

Fiche 1 (Observatie): Definities

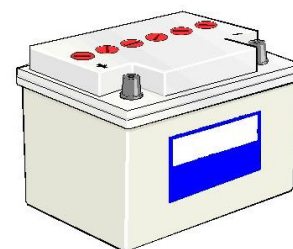
1. Inleiding

Om de begrippen over elektriciteit op een eenvoudige manier te definiëren en te verklaren, wordt hieronder een analogie gemaakt met de afvoer van water in een leiding.

Een onderscheid moet gemaakt worden tussen kringen die gevoed worden door gelijkstroom (batterijen, pillen,...) en deze die werken op wisselstroom (voorziening van elektriciteit via het net...)

2. Gelijkstroomkringen (DC)

De verschillende grootheden die betrekking hebben op gelijkstroomkringen zijn :



- **De elektrische spanning (volt)**
 - definitie: verschillen in potentiaal tussen twee punten
 - analogie: verschil van niveaus, van hoogte, van druk in een leiding
 - symbool: U
 - eenheid: volt (V)
 - eigenschappen: het potentiaalverschil tussen de twee punten geeft aanleiding tot een elektrische stroom tussen deze twee punten die loopt via een geleidingselement. Deze stroom stopt wanneer de twee punten op hetzelfde potentiaal zitten.
- **Elektrische stroomsterkte (ampère)**
 - definitie: debiet van de elektrische lading
 - analogie: waterdebiet in een leiding
 - symbool: I
 - eenheid: ampère (A)
 - eigenschappen: de elektrische stroomsterkte is een flux van elektronen die tussen de twee polen (+ en -) van de batterij circuleert.
- **Elektrisch vermogen (watt)**
 - definitie: energie per seconde die de elektrische stroomsterkte ontwikkelt wanneer deze tussen twee punten, met potentiaalverschil, loopt.
 - analogie: als een hoeveelheid water (stroom) van een zekere hoogte naar beneden valt (spanning), verwerft ze een zekere energie. De energie per seconde wordt het vermogen genoemd.
 - symbool: P
 - eenheid: watt (W)
 - berekening: het vermogen is gelijk aan het product van de spanning U met de stroomsterkte I:

$$P = U I$$

Hulpfiches, Observatie

- **Elektrische weerstand (ohm)**

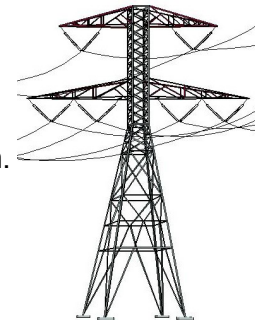
- definitie: de weerstand die een product (een metalen draad, een object, het menselijk lichaam...) vertoont tijdens de stroomdoorgang.
- analogie: inwendige turbulentie van vloeistoffen in leidingen of een kleine diameter die de doorgang van het water afremt.
- symbool: R
- eenheid: ohm (Ω)
- eigenschappen: de doorgang van stroom in een geleider veroorzaakt een verhoging ervan (Joule - effect) die evenredig is met de weerstand.

3. Wisselstroomkringen (AC)

Om elektrische energie over grote afstanden te transporteren is het noodzakelijk om op zeer hoge spanningen te werken.

Zo kan de stroomsterkte laag blijven en de verliezen tot een minimum beperkt worden.

Men kan de spanning veranderen door middel van transformatoren.



De grootheden die van belang zijn bij wisselstroom zijn dezelfde als die besproken werden voor gelijkstroom. (definitie, symbolen, eenheden...)

- **Wisselspanning (volt)**

- definitie: potentiaalverschil tussen twee punten dat in functie van de tijd varieert.
- de variatie in de loop van de tijd gebeurt aan een vaste frequentie. De frequentie van een elektrisch netwerk is 50 Hz in Europa en 60 Hz in Amerika.
- de spanning gaat dus door een maximum en een minimum: om de elektrische energie, geproduceerd door deze wisselspanning uit te drukken, wordt het begrip effectieve spanning gebruikt :
 - ✧ de effectieve spanning is de constante spanning die dezelfde energie zou produceren als de wisselspanning
 - ✧ de waarde van 220 volt is in feite de effectieve spanning ; de maximale spanning is gelijk aan 310 volt maar deze waarde is van weinig nut.

- **Wisselstroom (ampère)**

- definitie: de intensiteit van de wisselstroom varieert op analoge wijze als de wisselspanning
- de waarde van de elektrische stroomsterkte hangt niet af van het elektriciteitsnetwerk (dit in tegenstelling tot de spanning) maar wel van de apparatuur die aangesloten wordt op het netwerk.

- **Vermogen (watt)**

- energie per tijdseenheid geleverd door de doorgang van de wisselstroom tussen de twee fasen (polen) van de wisselspanning
- het vermogen is gelijk aan het product van de effectieve spanning en de effectieve stroomsterkte: $P_m = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}}$ (verwarmingstoestellen door elektrische weerstand bijvoorbeeld). Het vermogen kan een stuk lager liggen, bv. 20 à 30 % voor elektrische motoren.
- door het elektrisch vermogen van een installatie te delen door de spanning van het netwerk (in het algemeen 220V), is het heel gemakkelijk om de maximaal gebruikte stroomsterkte van dit toestel te berekenen : bij voorbeeld, indien een slijpmachine een vermogen van 2200 Watt heeft, zal de stroomsterkte maximum 10 ampère bedragen.

Hulpfiches, Observatie

4. Elektrisch materiaal

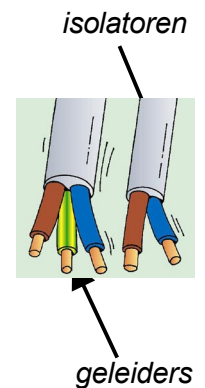
Men onderscheidt twee grote categoriën van elektrisch materiaal.

- **De geleiders**

- Dit zijn in het algemeen metalen : koper, aluminium...
 - ✦ koper is het basiselement voor de fabricage van elektrische draden
 - ✦ aluminium, dat lichter is, wordt gebruikt voor luchtlijnen

- **Isolatoren**

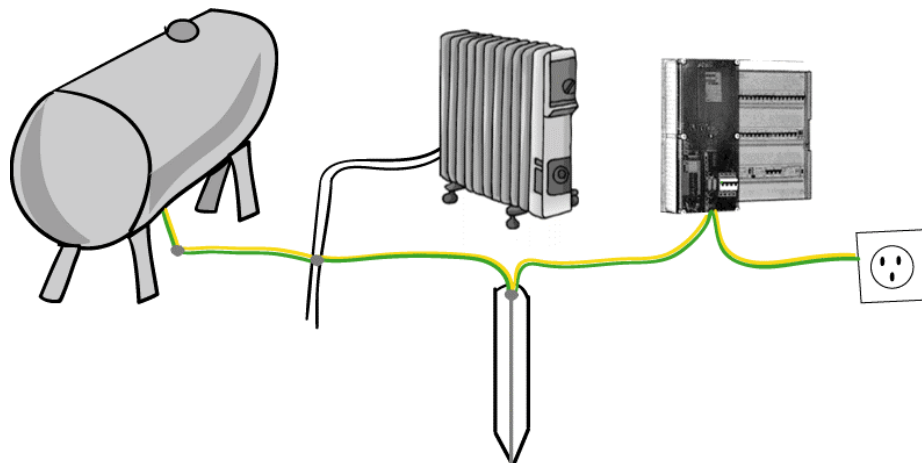
- Dit zijn in het algemeen geen metaalverbindingen : rubber, plastic, glas, porselein, marmer
- zij dienen voor het isoleren van
 - ✦ elektrische draden (bijvoorbeeld het omhulsel van de draad of kabel)
 - ✦ verdeelkastjes, verbindingsdozen, stopcontacten en schakelaars
 - ✦ gereedschappen (schroevendraaier, knijptang...)
 - ✦ ...



Bron 1

5. Aarding

- De aardgeleider beschermt de gebruiker bij een stroomlek in de elektrische installatie (één van de twee draden is slecht geïsoleerd en raakt het metalen omhulsel van de machine).
- De aardgeleider wordt gerealiseerd door één of meerdere metalen geleidingselementen (aardingsstaven) diep in de grond te bevestigen.
- Een aardingsgeleider (geel groene draad) verbindt de aardingsstaven met elk stopcontact en met elk verlichtingsapparaat, in het algemeen via de schakelkast (verplicht in elke nieuwe installatie)
- Al de metalen elementen die kunnen aangeraakt worden (waterleiding, gasleiding...) zijn aangesloten op deze aardleiding en vormen wat men noemt de equipotentiaalverbinding.



Fiche 2 (Observatie): Onderbrekings- en beschermingsmateriaal

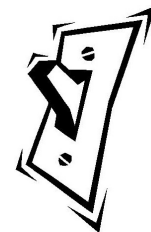
1. Onderbrekingstoestellen

Het in of buiten werking stellen van een elektrische installatie (verlichtingsapparatuur, boormachine...) gebeurt door het sluiten (inschakelen) of door het openen (uitschakelen) van een elektrische leiding.

De keuze van het onderbrekingstoestel is belangrijk en moet geplaatst worden door een elektricien in functie van stroomsterkte en spanning.

De verschillende types zijn :

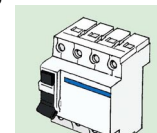
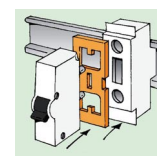
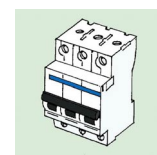
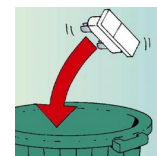
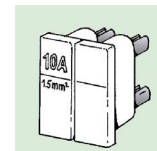
- de klassieke schakelaar in woningen
- de stroomonderbreker: automatische opening door een relais via hulpcontacten (automatische zekering in woningen)
- de scheidingschakelaar: gebruikt om de elektrische kring helemaal te isoleren en zo in zijn totaliteit zonder stroom te zetten



2. Bescherming tegen overstromen

Een te hoge stroomsterkte in een elektrische leiding veroorzaakt een verhitting en kan zelfs de stroom onderbreken doordat de draad smelt. Dat kan gebeuren bij kortsluiting doordat twee draden van het netwerk elkaar raken of omdat één van de twee draden een geaard element raakt. De belangrijkste beveiligingselementen, die zich in de verdeelkast bevinden, zijn :

- de **eenvoudige draadzekering**:
 - samengesteld uit een draad die doorsmelt wanneer de nominale stroomsterkte (aangeduid op de zekering) overschreden wordt.
 - binnen eenzelfde stroomkring (voorbeeld verlichtingscircuit), zijn twee monopolaire zekeringen noodzakelijk om beide geleiders (fasen) van de kring te beschermen.
 - in het geval van doorsmelten, moet de zekering vervangen worden door een zekering met dezelfde karakteristieken.
 - sluit de zekering nooit kort door koperdraden rond de twee klemmen van de zekering aan te brengen: de leiding is dan niet meer beschermd.
 - indien de zekering regelmatig afslaat :
 - ✦ doe een beroep op een elektricien om de stroomkring te controleren
 - ✦ sluit bepaalde toestellen aan op andere stroomkringen.
- de **automatische stroomonderbrekers** in het geval van overbelasting of van kortsluiting, verspringt een drukknop of een hendel naar "buiten dienst". Om de kring terug in dienst te stellen, volstaat het om de hendel op te zetten of op de knop te drukken. De beveiligingsschakelaar is in het algemeen bipolair en is dus in staat om de twee geleiders van de kring tegelijkertijd in te schakelen of te onderbreken. Hij bevindt zich in de verdeelkast en er is een elektricien nodig om een dergelijke schakelaar te plaatsen of te vervangen.
- de **automatische zekering** is in feite een automatische monopolaire stroomonderbreker ontworpen om de draadzekering te vervangen.
- de **differentieelschakelaar** is een automatische beveiligingsschakelaar die de stroomkring onderbreekt wanneer er een belangrijk lek naar de aarding vastgesteld wordt.
 - ✦ de differentieelschakelaar voor heel de installatie is in het algemeen 300mA (milliampère)
 - ✦ de differentieelschakelaar voor een vochtig lokaal is in het algemeen 30mA
- Het beschermingselement (zekering, stroomonderbreker, ...) beschermt slechts de kring stroomafwaarts van de verdeelkast tot de aangesloten toestellen.
- de grootte (nominale beschermingsstroom) van de beschermingselementen hangt af van de doorsnede van de draad en is bijvoorbeeld:
 - 6A als de draad een doorsnede heeft van 1,5mm²
 - 16A als de draad een doorsnede heeft van 2,5mm²



Bron 1

Fiche 3 (Observatie): Effecten

1. Risico op elektrisering

- In het geval van stroomverlies of bij een interventie, zelfs bij banale zaken zoals bijvoorbeeld een gloeilamp vervangen, op de installatie bestaat er een gevaar van elektrisch contact tussen de persoon en één van de twee actieve geleiders van de leiding. Dit contact kan verschillende gevolgen uitlokken in functie van :
 - ✦ de grootte van de stroomsterkte
 - ✦ de duur van het contact en de stroomdoorgang
 - ✦ de weg van de stroom doorheen het lichaam
- juist waarneembaar
- prikkeling
- schok, zwak of sterk
- brandwonden
- onverwachte spierkrampen, die de persoon zodanig kunnen verrassen dat hij ten val komt (ladder, stelling)
- elektrisering tot elektrocutie (dodelijke afloop)
- De effecten worden eveneens beïnvloed door factoren als:
 - de leeftijd van de persoon
 - de gezondheidstoestand
 - vochtige huid
 - ...
- De stroomsterkte die door het menselijk lichaam gaat en deze effecten veroorzaakt is zeer zwak (onder de 300 mA), zelfs zwakker dan de nominale beveiligingsstroomsterkten van de zekeringen (6A, 16A)
 - de zekeringen beschermen dus de installatie, maar niet de operatoren
 - de differentieelschakelaar beschermt personen



2. Risico op brand

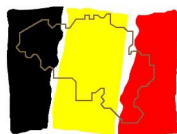
Een verkeerd ontworpen of slecht onderhouden elektrische installatie is één van de belangrijkste oorzaken van brand en explosie

- Slecht ontworpen installatie
 - de zekeringen zijn te zwaar in vergelijking met de geleiders van de installatie.
 - ✦ de draden warmen op, smelten op een bepaalde plaats en er ontwikkelt zich een elektrische boog die de aangrenzende materialen doet ontvlammen.
 - ✦ vervang nooit een zekering door een zwaarder type
 - er werden geen differentieelschakelaars (die stroomlekken opsporen) geïnstalleerd. Bij een stroomlek ontwikkelt zich een plaatselijke opwarming of een elektrische boog met dezelfde gevolgen.



Hulpfiches, Observatie

- Gebrekkige installatie
 - de beschadigde geleiders dreigen in contact te komen met een geleidend element en een elektrische boog te ontwikkelen.
 - een schakelaar of een stekker is beschadigd: het risico bestaat dat er zich een elektrische boog binnen de schakelaar ontwikkelt die zich verder verspreidt naar een ontvlambaar onderdeel
- Slecht aangepaste verlichting
 - halogeenverlichting werd te dicht bij ontvlambare materialen aangebracht
 - ✦ tijdens de installatie van ingebouwde halogeen spots, zal de fabrikant aangeven op welke afstand van het plafond of de muur de spots moeten geplaatst worden.
 - een gloeilamp (bijvoorbeeld van 60W) wordt vervangen door een andere met meer vermogen (bijvoorbeeld 100W). Het verlichtingsarmatuur kan niet alle hitte, geproduceerd door deze nieuwe gloeilamp, verspreiden en wordt beschadigd, kan vuur vatten.



Fiche 4 (Observatie): Reglementering

1. Inleiding

- Het Algemene Reglement van de Elektrische Installaties (AREI) werd in 1981 uitgevaardigd. Deze reglementering, aanvullend op het ARAB, is van toepassing op alle elektrische installaties die instaan voor de productie, de transformatie, het transport, de verdeling of voor het gebruik van elektrisch energie. Ze moet nageleefd worden in alle ondernemingen, geraadpleegd kunnen worden door het personeel en moet ter beschikking gesteld worden van bevoegde personen die belast zijn met interventies op elektrische installaties.
- Buiten deze reglementering kunnen verzekeringsmaatschappijen speciale voorschriften opleggen aan de ondernemingen door middel van de hierbij afgesloten verzekeringspolis.
- Een brand of een explosie heeft vaak als oorzaak de elektriciteit. De specifieke **SOBANE** brochure met de brand- en explosie risico's neemt de overeenkomstige reglementering weer en in het bijzonder:
 - artikel 52 van het ARAB behandelt de verplichtingen van de werkgever en voor de brandbestrijdingsorganisatie op de werkplaats
 - artikel 63bis van het ARAB handelt over de veiligheidsverlichting die voldoende moet zijn om de evacuatie van personen toe te laten wanneer de kunstmatige verlichting niet werkt.
 - de twee Europese richtlijnen die in de omloop zijn, ATEX (Atmosphères Explosives) genaamd, zijn overgenomen in de Belgische wetgeving :
 - ✦ richtlijn 94/9/CE (ATEX95) beschrijft de voorwaarden waaraan de toestellen en beschermingsmiddelen die geplaatst worden in de zones waar het risico op explosie bestaat. (zone Ex)
 - ✦ richtlijn 1999/92/CE (ATEX137) beschrijft de minimale veiligheidsvoorschriften die in acht moeten worden genomen door de ondernemingen om de werknemers te beschermen tegen het risico op explosie.

2. Inhoud van het AREI

- Hoofdstuk I: Algemene voorschriften voor elektrisch materieel en elektrische installaties
- Hoofdstuk II: Beschermingsmaatregelen
 - Deel 1: Bescherming tegen elektrische schokken
 - ✦ A: Algemeenheden
 - ✦ B: Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking
 - ✦ C: Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking
 - ✦ D: Aanwending van beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij laagspanning en zeer lage spanning
 - ✦ E: Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij hoogspanning
 - Deel 2: Bescherming tegen thermische invloeden
 - ✦ A: Algemeenheden
 - ✦ B: Bescherming tegen brandwonden
 - ✦ C: Bescherming tegen brand
 - ✦ D: Ontploffingsgevaar in ontplofbare gasatmosfeer
 - ✦ E: Gevaren die inherent zijn aan stofontploffingen

Hulpfiches, Observatie

- Deel 3: De elektrische bescherming tegen overstroom
 - ✦ A: Algemeenheden
 - ✦ B: Bescherming tegen kortsluiting bij lage en zeer lage spanning
 - ✦ C: Beveiliging tegen overbelasting bij lage en zeer lage spanningen
 - ✦ D: Bescherming tegen overstroom van de fasegeleiders en van de nulgeleider bij installaties op lage en zeer lage spanning
 - ✦ E: Bescherming tegen overstroom bij hoogspanningsinstallaties
- Deel 4: Elektrische bescherming tegen overspanning
- Deel 5: Bescherming tegen bepaalde andere uitwerkingen
- Hoofdstuk III: Keuze en gebruik van elektrische geleiders en leidingen
- Hoofdstuk IV: Keuze en in gebruikname van elektrische toestellen en materieel
- Hoofdstuk V: Algemene voorschriften door personen na te leven

3. Plichten van de eigenaar of van de beheerder van de industriële bedrijven (artikel 268 van het AREI)

- De plichten zijn:
 - de nodige maatregelen nemen opdat de schikkingen van het AREI altijd worden nageleefd
 - in geval van werken aan onder spanning staande installaties, het noodzakelijke veiligheidsmaterieel ter beschikking stellen van het personeel dat de werken uitvoert;
 - het voor raadpleging ter beschikking stellen aan het personeel:
 - ✦ een exemplaar van het reglement AREI,
 - ✦ de schema's of schematische voorstellingen van de elektrische installatie,
 - ✦ de geschreven instructies die hij moet geven ten einde zowel de veiligheid van het personeel als de redding in geval van ongeval te waarborgen,
 - een exemplaar van het AREI alsook een kopij van de geschreven instructies overhandigen aan elk van de bevoegde personen waarvan sprake in artikel 266 en aan elke afgevaardigde waarvan sprake in artikel 267,
 - zich ervan verzekeren dat de opzichters de reglementaire voorschriften en instructies die ze dienen na te leven en moeten doen naleven, kennen en begrijpen,
 - op zorgvuldig gekozen plaatsen dient een handleiding aangeplakt te worden betreffende het toedienen van de eerste zorgen in geval van een ongeval te wijten aan elektriciteit,
 - onmiddellijk de met toezicht belaste ambtenaar en de directie "Elektrische Energie" van het Ministerie van Economische Zaken waarschuwen van elk ongeval waarvan personen het slachtoffer zijn en dat rechtstreeks of onrechtstreeks te wijten is aan de aanwezigheid van de elektrische installaties.

4. Controlebezoek door een erkende dienst voor technische controle (EDTC)

- de laagspanningsinstallaties (artikel 271 van het AREI)
 - ✦ om de 25 jaar voor de huishoudelijke installaties
 - ✦ om de 5 jaar voor andere installaties
 - ✦ om de 13 maand voor de foorinstallaties
- de hoogspanningsinstallaties (artikel 272 van het AREI)
 - ✦ elk jaar

Fiche 5 (Observatie): Statische elektriciteit

- Een geleider kan, meestal met wrijving, door een hoeveelheid elektrische energie opgeladen worden. Wanneer deze geleider met een ander uit metaal vervaardigd geleidend voorwerp in aanraking komt, ontladst het zich via dit contactpunt. Ook het menselijk lichaam kan als een geleider energie opladen, die op zijn beurt ontladen wordt wanneer de operator met een metalen voorwerp in aanraking komt.
- Deze elektrische ontlading kan de volgende gevolgen hebben:
 - materiële schade aan elektronische componenten
 - onaangename elektrische schokken die op hun beurt een gevolg kunnen hebben voor de veiligheid
 - brand of explosie wanneer zich ontvlambaar materiaal in de nabijheid bevindt
- Om deze elektrische ontladingen te vermijden is het noodzakelijk om:
 - toestellen, metalen onderdelen, metalen leidingen ... te aarden
 - isolerende vloerbekledingen zoals asfalt, tapijt, linoleum ... te vermijden
 - de vloer te onderhouden: verwijder oliën en vetten die de elektrische weerstand van de vloer verhogen
 - geschikte kledij te dragen: geen synthetische vezels ...
- Om de gevolgen te voorkomen is het noodzakelijk om:
 - zich elektrisch te ontladen door een metalen voorwerp aan te raken alvorens elektronische componenten aan te raken
 - extra aandachtig te zijn wanneer het werk uitgevoerd wordt in een gevaarlijke situatie (bijvoorbeeld: werken op hoogten)
 - opeenstapeling van ontvlambare stoffen in de atmosfeer te vermijden : stoffen, aërosolen ...



Fiche 6 (Observatie): Opladen van batterijen

- Voor het opladen van industriële batterijen moet een perfect verlucht lokaal voorzien worden. Tijdens het opladen kan immers het vluchtige en zeer explosieve waterstof uit de batterij vrijkomen
- Elke ontstekingsbron, zoals vlammen, sigaretten,... moet er verboden worden
- De procedure voor het opladen hangt af van de gebruikte batterijen: chemische samenstelling, vermogen... De richtlijnen die door de fabrikant opgesteld werden, moeten gekend en geïmplementeerd zijn.
- Een goede organisatie en programmering om batterijen te laden is sterk aangeraden, want:
 - het opladen duurt normaal lang (meerdere uren)
 - het laden van batterijen tijdens de werking van sommige toestellen is:
 - ✦ ofwel verboden omwille van het gevaar
 - ✦ ofwel technisch onmogelijk
 - als er geen opgeladen batterij ter beschikking is, zal de gebruiker zijn werk meestal zonder het bijhorende toestel moeten uitvoeren, waardoor andere risico's kunnen ontstaan (bijvoorbeeld: het elektrische hulpmiddel om goederen te manipuleren is onbruikbaar en de operator zal het werk manueel moeten uitvoeren)
- De oplaadprocedure van batterijen omvat:
 - het nazicht van de staat van de batterij: beschadiging, vloeistoflek, geoxydeerde klemmen,...
 - het nazicht van het vloeistofgehalte in de batterij
 - het nazicht van de staat van het omhulsel van de batterij alvorens ze te verplaatsen (lek van bijtend zuur)
 - de aansluiting
 - ✦ plaatsing van de lader in OFF positie alvorens de batterij aan- of af te sluiten
 - ✦ aansluiting van de positieve klem van de batterij met de positieve pool van de lader
 - ✦ aansluiting van de negatieve klem van de batterij met de negatieve pool van de lader
 - ✦ gebruik van een klemsysteem met schroeven wordt meer aanbevolen dan een met tangen
 - de duur van het opladen
 - de ideale duur tussen de herladingsperiode en het gebruik van de opgeladen batterij
 - het verwijderen van metalen voorwerpen en gereedschappen die de twee klemmen van de batterij in kortsluiting kunnen brengen en daardoor een belangrijke overstroom produceren.
 - het gebruik van een opvangkuip in geval van lekkage

