

# ESV EURIDICE GIE

## Jaarverslag 2004



# 1. Voorwoord

In dit jaarverslag wordt een overzicht gegeven van de belangrijke ontwikkelingen die zich hebben voorgedaan in 2004 in het kader van de statutaire opdrachten van het ESV EURIDICE.

Enkele markante gebeurtenissen van 2004 hebben bijgedragen tot de (middel)lange stabiliteit van het ESV. Zo verzekert de ondertekening van de vijfjarige (2004-2008) overeenkomst met NIRAS de financiering van een groot deel van de opdrachten van het ESV op middellange termijn. Ook de overdracht van de vergunningen van SCK•CEN naar ESV en de wijziging van de statuten en het recht van opstal tonen duidelijk de wens van beide leden om op lange termijn verder te gaan met het ESV EURIDICE. De rol welke NIRAS het PRACLAY-project wenst toe te dichten in de opeenvolgende Safety and Feasibility Cases (SFC I rond 2012 en SFC II rond 2020) draagt tevens bij tot de lange termijn stabiliteit van het ESV EURIDICE.

In het kader van het PRACLAY-project werd de offerteaanvraagprocedure voor de galerij gestart en werden de aannemers die zullen worden uitgenodigd tot het indienen van een offerte geselecteerd. Tevens werd de eerste fase van het ontwerp van het PRACLAY In Situ experiment nagenoeg afgewerkt. Ook wordt een testprogramma aan de oppervlakte voor de haalbaarheid van de constructie van de "Supercontainer" voorbereid.

Het SELFRAC-project heeft de grote sealing capaciteit van Boomse klei bevestigd en leidde tot conclusies over de impact van de verstoorde zone rond bergingsgalerijen die van groot belang zijn voor de "performance assessment" studies.

In het kader van de valorisatie van de EURIDICE-infrastructuur werden contracten ondertekend met ANDRA, IRMM en de Europese Commissie (ESDRED).

Op het gebied van de bezoeken aan het ESV EURIDICE herinneren wij ons het bezoek van Z.M. Koning Albert II vergezeld van de ministers Moerman en Van Mechelen.

De website van het ESV EURIDICE werd eveneens op het www geplaatst.

In hetgeen volgt worden de doelstellingen dewelke het ESV zich stelde voor het boekjaar 2004 - statutair gaat het boekjaar van het ESV EURIDICE in op 1 januari en eindigt het op 31 december – geëvalueerd. De doelstellingen die het ESV zich stelt voor 2005 worden eveneens vastgelegd.

De voornaamste doelstellingen voor 2004, zoals vermeld in het jaarverslag per 31 december 2003, waren:

- de definitieve oplevering van het ventilatiegebouw;
- de levering van twee versterkingsringen;
- de organisatie en daarna de "follow-up" van de "Conference & Workshop on research in the URF HADES";
- het operationeel maken van de testbank instrumentatie;

- het afwerken van het finale rapport OPHELIE;
- het afwerken van de procedures voor het QA-handboek;
- het voortzetten en verder coördineren van het project SELFRAC;
- het publiceren van EURIDICE News nr 3;
- het driejaarlijks rapport 2001-2003 voor NIRAS opstellen en aan NIRAS overmaken;
- het verspreiden van de rapporten van de verbindingsgalerij;
- de website EURIDICE on-line zetten, vervolledigen en continu updaten;
- de procedure van overdracht en hernieuwing van de vergunningen verder zetten;
- een analyse maken van de noodzaak tot aanpassing van Statuten, Recht van opstal, Huishoudelijk reglement, enz. teneinde de officiële documenten aan te passen aan de evolutie van EURIDICE en haar activiteiten;
- het verder participeren in de werkgroep Architectuur van NIRAS;
- de voortzetting van de activiteiten inzake valorisatie;
- met NIRAS overleggen wat de rol van EURIDICE is in de SEA (Strategic Environmental Impact Assessment);
- het verder zetten van de acties in het kader van de wetenschappelijke exploitatie;
- het beheer en de uitbating van de infrastructuur conform het Huishoudelijk reglement;
- de participatie in het 6th framework EC-project ESDRED;
- het starten met de offerteaanvraagprocedure PRACLAY-galerij;
- de design van de volgende PRACLAY-experimenten:
  - PRACLAY-heater test,
  - PRACLAY-gallery and crossing,
  - PRACLAY-plugtest;
- met het ontwerp en de uitvoering starten van de "PRACLAY-on-surface" experimenten;
- het begeleiden van de doctoraatsthesis van Pierre Gourmel en van het postdoctoraat van Diane Sali;
- het aantrekken van doctoraatsstudenten en andere stagiairs;
- het driepartijen contract ANDRA-NIRAS-EURIDICE in het kader van de samenwerking met ANDRA voor de PRACLAY-experimenten afsluiten;
- het contract met NIRAS voor de financiering van de periode 2004 – 2008 afwerken;
- de tentoonstelling in overeenstemming brengen met de evolutie van de studies m.b.t. de bergingsarchitectuur van NIRAS en met de planning van de PRACLAY-experimenten;
- de participatie in het GIS (Geoscientific Information System);
- de realisatie van een brochure voor rondleiding in de demohal.

Op 31 december 2004 was de status van de hierboven vermelde doelstellingen als volgt:

- de definitieve oplevering van het ventilatiegebouw en van de omgevingswerken werd uitgesproken;
- de levering van de twee versterkingsringen heeft plaatsgevonden. Deze versterkingsringen dienen om - desgevallend - geplaatst te worden daar waar een gevaar bestaat op instabiliteit van de bekleding ten gevolge van overbelasting of om het mogelijk te maken grote openingen te maken in de bekleding;
- de “Conference & Workshop on Research in the URF HADES” heeft plaatsgevonden in januari en resulteerde in een samenwerking met RAWRA voor SCK•CEN en in het financieren van twee doctoraten;
- de testbank voor de instrumentatie is operationeel: zij werd gebruikt voor het testen van de instrumentatie van het EC-project FEBEX II en zal gebruikt worden voor het testen van de instrumentatie van het PRACLAY-experiment;
- het finale rapport OPHELIE werd niet afgewerkt; de bedoeling is dit rapport begin 2005 af te werken zodat de resultaten van het postdoc van Diane Sali erin kunnen worden opgenomen;
- de procedures voor het QA-handboek werden, wegens tijdsgebrek, niet afgewerkt;
- het project SELFRAC werd voortgezet en beëindigd in 2004;
- EURIDICE News nr 3 werd niet gepubliceerd;
- het driejaarlijks rapport 2001-2003 voor NIRAS was niet afgewerkt;
- de rapporten van de verbindingsgalerij werden verspreid;
- de website EURIDICE werd on-line gezet;
- de procedure van overdracht en hernieuwing van de vergunningen werd verdergezet;
- de analyse van de noodzaak tot aanpassing van Statuten, Recht van opstal, Huishoudelijk reglement, enz. teneinde de officiële documenten aan te passen aan de evolutie van EURIDICE en haar activiteiten gebeurde in 2004 en resulteerde in een wijziging van de Statuten, van het Recht van opstal en van het Huishoudelijk reglement;
- het ESV participeerde verder in de werkgroep Architectuur van NIRAS;
- de activiteiten inzake valorisatie werden voortgezet, zo waren er contacten met ENRESA, COVRA en NRG;
- er werd met NIRAS overlegd wat de rol van EURIDICE is in de globale planning van NIRAS. Een belangrijke conclusie is de rol die het PRACLAY-project zal spelen in de SFC I (2012) en SFC II (2020). Zo zijn de eerste resultaten - die opgenomen zullen worden in SFC I - van de heater test van cruciaal belang voor de acceptabiliteit van warmteafgevend afval in de Boomse klei;
- de acties in het kader van de wetenschappelijke exploitatie worden verdergezet;
- het beheer en de uitbating van de infrastructuur werd conform het Huishoudelijk reglement uitgevoerd;
- ESV participeert in het 6th framework EC-project ESDRED;

- de offerteaanvraagprocedure PRACLAY-galerij werd opgestart, de procedure die gehanteerd wordt is de beperkte offerteaanvraag met voorafgaande bekendmaking. De aannemers dewelke zullen worden uitgenodigd tot het indienen van een offerte werden geselecteerd;
- de design van de volgende PRACLAY-experimenten is zeer ver gevorderd:
  - PRACLAY-heater test,
  - PRACLAY-gallery and crossing,
  - PRACLAY-plugtest;
 de vorderingsgraad van de design van de experimenten was ver genoeg gevorderd om de opstelling van het bestek voor de realisatie van de PRACLAY-galerij mogelijk te maken;
- het ontwerp van testen in het kader van het "PRACLAY-on-surface" experiment werd uitgevoerd: een testprogramma voor de THM-karakterisatie van Boomse klei, de haalbaarheid van de constructie van de supercontainer en voor de ESDRED-tests werd voorgesteld. De uitvoering van de experimenten is nog niet gestart;
- voor wat betreft de doctoraatsthesis van Pierre Gourmel en het postdoctoraat van Diane Sali kan het volgende gemeld worden:
  - de samenwerking tussen Pierre Gourmel en de ULg werd stopgezet, de ULg zal haar contractuele verplichtingen nakomen;
  - in overleg met ANDRA werd het postdoctoraat van Diane Sali verlengd tot eind januari 2005;
- er werden twee doctoraatsstudenten aangetrokken (CERMES en UPC) in het kader van het "PRACLAY-on-surface" experiment. Tevens vervoegde een Franse universiteitsstudent het ESV EURIDICE gedurende enkele maanden;
- het driepartijen contract ANDRA-NIRAS-EURIDICE in het kader van de samenwerking met ANDRA voor de PRACLAY-experimenten werd afgesloten;
- het contract met NIRAS voor de financiering van de periode 2004-2008 werd afgesloten;
- de tentoonstelling werd nog niet in overeenstemming gebracht met de evolutie van de studies m.b.t. de bergingsarchitectuur van NIRAS en met de planning van de PRACLAY-experimenten;
- de participatie in het GIS (Geoscientific Information System) werd geformaliseerd;
- een brochure voor rondleiding in de demohal werd niet gerealiseerd.

Als voornaamste doelstellingen voor 2005 kunnen vermeld worden:

- het afwerken van het finale rapport OPHELIE;
- het starten van de werkzaamheden met het oog op het bekomen van een ISO-certificatie in 2006;
- het afwerken van het finaal rapport SELFRAC;
- het publiceren van EURIDICE News nr 3;
- het driejaarlijks rapport 2001-2003 voor NIRAS opstellen en aan NIRAS overmaken;
- de website EURIDICE vervolledigen en continu updaten;

- het bekomen van de overdracht van de vergunning in het kader van het ARBIS van SCK•CEN naar ESV EURIDICE;
- de functiebeschrijving herschrijven in overeenstemming met de gewijzigde statuten;
- het verder participeren in de werkgroep Architectuur van NIRAS;
- de voortzetting van de activiteiten inzake valorisatie;
- met NIRAS verder de rol van het ESV EURIDICE in de planning van het lange termijn beheer van het radioactief afval evalueren;
- het verder zetten van de acties in het kader van de wetenschappelijke exploitatie;
- het beheer en de uitbating van de infrastructuur conform het Huishoudelijk reglement;
- de mogelijkheid tot participatie in de programma's van de EC evalueren;
- het voortzetten van de activiteiten in het kader van het project ESDRED;
- het uitvoeren van de lopende contracten van het ESV EURIDICE;
- de gunning van de opdracht PRACLAY-galerij;
- de gedetailleerde design van het PRACLAY-experiment en het opstellen van een herziening van het document "aims of the PRACLAY-project" rekening houdend met de evolutie die de definitie van het experiment heeft ondergaan sinds de laatste versie van het document;
- het starten van het "PRACLAY-on-surface" experiment bestaande uit volgende testen: gedetailleerde THM-karakterisatie van de Boomse klei (UPC en CERMES doctoraatsthesis); testen m.b.t. de haalbaarheid van de constructie van de supercontainer na input van de lopende studies (bij de CEA in opdracht van NIRAS); de ESDRED-tests om de haalbaarheid aan te tonen van het opvullen van de annulaire ruimte;
- het begeleiden van de doctoraatsthesis van ULg, CERMES en UPC;
- het aantrekken van doctoraatsstudenten en andere stagiairs;
- de tentoonstelling in overeenstemming brengen met de evolutie van de studies m.b.t. de bergingsarchitectuur van NIRAS en met de planning van de PRACLAY-experimenten;
- de realisatie van een brochure voor rondleiding in de demohal.

## 2. Activiteitenverslag

Dit hoofdstuk beschrijft de activiteiten uitgevoerd door het ESV EURIDICE vanaf 1 januari tot 31 december 2004.

### 2.1 PRACLAY-project

Het PRACLAY-project bestaat uit meerdere deelprojecten en experimenten. In hetgeen volgt worden de werkzaamheden uitgevoerd in het kader van deze projecten beschreven.

#### 2.1.1. Ontmanteling van de maquette OPHELIE

De in 2004 gerealiseerde activiteiten m.b.t. de OPHELIE maquette (**O**n surface **P**reliminary **H**eating simulation **E**xperimenting **L**ater **I**nstruments & **E**quipment) omvatten:

- de afwerking van de post-ontmanteling analyses, meer bepaald de corrosietesten op de stalen van de centrale buis, de intrados van de galerijbekleding, de hydratatie tubes en de sensoren;
- de finalisatie van de karakterisatie uitgevoerd door CIMNE (Barcelona, Spanje) van het (niet geëxposeerde) opvulmateriaal (PRACLAY-mixture). Het objectief van deze karakterisatie is het verzamelen van de nodige gegevens voor de THM-modellering van de maquette. De testen omvatten triaxiale en oedometrische testen met gecontroleerde suctie en temperatuur;
- de draftversie van een syntheserapport m.b.t. de interpretatie van alle THM-analysen (post-ontmanteling analyses en karakterisatie) uitgevoerd door CEA-Saclay, CIEMAT, UPC, ULg en ULB;
- het begin van de THM-modellering van het opvulmateriaal. Rekening houdend met de nodige tijd voor de karakterisatie (de saturatie van het opvulmateriaal duurt langer als voorzien) en de prioriteit gegeven aan het PRACLAY-project (verkennde berekeningen voor het definiëren van de design), zal de modellering in 2005 voortgezet worden;
- het voortzetten van de geo-chemische modellering van de kunstmatige barrière (gestart in oktober 2003) gerealiseerd in het kader van een post-doctoraat (samenwerking tussen NIRAS en ANDRA). Het post-doctoraat van één jaar werd uiteindelijk verlengd tot einde januari 2005;
- de draftversie van het finale rapport zal het hele project omvatten, vanaf de preliminaire studies tot de finale conclusies en aanbevelingen. Omwille van het voortzetten van de modellering (geo-chemisch en THM) tot in 2005 werd de finalisatie van het rapport uitgesteld;
- op 10 juni 2004 organiseerde het ESV EURIDICE een "OPHELIE dag" waarop de actuele resultaten van de post-ontmanteling analyses gepresenteerd en besproken werden door de verantwoordelijke medewerkers aan een zeer breed wetenschappelijk publiek (SCK•CEN, NIRAS, SAC EURIDICE, ...).

## **2.1.2. Verbindingsgalerij**

In 2004 werd de verbindingsgalerij uitgerust met de nodige nutsvoorzieningen (zie 2.3.2.). Verder werden de periodieke controles van de betonnen bekleding van de galerij voortgezet; de bekleding functioneert naar behoren. Er werden enkele nieuwe barsten opgemerkt en enkele bestaande barsten werden langer, zonder echter een gevaar voor de veiligheid te betekenen. Tijdens het voorjaar en de zomer van 2004 werd de aanwezigheid van een kleine hoeveelheid water vastgesteld op de galerijbodem, voornamelijk ter hoogte van ring 30-40. Een mogelijke verklaring hiervoor was het slecht functioneren van de sturing van de luchtconditionering van het ventilatiesysteem op dat ogenblik (zie 2.3.4.).

In tien bekledingsringen werd elk segment uitgerust met een optische target. De landmeter meet periodiek de positie hiervan op om de stabiliteit van de galerij op termijn te controleren.

De bekleding van de verbindingsgalerij is zodanig gedimensioneerd dat een opening met een diameter van 10 cm kan gemaakt worden in elke ring. Voor grotere openingen moet een bijkomende versteviging aangebracht worden. Twee zulke verstevigingsringen werden in 2004 geproduceerd en geleverd door de firma Poncin uit Ocquier. Zij schreven ook een montageprocedure. De ringen liggen voorlopig opgeslagen in de werkplaats van het ventilatiegebouw. Een bijkomende reden om deze twee verstevigingsringen ter plaatste te hebben is dat er door de bouw van de PRACLAY-galerij een spanningsverhoging kan optreden op de bekleding van de verbindingsgalerij. Ook in dit geval moeten de verstevigingsringen geplaatst worden en dit supplementair aan de verstevigingsring die geïnstalleerd zal worden ter hoogte van de kruising van de PRACLAY- en de verbindingsgalerij.

Verscheidene artikels over de bouw van de verbindingsgalerij werden in 2004 gepubliceerd (zie 2.5).

## **2.1.3. PRACLAY-experiment**

### ***2.1.3.1. Inleiding***

Het demonstratieprogramma is recentelijk geheroriënteerd als gevolg van de evolutie van de Belgische architectuur voor de berging van het hoogradioactief verglaasd afval. NIRAS overweegt momenteel drie alternatieven zijnde:

- het supercontainer-ontwerp (SC),
- het boorgatontwerp,
- het sleufontwerp.

Op basis van een multicriteria analyse werd het supercontainer ontwerp door NIRAS als voorkeuroptie geselecteerd. NIRAS beschouwt de twee andere opties als alternatieven.

Daarom werd de filosofie van het PRACLAY-experiment herzien. Omwille van de flexibiliteit van de voorkeuroptie, besliste NIRAS om eerst de meer generieke aspecten te bestuderen van het aantonen van de haalbaarheid van de berging van warmteafgevend hoogradioactief afval in diepe kleilagen.

Het PRACLAY-experiment is nu opgedeeld in drie experimenten:

1. Het PRACLAY In Situ experiment (zie 2.1.3.2)
2. Het PRACLAY Surface experiment (zie 2.1.3.3)
3. Het PRACLAY Witness experiment (zie 2.1.3.4)

### **2.1.3.2. PRACLAY In Situ experiment**

Het PRACLAY In Situ experiment omvat de volgende vier in situ testen:

- PRACLAY Gallery and Crossing Test
- PRACLAY Heater Test
- PRACLAY Backfill Test
- PRACLAY Plug Test

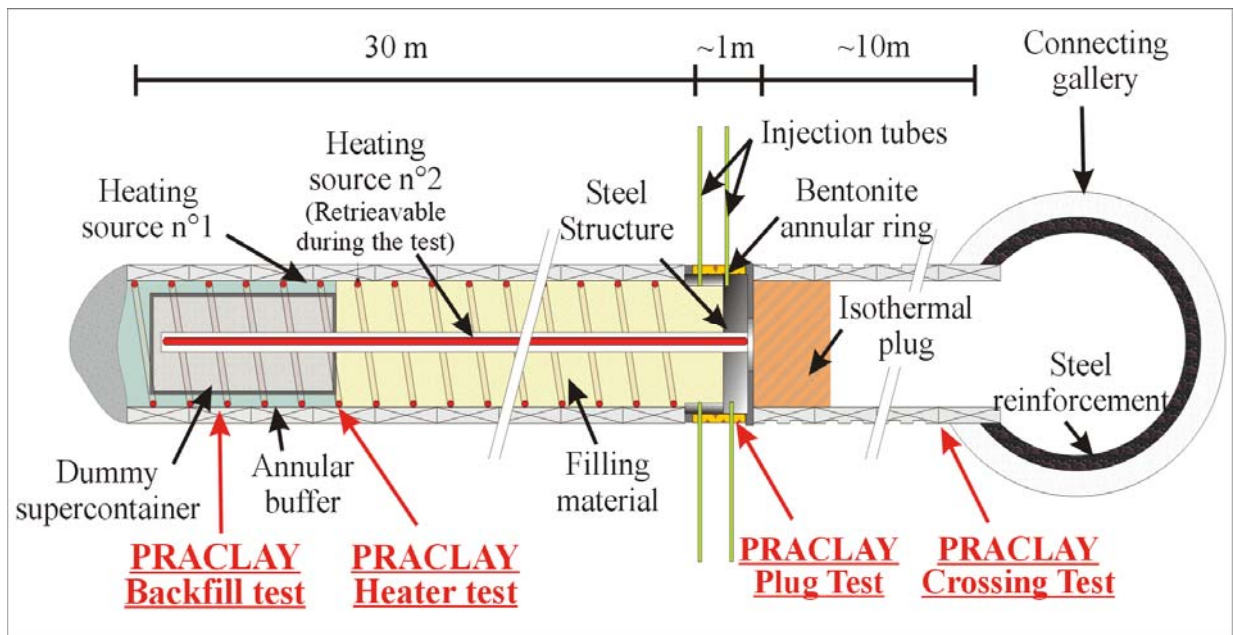
In 2004 werd gewerkt aan het preliminaire ontwerp van deze testen. Hieronder verstaat men het vastleggen van de objectieven, de geometrie, de grenstoestanden en het instrumentatie-programma van de Boomse klei en in de bekleding van de PRACLAY-galerij. Het werk was gebaseerd op een reeks berekeningen en op de resultaten van vroegere in situ experimenten. De modellering en de voorafgaande experimentele resultaten hebben de keuzes in het kader van de PRACLAY In Situ experimenten ondersteund. De modellering omvatte ook de gevoeligheidsstudies voor het bepalen van de THM-reactie van de Boomse klei rond de bergingsgalerij rekening houdend met diverse hypothesen.

Het PRACLAY In Situ experiment is ontwikkeld om zoveel mogelijk onafhankelijk te zijn van het geselecteerde ontwerp. Deze keuze werd gemaakt opdat er – in geval van een verandering in de keuze van één van de alternatieven – zoveel mogelijk resultaten van één ontwerp naar een ander ontwerp zouden kunnen worden overgebracht.

Het PRACLAY In Situ experiment heeft niet tot doel de thermische belasting die het werkelijke bergingssysteem ondergaat te reproduceren. Dit is onmogelijk gezien de limieten van het experiment (korte tijd vergeleken met een reële berging, andere randvoorwaarden, bergingsdesign nog niet definitief, ...). Daarom zal het PRACLAY-experiment de meest nadelige condities reproduceren zoals deze in de Boomse klei zouden kunnen voorkomen op om het even welk ogenblik van de berging van het warmte afgevend afval en voor om het even welk bergingsdesign. Zodoende zijn de resultaten van het PRACLAY-experiment generiek, t.t.z. geldig voor alle bergingsontwerpen.

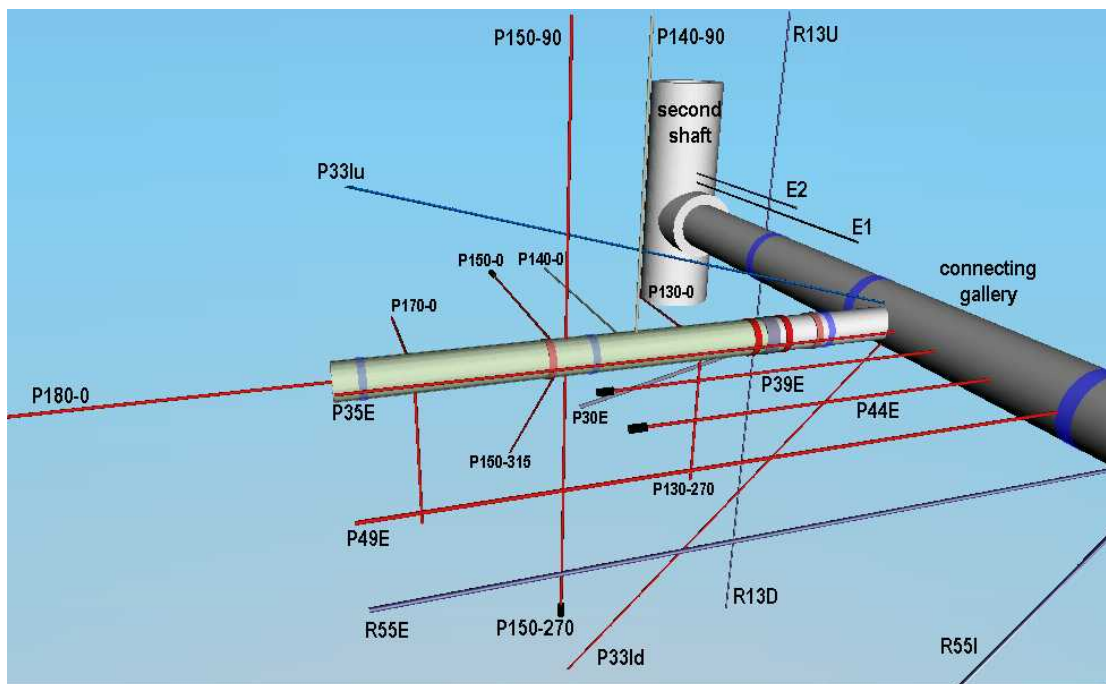
Volgende keuzes werden gemaakt voor het ontwerp van het experiment (zie Figuur 1):

- verwarmde lengte ongeveer 30 m;
- lengte hydraulische plug ongeveer 1 m;
- verwarmingssysteem zodanig gedimensioneerd dat een zo constant mogelijke temperatuur van ongeveer 80°C aan de extrados van de galerij behouden blijft;
- minimalisatie van de tijdsduur tussen het einde van de constructie van de PRACLAY-galerij en de installatie van het PRACLAY In Situ experiment;
- zo hoog mogelijke verzadigingsgraad van de bergingscomponenten binnen de PRACLAY-galerij.



Figuur 1: Het preliminaire ontwerp van de PRACLAY-experimenten

Verkennde berekeningen (zie 2.1.3.5.) werden uitgevoerd om de omvang en de grootte van de verschillende fenomenen te evalueren en om het effect van bepaalde ontwerpparameters te bepalen. In functie van deze berekeningen en de vroeger gerealiseerde in situ experimenten, werd een instrumentatieprogramma voorgesteld (zie 2.1.3.6 en Figuur 2). De geïnstrumenteerde boorgaten zijn voornamelijk uitgerust met thermokoppels, piëzometers, verplaatsingsensoren en totale druksensoren.



Figuur 2: Lay-out van de geïnstrumenteerde boorgaten rond de PRACLAY-galerij

Het in 2004 uitgevoerde werk en de verantwoording van de gemaakte keuzes werden gerapporteerd in het EURIDICE-document ref. 05-107: "The preliminary design of the PRACLAY In Situ Test: objectives, geometry, boundary conditions and instrumentation

programme –”. Dit document, dat momenteel enkel in draftversie bestaat, werd voor advies en commentaar aan het SAC van het ESV EURIDICE voorgelegd. Tevens zal commentaar gevraagd worden aan NIRAS, SCK•CEN en ANDRA.

Voor wat betreft de bouw van de PRACLAY-galerij werd in 2004 de beperkte offerteaanvraag met voorafgaande bekendmaking formeel opgestart. De aankondiging werd gepubliceerd op 2 april 2004 in het nr 004261 van het Bulletin der Aanbestedingen en in het nr S65 van het Journal Officiel des Communautés Européennes.

Het proces-verbaal van kwalitatieve selectie werd voorgelegd aan het Bestuurscomité van het ESV op 29 juni 2004. De gunningcriteria voor de opdracht werden goedgekeurd door het Bestuurscomité in haar zitting van 23 november 2004.

Op 17 december 2004 werden de geselecteerde aannemers op de hoogte gesteld van hun kwalitatieve selectie. Zij zullen de samenstellende documenten van het offerteaanvraagdossier kunnen ophalen op 30 maart 2005. De offertes worden verwacht op 9 augustus 2005 om 14 uur.

### ***2.1.3.3. PRACLAY Surface experimenten***

De PRACLAY Surface experimenten omvatten drie delen:

1. karakterisatie van de gastformatie en de bergingscomponenten;
2. constructie en behandeling van de bergingscomponenten (ESDRED-project);
3. experimenten rond de interactie van de bergingscomponenten.

Voor deze experimenten wordt algemeen verondersteld dat de in situ condities geen speciale voorwaarden opleggen. Met andere woorden, dat de invloed van - en de interactie met - de gastformatie de korte termijn werking van de bergingscomponenten niet zal beïnvloeden. Vandaar dat het niet noodzakelijk is deze elementen in situ te testen. Daarom wordt voorgesteld ze bovengronds te testen waardoor men de experimentele voorwaarden beter zal kunnen controleren en ook een efficiënter kostenbeheer zal kunnen handhaven.

#### *2.1.3.3.1. Karakterisatie van de gastformatie*

In het kader van het PRACLAY Surface experiment werd een specifiek THM-karakterisatie programma van de gastformatie opgesteld. Dit programma omvat de opvolging van drie thesissen:

- een thesis bij de ULg (Universiteit Luik) gestart in 2003 voor het onderzoek en een beter begrip van de hydraulische drukvariatie in de geosfeer rond de uitgravingen in de Boomse klei;
- een thesis bij CIMNE (Universiteit Barcelona, Spanje) gestart in 2004 om het gedrag van de Boomse klei in niet gesatureerde toestand te karakteriseren. Er is inderdaad nood aan een meer systematisch onderzoek van de gecombineerde effecten van temperatuur en gedeeltelijke verzadiging op het hydro-mechanische gedrag van Boomse klei onder bepaalde condities;
- een thesis bij CERMES (Ecole des Mines, Frankrijk) gestart in 2004 om een THM-basiswet uit te werken om het gedrag van Boomse klei in verzadigde condities te

beschrijven. Het onderzoek is gebaseerd op resultaten uit laboratoriumonderzoek en vroegere ervaring uit in situ testen.

#### *2.1.3.3.2. Constructie en behandeling van de bergingscomponenten (ESDRED-project)*

ESDRED is een technologisch geïntegreerd project in het kader van het 6de Kaderprogramma van EURATOM. Het project loopt over 5 jaar, van 2004 tot 2008, en beoogt de demonstratie van de technische haalbaarheid, op industriële schaal, van een aantal specifieke technologieën m.b.t. de constructie, de uitbating en de sluiting van een diepe geologische berging voor gebruikte splijtstof en langlevend radioactief afval. Het ESDRED-project concentreert zich voornamelijk op de technologieën die essentieel zijn voor de berging van radioactief afval maar waarvoor nog niet voldoende onderzoek gebeurd is. De ontwikkeling van deze technologieën is onderworpen aan de eisen van de lange termijn veiligheid, de operationele veiligheid en de mogelijke terugneembaarheid van het afval gedurende een bepaalde periode.

Een bijkomend objectief van ESDRED is de ontwikkeling en de ondersteuning van een gemeenschappelijke Europese visie rond het beheer en de berging van radioactief afval.

EURIDICE is vooral betrokken bij het gedeelte m.b.t. de ontwikkeling en het verbeteren van constructietechnologieën, en het plaatsen van de buffer/opvulmateriaal in de bergingsgalerijen of in de verpakking van het afval. Een ander objectief van deze module is ook het onderzoek en de verdere ontwikkeling van het gebruik van niet-intrusieve meettechnieken in diepe berging. Deze technieken hebben het voordeel dat er geen fysieke "indringing" nodig is in de barrières van het bergingssysteem.

Binnen dit gedeelte is EURIDICE verantwoordelijk voor het testen van de annulaire horizontale buffer/backfill configuratie.

De identificatie van de "Functional Requirements" en het ontwerp van de buffer/backfill test configuratie werden uitgevoerd in 2004. Bovengrondse demonstratie testen zijn voorzien in 2005.

Het voornaamste objectief van deze testen is de demonstratie van de technische haalbaarheid op industriële schaal van het opvullen van de annulaire ruimte tussen het hoogradioactief afval (HLW) en de binnenzijde van de (horizontale) bergingsgalerij. Het Belgische concept voor de berging van verglaasd hoogradioactief afval zal hiervoor als referentie dienen. Niettemin zullen de resultaten nuttig zijn voor alle partners van het ESDRED-project omdat het opvullen van de annulaire ruimte een probleem is dat in alle landen behandeld dient te worden.

Bovendien zullen deze testen de mogelijkheid bieden om sommige aspecten aan te tonen van de haalbaarheid van de terugneembaarheid van het afval nadat de bergingsgalerijen opgevuld werden.

De bovengrondse testen omvatten:

- bovengrondse demonstratietesten op kleine schaal gepland voor 2005 met als hoofddoel het testen van de manier van aanbrengen van verschillende opvulmaterialen (gebluste kalk, zand-cement mengsel, zand-bentoniet mengsel en dunne mortel). Na deze testen zullen drie materialen gekozen worden voor de demonstratietesten op reële schaal;

- bovengrondse demonstratietesten op reële schaal (lengte ongeveer 30 m) gepland voor 2006 met als hoofddoel de doenbaarheid aan te tonen om in één enkele stap een bepaald aantal meter op te vullen met een geselecteerd materiaal, en dit mits het beschouwen van dezelfde temperatuurcondities als in een reële bergingsgalerij.

Over deze bovengrondse testen, werd in 2004 een document geschreven met de beschrijving van de objectieven en de voorgestelde ontwerpen voor zowel de testen op kleine als op grote schaal.

#### *2.1.3.3.3. Experimenten rond de interactie van de bergingscomponenten: preliminair programma voor de bovengrondse testen in het kader van de demonstratie van de "SUPERCONTAINER DESIGN"*

In het kader van de activiteiten van de GTA-werkgroep werd einde 2003 een nieuw referentieontwerp – het supercontainer ontwerp - geselecteerd voor het verglaasd hoogradio-actief afval voor het Belgische programma.

Een interessante eigenschap van het supercontainer concept is dat alle componenten bovengronds kunnen geassembleerd worden. Dit garandeert een betere kwaliteitscontrole van de geselecteerde materialen, van hun kenmerken, en van het fabricage proces.

De bovengrondse demonstratietesten in het kader van het aantonen van de haalbaarheid van het supercontainer ontwerp, zijn geconcentreerd op elementen van cruciaal belang voor het Belgische programma en voor de volgende mijlpaal van het R&D-programma: de veiligheid en de haalbaarheid. Prioriteit zal verleend worden aan de aspecten die uniek zijn voor het gekozen ontwerp en die waarschijnlijk niet aangetoond zullen worden in andere programma's. De impact van warmte op het gedrag van de cementachtige componenten van het supercontainer concept is een goed voorbeeld van een probleem dat zich alleen bij het Belgische programma stelt en dat zeker onderzocht dient te worden.

De hoofdoelstellingen van dit eerste testprogramma gerelateerd aan het supercontainer ontwerp zijn dus:

- de bevestiging van de materiaalkeuze voor de verschillende EBS (Engineered Barrier System of systeem van kunstmatige barrières) en van hun eigenschappen;
- het aantonen van de doenbaarheid van de constructie en het assembleren van verschillende componenten van het supercontainer ontwerp;
- de verificatie van het gedrag van deze componenten in omstandigheden die representatief zijn voor reële bergingsomstandigheden;
- de beschrijving van het fabricatieproces;
- de demonstratie van alle belangrijke stappen van het demonstratieproject (het transport in de schacht, de galerij, de bovengrondse gebouwen, ...).

#### **2.1.3.4. PRACLAY Witness Experiment**

Het voornaamste doel van het PRACLAY Witness Experiment is de verificatie van het lange termijn gedrag (meerdere tientallen jaren) van de bergingscomponenten en van het gastgesteente in situ condities. Dit biedt ook de mogelijkheid om lange termijn meettechnieken te testen. Tevens zal de PRACLAY Witness test een kunstmatig geconstrueerd analogon zijn voor toekomstige generaties. De Witness Test zou kunnen

geïnstalleerd worden nadat de hoger vermelde in situ test ontmanteld en geanalyseerd is. De installatie van de Witness test is niet gepland vóór 2019.

#### **2.1.3.5. Modelling**

Verkennde berekeningen werden uitgevoerd in het kader van het PRACLAY In Situ experiment. Deze berekeningen waren gebaseerd op de huidige kennis van de basiswetten en de betreffende parameters. Dank zij de modellering heeft men de omvang en de grootte van de verschillende fenomenen kunnen evalueren, alsook de impact van bepaalde ontwerpparameters. De modellering heeft ons de eerste elementen van kennis gegeven m.b.t. de temperatuur, de poriënwaterdruk en de totale drukverdeling rond de PRACLAY-galerij op verschillende tijdstippen van de levensduur van het experiment.

De resultaten van deze berekeningen waren essentieel voor het bepalen van het preliminaire ontwerp van het PRACLAY In Situ experiment (geometrie, thermische bronterm, begin- en randvoorwaarden) alsook voor het opstellen van een instrumentatieprogramma.

De resultaten van de modellering zijn ook belangrijk bij het verder ontwikkelen van het ontwerp van het bergingssysteem. Zo heeft men kunnen aantonen dat in een bergingssysteem de THM-reactie van de Boomse klei hoofdzakelijk beïnvloed zal worden door:

- de tijdsduur tussen de uitgraving van de bergingsgalerijen en de berging van het afval, hoe langer deze periode (overeenkomstig met een drainagefase) hoe lager de poriënwaterdruk rond de bergingsgalerij en hoe lager de maximum poriënwaterdruk opgebouwd gedurende de opwarmingsfase;
- het feit of men al dan niet horizontale plugs zal plaatsen en door de tijdsduur beschouwd tussen de berging van het afval en de installatie van zo een plug. De aanwezigheid van een horizontale plug zal “waterdichte condities” verplichten op deze locatie. Hoe vlugger de plugs geïnstalleerd zullen worden hoe hoger de maximum poriënwaterdruk opbouw gedurende de opwarmingsfase;
- het saturatie niveau van de bergingscomponenten. Hoe hoger het saturatie niveau zal zijn, hoe hoger de maximum poriënwaterdruk opbouw gedurende de opwarmingsfase.

#### **2.1.3.6. Instrumentatie**

##### *PRACLAY In Situ*

Er werd een instrumentatieprogramma uitgewerkt en voorgesteld dat zich voornamelijk richt op de instrumentatie te installeren in de gastformatie en in de galerijbekleding (zie Figuur 2). Het instrumentatienetwerk werd gebaseerd op de resultaten van de verkennende berekeningen en op de in situ ervaringen van andere in situ experimenten zoals bij voorbeeld het CLIPLEX-project. Het programma werd ontwikkeld in overeenstemming met de te bestuderen items in het kader van het PRACLAY In Situ experiment zijnde:

- de THMC-reactie van de Boomse klei op de uitgravingwerken, op de drainagefase en op de thermische belasting, teneinde besluiten te kunnen trekken omtrent het gedrag van de Boomse klei als voornaamste barrière van het bergingssysteem;
- de studie van de THM-interacties tussen de Boomse klei en de galerijbekleding teneinde de stabiliteit te controleren van de galerijbekleding onder thermische belasting;

- de studie van de performantie van de uitgravingsmethode onder meer door het karakteriseren van de "Excavation Damaged Zone" (EDZ) rond de galerij alsook door de karakterisatie van haar evolutie in de tijd;
- de studie van de performantie van de instrumentatie teneinde besluiten te kunnen trekken inzake lange termijn metingen in een bergingssysteem.

Het instrumentatieprogramma van de PRACLAY Backfill Test en de PRACLAY Plug Test werd nog niet ontworpen omdat de finale lay-out van deze tests nog niet gedefinieerd is.

Het programma werd aan het SAC voorgelegd voor advies en commentaar. In 2005 zullen de instrumenten geselecteerd en gekalibreerd worden. De eerste instrumenten zullen einde 2005 geïnstalleerd worden.

In het kader van PRACLAY werd reeds één boring uitgevoerd op ongeveer 0.5 m boven, en parallel met, de as van de toekomstige PRACLAY-galerij. Deze boring werd gebruikt voor het uitvoeren van de Selfboring Pressuremeter test (zie 2.4.2.). In deze boring werden zes meetpunten geplaatst (bestaande uit houten cilinders voorzien van een vijs als inmeetpunt) op dieptes tussen 3 en 12 m. Over de eerste 2.5 meter van het boorgat is een hars geïnjecteerd. In het kleimassief rondom de verbindingsgalerij werden breuken geïnduceerd tijdens de bouw ervan; de geïnjecteerde hars is deze breuken binnengedrongen zodat tijdens de uitgraving van de PRACLAY-galerij het breukpatroon rondom de verbindingsgalerij zichtbaar zal worden.

### *Testbank FEBEX*

Het drukvat - het belangrijkste onderdeel van de testbank - was geleverd einde 2003. De eerste maanden van 2004 werd de testbank voltooid met de hulpcircuits voor de regeling van druk (regelbaar, accumulator) en temperatuur (verwarmingkabel en isolerende mantel). Ook de bijhorende instrumentatie werd geïnstalleerd en aangesloten. In april en mei konden dan de eerste testen in het kader van FEBEXII van start gaan. Ondertussen werden ook andere opstellingen voorbereid voor de instrumentatie van PRACLAY (ondermeer de biaxiale stressmeter). De eigenlijke testen zijn voorzien begin 2005.

## **2.2. Participatie in “Groupe de travail Architecture” (GTA) van NIRAS**

De werkgroep heeft drie alternatieve basisontwerpen uitgewerkt (Supercontainer, Boorgat en Sleuf) volgens een stapsgewijze aanpak en met een rechtvaardiging van de beslissingen die tijdens het ontwerp genomen werden.

Het omvatte de uitvoering van een multi-criteria analyse. De SC-OPC (Supercontainer met een buffer gebaseerd op OPC-beton) is de voorkeuroptie. De supercontainer met een neutrale pH-buffer gemaakt op basis van IPC-beton (*Inorganic Phosphate Cement*) was geselecteerd als de alternatieve optie. Deze selectie is een mijlpaal in het ontwikkelingsproces waarbij het referentieontwerp, zoals voorgesteld in het SAFIR II rapport, vervangen wordt.

De studies gerealiseerd in het kader van het preliminaire ontwerp van het PRACLAY In-Situ experiment (zie 2.1.3.) hebben belangrijke input geleverd voor de ontwikkeling van het referentieontwerp:

- zij hebben het belang aangetoond van de invloed van de initieel door het ontwerp opgelegde hydraulische condities;

- de stabiliteit van de bekleding van de tunnel onder de thermische belasting wordt bestudeerd. Dit is bijzonder belangrijk indien er rekening wordt gehouden met de mogelijke noodzaak van terugneembaarheid van het afval;
- het ontwerp van een horizontale plug werd bestudeerd.

## **2.3. Beheer en uitbating van de installaties**

### **2.3.1. Algemeen**

De werkzaamheden zoals voorzien in het Huishoudelijk reglement bepalen de taken met betrekking tot het beheer en de uitbating van de installaties gelegen op het terrein waarop het ESV een opstalrecht heeft. In 2004 werden deze taken naar behoren uitgevoerd.

### **2.3.2. Beheer en uitbating van de ondergrondse installaties en de bijhorende ophaalinstallaties**

De nutsvoorzieningen in de verbindingsgalerij werden definitief afgewerkt (verlichting en noodverlichting, persluchtleiding, waterleiding, netwerkaansluitingen, persluchtmaskers, zuurstofzelfredders, ...). Het definitief elektrisch verdeelbord onderaan de nieuwe schacht werd geplaatst in het eerste kwartaal van 2004. De elektrische voedingskabel die het verdeelbord in de machinekamer verbindt met het verdeelbord onderaan de nieuwe schacht werd aangesloten.

Naast de opvolging van de lopende experimenten in het ondergrondse laboratorium werden ook enkele nieuwe testen geïnstalleerd en bestaande testen gerecupereerd.

In mei werden twee van de vijf CORALUS-experimenten gerecupereerd voor verder onderzoek in de bovengrondse laboratoria van het SCK•CEN.

In juni werd de centrale boring gemaakt tussen de vier geïnstumenteerde boringen van het SELFRAC-project in de ANDRA-galerij. Gezien deze boring niet verbuisd is wordt het mogelijk de verstoring die ontstaat door de convergentie van het boorgat te bestuderen door de vier geïnstumenteerde boringen.

In augustus werden op de locatie in opdracht van NIRAS twee seismografen geïnstalleerd. Een toestel werd in de ondergrondse galerij geplaatst in een bestaande horizontale verbuisde boring ter hoogte van de kleine experimentele schacht. Het tweede toestel werd bovengronds in de oude machinekamer van de ophaalinstallatie van de eerste schacht geplaatst. Beide toestellen zijn verbonden door een speciale signalisatiekabel en zullen via telefoon mogelijk vastgestelde aardbevingen automatisch doorsturen naar de Koninklijke Sterrenwacht van België in Brussel.

In september werd een installatie geplaatst bij schacht 1 en ondergronds welke het mogelijk maakt ook ondergronds GSM toestellen te gebruiken. Dit kaderde in de veiligheidsstrategie gezien we op die manier een bijkomend communicatiemiddel hebben tussen de bovengrond en de ondergrond.

In het kader van het NF-PRO programma werden in december twee kleine boringen uitgevoerd, een in de Test Drift en een in de verbindingsgalerij. Voor het uitvoeren van deze

boringen werd voor de eerste keer geen gebruik gemaakt van perslucht doch van stikstof zodat de kleiwand van het boorgat niet in contact kan komen met zuurstof, en waardoor oxidatie kan vermeden worden. In de boringen werden piëzometers geplaatst om in de toekomst waterstalen te kunnen nemen teneinde te bestuderen of het boren met stikstof positieve resultaten oplevert ten opzichte van het boren met gewone perslucht.

Het contract met IRMM voor de lage activiteitsmetingen in de URL-galerij werd verlengd voor het jaar 2005 met een aan de index aangepaste kostprijs van 23.244,10 EUR zoals voorzien in artikel 4.3. van het initieel contract.

### **2.3.3. Vergunningen voor het ondergrondse laboratorium**

In januari werd een verlenging van 20 jaar bekomen van de gemeente Mol voor de exploitatievergunning voor het ondergrondse laboratorium. Deze is echter eerst van kracht geworden in november bij de vervaldag van de bestaande vergunning. De nieuwe vergunning is wat betreft de voorwaarden een stuk duidelijker gemaakt dan de vorige. Dit was mogelijk door de 20 jaar uitbatingservaring die we hebben opgedaan.

De nieuwe vergunning werd ook rechtstreeks op naam van het ESV EURIDICE bekomen welke nu de volle verantwoordelijkheid draagt van de uitbating van het ondergrondse laboratorium. De verlenging loopt dus tot november 2024.

Voor wat betreft de overdracht van de nucleaire vergunning van SCK•CEN naar EURIDICE voor het ondergrondse laboratorium werd het overleg met het FANC verder gezet en dit heeft geleid tot het indienen bij het FANC van een volledig dossier van overdracht in november 2004.

Een definitieve beslissing van het FANC wordt verwacht in de eerste maanden van 2005, zodat ook deze vergunning op naam van het ESV EURIDICE staat en het laboratorium tevens geklasseerd is als een inrichting van klasse 2.

### **2.3.4. Beheer en uitbating van de bovengrondse installaties en de gebouwen**

In afwachting van de definitieve oplevering van het ventilatiegebouw en bijhorende burelen in december 2004 werd de goede werking van de technische installaties (elektriciteit, loopkraan, elektrische poorten, branddetectiesysteem, ventilatiesysteem voor het ondergrondse laboratorium, waterzuiveringsstation) en van de civiele werken (gebouw, luchtdichtheid, burelen, luifels, riolering en wegenis) nauwgezet opgevolgd.

Enkele technische problemen hebben zich voorgedaan met de goede werking van de sectionale poorten en de loopkraan. Deze werden door de aannemer Vanhout binnen de afgesproken tijd vakkundig verholpen.

In de zomerperiode werd vastgesteld dat de sturing van het ventilatiesysteem voor het ondergrondse laboratorium niet naar behoren en niet conform het lastenboek functioneerde. Zo waren er problemen met het aanvriezen van de koelbatterijen, het niet constant en binnen de grenzen blijven van de relatieve vochtigheid van de ventilatielucht, het niet doorverbonden zijn van bepaalde alarmsignalen. In de periode september-oktober werden door de

onderaannemers van deze installaties de nodige interventies uitgevoerd om deze problemen te verhelpen.

De definitieve oplevering van het ventilatiegebouw en de omgevingswerken werd in december 2004 uitgesproken doch onder voorbehoud van de sturingssystemen van de ventilatie. Hiervoor werd een bijkomende observatieperiode overeengekomen van ten minste één jaar met ingang van 1 oktober 2004.

De verdere uitrusting van het gebouw om het in overeenstemming te brengen met de wettelijke bepalingen werd volledig uitgevoerd in 2004 (brandblustoestellen, persluchtmaskers, aanduidingen nooduitgangen, ...).

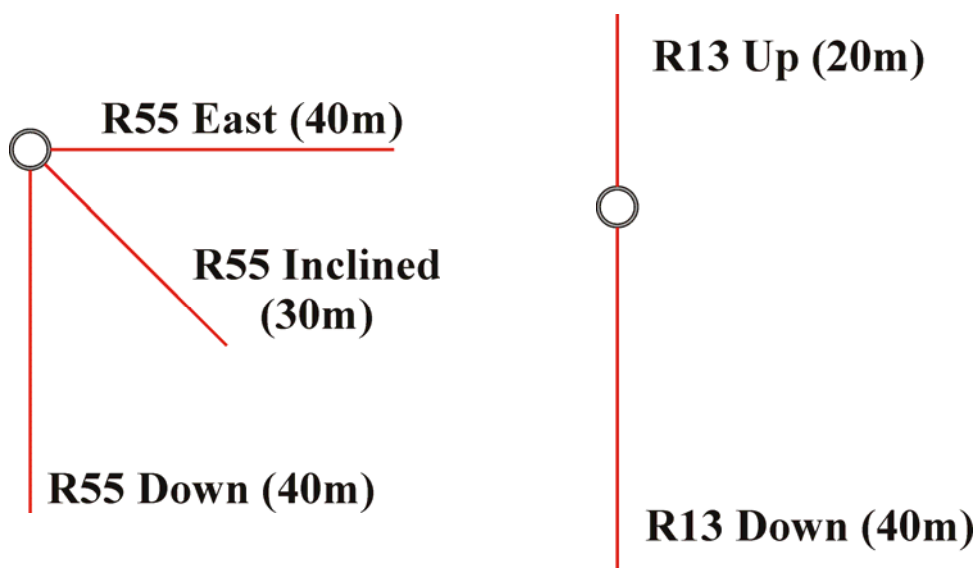
Ook werden een aantal technische uitrustingen voor de werkplaats aangekocht en operationeel gemaakt (boormachine, zaagmachine, slijpmachine, afzuigapparaat, vorkheftruck, hoogtewerker, stapelbaar rack, ...).

De nog bruikbare toestellen die zich bevonden op de locatie bij schacht 1 werden overgeplaatst naar de nieuwe werkplaats, waarna de locatie bij schacht 1 grondig werd opgeruimd en alle niet meer bruikbare zaken en afval werden afgevoerd.

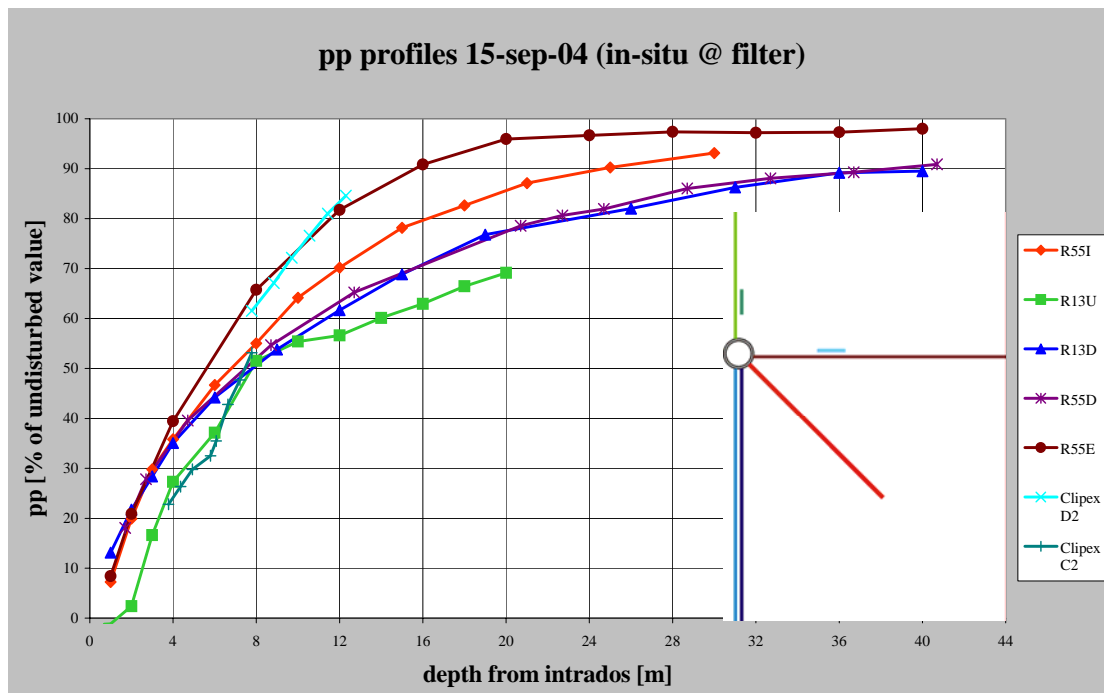
De demonstratiehal en de bijhorende burelen werden in 2004 voorzien van een waterzuiveringsstation, identiek aan dat wat geplaatst werd bij de nieuwe burelen in 2003.

### 2.3.5. Wetenschappelijke uitbating van het ondergrondse laboratorium

De wetenschappelijke exploitatie betrof in 2004 vooral het opvolgen van de metingen van het piëzometrisch referentienetwerk en het uitvoeren van metingen van de hydraulische conductiviteit rondom de verbindingsgalerij. De evolutie van de spanningsmetingen in de bekleding werd eveneens opgevolgd.



Figuur 3: Oriëntatie van de piezometers van het referentie netwerk rondom de verbindingsgalerij (kijkend naar het noorden). De piezometers zijn geïnstalleerd in twee secties: 1 sectie tussen de ringen 55 en 56 en 1 sectie tussen de ringen 13 en 14.



Figuur 4 : Metingen van de referentie piezometers rondom de verbindingsgalerij. De metingen van de gerecupereerde CLIPEX piezometers C2 (boven de galerij) en D2 (ten westen de galerij) worden eveneens getoond.

Het piëzometrisch referentienetwerk bestaat uit vijf piëzometers, waarvan er drie werden geïnstalleerd in december 2003. In 2004 werd de drukopbouw in de filters opgevolgd. De meetwaarden vallen min of meer in de lijn van de verwachting. Zo werd de schuine piëzometer R55Inclined - geïnstalleerd tussen de twee bestaande piëzometers R55East en R55Down - geïnstalleerd om de anisotropie van de waterdrukverdeling rondom de galerij te bestuderen (zie figuur 3). De metingen van R55I vallen tussen die van R55D en R55E, wat logisch is. De metingen van R13D, een verticale piëzometer die neerwaarts tussen ring 13 en 14 geïnstalleerd werd, zijn zeer gelijkaardig - nagenoeg identiek - aan die van de reeds geïnstalleerde R55D (tussen ring 55 en 56), wat een goede herhaalbaarheid en homogeniteit aantoont (op deze schaal tenminste). Er werd ook een opwaartse piëzometer geïnstalleerd tussen ringen 13 en 14 (R13U). De metingen zijn gelijkaardig aan die van de andere, weliswaar neerwaartse, verticale piëzometers R55D en R13D. Ze zijn ook consistent met de metingen die gebeuren boven de galerij door piëzometer C2 die gerecupereerd werd van het CLIPEX-programma (zie figuur 4). De meetwaarden van R13U zijn wel iets lager dan die van de andere piëzometers en ook de afsluiting van de piëzometer door het convergerende kleimassief verloopt trager. Dit kan te wijten zijn aan een grotere verstoring tijdens de boring (de eerste meters moesten namelijk herboord worden) of het kan een indicatie zijn van een (lichte) verticale heterogeniteit.

In het kader van de wetenschappelijke exploitatie werd ook een mogelijke verklaring gevonden van de anisotropie van de waterdrukverdeling rondom de verbindingsgalerij. Doordat de in situ onverstoorte spanningstoestand anisotroop is zal het massief bij uitgraving ook anisotroop reageren. De verticale spanning is lichtjes hoger dan de horizontale spanningen ( $K_0 \sim 0.9$ ), waardoor de waterdruk sterker zal dalen in een verticaal vlak dan in

een horizontaal vlak. De referentie piëzometers meten dit ook, de HDZ (zone waarin de waterdruk beïnvloed is) is groter in een verticaal vlak dan in een horizontaal vlak. Analoge metingen rondom de Test Drift enkele jaren na diens constructie tonen hetzelfde fenomeen. De huidige metingen rondom de Test Drift vertonen echter het tegenovergestelde beeld: de HDZ is groter in een horizontaal vlak dan in een verticaal vlak; dit wordt veroorzaakt door de drainage van het massief door de aanwezigheid van de galerij. De horizontale hydraulische conductiviteit van de Boomse Klei is immers ongeveer het dubbele van de verticale hydraulische conductiviteit waardoor het drainage-effect meer uitgesproken is in het horizontale vlak. Deze inversie van de anisotropie neemt een tiental jaar in beslag. In de komende jaren zouden we dus hetzelfde fenomeen moeten observeren rondom de verbindingsgalerij.

Metingen van de hydraulische conductiviteit gebeurden op verschillende dieptes in het kleimassief, zowel op een horizontale als op een verticale piëzometer. Deze tonen aan dat er een verhoging is van hydraulische conductiviteit in de eerste meters rondom de galerij van maximaal 1 grootteorde. De gemeten waarde verder in het massief is consistent met vroegere metingen (grootteorde  $10^{-12}$  m/s).

Drie secties van de verbindingsgalerij zijn opgebouwd uit segmenten met ingebedde rekstrookjes. Hiermee worden de spanningen in de bekleding opgevolgd. Alle rekstrookjes (180 stuks) zijn nog operationeel en de metingen liggen in het verlengde van die van 2003. De druk van het massief op de bekleding, die kan afgeleid worden uit de metingen van de rekstrookjes, blijft min of meer stabiel. In september 2003 werd deze op 2.1 à 3.1 MPa geschat door Belgatom, na analyse van de metingen en de geometrie van de ringen.

### **2.3.6. Inkomsten OSB**

Het systeem voor de deelname in de exploitatiekosten (OSB) door gebruikers van de URF HADES en het gebruik van de boormachine genereerden in 2004 een inkomst van 211.750 EUR tegenover 253.000 EUR voor het jaar 2003. Het systeem zal worden verder gezet met de tarieven goedgekeurd op het Bestuurscomité van september 2004.

## **2.4. Valorisatie - Participatie aan internationale contracten**

### **2.4.1. SELFRAC-project**

Het SELFRAC-project werd beëindigd op 30 november 2004. Alle meetbare objectieven gedefinieerd bij het starten van het project werden bereikt. De Boomse klei en de Opalinus klei werden in het kader van het project onderzocht. In oktober 2004 heeft EURIDICE een workshop georganiseerd om de resultaten van het SELFRAC-project voor te stellen en te bespreken. 70 deelnemers waren hiervoor ingeschreven. Het workshop zorgde ook voor een internationale expertise van de resultaten van het project. Het eindrapport van het SELFRAC-project zal in juni 2005 worden gepubliceerd.

Laboratoriumtests werden uitgevoerd om het breukvormingsproces te begrijpen en te kwantificeren alsook de toename van de permeabiliteit in de EDZ rondom uitgravingen. Andere testen worden uitgevoerd om het Sealing proces te karakteriseren door het opvolgen van de permeabiliteit langs een breuk en door middel van seismische metingen. De resultaten

van deze testen hebben toegelaten om een set van parameters op te stellen voor numerische simulatie.

Het demonstratie experiment heeft aangetoond dat de sealing in de Boomse klei zeer vlug plaatsvindt na de saturatie, en dit voor alle types van discontinuïteiten. In combinatie met de  $\mu$ CT analyses, kan men stellen dat de breuken gereduceerd werden tot waarden lager dan  $100\mu\text{m}$ , en dat de hydraulische conductiviteit binnen de breuk lager is dan  $\pm 10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$  (waarde gelijk aan de detectielimiet van de experimentele maquette). Bovendien, hebben de  $\mu$ CT analyses aangetoond dat, bij grotere openingen, de dichtheid kleiner wordt rond de initiële breuk na de sealing. De permeabiliteit in deze zone zou kunnen verhoogd zijn. Voor de meeste experimenten werd alleen een gedeeltelijke healing opgemerkt, gezien de breuk zich opnieuw vormt na ontmanteling en/of opdroging. Voor kleine breuken ( $0.3 \text{ mm}$ ) kan het swelling/sealing proces alleen al de permeabiliteit sterk reduceren langs de discontinuïteit, maar in situ is het duidelijk dat de consolidatie een belangrijke factor zal zijn.

De in situ experimenten hebben toegelaten de evolutie in de tijd te volgen van het hydro-mechanische gedrag van de Boomse klei rond een met industriële technieken uitgegraven galerij. De galerij is operationeel (gedraineerde opgelegde condities). Twee jaar na de constructie hebben wij kunnen aantonen dat het netwerk van breuken (de EDZ) beperkt is tot  $60 \text{ cm}$  achter de galerijbekleding. In de toekomst is het belangrijk om deze inspanningen voort te zetten om tot lange termijn metingen te komen. De seismische in situ metingen en de hydraulische conductiviteitsmetingen hebben ook toegelaten het Sealing proces op te volgen en te kwantificeren langsheen de breuken.

De resultaten van de in situ testen, samen met de resultaten van de laboratoriumtests, bevestigen enerzijds de vorming van breuken, en bijgevolg een EDZ, te wijten aan de uitgraving, en anderzijds de hoge sealing-capaciteit van de Boomse klei. Het Sealing proces ontwikkeld zich zeer snel na de saturatie van de discontinuïteiten zodat we kunnen stellen dat in een reële berging de EDZ zeer klein zal zijn na saturatie van het bergingssysteem.

Voor de Opalinus klei werd ook een Sealing proces waargenomen, maar het proces nam meer tijd in beslag. De in situ testen hebben de invloed gesimuleerd van de zwellingsdruk van de bentoniet, waarvan verwacht wordt dat zij in de ondergrondse berging een waarde van  $2$  tot  $4 \text{ MPa}$  zal hebben, op de transmissiviteit van de EDZ in de directe omgeving van de tunnel en op de axiale transmissiviteit van een boorgat. Het Sealing proces gecombineerd met een significante reductie van de transmissiviteit werd gedemonstreerd.

Een belangrijk gegeven van het SELFRAC-project was ook de organisatie, samen met de EC, van de Internationale Conferentie gehouden in Luxemburg op 3-5 november 2003 over "Impact of the Excavation Disturbed or Damaged Zone (EDZ) on the Performance of Radioactive Waste in Geological Repositories". De besprekingen in de werkgroepsessies hebben geleid tot een duidelijk standpunt in deze materie en hebben antwoorden gegeven m.b.t. de impact van de EDZ op de uitvoering/veiligheid van een bergingsinstallatie. De inbreng van het SELFRAC-project voor de conferentie was zeer nuttig. De proceedings worden in 2005 door de EC gepubliceerd: "Impact of the Excavation Disturbed or Damaged Zone (EDZ) on the Performance of Radioactive Waste Geological Repositories Proceedings of a European Commission CLUSTER Conference and Workshop", Luxembourg, 3 to 5 November 2003, EUR 21028.

### **2.4.2. FEBEX II-project**

Het FEBEX II-project omvat een demonstratie op ware grootte van het Spaanse concept voor berging van bestraalde splijtstof in graniet (met als buffermateriaal geprecompacteerde blokken van de Spaanse Serrata-klei). Het testprogramma bestaat uit een in situ test en een maquette, ondersteund door laboratoriumproeven en de ontwikkeling van aangepaste modellen. Onze deelname aan het FEBEX II-programma is gestoeld op de overeenkomst met het oorspronkelijke PRACLAY-testprogramma (kleiblokken met hydratatie en verwarming). Het project eindigt in december 2004.

In 2004 werd de analyse van de meetinstrumenten en de kleimonsters afgerond.

Nadat het afwerken van de testbank, zijn in april en mei de totale drukcellen en de waterdrukcellen getest. Alle sensoren gaven goede resultaten na ruim vijf jaar te hebben gefunctioneerd in het opvulmateriaal. Ook de verplaatsingsopnemers werden met goed gevolg getest.

De analyse van de kleimonsters in contact met jodide werd afgerond in het voorjaar. De concentratie van het jodide bleek sterk te zijn beïnvloed door de hydratatie van de bentoniet, met een maximum in het midden van de buffer tussen het verwarmingselement en de galerijwand (waar de bron van het jodide zich bevond). In het voorjaar arriveerde ook nog een pakket monsters van een bentonietblok dat in contact was geweest met een ander spoorelement (boor). Ook deze analyse werd in het voorjaar uitgevoerd; hier was echter geen duidelijk migratiepatroon te herkennen. Wat betreft de cesium analyses, kon CIEMAT uiteindelijk geen stalen aanleveren.

De stalen voor de permeabiliteitsmetingen werden genomen begin 2004 na het op punt stellen (proefondervindelijk) van de staalname-methode. De metingen werden uitgevoerd in het voorjaar in de permeameters, en gaven waarden aan in de orde van  $10^{-13}$  m/s.

Het finale rapport wordt verwacht voor 2005.

### **2.4.3. ESDRED**

Het contract voor de participatie van EURIDICE in het EC-project ESDRED werd ondertekend op 5 december 2003. Voor de technisch-wetenschappelijke aspecten wordt verwezen naar punt 2.1.3.3.

### **2.4.4. Samenwerking met ANDRA**

Op vraag van ANDRA heeft het ESV EURIDICE als consultant een tweede expertiseonderzoek uitgevoerd van het REP-experiment in Bure, met als taak het instrumenteren en registreren van de geomechanische parameters tijdens de uitgraving van de schacht in Bure. De gegevens van het CLIPEX-experiment werden voor het expertiseverslag gebruikt.

Een specifieke samenwerkingsovereenkomst (CCHO 2004-2526/00/00) werd opgesteld met betrekking tot de deelneming van ANDRA in de experimenten "PRACLAY – Gallery and Crossing", "PRACLAY Heater Test" en "PRACLAY Plug Test". In dit kader wordt door

ANDRA een review van het synthese document « preliminary design of the PRACLAY experiment » uitgevoerd. In februari 2005 wordt een Exchange Meeting hierover georganiseerd.

## 2.5. Publicaties

Mertens J., Bastiaens W., Dehandschutter B. 2004. Characterisation of induced discontinuities in the Boom Clay around the underground excavations (URF, Mol, Belgium). *Applied Clay Science* 26 (2004) 413-428, Elsevier.

Ramaeckers C., Van Cotthem A., Bastiaens W., Bernier F., De Poorter B., Kustermans B. 2004. Extension du laboratoire souterrain à 230 m de profondeur dans l'argile de Boom en Belgique: un tunnelier pour 80 m de galerie de liaison. *Tunnels et ouvrages souterrains* 185 (septembre/octobre 2004), Aftes.

Bastiaens W., Mertens J. (2004) EDZ around an Industrial Excavation in Boom Clay. *Proceedings of a European Commission CLUSTER Conference and Workshop, Luxembourg, 3 to 5 November 2003 " Impact of the Excavation Disturbed or Damaged Zone (EDZ) on the Performance of Radioactive Waste Geological Repositories" EUR 21028 EN 305-310, European Commission.*

## 2.6. Communicatie

Gevolggevend aan de statutaire aanpassingen van 18 december 2000 en aan de op 16 mei 2001 getekende overeenkomst tussen NIRAS, SCK•CEN en het ESV EURIDICE inzake communicatie, werd ook in 2004 een verlenging van deze overeenkomst getekend door de partijen.

Het door het Bestuurscomité van 20 maart 2001 opgerichte Overlegcomité Communicatie samengesteld door één vertegenwoordiger van elke partij vergaderde regelmatig om de goede uitvoering van het contract op te volgen.

### Bezoeken

In 2004 werden door het ESV EURIDICE 1.695 bezoekers rondgeleid, zowel in het ondergrondse laboratorium HADES als in de demonstratiehal. 36 % van de bezoekers waren studenten van de Belgische en buitenlandse universiteiten of Belgische hoge scholen. Naast de andere traditionele binnen- en buitenlandse bezoekers komende uit de industrie, de associaties en verenigingen, alsook buurtbedrijven, heeft het ESV EURIDICE in 2004 ook enkele belangrijke bezoekers mogen ontvangen.

Het belangrijkste bezoek van het jaar 2004 heeft zonder twijfel plaatsgevonden op 24 maart: namelijk het bezoek van Koning Albert II, vergezeld door zeven van zijn medewerkers waaronder zijn Kabinetschef Jacques van Ypersele de Strihou. Verder werd hij begeleid door Fientje Moerman, minister van Economie, Energie, Buitenlandse Handel en Wetenschapsbeleid van de federale regering en Dirk Van Mechelen, minister van Financiën en Begroting, Ruimtelijke Ordening, Wetenschappen en Technologische Innovaties van de Vlaamse regering. Namen ook deel aan het bezoek Camille Paulus, Gouverneur van de

Provincie Antwerpen en Paul Rothier, Burgemeester van Mol. De Belgische pers toonde grote belangstelling voor dit bezoek en beelden van het ondergrondse laboratorium werden op de meeste nationale tv-zenders als ook op de regionale RTV-zender uitgezonden. Tijdens het bezoek in HADES werd Koning Albert II begeleid door Jean-Paul Minon en door Marc Buyens. Hij stelde veel vragen en liet duidelijk blijken dat hij zeer geïnteresseerd was.

## **Evenementen**

In 2004 organiseerde ESV EURIDICE zeven evenementen.

- 27-29 januari: internationale conferentie en workshop over het experimentele programma van het ondergrondse laboratorium HADES. Gedurende drie dagen heeft het ESV EURIDICE het tot nu uitgevoerde onderzoek voorgesteld met betrekking tot de ondergrondse berging van hoogradioactief afval en werd er getoetst naar mogelijke internationale samenwerking. 85 deelnemers van België, West- en Oost Europa en Japan hebben de debatten gevolgd en hebben actief deelgenomen aan de workshops.
- 16 maart: Exchange Meeting nr 6 – 50 deelnemers – presentatie door NIRAS van de activiteiten van het departement van de heer Boyazis.
- 10 juni: OPHELIE Day – presentatie van de resultaten van de maquette OPHELIE en de lessen die eruit getrokken kunnen worden voor de toekomstige programma's – 66 deelnemers – waaronder Franse, Tsjechische, Spaanse en Zwitserse experts.
- 30 juni: Exchange Meeting nr 7: The use of geochemical modelling in R&D programs on geological disposal – 40 deelnemers
- 20 september: Instrumentatiedag – 25 deelnemers – presentatie aan een eerder gespecialiseerd publiek van het THM en geochemisch instrumentatieprogramma.
- 4 oktober: SELFRAC Exchange Meeting nr 8 – presentatie van de resultaten van het SELFRAC project door de Belgische en buitenlandse partners van het SELFRAC-project BGS, L3S, EPFL, SCK•CEN, G3S, K.U.Leuven, NAGRA, Solexperts, EURIDICE). 70 deelnemers waaronder Franse, Zwitserse, Spaanse, Duitse, Tsjechische, Zweedse en Japanse experts.
- 26 oktober: Exchange Meeting nr 9 over Bitumen. Op vraag van NIRAS organiseert het ESV EURIDICE een dag waarin het actuele Belgische programma voor de karakterisatie, het opslagen en de berging van gebitumineerd laag en medium radioactief afval werd voorgesteld. Experts van EURIDICE, SCK•CEN, NIRAS en Belgoprocess verzorgden de presentaties. 70 deelnemers waaronder enkele Franse en Zwitserse experts namen deel aan deze meeting.

## **Website**

Na een korte proefperiode waar de website <http://www.EURIDICE.be> alleen intern bij SCK•CEN en bij NIRAS ter beschikking was werden alle commentaren verwerkt. In juni 2004 werden de Nederlandstalige en Franstalige versies online gezet. In september volgde de Engelstalige versie. Gedurende de maanden september tot en met december 2004 hebben 1.564 gebruikers onze website bezocht. Het gemiddelde per maand draait rond 400 bezoeken. De website wordt voortdurend geactualiseerd.

## **2.7. Personeel**

Statutair gezien beschikt het ESV niet over eigen personeel maar doet het beroep op het personeel van de Leden. Sinds 2000 zijn een aantal personeelsleden van de Leden die in hoofdzaak voor het ESV werken geïntegreerd in een EURIDICE-team. Deze personen zijn verdeeld over de locaties EURIDICE 1 en EURIDICE 2.

Begin 2004 telde het EURIDICE-team in totaal 23 leden, inclusief de experts. De samenstelling van het team is in 2004 niet gewijzigd.

In 2004 werden 4 stagecontracten voor Belgische en buitenlandse stagiairs uitgevoerd:

- Diane Sali van het Franse ANDRA, vanaf 1 november 2003 voor een periode van 12 maanden, die verlengd werd tot eind januari 2005,
- Barbara Moro en Yvan Martinez, beiden van Spaanse nationaliteit, voor een tweede periode van drie maanden tot 30 april 2004,
- Olivier Dosso, student aan de Ecole des Mines d'Alès (Frankrijk), voor een stage van drie maanden van juni tot augustus 2004.

## **2.8. Kwaliteitsbeleid**

Er werden in 2004 geen belangrijke acties ondernomen op het vlak van QA.

Op het Bestuurscomité van september werd beslist toch het nodige op te starten tot het behalen van de ISO 9001 norm.

Jean Duhon van NIRAS werd aangesteld als QA-coördinator voor het ESV EURIDICE.

De nodige acties hiervoor zullen begin 2005 opgestart worden.