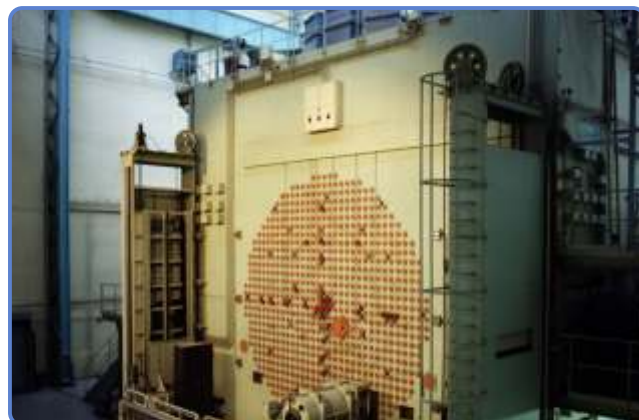


## Gids



Geachte bezoeker,

Hartelijk welkom op het Studiecentrum voor Kernenergie, SCK•CEN. Achter deze letters onderzoeken 600 toegewijde medewerkers de vreedzame medische en industriële toepassingen van nucleaire wetenschap en technologie. We zijn één van de grootste niet-universitaire onderzoekscentra in België met laboratoria in Mol en maatschappelijke zetel in Brussel. Onze statutaire opdracht geeft voorrang aan onderzoek rond maatschappelijk relevante onderwerpen zoals veiligheid van nucleaire installaties, stralingsbescherming, veilig beheer en opslag van radioactief afval, verhinderen van ongecontroleerde proliferatie (verspreiding) van splijtbare materialen, opleiding en training.

De horizon van het SCK•CEN beperkt zich niet alleen tot de wetenschappelijke of technologische aspecten. Ze bestrijkt ook alle sociale vraagstukken van onze opdracht zoals ethische, socio-economische, psychologische, juridische, ... kwesties.

Wetenschap draait om kennis verzamelen en delen. Het SCK•CEN is niet alleen een gerenommeerde onderzoeksinstelling, maar is ook internationaal erkend als opleidings- en trainingscentrum. Het verspreiden en bewaren van kennis is van groot belang. Niet alleen lokaal, maar ook nationaal en internationaal draagt het SCK•CEN zijn steentje bij tot de opleiding van de toekomstige wetenschappers en deskundigen. Daarvoor werken we samen met de academische wereld, de bedrijven en de overheden.

De wereld vandaag en wellicht ook morgen zal meer en meer geconfronteerd worden met vraagstukken rond duurzame ontwikkeling. Het SCK•CEN wil in de zoektocht naar oplossingen voluit zijn capaciteiten inzetten in de rol die het best overeenkomt met zijn statuut en zijn kerncompetenties. We stellen daarom onze kennis ten dienste van de hele samenleving, van de wetenschap en de industrie, het beleid en ieder van ons.

Hoewel het niet zo evident is een nucleaire site open te stellen voor het grote publiek, willen we in het kader van onze verantwoordelijkheid en openheid tegenover de gemeenschap, tonen wie we zijn en hoe we deze doestellingen trachten te verwezenlijken. Deze gids helpt u bij de keuze van onze opengestelde gebouwen.

Samen met het personeel wens ik u een boeiend bezoek toe.

Eric van Walle  
Directeur-generaal

## Praktische informatie

- Verplaatsing op het domein gebeurt met de bus. Er is een halte aan elk gebouw. Hieronder vindt u de naam van het gebouw, de verdieping en de omschrijving van de standjes.
- In de gebouwen is er een uitgestippeld parcours.
- In de gebouwen en in de bus mag niet gerookt worden.
- Foto's nemen en opnames maken zijn verboden, noch met gsm, camera of foto toestel.
- In het Cafeteria kan u terecht voor een kleine maaltijd en een drankje. Er is ook een grimeerstandje voor de kindjes (enkel op zaterdag).
- Hebt u interesse om op het SCK•CEN te komen werken? In het Cafeteria is een jobinfostand.

Wij wensen u een prettig bezoek!

|                 |               |   |
|-----------------|---------------|---|
| <b>BR1</b>      | <b>1</b>      | 1. Inleiding radioactiviteit<br>2. Controlezaal reactor BR1   |
|                 | <b>0</b>      | 3. Reactorhal: reactor BR1, maquette BR1 en grafietopstelling<br>4. Energieproductie – huidige splijtstofcyclus<br>5. Duurzame energieproductie voor de toekomst<br>6. MYRRHA, een hoogtechnologisch instrument voor wetenschappelijk onderzoek |
| <hr/>           |               |   |
| <b>EURIDICE</b> | <b>0</b>      | 1. Onderzoek rond berging van radioactief afval<br>2. Uitgravingstechnieken in klei<br>3. Onderzoek rond verpakking van radioactief afval<br><b>Prijsvraag!</b>   |
| <hr/>           |               |   |
| <b>GKD</b>      | <b>Buiten</b> | 0. Interventievoertuigen  |
|                 | <b>1</b>      | 1. Lage radioactiviteitsmetingen<br>2. Radiobiologie<br><b>Prijsvraag!</b><br>3. Microbiologie<br>4. Biosfeerimpactstudies<br><b>Prijsvraag!</b>  |
|                 | <b>0</b>      | 5. Decontaminatieruimte<br>6. Stralingsbeschermingsdosimetrie en -kalibratie<br>7. Gammaspectrometrie   |
|                 | <b>Hall</b>   | 8. Bescherming en preventie<br>9. Maatschappij en beleidsondersteuning  |
| <hr/>           |               |   |
| <b>BR2</b>      | <b>0</b>      | 1. Productie van radio-isotopen<br>2. Bestraling van silicium voor de micro-elektronica<br>3. Materialenonderzoek   |
| <hr/>           |               |   |
| <b>LHMA</b>     | <b>0</b>      | 1. Film: LHMA en transport<br>2. Fuel-cells: splijtstof<br>3. Cel mechanische testen: materiaaltesten<br>4. Postersessie  |

## Gebouw BR1

---

Hier wordt uitgelegd hoe een kernreactor werkt, krijgt u een uitgebreid overzicht van de bestaande reactortypes en werpen we een blik naar de toekomst. We stellen ook het MYRRHA-project voor. Uitzonderlijk wordt de hal van de onderzoeksreactor BR1 opengesteld voor het publiek.

### De eerste prototypes en onderzoeksreactoren

De BR1 is een onderzoeksreactor van de eerste generatie en werd operationeel in 1956. Dankzij zijn flexibiliteit, lage uitbatings- en onderhoudskost en de makkelijke toegang tot de bestralingskanalen, is BR1 vandaag nog steeds een zeer nuttig instrument. Hij wordt vooral gebruikt voor de opleiding van wetenschappers, wetenschappelijk onderzoek en industriële toepassingen zoals:

- Neutronenactiveringsanalyse: dit is een zeer nauwkeurige methode voor het opsporen van zeer kleine hoeveelheden van specifieke elementen in allerlei materialen;
- Bestraling van elektronische componenten die gebruikt worden in de ruimtevaart, de nucleaire wereld en het fusieonderzoek;
- Studie van neutronenreacties die van belang zijn voor nieuwe reactorconcepten;
- ...

### Energieproductie

De tweede generatie reactoren uit de jaren '70, werden ingezet voor elektriciteitsproductie. In het begin van deze eeuw werd in Finland gestart met de bouw van een reactor van de derde generatie: de EPR (European Pressurized Reactor). Deze reactoren onderscheiden zich door een nog hogere eis voor de veiligheidssystemen en een hoger rendement.

### Duurzame energieproductie voor de toekomst

De reactoren van de vierde generatie (Gen-IV), die vandaag ontworpen worden, hebben als doel de wereld op een duurzame manier van energie te voorzien. De splijtstoffen worden zo efficiënt mogelijk gebruikt en de hoeveelheid radioactief afval sterk gereduceerd.

### Een hoogtechnologisch instrument voor onderzoek

Technologische vooruitgang vereist goed wetenschappelijk onderzoek. Daarvoor hebben wetenschappers instrumenten nodig. Het SCK•CEN wil met haar MYRRHA-project een multifunctionele onderzoeksinstallatie voor de toekomst bouwen. MYRRHA is een versneller-aangedreven systeem en zal toelaten:

- onderzoek te verrichten naar transmutatie (omvorming) van langlevend radioactief afval waardoor de tijdsduur van de berging van het afval sterk ingekort wordt;
  - bestralingen uit te voeren op materialen en splijtstof ter ondersteuning van het ontwerp van volgende generaties reactoren;
  - medische isotopen te produceren voor diagnose en therapie in de nucleaire geneeskunde.
- Het ontwerp van MYRRHA vormt de kern van een Europees samenwerkingsverband waar wetenschappers en ingenieurs samenwerken om in 2020 in Mol een nieuwe hoogtechnologisch installatie klaar te hebben!

## **BR2-reactor infostand**

---

De BR2, een materiaaltestreactor, bereikte vol vermogen in 1963 en viert dit jaar zijn 45<sup>ste</sup> verjaardag. Hij wordt ingezet voor wetenschappelijk onderzoek en opleiding en hij speelt bovendien een belangrijke maatschappelijke rol door commerciële bestralingen voor klanten van over de hele wereld. Hij wordt ingezet voor:

### **Productie van radio-isotopen**

De nucleaire geneeskunde heeft in de loop der jaren een steeds belangrijker plaats ingenomen in de gezondheidszorg, zowel voor diagnose als voor therapie. De radio-isotopen die daarvoor nodig zijn, worden onder meer in de BR2-reactor aangemaakt. Radio-isotopen worden ook gebruikt in industriële toepassingen onder meer voor lascontroles van pijpleidingen.

### **Productie van hoogwaardige halfgeleiders**

In deze reactor wordt silicium bestraald zodat een hoogwaardige halfgeleider ontstaat. Dit silicium vindt zijn weg naar geavanceerde toepassingen zoals micro-elektronica, hybride auto's en locomotieven.

### **Materialenonderzoek**

In de BR2 wordt ook de toekomst voorspeld. De BR2-reactor speelt namelijk een vooraanstaande rol in het onderzoek naar het gedrag van reactormaterialen en splijtstoffen onder bestraling, ook voor fusiereactoren. (zie ook "LHMA")

Om een indruk te geven van de BR2 zenden we op de infostand livebeelden uit vanuit de reactorhal. De aanvangsuren worden meegedeeld aan de registratiebalie.

## **Labo voor Hoge en Middelmatige Activiteit - LHMA**

---

Het Laboratorium voor Hoge en Middelmatige Activiteit (LHMA) is uitgerust met speciaal afgeschermden cellen met loden of betonnen wanden en loodglasvensters voor het veilig uitvoeren van nabestralingsonderzoek op zeer hoog-radioactieve materialen en splijtstoffen.

Bepaalde structuurmaterialen die deel uitmaken van vermogenreactoren staan bloot aan intense neutronenbestraling waardoor het materiaal kan verouderen en de materiaaleigenschappen verslechteren. Het SCK•CEN onderzoekt technieken om materiaaleigenschappen in te schatten, past deze toe om de evolutie onder bestraling te voorspellen en kan zo de veilige uitbating van reactoren garanderen.

Naast de structuurmaterialen worden ook bestraalde splijtstoffen onderzocht om de betrouwbaarheid en het economisch gebruik ervan te verbeteren. Dit gebeurt in hoofdzaak via niet-destructieve en microscopische analyses. Hiermee wordt onderzoek verricht op volledige splijtstofstaven uit commerciële reactoren en testsplijtstoffen die bestraald werden in de BR2 reactor. De beschikbare technieken laten toe alle belangrijke gedragsparameters van de splijtstof in detail te analyseren, zodat de splijtstofproducenten een veilige en rendabele brandstof kunnen aanbieden aan de reactoruitbaters. LHMA speelt samen met de BR2-reactor een actieve rol in de behandeling, het transport en het testen van materialen als ondersteuning en dienstverlening voor onderzoeksgroepen en industriële klanten.

### **Fusieonderzoek**

Fusie is het proces dat plaatsvindt op de zon, die al miljarden jaren energie levert en dat nog miljarden jaren zal doen. Per seconde wordt ongeveer 600 miljoen ton waterstof omgezet in 596 miljoen ton helium. Vier miljoen ton materie verdwijnt daarbij in de vorm van energie. Een enorme hoeveelheid maar toch klein in vergelijking met de reserve aan waterstof die in de zon aanwezig is. Het is niet mogelijk miniatuurzonnen op aarde te bouwen. Toch staan we kortbij de nabootsing van dit proces via een testfusiereactor "ITER" die in aanbouw is in Cadarache in Frankrijk. Hiermee wil men de wetenschappelijke en technische haalbaarheid aantonen van kernfusie als energiebron. Het SCK•CEN participeert met LHMA in dit internationaal project op gebied van materiaalonderzoek in verband met bv. speciale staalsoorten, wolfram, beryllium...

## Gebouw EURIDICE

---

Radioactief afval moet met zorg worden opgeslagen om het van mens en milieu te isoleren. In België wordt het multibarrière principe toegepast, te vergelijken met de Russische poppetjes (Matrjoschka's) die telkens in elkaar passen. Voor hoog radioactief afval worden volgende barrières voorzien:

### **Eerste barrière**

De onbruikbare splijtingsproducten worden op zeer hoge temperatuur vermengd met een speciaal daarvoor ontwikkelde glassoort. Dit mengsel wordt in een roestvrijstalen container gegoten die dicht gelast wordt.

### **Tweede barrière**

De containers met glas worden per twee in een stalen vat met dikke wanden geplaatst dat ook hermetisch dicht gelast wordt.

### **Derde barrière**

Dit stalen vat wordt op zijn beurt in een betonnen container met wanden van tientallen centimeters dik geplaatst.

### **Vierde barrière**

Het is deze betonnen container die uiteindelijk zal geborgen worden in de definitieve bergingsplaats in een 100 m dikke kleilaag: het gastgesteente.

Dergelijke kleilaag bevindt zich onder de site van het SCK•CEN: de Boomse klei. Hierin werd een ondergronds laboratorium gegraven op 225 meter diepte. Het laboratorium kreeg de naam HADES, in de mythologie 'God van de onderwereld', op het SCK•CEN een acroniem voor High Activity Disposal Experimental Site. Hiermee bezit het SCK•CEN de belangrijkste infrastructuur in België voor experimenteel onderzoek naar de diepe geologische berging van hoog radioactief afval.

Een eerste doel van dit project was de technische haalbaarheid aantonen van de uitgraving en bouw van galerijen in klei. Het tweede doel was en is om aan te tonen dat opslag van radioactief afval in klei haalbaar en veilig is.

Bovengronds maakt u kennis met de stand van het onderzoek.

## Gebouw GKD

---

### **Bescherming en preventie**

De voornaamste opdracht van de Interne Dienst voor Preventie en Bescherming op het werk – IDPBW, is de garantie van een veilige werkomgeving voor alle werknemers en bezoekers. IDPBW ziet toe op de nucleaire en industriële veiligheid, de stralingsbescherming en de impact op het milieu. IDPBW promoot het welzijn op het werk en is ook verantwoordelijk voor het medische arbeidstoezicht.

### **Lage radioactiviteitsmetingen**

Dit labo ontwikkelt en verbetert detectiemethoden via chemische technieken om tot zeer lage detectielimieten te komen. Het stelt zijn diensten ter beschikking om toezicht te houden op de omgeving van nucleaire installaties en op werknemers die radioactieve stoffen behandelen. Jaarlijks analyseert dit labo een duizendtal biologische en omgevingsstalen.

### **Radiobiologie**

Radiobiologisch onderzoek vormt de wetenschappelijke basis voor tal van disciplines, zoals stralingsbescherming, radiotherapie en nucleaire geneeskunde. Radiobiologie geeft ons een beter inzicht in de effecten van blootstelling aan ioniserende straling op cellulair en moleculair niveau. Het levert op die manier een essentiële bijdrage tot de gezondheid van de mens. De groep legt zich vooral toe op onderzoek naar effecten van lage dosissen op het embryo in

ontwikkeling en bestudeert biomarkers als indicatoren voor de individuele stralingsgevoeligheid.

### **Microbiologie**

Het microbiologisch onderzoek concentreert zich op de studie van het gedrag van bacteriën in een extreme omgeving (de ruimte, Antarctica, zeer verontreinigde gebieden). Bacteriën kunnen bijvoorbeeld ingezet worden voor de recyclage van water en de omzetting van afvalstoffen tot voedsel en zuurstof. Dit is belangrijk voor lange ruimtereizen (zoals naar Mars). Micro-organismen kunnen echter ook infecties en ziektes veroorzaken en materialen aantasten. Het SCK•CEN spoort dergelijke bacteriën en schimmels op en ontwikkelt oplossingen.

### **Biosfeerimpactstudies**

Het is belangrijk om de impact van radioactieve stoffen en ioniserende straling op mens en milieu te kennen. Het gedrag van radioactieve stoffen in lucht, water en bodem, wordt onderzocht door de ontwikkeling van modellen, numerieke codes en experimenten op laboratoriumschaal. Het SCK•CEN gebruikt hiervoor serres en proefvelden. Ons onderzoek concentreert zich vooral op de transfer van radioactieve stoffen van bodem naar plant en de mogelijke effecten van straling op planten.

### **Decontaminatieruimte**

Deze ruimte wordt gebruikt voor de decontaminatie van radioactief besmette personen. Ze kan ook ingeschakeld worden in het kader van het nucleaire noodplan voor het ganse Belgische grondgebied. Er is zeer gevoelige meetapparatuur aanwezig en men kan er totale lichaamsdecontaminatie uitvoeren. Bij inwendige besmettingen kan het nodig zijn om specifieke geneesmiddelen toe te dienen. Ze kunnen de fixatie van radioactieve stoffen in het lichaam voorkomen of de uitscheiding uit het lichaam bespoedigen. Het kan gaan om tabletten of een infuus. Soms is er een aerosol nodig na bv. inademing van sommige radioactieve stoffen.

### **Stralingsbeschermingsdosimetrie en kalibratie**

Hier wordt onderzoek verricht en diensten verleend voor de bepaling van de stralingsdosis. Er worden stralingsdetectiesystemen gebruikt en ontwikkeld voor zowel externe als interne stralingsbronnen.

In de medische dosimetrie worden nieuwe instrumenten en simulatietechnieken ontwikkeld voor inschatting en optimalisatie van de dosis van het medische personeel en de patiënten bij zowel radiologie, radiotherapie als nucleaire geneeskunde.

Om de eventueel opgelopen inwendige besmetting van werknemers op te volgen, is een regelmatige controle van de lichaamsdosis nodig. Hiervoor wordt de persoon in een afgeschermd kamer onder een detector geplaatst. Naargelang de te bepalen radioactieve stoffen wordt ofwel het hele lichaam, ofwel een bepaald orgaan gemeten. Er worden elk jaar ongeveer 1100 metingen uitgevoerd.

Er is ook een uitgebreide dosimetriedienst voor zowel personen- als omgevingsdosimetrie. De dienst verricht nucleaire en niet-nucleaire kalibraties (ijkingen) om na te gaan of toestellen nog voldoende nauwkeurig en betrouwbaar zijn.

### **Gammaspectrometrie**

Sommige materialen bevatten radioactieve stoffen. Ze kunnen van natuurlijke oorsprong zijn (zoals thorium en uranium) of een gevolg zijn van menselijke activiteiten zoals de kernproeven in de jaren '60 of het ongeval van Tsjernobyl. Om deze stoffen te meten in bijvoorbeeld voedsel, water of de bodem, moeten analyses uitgevoerd worden met specifieke gammameetapparatuur.

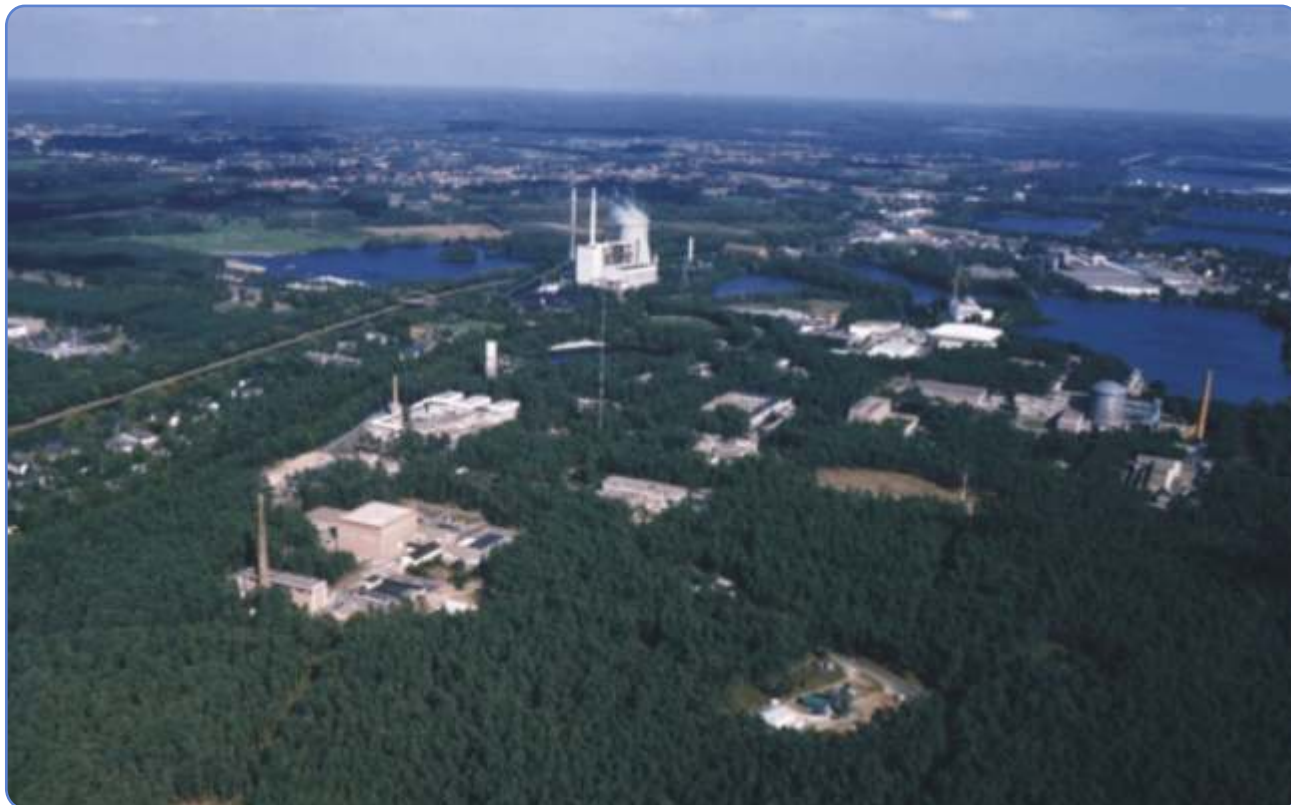
### **Maatschappij en beleidsondersteuning**

Tijdens een groot nucleair ongeval kunnen er radioactieve deeltjes vrijkomen die zich verspreiden in de lucht, op de grond of in het water. Vooral bij lozingen via de lucht kan er gevaar zijn. De radioactieve deeltjes waaien mee met de wind en kunnen mensen bestralen. In het kader van de noodplanning, heeft het SCK•CEN software ontwikkeld om deze verspreiding en de dosis in kaart te brengen en op te volgen. Op basis van deze gegevens kan de Crisiscel van de overheid de gepaste maatregelen nemen.

In 1998 richtte het SCK•CEN PISA op (Programme of Integration of Social Aspects into nuclear research of programma voor de integratie van sociale vraagstukken in het nucleair onderzoek). Deze groep wil complexe problemen binnen het nucleaire onderzoek vollediger aanpakken via mens- en maatschappijwetenschappen en doet dit in nauwe samenwerking met belangengroepen en Belgische en internationale universiteiten. De nadruk wordt gelegd op de betrokkenheid van de bevolking bij de besluitvorming en de aanvaardbaarheid van beslissingen. Het onderzoek concentreert zich voornamelijk rond energiebeleid in relatie tot duurzame ontwikkeling (en de mogelijke rol van kernenergie daarin) en de behandeling en berging van radioactief afval. De inzichten uit dit onderzoek worden nu ook al aangewend om maatschappelijke aspecten van onderzoek, ontwikkeling en toekomstig gebruik van fusie-energie beter te begrijpen.

Er wordt ook bijgedragen aan het radiologische toezicht van het Belgische grondgebied en andere radiologische meetcampagnes in de omgeving en men is betrokken bij het beheer van strategische materialen.

## **Studiecentrum voor Kernenergie Onderzoek naar een duurzame optie**



### **SCK•CEN**

Het SCK•CEN is een stichting van openbaar nut met een privaatrechtelijk statuut, onder voogdij van de Belgische federale minister van Energie.

#### **Exploitatiezetel**

Boeretang 200  
BE-2400 MOL  
Tel. +32 14 33 21 11  
Fax +32 14 31 50 21

#### **Maatschappelijke zetel**

Herrmann Debrouxlaan 40  
BE-1160 BRUSSEL  
Tel. +32 2 661 19 51  
Fax +32 2 661 19 58