

# High Field Magnet Laboratory (HFML)

Martin van Breukelen

# Missie van het HFML

## 1. Magneet Technologie

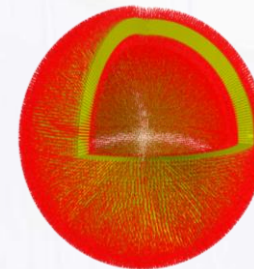
- Het genereren van de hoogst mogelijke continue magneet velden
- 0 - 33T is beschikbaar
- 38T "resistive" magneet and 45T hybride magneet worden ontwikkeld

## 2. Onderzoeksfaciliteit externe gebruikers

- Magneet installatie is beschikbaar voor externe gebruikers
- Europese "large research infrastructure"
- Nationale faciliteit

## 3. Wetenschappelijk onderzoek

- HFML heeft zijn eigen wetenschappelijke onderzoeksprogramma
- Excellent wetenschap in High Magnetic Fields

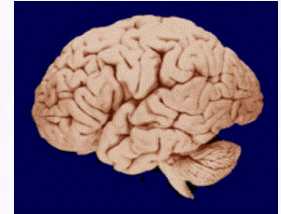


# Veldsterkten: typische magnetevelden

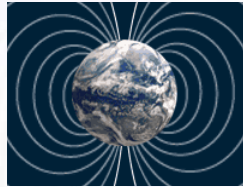
Het 'kleinste' magneteveld:

hersenspulsen

0.00000001 T



Het aardmagneteveld



0.00005 T

'Magnetevelden thuis':



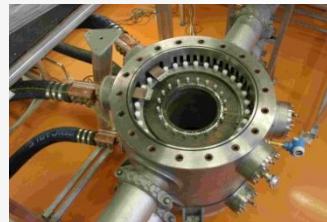
luidsprekers, ...

1T



High Field Labs (HFML Nijmegen, Grenoble, Tallahassee, Tsukuba):

Supergeleiders



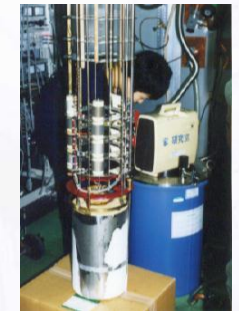
20 T

Bittermagneten

30-45 T

Pulsmagneten (0.001s)

50-100T



Hoogste 'gemaakte' (0.000001 s)

Explosief, destructief

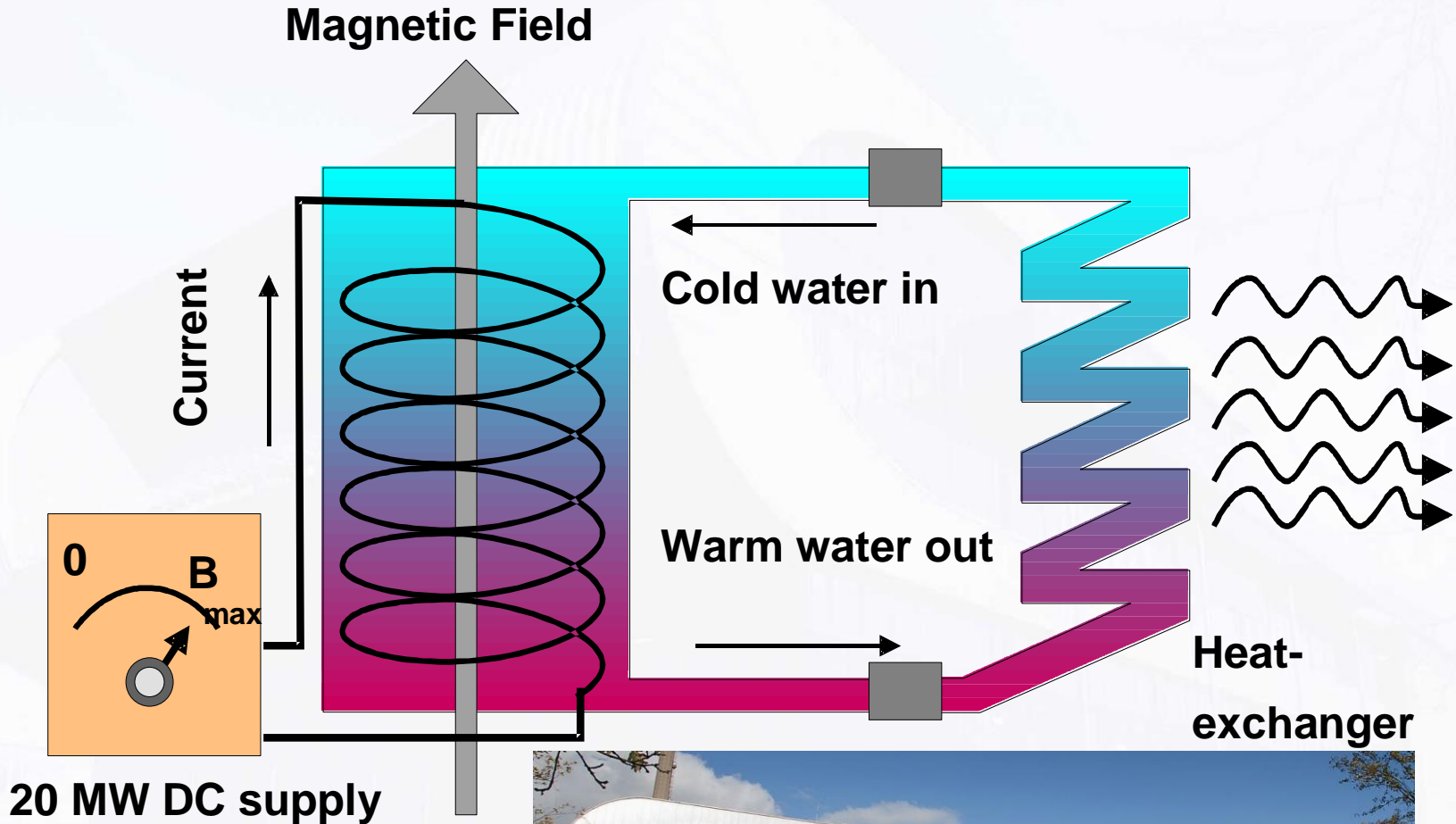
1000T

Neutronensterren in de kosmos

100000000T



# Hoe maak je hoge magneetvelden ?



# European Magnetic Field Laboratory



European Magnetic Field Laboratory

## High field research facilities

### Static fields

HFML Nijmegen  
LNCMI Grenoble

### Pulsed fields

HLD Dresden  
LNCMI Toulouse



European Magnetic Field Laboratory



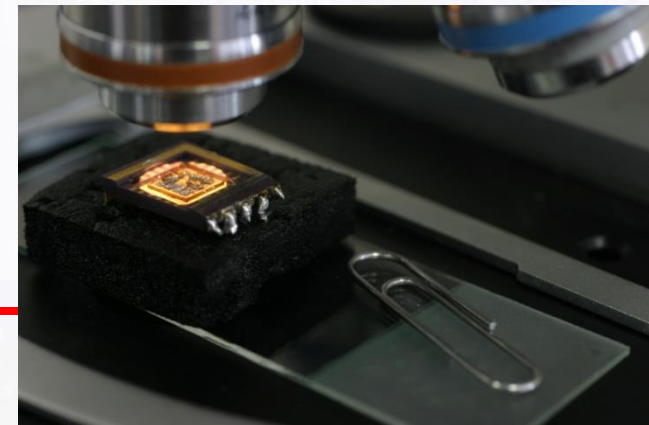
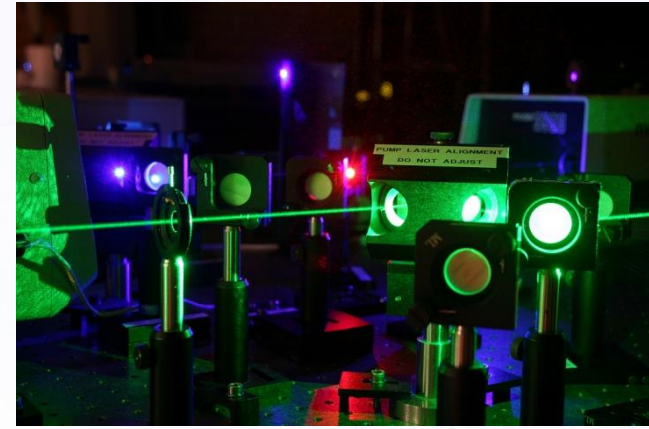
*Science in High Magnetic Fields*

## Relatie met industrie

- Commercieel
  - Analyse apparatuur
  - Onderhoud installatie
  - Onderhoud wetenschappelijke apparatuur
- Kennisoverdracht en ontwikkeling
  - In samenwerking met industriële partners nieuwe technieken ontwikkelen
  - Specifiek aanpassingen aan infrastructuur (installatie & magneet technology)

# Commercieel

- Infrastructuur / Installatie
  - Magneten
    - Koperplaten, stanswerk, behuizing, leidingwerk
  - Koelinstallatie
    - Chillers, koeltorens, warmtewisselaars, kleppen
  - Voeding
- Wetenschap
  - Optica
    - Femtoseconde laser
  - Cryostaten
  - Dilution fridge
  - Vacuüm techniek
  - Elektronica, Lock in



# Kennisoverdracht & ontwikkeling

- 20 MW Voeding
  - Ontwikkeling IMTECH-VONK
- Ontwerp koelinstallatie
  - Royal Haskoning
- Regeltechnische aansturing koelinstallatie
  - Hardware en software vervangen door Building Technology
- Rondleiding aan scholieren, studenten beleidsmakers etc.





# Toekomst

- Helium liquifier (begin 2014)
- 1<sup>ste</sup> 38 T resistive magneet (eind 2013)
- 2<sup>de</sup> 38 T resistive magneet (2014-2015)
- 45 T hybride magneet (2016-2017)
  - Cryogene technieken
  - Current leads
  - Voeding
  - Aansturing
  - Beveiliging
- Upgrade voeding naar 22 MW (eind 2013)

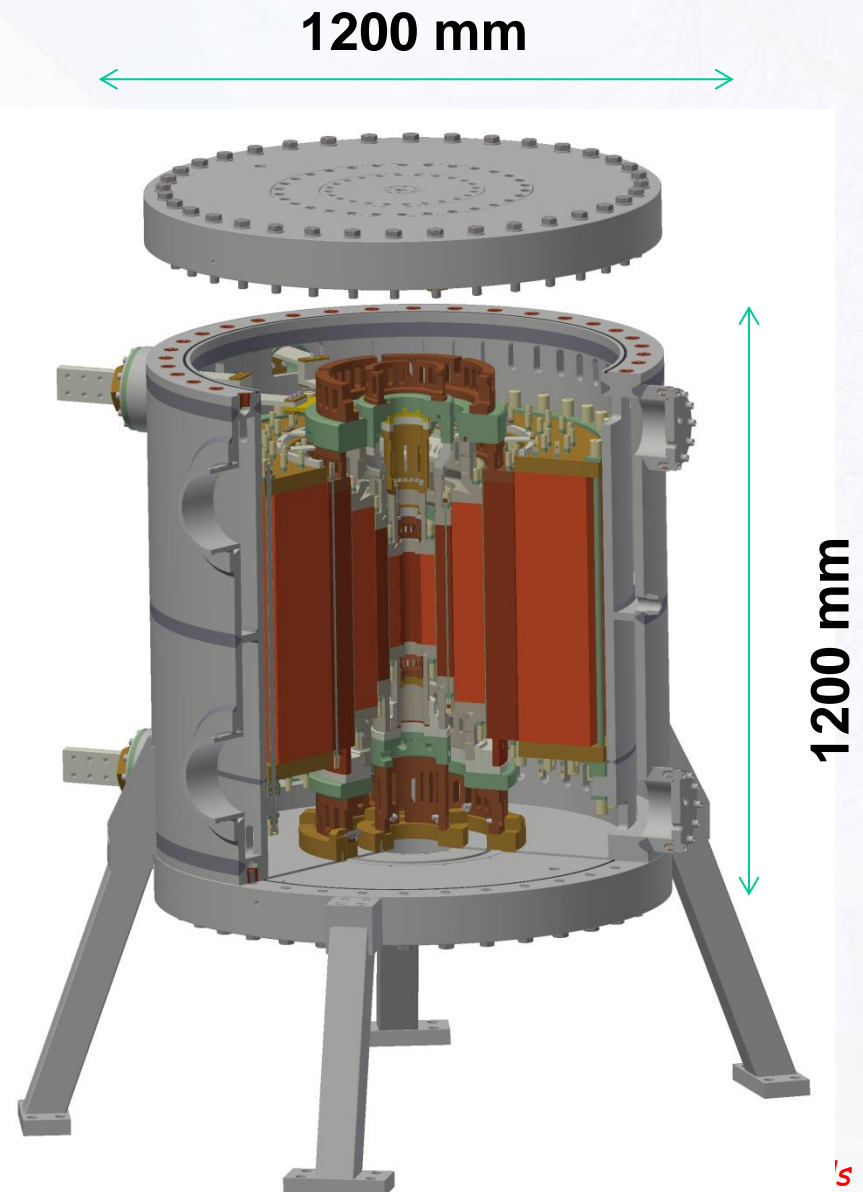
# Helium Liquefier

- Installatie begin 2014
- Benodigheden:
  - Transportvaten, dewars (250 liter)
  - Helium gas
  - Infrastructuur terugwinsysteem
    - Sensoren, meters, kleppen, regeltechniek, PLC's, gaszuiverheidsdetectie
  - Stirling cooler (fan & cryogenerator) ✓

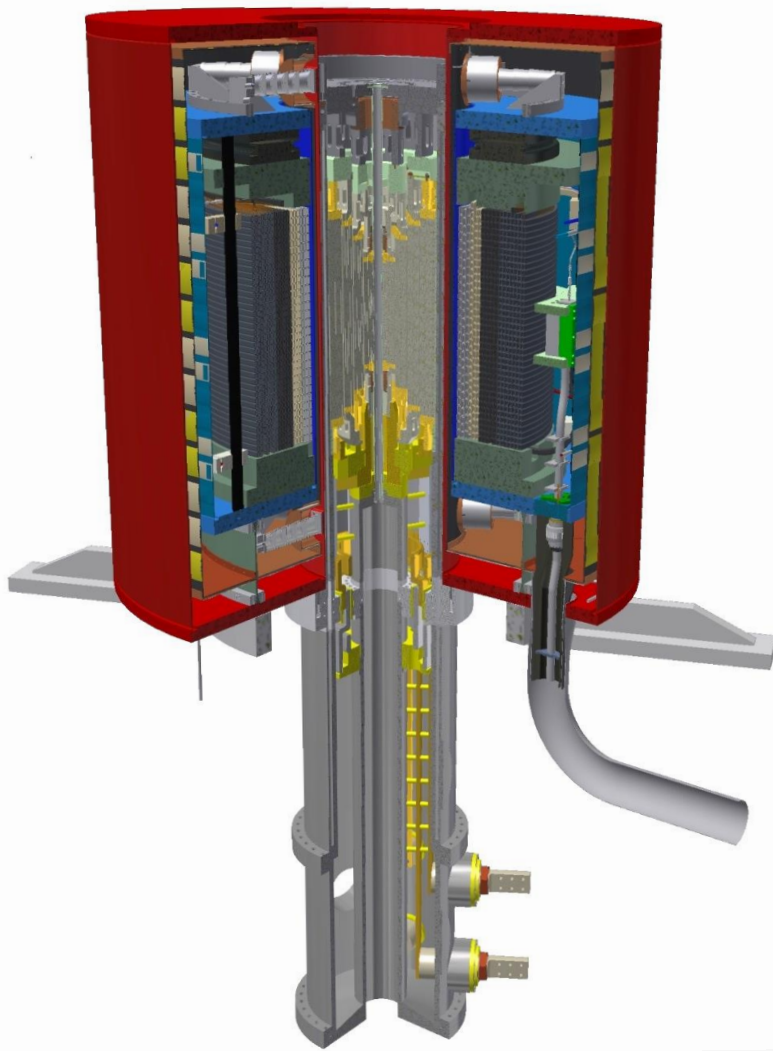
# 38 Tesla magneet (eind 2013, begin 2014)

## 2<sup>de</sup> 38 Tesla magneet

- Magneethuis
- Dekfels
- Eindplaten
- Spoelen, koperplaten ✓
- Verzilveren van koperplaten
- Isolatie onderdelen



# Binnenspoel 45 T hybride magneet

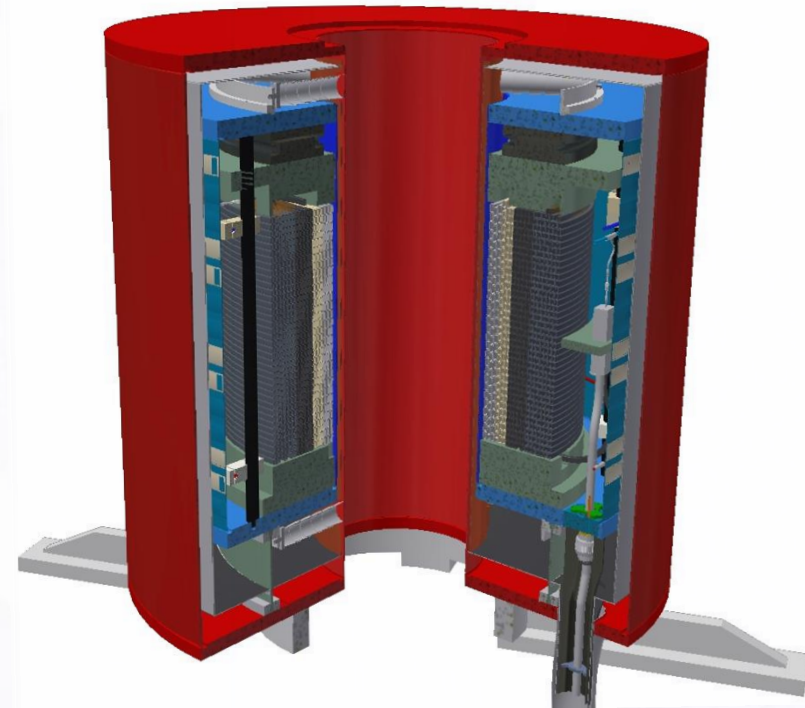


## Binnenspoel 45 Tesla magneet

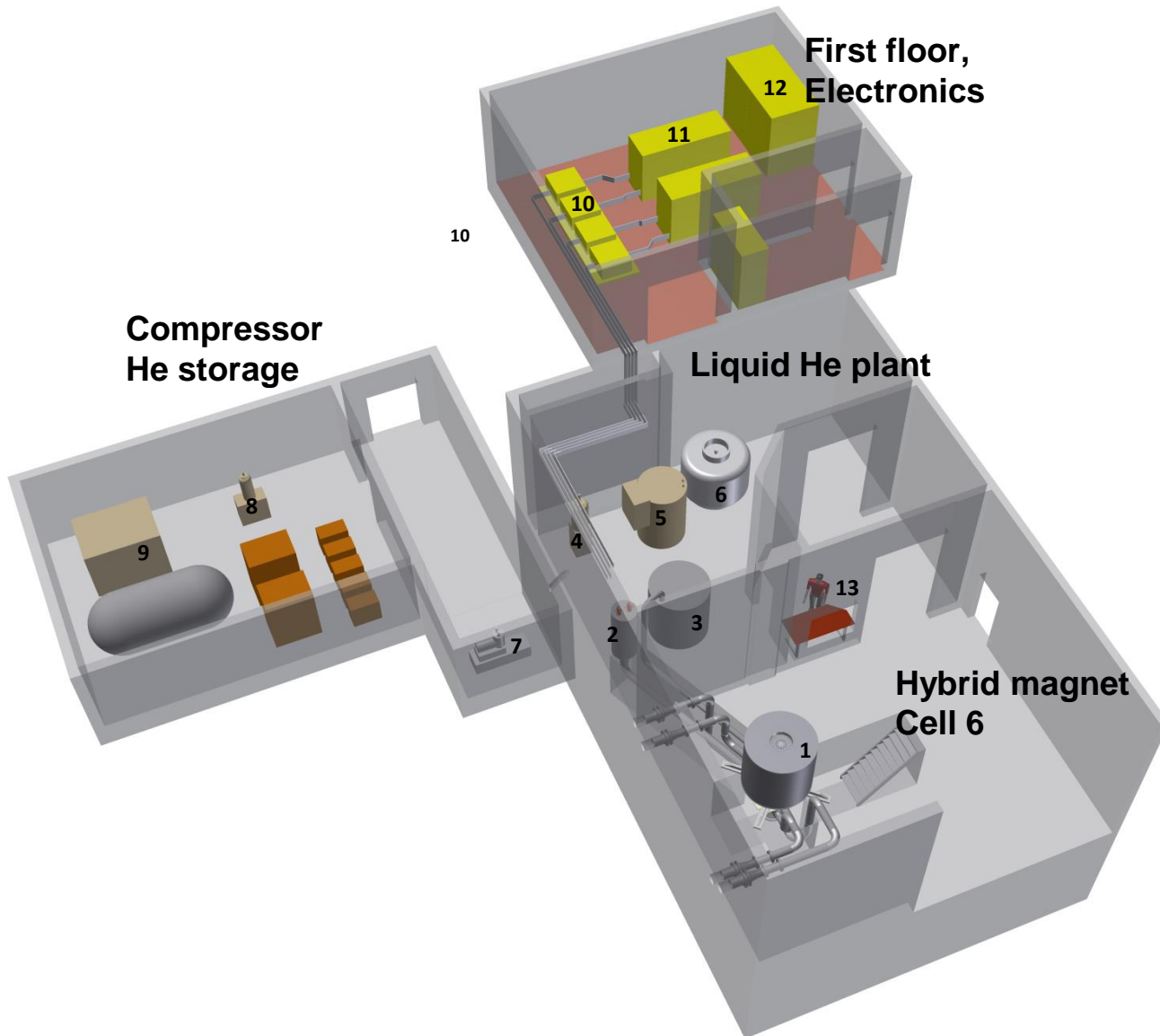
- Eindplaten
- Spoelen, koper
- Stanswerk, stansgereedschap
- Verzilveren van spoelen
- Behuizing
- Elektrische aansluiting

# Supergeleidende buitenspoel 45 T Hybride

- Valve box (cryostaat met kleppen en aansturing)
- 3 transfer lines (LHe)
- Current lead cryostaat
- Magneet cryostaat
- Magneethuis + deksels
- Flensen (vacuüm)
- Cryogene thermometers
- Besturing (regeltechniek, PLC's, I/O modules, bekabeling, data acquisitie, software)



# 45 T Hybride magneetsysteem overzicht



1. Hybrid magnet
2. 20 kA Cu/HTS current leads
3. Valve box
4. Line drier
5. Cold box He refrigerator
6. 2 m<sup>3</sup> LHe storage Dewar
7. 60 K Stirling cooler
8. ORS/GMP compressed helium
9. Main helium compressor
10. 3 kV/20 kA circuit breakers and thyristor switches
11. 20 kA/10 V power convertor
12. 55 MJ fast and slow dump resistor
13. Operator console

#### Not shown

- 20 m<sup>3</sup> 13 bar clean gHe storage
- 80 m<sup>3</sup> 1 bar gHe balloon
- 3 m<sup>3</sup> 200 bar gHe storage
- 200 bar gHe compressor

# Future EMFL

- **HFML**
  - 38T resistive magneet
  - 45 T hybride
  - Helium liquefactor
- **LNCMI-Grenoble**
  - 43T hybride
  - Split coil magnets
  - 38 MW powersupply (upgrade)
  - Helium Liquefier
- **HLD**
  - >100 T pulse magneet
  - Gebouw uitbreiding & plaatsing tweede capacitor bank.
  - Helium Liquefier
- **LNCMI-Toulouse**
  - Mobiele pulse generator
  - Uitbreiding gebouw 6 cellen

Bedankt voor uw attentie!