

# **Veiligheid en hygiëne in chemische laboratoria**

**Oktober 2006**

Algemene Directie Humanisering van de Arbeid

**Deze brochure is gratis te verkrijgen :**

- Telefonisch op het nummer: 02 233 42 11
- Door rechtstreekse bestelling op de website van de Federale Overheidsdienst Werkgelegenheid, Arbeid en Sociaal Overleg:  
<http://www.meta.fgov.be>
- Schriftelijk bij de:  
Cel Publicaties van de  
Federale Overheidsdienst Werkgelegenheid,  
Arbeid en Sociaal Overleg  
Ernest Blerotstraat 1  
1070 Brussel  
Fax : 02 233 42 36  
E-mail: [publi@meta.fgov.be](mailto:publi@meta.fgov.be)

Deze publicatie kan ook geraadpleegd worden op de website van de FOD:  
<http://www.meta.fgov.be>

Cette brochure peut être également obtenue en français.

Volledige of gedeeltelijke verveelvoudiging van de teksten uit deze brochure mag alleen met bronvermelding.

**De redactie van deze brochure werd afgesloten op 15 september 2006**

**Coördinatie:** Directie van de communicatie

**Redactionele:** Algemene Directie Humanisering van de Arbeid

**Grafische leiding:** Hilde Vandekerckhove

**Omslag en Lay-out:** Hilde Vandekerckhove

**Druk:** Drukkerij Bietlot

**Verspreiding:** Cel Publicaties

**Verantwoordelijke uitgever:** Federale Overheidsdienst Werkgelegenheid, Arbeid en Sociaal Overleg

**Wettelijk depot: D/2006/1205/50**

**M/V**

Met de woorden “werknemer”, “werkgever” en “arbeidsgeneesheer” wordt in deze brochure verwezen naar personen van beide geslachten.

**D**eze brochure behandelt de voornaamste risico's en voorkomingsmaatregelen in de chemische laboratoria.

**O**nder chemische laboratoria wordt hier verstaan: het geheel van lokalen en toebehoren, bestemd voor het uitvoeren op kleine schaal van chemische bewerkingen zoals analyses, syntheses, monstervoorbereiding...

**D**eze tekst is eveneens toepasbaar op het gebruik van chemicaliën in laboratoria voor fysica, voor (micro)biologie en voor metallurgie. Het heeft echter geen betrekking op fabricage- of pilootinstallaties (pilot plants). Vallen eveneens buiten dit bestek: het experimenteren in laboratoria met micro-organismen en fysische agentia.

**D**e algemene veiligheids- en hygiënemaatregelen gelden ook voor laboratoria; het verbod er te roken en te eten moet een vaste regel zijn.

**D**e inhoud van deze brochure is beperkt tot het werk uitgevoerd in laboratoria en heeft geen betrekking op de bouw en de inrichting. Nochtans dient onderlijnd dat de veiligheid juist aanvangt bij het ontwerpen van de inplanting. Vertrekkend van de bestemming van het laboratorium en de aard van de bewerkingen die men er zal uitvoeren, dient vooral aandacht geschonken aan: voldoende ruimte, aangepaste werktafels en trekkasten, algemene en plaatselijke ventilatie, aangepaste en veilige installaties en verdeling van elektriciteit, gas, water, brandvoorkomingsmaatregelen, veilige opslagruimten voor gevaarlijke producten, veilig opruimen van afval en dergelijke (zie punt 2).

**I**n het kader van het verminderen van het aantal blootgestelde werknemers dient gewezen op het belang van een goede scheiding tussen de eigenlijke laboratoriumruimten en andere lokalen waar eventueel andere werkzaamheden dienen verricht te worden: uitvoeren van berekeningen, schrijven van een verslag...

**E**en punt waarop in het bijzonder de aandacht dient gevestigd betreft de nodige opleiding, informatie en motivatie inzake veiligheid.

**I**n dat verband dient er op gewezen dat niet al het personeel van laboratoria hoog geschoold is, vooral in laboratoria voor productiecontrole, en dat trouwens een hogere opleiding niet automatisch een betere motivering en een beter bewustzijn inzake veiligheid en hygiëne met zich meebrengt.

**H**et is dikwijls zo dat het gewend zijn om bepaalde stoffen te gebruiken en het soms routinematig karakter van het werk aanleiding kunnen geven tot een vermindering van de aandacht.

**V**andaar de dringende noodzaak voor permanente vorming en voor het versterken van de veiligheidsmotivatie, in het bijzonder:

- ❖ bij elke aanwerving van personeel;
- ❖ het toevertrouwen van een nieuwe taak;
- ❖ telkens wijzigingen in de aard, de omstandigheden en de organisatie van het werk optreden.

**H**iertoe en met het doel de risico's van onverwachte reacties en ongekende producten te kunnen voorzien, dient elke nieuwe onbekende handeling te worden voorafgegaan door een bibliografische studie.

**E**lke handeling en stof waarover geen degelijke informatie wordt gevonden dient als potentieel gevaarlijk te worden beschouwd.

<b>Voorwoord</b>	<b>3</b>
<b>Inhoud</b>	<b>5</b>
<b>1. Voornaamste risico's en voorkomingsmaatregelen</b>	<b>7</b>
1.1 Ontploffing	8
1.2 Hevige reacties	11
1.3 Brand	14
1.4 Risico voor de gezondheid	20
1.5 Chemische brandwonden	26
1.6 Thermische brandwonden	28
1.7 Vrieswonden	31
1.8 Elektrocutie	31
1.9 Diverse verwondingen	33
1.10 Ioniserende stralingen	36
<b>2. Bijkomende maatregelen</b>	<b>39</b>
<b>3. Bibliografie</b>	<b>43</b>



# 1

## Voornaamste risico's en voorkomingsmaatregelen

### Worden hier behandeld:

- het risico voor ontploffing;
- het risico voor hevige reacties;
- het risico voor brand;
- het risico voor de gezondheid: acute vergiftiging, gevolgen op lange termijn en risico voor irritatie;
- het risico voor chemische brandwonden;
- het risico voor thermische brandwonden;
- het risico voor vrieswonden;
- het risico voor elektrocutie;
- het risico voor verwonding;
- het risico voor stralingen.

## 1.1 Ontploffing

De voornaamste oorzaken zijn:

- ❖ ontbinding van stoffen met explosief karakter;
- ❖ ontvlaming van mengsels van lucht met ontvlambare gassen, met dampen van ontvlambare verbindingen of met stof van brandbare producten.

### Vastgestelde situaties

**1.1.1** Een ontploffing kan zich voordoen als men werkt met explosieve of onstabiele verbindingen, onder invloed van een schok, wrijving of temperatuurstijging.

**1.1.2** In de lokalen waar ontvlambare gassen (waterstof, ethyleen...) gebruikt worden en/of waar een gasontsnapping mogelijk is, bestaat er een ontploffingsgevaar.

### Oplossingen

**1.1.1** De apparatuur onder een trekkast plaatsen die aangepast is aan dat risico.

Een schervenschermbeschermer plaatsen tussen het toestel en het raam van de trekkast.

Een aangezichtsschermbeschermer dragen bij het openen van de trekkast.

De gevaarlijke bewerkingen (zoals nitreringen, hydrogeneringen) automatiseren.

**1.1.2** Verbieden te roken en toestellen met open vlam te gebruiken.

De elektrische installaties in overeenstemming brengen met de vigerende wetgeving en in het bijzonder met de bepalingen van het algemeen reglement voor de elektrische installaties betreffende de ontploffingsrisico's.

De elementen van de elektrische installaties zodanig opvatten dat zij geen enkel gevaar vormen tijdens hun werking.



**1.1.3** De distillatie van peroxideerbare producten (voorbeeld isopropylether, ethylether, tetrahydrofluraan...) die sinds meerdere maanden opgeslagen zijn, kan ontploffingen veroorzaken.

**1.1.4** De sterk oxiderende producten reageren met sommige organische stoffen (hout, hars) om verbindingen te vormen die bij een schok kunnen ontploffen.

**1.1.5** In de koelkasten van het huishoudtype is het opslaan van open recipiënten die ontvlambare gassen of dampen vrijmaken, soms de oorzaak van ontploffing of brand.

**1.1.6** Het langdurig opslaan van monomeren, zelfs in een koelkast,

De elektrische installatie beperken tot wat strikt noodzakelijk is voor de behoeften van het laboratorium. De verluchting van het lokaal verzekeren.

Indien nodig een explosiemeter gebruiken die voorzien is van een geluidsalarminrichting.

De lekdetector gebruiken.

**1.1.3** Een proef uitvoeren om de aanwezigheid van peroxiden op te sporen. Als deze positief is, de peroxiden verwijderen vooraf tot een distillatie over te gaan.

**1.1.4** Het frekvent gebruik van die producten maakt een speciale trekkast noodzakelijk die uitgerust is met wanden in weerstandbiedend, gemakkelijk afwasbaar materiaal (voorbeeld PVC, roestvrij staal).

Die producten niet opslaan op een houten rek.

**1.1.5** Voor het koel bewaren van ontvlambare vloeistoffen, een koelkast gebruiken die speciaal voor dat gebruik opgevat is, voorzien van een thermostaat aan de buitenkant, zonder lamp binnenin.

**1.1.6** Regelmatig de opgeslagen producten controleren en deze die

kan aanleiding geven tot een explosieve polymerisatiereactie.

**1.1.7** Bij het uitvoeren van destructies (bijvoorbeeld in het voorbereidend stadium van een analyse) zowel in drukvaten (destructiebommen) als in open systemen, bestaat een reëel gevaar voor explosie.

te oud zijn, verwijderen als zij mogelijk een reactie ondergaan hebben (toename van de viscositeit of het troebel worden).

**1.1.7** Men dient uiterst voorzichtig te zijn bij het vernietigen van nieuwe, onbekende monsters zowel in het stadium van de organisatie als van de uitvoering:

- de hoeveelheden te vernietigen organisch materiaal zoveel mogelijk beperken;
- voor het verhitten (maximum 170° C) uitsluitend een oven gebruiken die tegen oververhitting beveiligd is. Deze oven bij voorkeur in een apart lokaal plaatsen;
- de drukvaten steeds grondig op beschadigingen controleren;
- nitrering vermijden door eventueel water toe te voegen. Nooit alleen HClO<sub>4</sub> aan het monster toevoegen, maar altijd verdunnen of mengen met HNO<sub>3</sub> of eerst met HNO<sub>3</sub> vernietigen tot nog enkel een weinig organische materie overblijft.

## 1.2 Hevige reacties

### Vastgestelde situaties

**1.2.1** Een exotherme reactie kan in sommige gevallen oncontroleerbaar zijn en aanleiding geven tot overlopen en plots vrijkomen van dampen of gassen.



### Oplossingen

**1.2.1** Als men een exotherme reactie tot stand brengt, bijvoorbeeld door toevoeging van een product B aan een product A is het aangeraden dit te doen bij een zodanige temperatuur dat de reactie onmiddellijk plaatsvindt van bij de eerste toevoeging. Als men te werk gaat bij een te lage temperatuur onder het voorwendsel de veiligheid te bevorderen, vindt de reactie met vertraging plaats, wat de scheikundige ertoe aanzet de toevoeging verder te zetten. Na een zekere tijd wordt de concentratie aan B aanzienlijk, het mengsel begint te reageren en de reactie kan hevig worden, aanleiding geven tot overlopen of tot spatsten. Door te werk te gaan bij een temperatuur waarbij B onmiddellijk reageert op A kan men, door kleine toevoegingen, de reactie uitstekend controleren.

Raadpleeg lijsten of handboeken waarin met elkaar gevaarlijk reagerende producten beschreven zijn.

Indien men twee onbekende producten met elkaar dient te laten reageren, experimenteer dan eerst met uiterst kleine hoeveelheden

**1.2.2** Het gebruik van autocla-ven of bommen om een reactie onder hoge druk uit te voeren, schept een gevaar voor stuksprin-gen.

achter een geschikte doelmatige bescherming.

**1.2.2** Vooraleer die installaties te gebruiken moet men er zich van vergewissen dat zij in goede staat zijn en dat zij niet door corrosie aangetast zijn wat de installaties minder weerstandbiedend kan maken.

Slechts een recipiënt onder druk gebruiken als hij uitgerust is met een manometer en een veiligheidsklep of een breukschijf.

De druk progressief opvoeren en langzaam ontspannen op het einde van de reactie.

De hogedrukrecipiënten in een speciaal lokaal plaatsen dat toe-



**1.2.3** Een hevige reactie vergezeld van projecties vindt plaats als water in contact komt met sommige verbindingen (alkalimetalen, zuren, anhydriden, zuurchloriden, zuuramiden, aminozuren).

**1.2.4** Wanneer men een waterstraalpomp gebruikt en men langzaam de voedingskraan sluit, doet er zich een terugvloeiën van water voor naar de luchtledige recipiënt. Indien die recipiënt een gemakkelijk hydrolyseerbare verbinding bevat kan er een hevige reactie optreden.

**1.2.5** De toevoeging van vaste, poedervormige producten aan een vloeistof die bijna het kookpunt bereikt heeft, veroorzaakt een plots ontsnappen van dampen, een overlopen of een overdruk.

**1.2.6** Er kan een hevige reactie optreden ingevolge een verwarving tussen producten.

laat de bewerking van buitenaf te volgen door een kijkvenster met een beperkt oppervlak, uitgerust met dik glas dat weerstaat aan schokken.

De bedieningsinrichtingen aan de buitenzijde, naast het venster plaatsen.

**1.2.3** Het reagens in het water gieten of er aan toevoegen en niet omgekeerd.

Met kleine hoeveelheden te werken.

**1.2.4** Een beschermingsrecipiënt voorzien met de mogelijkheid tot verluchting tussen de hevel en het te ledigen recipiënt en een terugslagklep.

Steeds beginnen met het sluiten van de isolatiekraan van de hevel vooraleer de watertoevoer te stoppen.

Opgepast voor de producten die gevoelig zijn voor water.

**1.2.5** Het toevoegen van poedervormige producten moet koud gebeuren of met zeer kleine hoeveelheden om de reactie onder controle te houden.

**1.2.6** Alle flessen of kolven die een reageermiddel bevatten, correct etiketteren.

## 1.3 Brand

Het gevaar spruit voort uit ontvlambare producten en uit de talrijke ontstekingsbronnen die dikwijls aanwezig zijn in een laboratorium.

Het spruit ook voort uit reacties tussen sommige oxidatiemiddelen en reduceermiddelen of sommige verbindingen en water.

### Vastgestelde situaties

**1.3.1** Sommige stoffen zijn zelfontvlambaar in aanraking met lucht (voorbeeld alkylmetalen, fijn verdeelde metalen, hydriden, fosfor...).

**1.3.2** Het gelijktijdig gebruik in eenzelfde laboratorium van oxiderende én brandbare producten schept een brandrisico. Voorbeeld: de verbindingen met een overmaat aan zuurstof (chloraten, peroxiden...), aangelengd met brandbare of gemakkelijk oxideerbare producten vormen mengsels die gemakkelijk ontvlammen ingevolge een temperatuurstijging, schok of wrijving.

**1.3.3** Het gebruik van verwarmingstoestellen met open vlam in de nabijheid van ontvlambare, vluchtige vloeistoffen kan brand veroorzaken.

### Oplossingen

**1.3.1** Het overbrengen van die verbindingen moet gebeuren in een niet reactieve atmosfeer, bijvoorbeeld onder inert gas of geschikte vloeistof.

**1.3.2** Als men dergelijke mengsels moet maken, slechts kleine hoeveelheden bereiden, vermijden ze te verwarmen, slechts de zuivere bestanddelen afzonderlijk verpulveren, de producten voorzichtig koud vermengen met een niet metalen gereedschap.

De verbindingen of schroefdraden van de zuur- stofflessen, flessen met samengeperste lucht, met stikstofprotoxide (lachgas) en met alle andere oxiderende gassen niet smeren of oliën.

De recipiënten met oxiderende producten afzonderen van de ontvlambare stoffen.

**1.3.3** Dat risico neemt toe door het feit dat de aardgasbranders een weinig zichtbare vlam hebben, vooral als de werktafel in het zonlicht staat.

**1.3.4** Het gebruik van toestellen die vonken voortbrengen (elektrisch aangedreven motoren met collectoren, schakelaars, thermostaten...) alsook van elektrische radiatoren kan brand veroorzaken.

**1.3.5** Sommige producten kunnen ontbranden in aanraking met lucht bij een betrekkelijk lage temperatuur (temperatuur voor zelfontbranding), bijvoorbeeld:

- koolstofdioxide: 102° C;
- diëthylether: 180° C.

In de nabijheid van vluchtige, ontvlambare vloeistoffen geen Bunsen- of Meckerbranders gebruiken. Een geschikt verwarmingsmiddel zoeken: water- of oliebad, verwarmingsmantels (eventueel bruikbaar in een explosieve atmosfeer).

**1.3.4** Die elektrische toestellen verwijderen van de zones waar ontvlambare vloeistoffen en gassen gebruikt worden (zie punt 1.1.2).

Persluchtmotoren gebruiken.

Een ontvlambare vloeistof niet overhevelen in de nabijheid van een warmtebron, van vonken of van een vlam.

Verwarmingstoestellen kiezen die uitgerust zijn met een verklikkerlamp om gemakkelijk te zien dat ze in werking zijn.

Zonder verwijl de onderhoudsdienst inlichten over een elektrisch toestel of elektrische geleider die abnormaal warm loopt.

**1.3.5** Geen ontvlambare producten plaatsen in de nabijheid van een warmtebron zoals een oven, een droogoven, een zandbad, een waterbad, een stoomleiding, een elektrische radiator, in zonnestralen...

Niet roken in de laboratoria waar ontvlambare vloeistoffen en gassen behandeld worden.

**1.3.6** Producten met een laag vlampunt kunnen met lucht een mengsel vormen dat kan ontvlammen na ontsteking.

**1.3.7** Als men een ontvlambare vloeistof distilleert, veroorzaakt een tekort aan water in het koelcircuit van het distillatietoestel het ontsnappen in de atmosfeer van dampen van het kokend mengsel.

**1.3.8** Een verwarmingsmantel waarvan de isolatie in slechte staat is kan een oorzaak zijn van plaatselijke oververhitting die de glazen recipiënt van een distilleertoestel kan doen springen.

Indien de vloeistof ontvlambaar is, ontstaat dan plots een brand.

Hetzelfde ongeval doet zich voor als het recipiënt een barst vertoont.

**1.3.9** Het koken van een vloeistof gebeurt soms onregelmatig en hortend.

**1.3.10** De verdamping van ontvlambare vloeistoffen geeft aanleiding tot dampemissies die op afstand kunnen ontvlammen.

**1.3.6** Elke ontstekingsbron afzonderen.

Niet roken.

**1.3.7** De watertoevoerslangen stevig vastmaken op de uiteinden van het koelcircuit.

Het waterdebiet van het koelsysteem in het oog houden of controleren.

Een manometrische schakelaar gebruiken die de verwarming stopzet in geval van onderbreking van de watercirculatie voor de toestellen die zonder toezicht werken.

**1.3.8** Toezien op de goede staat van de verwarmingsmantel en van de recipiënt die als kooktoestel wordt gebruikt.

Eventueel het gebruik overwegen van een metalen distilleertoestel dat het gevaar van het springen vermijdt.

**1.3.9** Het koken regelen door vóór het verwarmen enkele glasbolletjes of stukjes puimsteen in het kooktoestel te doen.

**1.3.10** Die bewerking niet uitvoeren in open lucht op de werktafel, maar in een geventileerde trekkast of een geschikt toestel



**1.3.11** Als men een chemische verbinding extraheert door middel van een ether kan een overdruk of lek van etherdamp brand veroorzaken.

**1.3.12** Het morsen (bijvoorbeeld breken, omstoten... van recipiënten) van een vluchtige ontvlambare vloeistof schept een gevaar voor brand omdat de dampen zich snel verspreiden over afstanden van meerdere meters.

**1.3.13** Een brand kan zich min of meer snel uitbreiden.

zoals een droogoven, voorzien van een dampafzuiging, een geschikt luchtledig gehouden droogtoestel of een draaiend verdampingstoestel.

**1.3.11** Een zachte verwarming met een waterbad of een geschikt oliebad gebruiken.

Boven een belangrijke batterij etherextractoren een automatisch brandblusapparaat plaatsen.

De toestellen in een trekkast plaatsen.

**1.3.12** Onmiddellijk alle in de nabijheid geplaatste toestellen met vlammen of die vonken voortbrengen uitschakelen.

Als er een grote hoeveelheid gemorst is, de algemene gastoevoer kraan afsluiten. Deze bevindt zich dikwijls buiten het laboratorium.

De verspreide vloeistof afdekken met een absorberend poeder. Voor een kleine hoeveelheid, opslorpend papier gebruiken.

**1.3.13** In een laboratorium waar ontvlambare producten gebruikt worden, geen wanden, rekken of zolderingen plaatsen die de brand snel kunnen doen uitbreiden (geëxpandeerde kunststoffen).

Draagbare brandblusapparaten (voorzien met CO<sub>2</sub>, met poeder). Verstoven water koelt doeltreffender af dan CO<sub>2</sub> maar het mag niet gebruikt worden op stoffen die gemakkelijk reageren met water, noch op elektrische toestellen onder spanning.

Het hanteren van de brandblusapparaten aanleren.

Geen omvangrijke voorwerpen vóór de brandblusapparaten plaatsen opdat ze altijd bereikbaar zouden blijven.

De brandblusapparaten op een zodanige afstand van de werkposten plaatsen dat zij snel bereikbaar zijn zonder dat ze zich evenwel dicht bij de vuurhaard bevinden en bijgevolg buiten bereik. Men zal ze dichtbij de deuren plaatsen en ongeveer één per rij tafels met een minimum van twee per laboratorium.

Richtlijnen voorzien voor brandalarm en minstens éénmaal per jaar brandbestrijdings- en evacuatieoefeningen organiseren.

Bij elke brand dient er gewaarschuwd en eventueel alarm gegeven.

Geschikte kleding dragen.

Vermijden kleding in ontvlambare stof te dragen.

Het laboratorium voorzien van een geschikt deken om er elke persoon wiens kleding in brand staat, in te wikkelen.

De ontvlambare vloeistoffen opbergen in de daartoe voorziene kasten met beperking van de hoeveelheden.

Als het technisch mogelijk is ontvlambare vloeistoffen kopen die verpakt zijn in metalen recipiënten met automatische sluiting en voorzien van een bescherming tegen vlamterugslag.



## 1.4 Het risico voor de gezondheid

De gezondheidsrisico's zijn: acute vergiftiging, gevolgen op lange termijn en risico voor irritatie.

De gevolgen voor de gezondheid kunnen onmiddellijk optreden (acute vergiftiging) of op lange termijn (chronische vergiftiging).

Een groot aantal vaste, vloeibare of gasvormige chemische verbindingen hebben giftige eigenschappen bij inademing, opname in de maag of bij contact. Zelfs een product met lage dampspanning kan vergiftiging veroorzaken als de giftigheidsgraad hoog is.

### Voornaamste risico's

**1.4.1** Het vervoer van glazen flessen en recipiënten die vluchtige giftige producten bevatten, houdt een gevaar in voor breuk, en bijgevolg een gevaar voor vergiftiging die snel kan plaatsvinden als het een kleine en gesloten ruimte betreft (bijvoorbeeld lift).

**1.4.2** Giftige gassen kunnen accidenteel ontsnappen ingevolge lekken aan gasflessen of apparaten.

### Preventiemaatregelen

**1.4.1** De glazen recipiënten vervoeren in flessendragers of andere antischokbeschermingen, bijvoorbeeld een kunststofemmer.

Een goederenlift gebruiken en niet de lift die bestemd is voor personen.

Indien er geen goederenlift aanwezig is, kan het vervoer van gevaarlijke stoffen langs een gewone lift gebeuren voor zover de producten voorzien zijn van een geschikte en veilige verpakking.

**1.4.2** Het werken met giftige gassen dient in een trekkast te gebeuren.

In ruimten waar mogelijk gaslekken kunnen ontstaan, moeten altijd de nodige maskers met geschikte filter binnen handbereik liggen.

**1.4.3** Soms worden giftige producten gebruikt in de laboratoria, bijvoorbeeld : benzeen, koolstoftetrachloride, koolstofdissulfide, methanol, kwik...

**1.4.4** Sommige reacties gaan gepaard met uitwasemingen van gasvormige producten.

**1.4.3** Hun gebruik in open lucht schept een vergiftigingsgevaar bij inademing van dampen en ook bij aanraking van de huid.

Bij gebruik van gevaarlijke chemicaliën moet men zich steeds afvragen of hun gebruik wel noodzakelijk is. Steeds moet gestreefd worden naar het zoeken naar veilige alternatieven waarbij men er moet voor opletten geen nieuwe, onbekende risico's te introduceren.

Recipiënten die vluchtige giftige stoffen bevatten, niet open laten staan. Het overgieten uitvoeren in een trekkast voorzien van dampafzuiging. De flessen na gebruik opnieuw sluiten. De kankerverwekkende stoffen met grootste voorzichtigheid behandelen. In dat verband moeten specifieke instructies gegeven worden. Het gebruik van stoffen met een zeer hoog risico zoals benzeen, aromatische amines, is meestal slechts verantwoord wanneer er werkelijk geen alternatieven zijn. Een voorbeeld hiervan is het gebruik van deze stoffen als standaard voor analyse.

**1.4.4** Het drogen van sommige producten kan gepaard gaan met het vrijkomen van giftige dampen.

De toestellen waaruit giftige dampen kunnen vrijkomen (reactoren, droogovens) moeten in een trek-

**1.4.5** Het vast koolstofdioxide verdampt bestendig. Een te grote concentratie kan gevaarlijk worden.

**1.4.6** Na gebruik kan het materiaal bevuild zijn door een zekere hoeveelheid gevaarlijke producten.

**1.4.7** De atmosfeer van het laboratorium kan accidenteel verontreinigd zijn door een reactor die stuk springt, een gebroken fles, een omver gevallen recipiënt, een lek...

kast geplaatst worden die de afgezogen dampen naar buiten afvoert.

**1.4.5** Het product in isotherme recipiënten of buiten bewaren.

**1.4.6** De recipiënten die gevaarlijke producten bevat hebben, gesloten laten.

Overgaan tot een eerste reiniging waarbij het overgrote deel verwijderd wordt.

**1.4.7** Als de atmosfeer van een laboratorium verontreinigd werd door een vluchtig giftig product, is het noodzakelijk de overblijvende concentratie van de verontreinigende stof in de lucht te kennen vooraleer het normaal werk te hernemen.

Als de verontreiniging gering is, zorgen voor een snelle verluchting.

De hittebronnen in de nabijheid doven.

De verspreide vloeistoffen door middel van zand of een geschikt adsorbens opslorpen dat in een geschikte recipiënt zal opgevangen worden die zo vlug mogelijk moet verwijderd worden.

Als de verontreiniging groot is : al het personeel evacueren.

**1.4.8** De volgende handelingen vormen risico's voor vergiftiging door opname in de maag : pipetteren met de mond, een product proeven (galenische herkenning). Eten of drinken in een laboratorium.

**1.4.9** Gevaarlijke producten opbergen in recipiënten die gewoonlijk voorbehouden zijn voor voedingswaren of omgekeerd, voedingsproducten bewaren in recipiënten die gediend hebben voor gevaarlijke of giftige stoffen.

**1.4.10** Roken in een laboratorium schept een verhoogd risico voor vergiftiging door opname in de maag.

De hittebronnen in het gebouw doven, onmiddellijk het laboratorium doen reinigen door een interventieploeg, uitgerust met een doelmatige beschermingsuitrusting.

De vermoedelijke concentratie kan gemeten worden door middel van controle-toestellen.

De interpretatie van de resultaten vraagt een zekere ervaring.

**1.4.8** Het pipetteren met de mond verbieden.

Rubberen peren gebruiken die kunnen aan gebracht worden op de pipetten en spuitjes.

Die praktijk formeel verbieden.

Verbieden in de laboratoria te eten en er etenswaren binnen te brengen.

**1.4.9** Die praktijken zijn verboden.

**1.4.10** De sigaret die geregeld naar de mond gebracht wordt, kan inderdaad neergelegd worden op een besmette plaats of opgenomen worden door bevulde vingers. Bovendien ontbindt de verbran-

**1.4.11** Ondanks het nemen van preventieve maatregelen is een blootstelling door inhalatie niet uit te sluiten.

**1.4.12** In sommige laboratoria is nog asbest aanwezig in koorden, karton, platen. Deze worden gebruikt als thermische isolatie en bescherming tegen vlammen.

ding van de sigaret de dampen van sommige giftige producten en stoffen die ingeademd worden met de rook.

Het is verboden in de laboratoria te roken, tenzij in hiervoor speciaal voorziene ruimten.

**1.4.11** Wanneer de blootstelling aan een stof niet kan uitgesloten worden moet de blootstelling beoordeeld worden. Een dergelijke beoordeling moet uitgevoerd worden door een persoon die hiervoor over de nodige competentie beschikt.

De werknemers moeten informatie krijgen over de gevaarlijke producten.

**1.4.12** Asbestvrije producten voor laboratoriumgebruik zijn voorhanden. De uit gebruik genomen asbesthoudende voorwerpen en materialen worden in een dubbele verpakking voorzien van een etiket verwijderd overeenkomstig de reglementaire bepalingen.





## 1.5 Chemische brandwonden

De chemische brandwonden worden veroorzaakt door:

- gasvormige, vloeibare of vaste producten die een hevige zuur-of alkalische reactie hebben die gemakkelijk hydroliseren door contact met vochtigheid waarbij zuur- of alkaliderivaten geproduceerd worden;
- talrijke corrosieve producten zoals peroxiden, halogenen, sommige oxiden en zouten.

### Voornaamste risico's

**1.5.1** De overheveling van die producten schept een gevaar voor spatten.

**1.5.2** De verwarming boven een vlam kan een plots breken veroorzaken van de glazen recipiënten die oplossingen bevatten.

### Preventiemaatregelen

**1.5.1** Om een corrosieve vloeistof over te hevelen vanuit een mandfles of een kruik, een handpomp gebruiken.

Individuele beschermingsmiddelen dragen indien noodzakelijk.

Om die vloeistoffen door middel van samengeperste lucht over te hevelen, een luchtdruk van 0,1 tot 0,2 bar niet overschrijden.

Men kan ook overhevelen door middel van onderdruk.

**1.5.2** Voor de verwarming van glazen recipiënten zoals kolven, bekers, erlenmeyers..., op een open vlam, moet er een metalen rooster tussen geplaatst worden. In geval van ontvlambare vloeistoffen moet men verwarmende mantels, water- of oliebaden gebruiken. De glazen vlambestendige proefbuisjes kunnen verwarmd worden in een open vlam op voorwaarde dat deze niet te heet is en men het buisje niet onbeweeglijk in de vlam

**1.5.3** Een groot aantal bewerkingen vormen een risico door onverwacht contact van corrosieve vloeistoffen met het lichaam.

**1.5.4** Contactlenzen.

houdt. Een verwarming langs de bodem veroorzaakt onvermijdelijk een vloeistofprojectie uit het buisje.

Dikwandig glazen materiaal mag niet blootgesteld worden aan een directe vlam of een andere plaatselijke warmtebron. Verwarm nooit glazen recipiënten die krassen, barsten of scherven vertonen. Vermijd het plaatsen van nat glaswerk op koude of warme oppervlakken.

De oppervlakken van de verwarmingsplaat dient groter te zijn dan de bodem van de te verwarmen recipiënt.

**1.5.3** In de laboratoria waar dergelijke risico's bestaan is een vast stortbad onmisbaar.

Het kan in werking gesteld worden door middel van een ketting, een voetpedaal of ieder andere automatische bediening.

De oogspoelinstallatie moet onafhankelijk zijn of aan het stortbad verbonden zijn en moet drinkwater leveren.

**1.5.4** Een contactlens vervangt een correctiebril, maar vervangt in geen geval een veiligheidsbril. Een spat oplosmiddel, zuur of loog in het oog resulteert in irritatie tot sterk bijtende reactie, zelfs onder de lens.

Contactlenzen vermijden.

Verwittig uw medewerkers indien u toch contactlenzen draagt.

Draag altijd uw veiligheidsbril in het laboratorium.

Bij ongeval met een oplosmiddel: neem ONMIDDELLIJK uw lenzen uit en spoel de ogen overvloedig en gedurende 15 minuten met water.

Bij ongeval met zuren of logen: spoel ONMIDDELLIJK de ogen gedurende 15 minuten met veel water. De kans is groot dat de weggespoelde lens niet meer wordt teruggevonden. Maar een contactlens weegt niet op tegen een oog !

Controle door een oogarts is onmiddellijk noodzakelijk.

Logen zijn gevaarlijker dan zuren.

## 1.6 Thermische brandwonden

### Voornaamste risico's

**1.6.1** Het zijn voornamelijk de water-, oliebaden of baden van gesmolten metaal die risico's voor thermische brandwonden doen ontstaan.

### Preventiemaatregelen

**1.6.1** De verwarmingsbaden niet volledig vullen.

Zorgen voor de stabiliteit van de baden die bestemd zijn voor de verwarming van de reactor en die geïnstalleerd zijn op een in hoogte regelbare steun.

**1.6.2** Een glazen kolf die een vluchtige vloeistof bevat kan breken als ze plots in een zeer warm bad gedompeld wordt. Daaruit volgt het wegspringen van een gloeiend hete vloeistof.

**1.6.2** Voor dit gebruik glaswerk kiezen dat bestand is tegen thermische schokken.

De toestand van het glaswerk onderzoeken vooraleer het te gebruiken.

Een barst of een ster kan aan de basis liggen van een ongeval.

De kolven geleidelijk aan in de warme baden dompelen.







## 1.7 Vrieswonden

### Voornaamste risico's

**1.7.1** Het gevaar kan voortvloeien uit het gebruik van cryogene vloeistoffen (vloeibaar gemaakte gassen). Bijvoorbeeld: vloeibare stikstof aan  $-196^{\circ}\text{C}$ , evenals vloeistofbaden afgekoeld door middel van koolstofdioxide-ijs...

**1.7.2** Er treedt een hevige opbruising van een koelvloeistof op als men er plots een warme recipiënt indompelt.

### Preventiemaatregelen

**1.7.1** De vingers nooit in een vloeibaar gemaakt gas dompelen.

De stukken koolstofdioxide-ijs met een tang vastnemen en niet met de vingers.

**1.7.2** De recipiënt langzaam in een koud bad dompelen.

Vermijden warme recipiënten in een bad met een cryogene vloeistof te dompelen.

## 1.8 Elektrocutie

### Voornaamste risico's

**1.8.1** In de chemielaboratoria gebruikt men een groot aantal elektrische toestellen die op 230V werken.

### Preventiemaatregelen

**1.8.1** Het gevaar voor elektrocutie bestaat bij het verplaatsen van elektrische toestellen.

De werktafels zijn dikwijls overladen met talrijke elektrische draden, vooral als de stopcontacten op een te grote afstand staan.

Bij het verplaatsen van een toestel mag men nooit de handen eronder houden, zonder er zich eerst van vergewist te hebben of het toestel wel een bodemplaat heeft.

**1.8.2** Er bestaat een gevaar voor elektrocutie als de geleiders ontbloot of afgerukt zijn.

**1.8.3** Een isolatiefout kan het metalen omhulsel van het apparaat onder een gevaarlijke spanning brengen.

Er kunnen condensatoren in voorkomen die opgeladen blijven zelfs nadat de spanning op het apparaat werd uitgeschakeld. Verplaats een toestel nooit vooraleer de spanning uitgeschakeld en de stekker uitgetrokken werd.

Vergeet hierbij niet dat de “uitstand” van de schakelaar nog niet betekent dat heel het toestel volledig spanningsloos is.

Gebruik kabelbanen en gemarkeerde stekkers waar nodig.

**1.8.2** Geregeld de staat van de kabels en elektrische stopcontacten nazien. Eventuele herstellingen laten uitvoeren door een bevoegd persoon.

**1.8.3** De elektrische toestellen moeten voldoen aan het algemeen reglement op de elektrische installaties.





## 1.9 Diverse verwondingen

### Voornaamste risico's

**1.9.1** De implosie van een luchtledig glazen toestel kan de scherven met een grote heftigheid wegslingeren.

**1.9.2** Samengeperste lucht plots in een glazen kolf gebracht om ze te drogen kan tot het barsten ervan leiden.

**1.9.3** De centrifuges zijn gevaarlijk als het deksel geopend wordt terwijl de rotor op grote snelheid draait.

**1.9.4** Het met de hand inbrengen van een glazen buis in een rubberen stop vereist enige voor-

### Preventiemaatregelen

**1.9.1** Een dergelijk toestel plaatsen op een plaats waar het niet het gevaar loopt gestoten te worden.

Men kan het bovendien met kleefband of omhulsels omwikkelen of het in een metalen omhulsel plaatsen.

Recipiënten met een platte PVC-bodem of in dun glas niet luchtledig maken.

**1.9.2** Om een glazen recipiënt te drogen, lucht met lage druk gebruiken, bijvoorbeeld 0,1 bar.

**1.9.3** De centrifuges moeten voorzien zijn van een vergrendelingssysteem zodanig gebouwd dat de centrifuges niet in werking gesteld kunnen worden, vooraleer het deksel gesloten is, en dat dit laatste niet geopend kan worden zolang de rotor in beweging is.

Binnen in de rotor van een centrifuge de lasten steeds symmetrisch verdelen ten opzichte van het centrum en zorgvuldig equilibreren.

**1.9.4** Buizen met afgesmolten boorden gebruiken, de buis voorzichtig met een draaiende bewe-

zorgen om kwetsuren aan de handen te vermijden.

**1.9.5** De naalden van de spuit kunnen kwetsuren veroorzaken met injectie van gevaarlijke producten.

**1.9.6** Sommige producten kunnen er aanleiding toe geven dat geslepen glazen stoppen zich vastzetten (natriumhydroxide, kaliumhydroxide).

**1.9.7** Het gebroken glas dat in de vuilnisbak gegooid wordt, kan aanleiding geven tot kwetsuren van personen die de vuilnisbak moeten ledigen.

**1.9.8** De flessen voor samengeperst gas zijn zeer zware en weinig stabiele voorwerpen wanneer ze rechtopstaand gebruikt worden.

ging inbrengen waarbij beide handen afdoende beschermd worden tegen snijwonden. De torsie afstand minimaal houden.

**1.9.5** Zich zo vlug mogelijk laten verzorgen door een bevoegd persoon.

**1.9.6** Vermijden dergelijke producten op te slaan in flessen met geslepen glazen stoppen.

Niet trachten een stop los te maken met de blote hand.

Speciale middelen gebruiken voor het losmaken.

**1.9.7** De stukken beschadigd glas die hersteld kunnen worden, moeten in een speciale doos verzameld worden. De niet te herstellen stukken moeten geworpen worden in een vuilnisbak voorbehouden voor het gebroken glas, zodat het gerecupereerd kan worden.

**1.9.8** Ze omspannen met een ketting die vastgehecht is aan een muur of aan enige andere vaste en stevige verankering.



## 1.10 Ioniserende stralingen

Ioniserende stralingen (radioactieve en X-stralen) worden uitgezonden door respectievelijk radioactieve isotopen of röntgentoestellen.

Het belangrijkste onderscheid tussen een radioisotoop en een röntgentoestel is dat isotopen continu stralers zijn en dat een röntgenbuis slechts stralen uitzendt van zodra er een spanning wordt aangelegd.

Bij de RADIOACTIEVE ISOTOPEN onderscheidt men 3 belangrijke types volgens de uitgezonden stralen : a (alfa), b (bèta), g (gamma).

De belangrijkste kenmerken van deze stralen zijn de volgende :

- ❖ alfa-stralen : deze stralen of eigenlijk deze deeltjes (heliumkernen), hebben een gering doordringingsvermogen. Ze dringen slechts doorheen enkele cm lucht en worden tegengehouden onder meer door een plasticfolie. Voorbeeld : Polonium 210.
- ❖ bèta-stralen : dit zijn elektronen, uitgezonden door de atoomkern. Hun doordringingsvermogen is groter dan dat van x-stralen. Ze dringen doorheen enkele meter lucht en ook door kunststof. Ze worden geabsorbeerd door lichte metalen zoals aluminium. Voorbeeld: Krypton 85.
- ❖ gamma-stralen : deze elektromagnetische stralen hebben een zeer groot doordringingsvermogen. Lucht, kunststof, aluminium houden deze stralen niet tegen. Slechts door zware materialen zoals lood, verarmd uranium, zwaar beton... worden deze stralen geabsorbeerd. Voorbeeld : Americium 241, Cobalt 60, Uranium 235.

Volgens hun “verpakking” kunnen de isotopen in twee categorieën ondergebracht worden, de “ingekapselde” en de “niet-ingekapselde”. Het is evident dat deze laatste vanuit veiligheidsoogpunt de gevaarlijkste zijn.

X-stralen zijn van dezelfde familie als g-stralen. Het essentiële verschil is dat X-stralen kunstmatig worden opgewekt door aan de kathode van een kathodestraalbuis een zeer hoge spanning aan te leggen. Hierdoor ontwijken er elektronen, die worden aangetrokken door, en met zeer hoge snelheid botsen op een anode. Hierdoor ontstaan X-stralen.

Al deze stralingsbronnen en toestellen worden in diverse toepassingen in laboratoria gebruikt, zoals elektronenmicroscopen, dikte- en dichtheidsmeters, fluorescentieapparaten, gemerkte moleculen...

## RISICO

Ioniserende stralingen zijn onzichtbaar, niet voelbaar en zonder geur. Nochtans kunnen ze levende weefsels tijdelijk of blijvend vernietigen.

Een radioactieve isotoop is een permanente straler.

Verspreiding van radioactief materiaal (bijvoorbeeld bij werken met vloeibare isotopen) kan ongecontroleerde besmetting en bestralingen veroorzaken.

Inademing, inslikken of absorptie van een radioactief preparaat veroorzaakt 24 uur op 24 uur bestraling van het orgaan waarin het isotoop zich bevindt.

## VOORKOMING

- Vergewis u vóór de aanvang van het werk van de aard en de sterkte van de bron (radiotoxiciteit, aard van de uitgezonden stralen, activiteit) of van het X-stralen apparaat.

- Houdt u strikt aan de algemeen geldende voorgeschreven veiligheidsregels en informeer u vooraf bij de dienst voor fysieke controle van uw opdrachtgever over de te nemen collectieve en individuele beveiligingsmaatregelen met betrekking tot het specifiek uit te voeren werk. Pas de te volgen regels zeer strikt toe.

- Het werk dient in alle geval zo georganiseerd dat de blootstellingstijd beperkt wordt tot het strikte minimum.

- Bij niet ingekapselde bronnen dienen bijzondere beschermingsmaatregelen getroffen te worden. Niet alleen tegen straling maar ook tegen besmetting.

- Controleer na het werk met geschikte middelen of er geen radioactieve restanten zijn achtergebleven en behandel radioactief afval volgens de voorschriften. Raadpleeg hiervoor de dienst voor fysieke controle.





## Bijkomende maatregelen

Naast de specifieke voorkomingsmaatregelen, hierboven vermeld, dienen meerdere algemene veiligheidsmaatregelen nageleefd te worden.

Sommige maatregelen zijn te voorzien bij het ontwerp van het laboratorium. Het is onmogelijk hier alle regels van goede praktijk voor het ontwerp, de installatie of het aanpassen van het laboratorium op te sommen. De belangstellende zal hiertoe gespecialiseerde werken raadplegen.

Anderzijds zal men de nodige organisatorische maatregelen aandachtig voorbereiden en opvolgen. Zes ervan verdienen onze bijzondere aandacht:

- voorkoming en bestrijding van brand;
- collectieve en individuele beschermingsmiddelen;
- eerste hulp bij ongevallen;
- verwijderen van afvalstoffen;
- handelingen zonder toezicht;
- werken uitgevoerd door derden.

De eerste hulp bij ongevallen wordt georganiseerd volgens de voorschriften van het algemeen reglement voor de arbeidsbescherming. De arbeidsgeneesheer staat de werkgever en de personen belast met de eerste hulp bij met zijn advies. Indien nodig stelt hij aanvullende maatregelen voor. Hij zorgt ervoor dat de organisatie en het materieel voor de eerste hulp operationeel blijven in de loop van de tijd. Hij ziet regelmatig het materieel en de inhoud van de verbanddozen na, en dit in elk geval bij zijn jaarlijks bezoek.

Een stortbad is voorzien voor de gevallen van spatten op het lichaam, en een oogspoelbekken voor het spoelen van de ogen en het gelaat. Het water van de oogfontein moet een temperatuur hebben van ongeveer 15°C, het zal zuiver drinkwater zijn en geen ziektekiemen bevatten.

De werkgever zorgt ervoor dat heel het personeel, en in het bijzonder het personeel van het laboratorium, ingelicht wordt over de te volgen procedure in spoedgevallen en onder andere de namen van de op te roepen diensten en personen, de plaats van het lokaal voor eerste hulp en van de hulpapotheken kent.

### **Ter herinnering worden hier enkele belangrijke punten vermeld:**

- ❖ men mag nooit een bewusteloze persoon laten drinken;
- ❖ in geval van zware thermische brandwonden, mag men zeker de kleren niet uittrekken, maar dient rond de wonde een linnen of steriel doek aangebracht te worden, en dient de gekwetste weggevoerd naar een geschikte verzorgingsinstelling;
- ❖ in geval van chemische brandwonden moeten de kleren in principe wel uitgetrokken worden onder het stortbad, en dient de wonde ruim gespoeld te worden gedurende 15 minuten, vermijdend dat het water op de niet aangetaste huid vloeit. Vervolgens een steriel verband aanbrengen en het slachtoffer naar een verzorgingsinstelling overbrengen. Indien de ogen aangetast zijn, deze ook onder een waterstroom spoelen met open oogleden gedurende 15 minuten. Daarna onmiddellijk door een oogarts laten controleren.

Verwijderen van afvalstoffen geschiedt volgens de opgelegde procedure, onder meer in toepassing van de reglementering.

In afwachting van hun verwijdering, worden de afvalstoffen afzonderlijk gehouden in recipiënten aangepast aan de eigenschappen van de producten : vloeibare of vaste stof, besmette stoffen, gasachtige uitwasmelingen, glasafval, brandbaarheid. Men zorgt ervoor ongecontroleerde reacties te vermijden. Injectienaalden worden afzonderlijk bewaard om misbruik of kwetsuren te voorkomen. De recipiënten zijn duidelijk verschillend, bijvoorbeeld door de grootte, kleur of de plaatsing. Hun bestemming wordt aangeduid om alle verwarring te voorkomen.



Voor het verwijderen van afvalstoffen dient een beroep gedaan worden op gespecialiseerde ondernemingen. De procedures voor het afzonderlijk verzamelen, bewaren en verpakken van chemicaliën worden best vooraf afgesproken ten einde risico's in het laboratorium en in het afvalverwerkingsbedrijf te beperken.

### **Werkzaamheden zonder toezicht**

Indien alle apparaten mogen stilgelegd worden na verloop van de werkdag, is het aangeraden de stroomtoevoer, alsook de hoofdkranen voor water en gas af te sluiten.



Indien sommige apparaten uitzonderlijk in werking blijven na de werku-uren zullen gemakkelijk te begrijpen aanduidingen aangebracht worden op de kranen of schakelaars.

De handelingen zonder menselijk toezicht buiten de werkuren gebeuren in principe onder controle van automatische apparaten. De bereiding van zeer onstabiele of ontplofbare producten is in deze omstandigheden af te raden tenzij installaties op zichzelf of de betrouwbaarheid van de controleapparaten daartoe voorzien zijn.

De handelingen zonder toezicht worden steeds ernstig voorbereid en het hoofd van het laboratorium wordt erover ingelicht.

### **Werken uitgevoerd door derden**

De verantwoordelijke voor de veiligheid in het laboratorium zal zijn bijzondere aandacht vestigen op de werken uitgevoerd door derden. Door derden verstaat men hier:

- het onderhoudspersoneel;
- het personeel van een ander bedrijf of onderaannemers die reinigings- onderhouds- of aanpassingswerken verrichten, zowel aan de installatie als aan de lokalen zelf;
- bezoekers;
- personen die toelating hebben gekregen werken of onderzoeken uit te voeren in het laboratorium voor eigen rekening of voor rekening van derden.

Het gedetailleerd onderzoek van de in de verschillende gevallen te nemen veiligheidsmaatregelen valt buiten het bereik van dit vademecum. Geïnteresseerden kunnen gespecialiseerde literatuur raadplegen.

De derden worden op de hoogte gesteld van de risico's (onder ander beroepsziekten) volgens een procedure die tussen hen en de onderneming dient overeengekomen. De derden (of hun onderaannemers) dienen de veiligheidsmaatregelen na te leven en mogen geen ontvlambare of ontplofbare stoffen binnenbrengen, noch werk uitvoeren met open vlam, zonder het voorafgaand akkoord van de verantwoordelijke van de veiligheid.

# 3

## Bibliografie

J. LELEU, Aide-mémoire, Travaux dans les laboratoires de chimie, in Cahiers de notes documentaires, Institut national de recherche et de sécurité, Paris, n° 1313-103-81.