälp av naturliga och artificiella radionukleider studerar hur ämnen transporteras i marin miljö och kvantifierar extremt små mängder radionukleider i hav och sediment. Laboratoriet samordnar också internationell forskning inom området och tillhandahåller upplärning av forskare världen över i metodiken. De tillverkar och tillhandahåller även diverse referensmaterial till andra laboratorier.

På *Radioecology laboratory* forskar de bland annat på hur radionukleider tas upp i fisk och skaldjur och tex hur tillagningsprocesser runt om i världen påverkar biotillgängligheten för människor som äter fisken. I laboratoriet fanns flertalet akvarier med olika fiskar och möjlighet för forskarna att kontrollera diverse parametrar på inkommande havsvatten, figur 4. Ett annat intressant forskningsområde var hur skeletten i bläckfisk påverkas av försurningen av haven.

Det tredje laboratoriet var *Marine Environmental Studies Laboratory* som forskar på icke-radioaktiva miljöförstörande ämnen i haven. Laboratoriet är med och implementerar och stöttar regional verksamhet inom marin miljöforskning.



*Figur 4. Säkerhetsgruppen i Radioecology laboratory hos IAEA Environment Laboratories.*

***”Laboratoriet grundades 1961 och är det enda laboratoriet som forskar på marin miljö inom FN.”***

## **Tankar om hur besöken uppfyllt YGs riktlinjer**

Resan har bidragit till en framtidstro för kärnkraften. Det var väldigt inspirerande att besöka ett land med en annan syn på kärnkraftens roll i framtiden. Att få gå omkring på siter under byggnation och forskningsanläggningar som försöker lösa framtidens utmaningar har breddat både vår kunskap och syn på kärnkraften.

Vi träffat otroligt många kunniga och engagerade människor på respektive site och blivit väl omhändertagna. Även under planering av resan har personliga kontakter knutits med medarbetare på respektive företag.

Mot ovanstående anser vi att besöken har uppfyllt YG:s riktlinjer.

## Reflektion mot temat

Slutförvar är en säkerhetsfråga och denna hanterar Frankrike på ett helt annat sätt än Sverige, då de återvinner och därmed minskar mängden bränsle och avfall, och sparar resurserna. I dagsläget sker återvinningen i ett steg (Plutonium mono-recycling) men forskning pågår för att kunna återvinna i fler (Plutonium + Minor Actinides multi-recycling).

En annan intressant säkerhetsfråga var hur de tänker kring ångturbin kontra gasturbin som lösning för ASTRID-reaktorn. Trots att forskarna ansåg att ångturbiner, vilka har högre verkningsgrad, är lika säkra som gasturbiner väljer de ändå att satsa på gasturbiner för att lättare få allmänhetens acceptans.

Vid rundvandringen på JHR visades t ex hur hela reaktorbyggnaden byggdes jordbävningstålig för att möta moderna säkerhetskrav. Resans olika studiebesök berörde många olika säkerhetsaspekter inom branschen.

## Tips

Börja planera i tid!

Håll regelbundna och täta telefonmöten för framdrift.

Använd Doodle som planeringsvertyg.

Ta hjälp av tidigare YG-medlemmar för att få kontaktuppgifter till de siter ni vill besöka.

Om möjlighet finns: lägg gärna resorna i anslutning till en helg, vilket ger mer tid för att lära känna varandra inom gruppen.

Vi hade med Vattenfall-älgar som gåva vid utlandsbesöken, dessa var mycket uppskattade!

Checka inte in alla kläder vid flygresan, bagaget kan vara försenat...

Om ni åker till Monaco (t.o.r. från Nice), ta då helikopter istället för flygbuss – flygbussarna dyker ej upp! Information finns på IAEA:s hemsida.