

# Particles : Gotta Catch 'Em All

## CDD 2024

### Camille Sironneau



cnrs



- In February, IN2P3 participated in the **Yggdrasil** festival in Lyon
- In the middle of cosplayers, knights and artists there was a space dedicated to technology and science called **“Tomorrow but better !”**
- Goal of the event : present physics and the work we do as researchers to a broad public (non specialists, children, etc...) on a specific topic in a fun way

# Our topic of interest : particles and especially neutrinos !

**Particles** : “smallest” things we know, in principle not made of other stuff and described right now using something called the **Standard Model**

→ contains all the maths we use to characterize the behavior of the particles we know

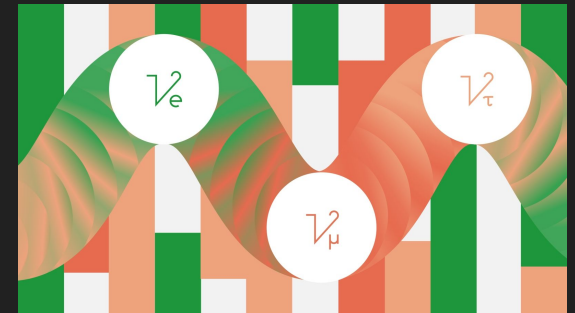
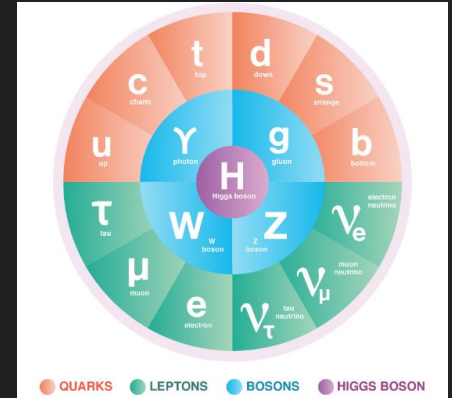
**Neutrinos** : special particles that a lot of people want to find and study. Why ?

→ **produced in a lot of phenomena** : supernovae, nuclear reactions, cosmic rays interacting in the atmosphere, etc... so it could give us information about how these work

→ **really weird and hard to catch guys** :

- Standard Model can't explain why neutrinos have a mass (small but still)
- Neutrinos oscillate between the 3 flavors we know
- Don't interact a lot : 60 billions of neutrinos coming from the Sun traverse you per second and per  $\text{cm}^2$  **without doing anything**

→ **we need really big detectors to try to see them**



# How do we talk about particles ?

Where astrophysicists can show beautiful and colorful pictures of space and stars and galaxies to get people's attention, as particle physicists we have a bit more trouble

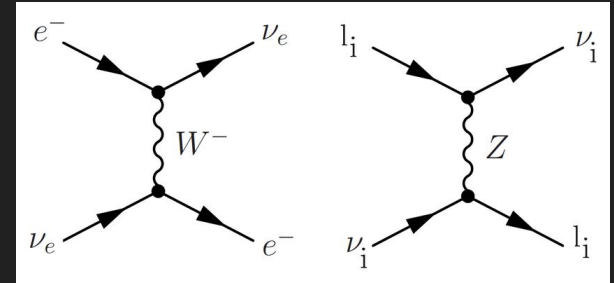
- hard to imagine what a particle could look like (a spinning ball but not a ball and not spinning, yay)
- most people don't know what particles are
- can get over complicated fast

**What do we have though ?**

Shiny big detectors, passion and a bunch of imagination !

**Key points :**

Have fun, get in the mood of the festival and try to reach people halfway



*definitely not as pretty as a picture from James Webb*



# FESTIVAL YGGDRASIL

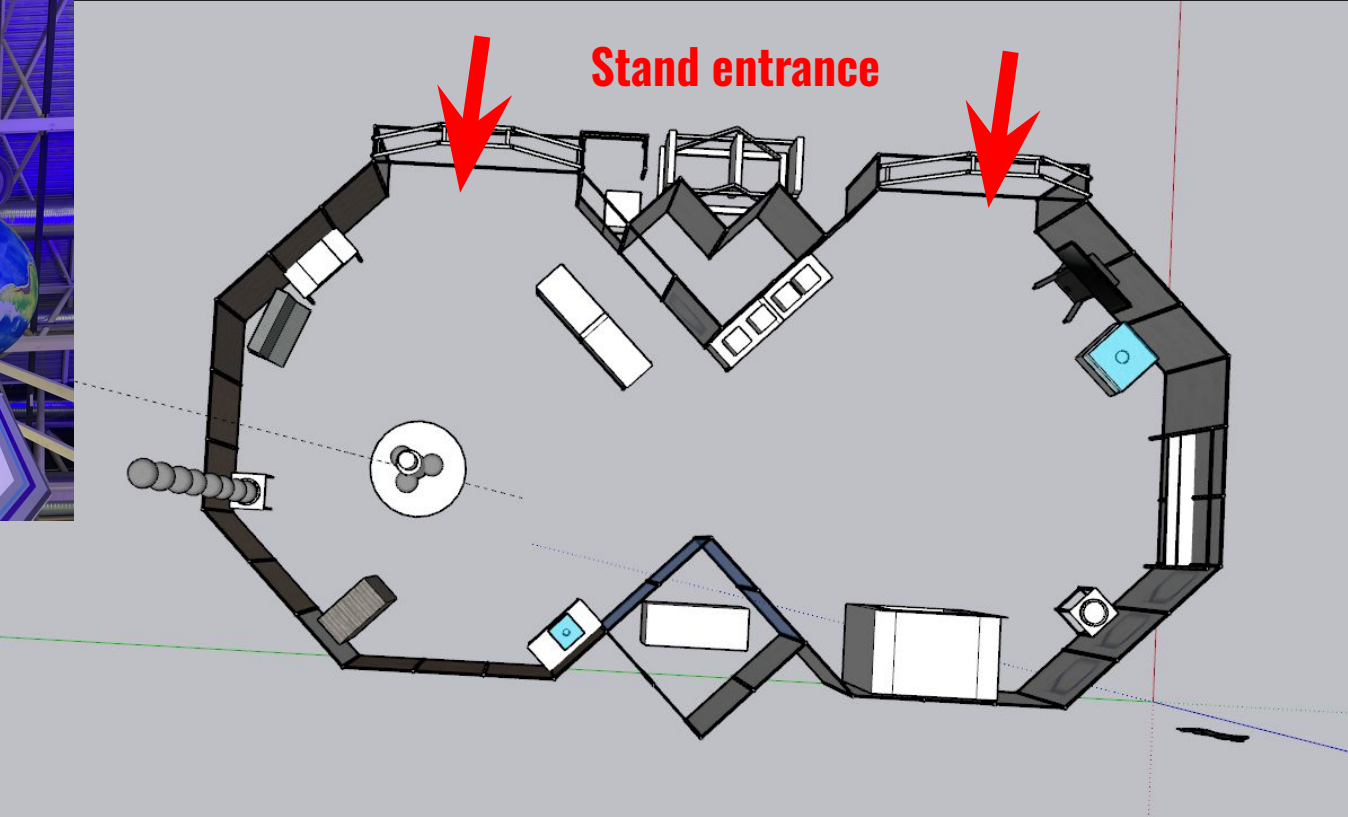


**That's us !**

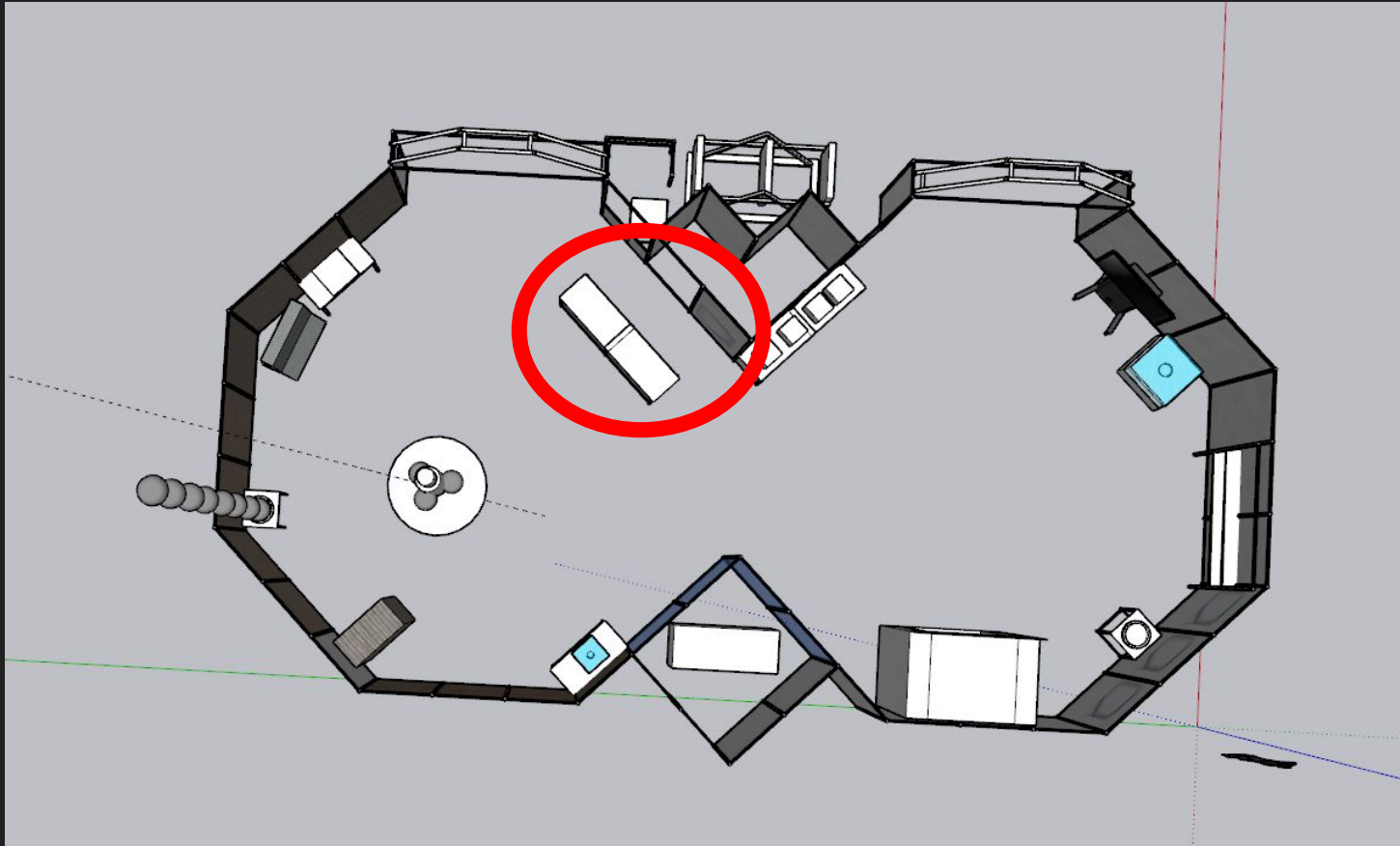
# Behold : the stand !



Easy to spot !



# Behold : the stand !



# The place to ask questions !

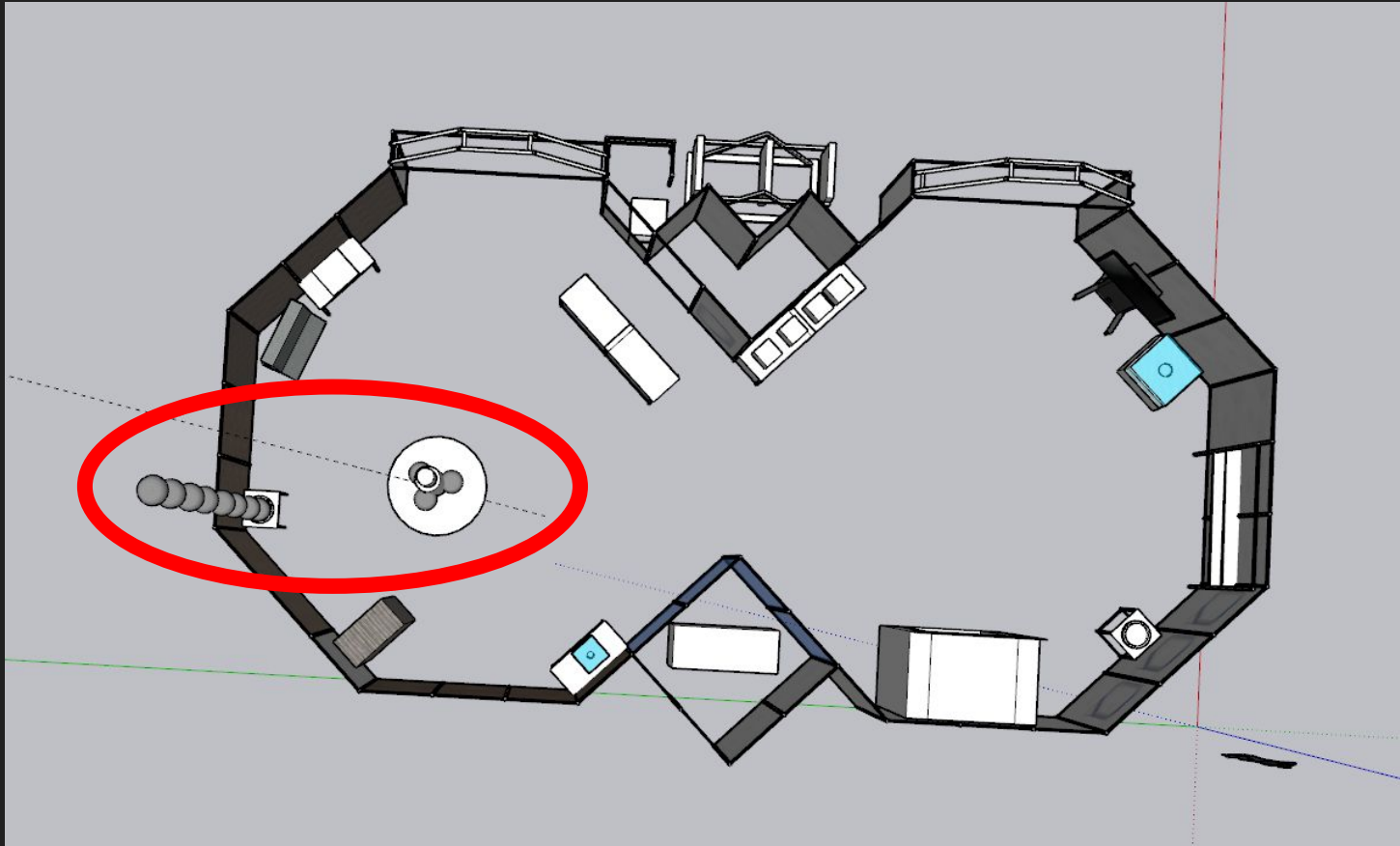
At all time, one or two of us stayed near the entrance to answer questions, talk with people, give documents, etc...

→ allowed for more in depths conversations for people who wanted to





# Behold : the stand !



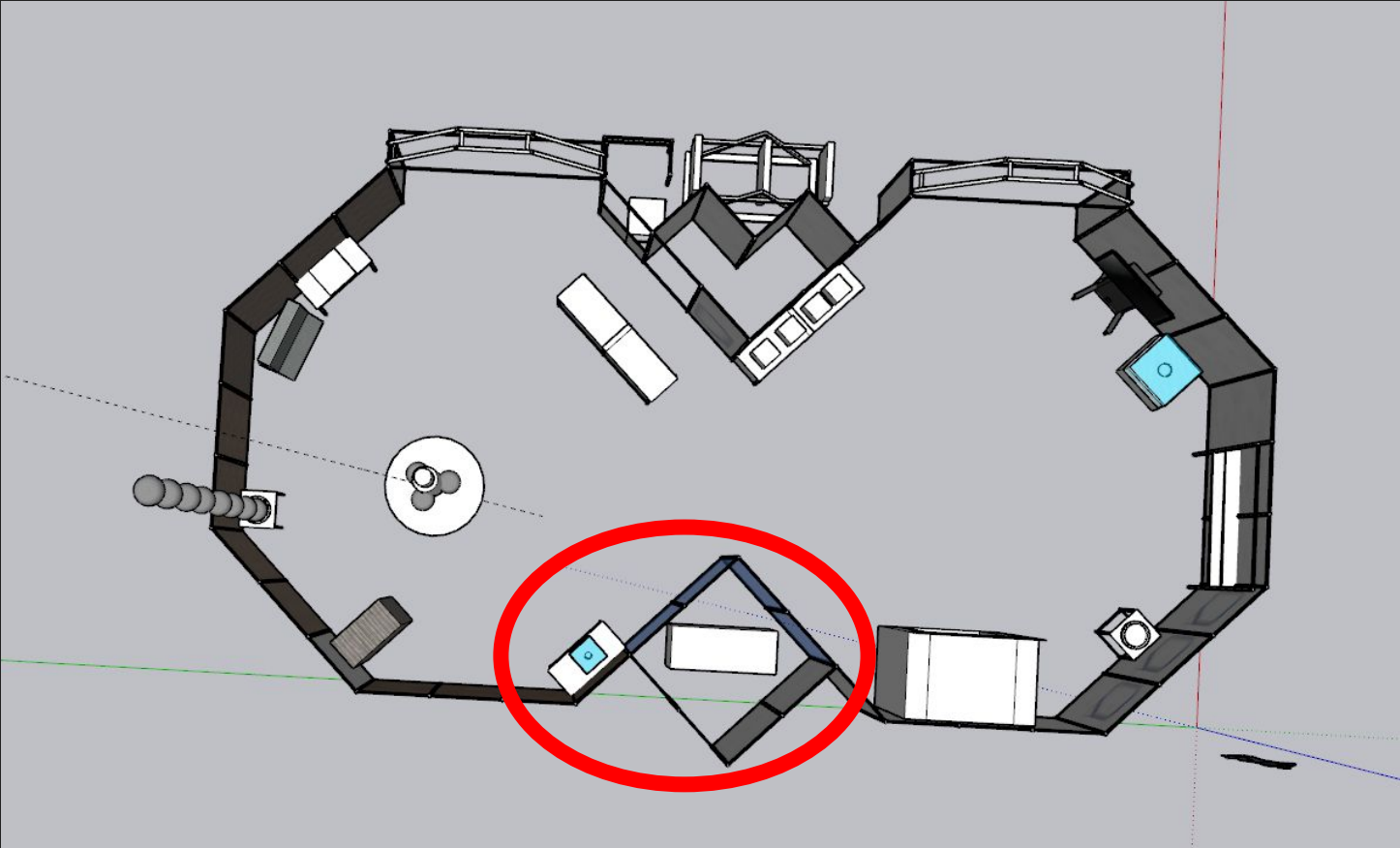


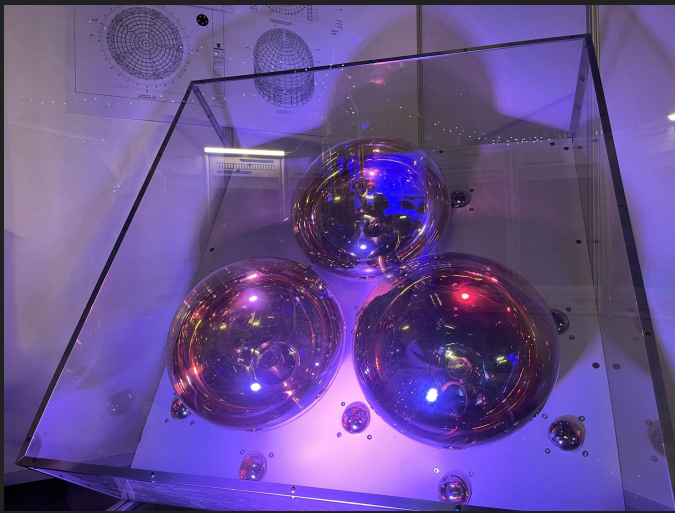
Brought **real modules** from 2 different neutrino experiments installed in the sea : **ANTARES** and **KM3NeT**  
For KM3NeT we wanted to show the actual size of a line of detectors

→ **a lot of people asked questions about them**



# Behold : the stand !

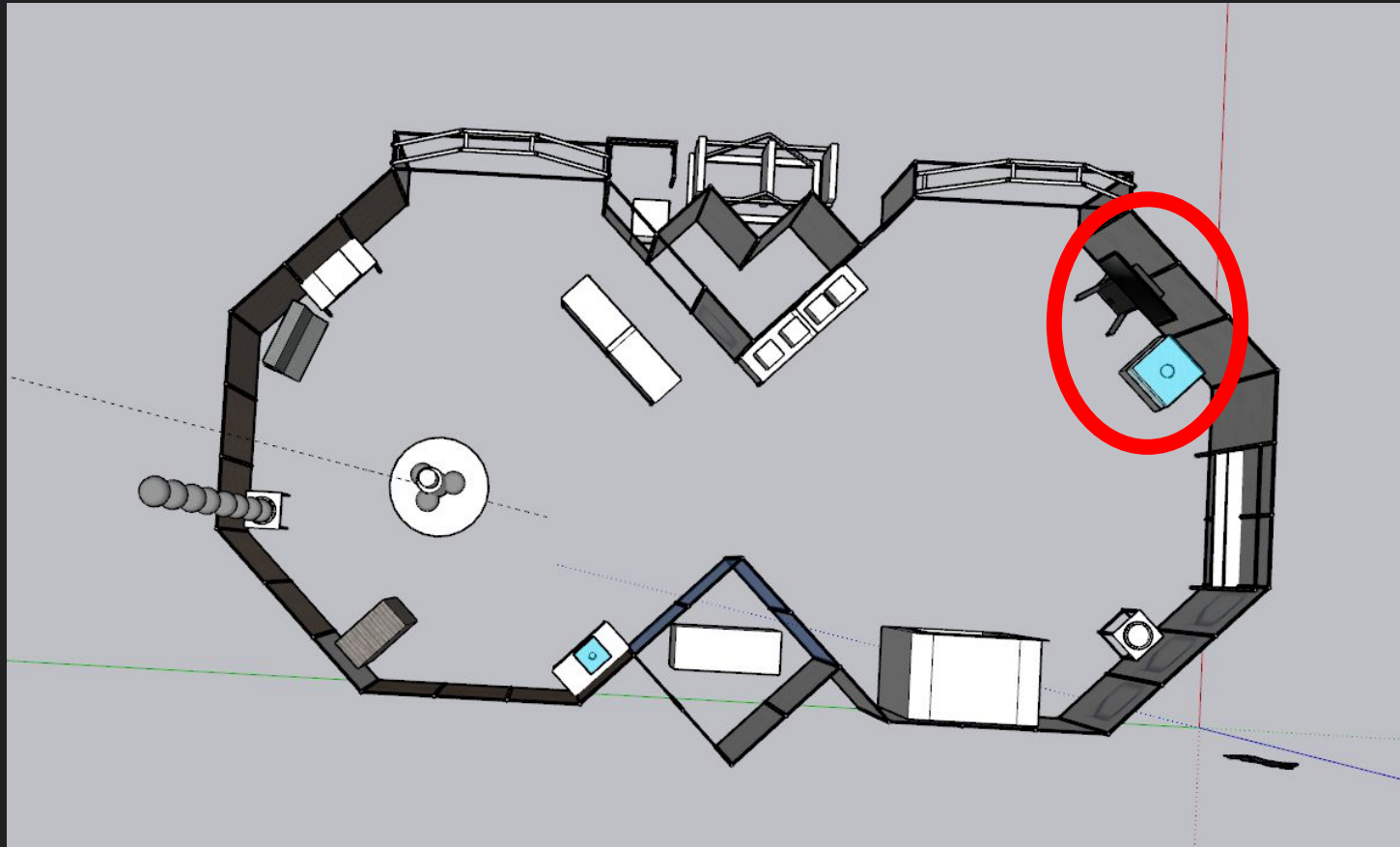


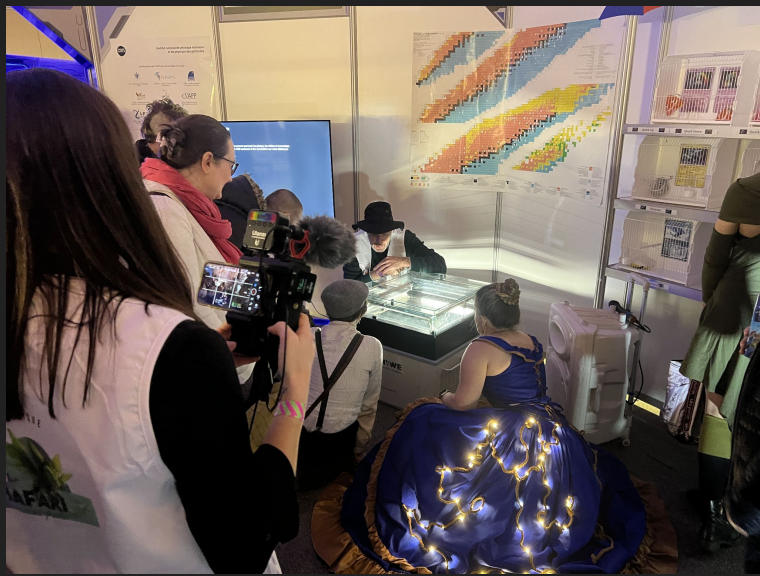


Showed parts of other neutrino experiments : **JUNO**,  
**SuperNEMO**, **DUNE**  
Here mostly **light detectors**, we could see  
some signals in them so pretty visual

→ **allowed us to talk about different types of  
experiments and why it's useful to have them**

# Behold : the stand !



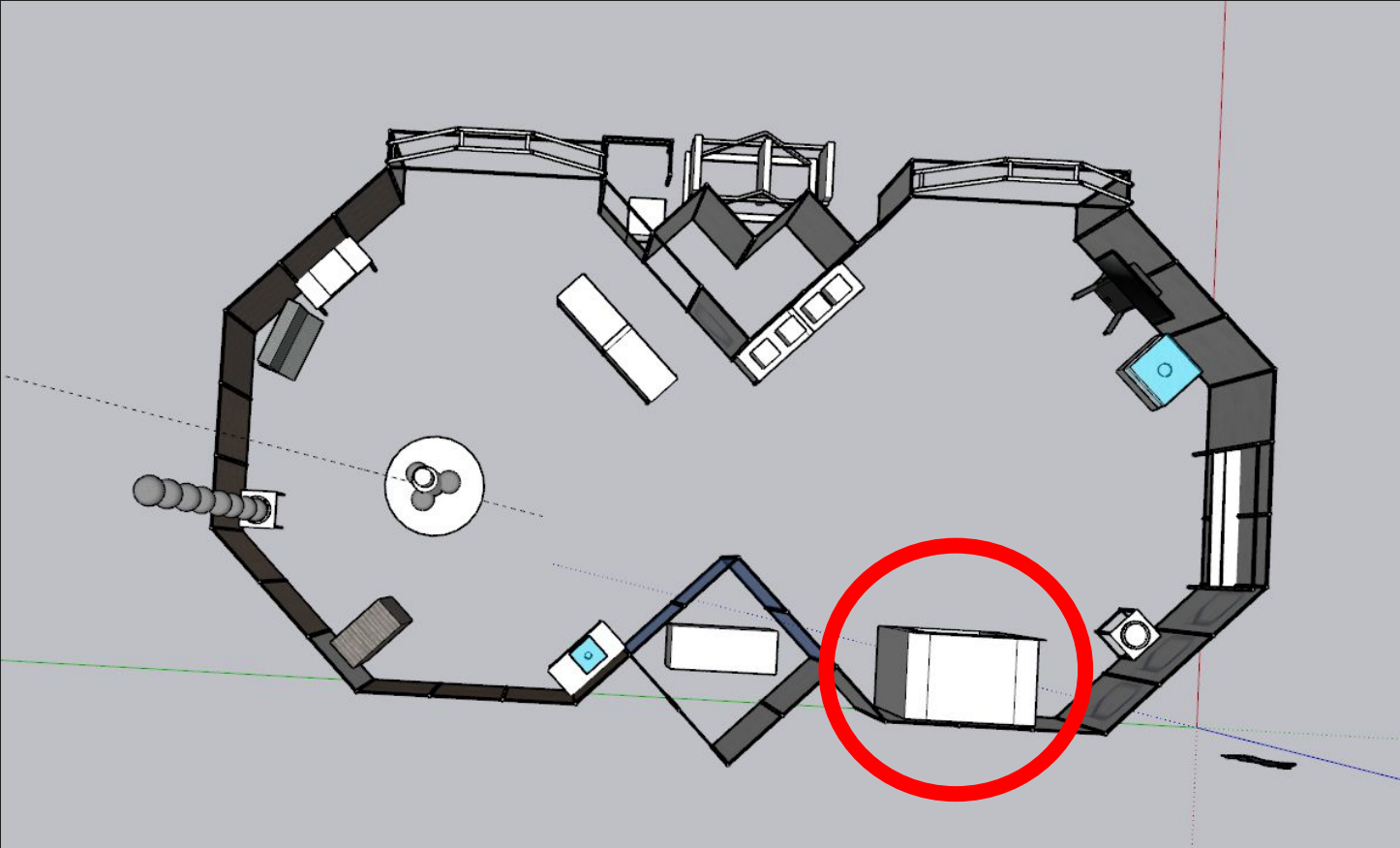


**Cloud chamber** : detector allowing people to actually see the **trajectory of particles** emitted by a radioactive material  
We also had a video playing on the TV

→ **completely safe and really fun to see, had a lot of people around**



# Behold : the stand !



# The Cosmic Cabin !

One of the main attractions of the stand, it intrigued a lot of people

**Principle :** tons of particles coming from space/the atmosphere go through us all the time → what if we could see them ?

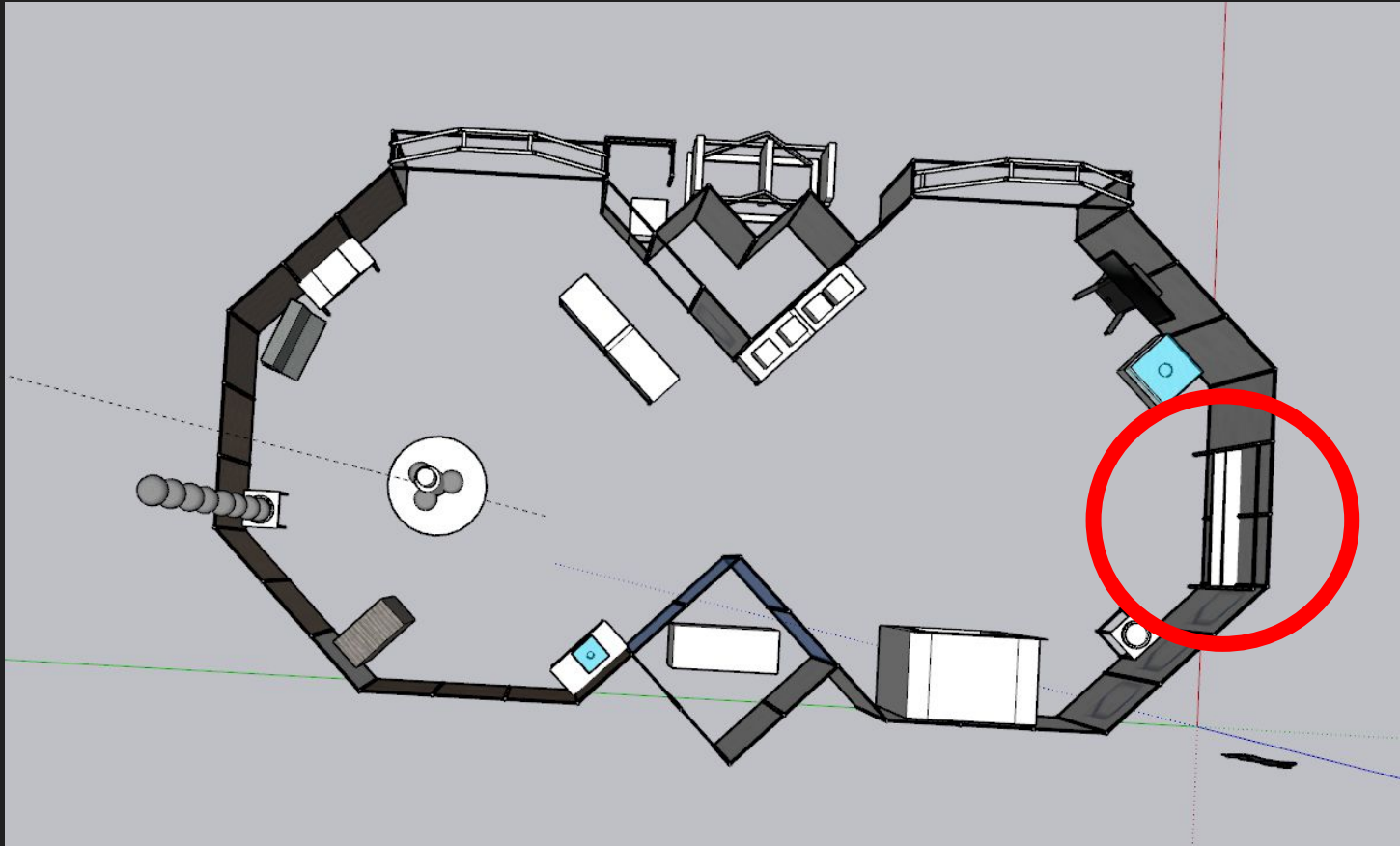
**How it works :** detector above and below the person inside allow us to interpolate the trajectory of incoming particles, and then we can show that on the TV

→ Again, very visual, had a lot of people queueing for that one





**Behold : the stand !**



# The Particle Zoo !

Another big part of the stand and a recurrent ~20 min animation that happened 8 times during the weekend

**Principle :** what if we showed particles like rare circus animals that we managed to catch ?

**How it works :** each particle is shown as a plush in a cage. For the animation, we introduce them as in a “freak show” and explain the basics of the standard model of particle physics while trying our best to be funny

→ a bit long but we had some nice comments and the zoo started a lot of discussions with people

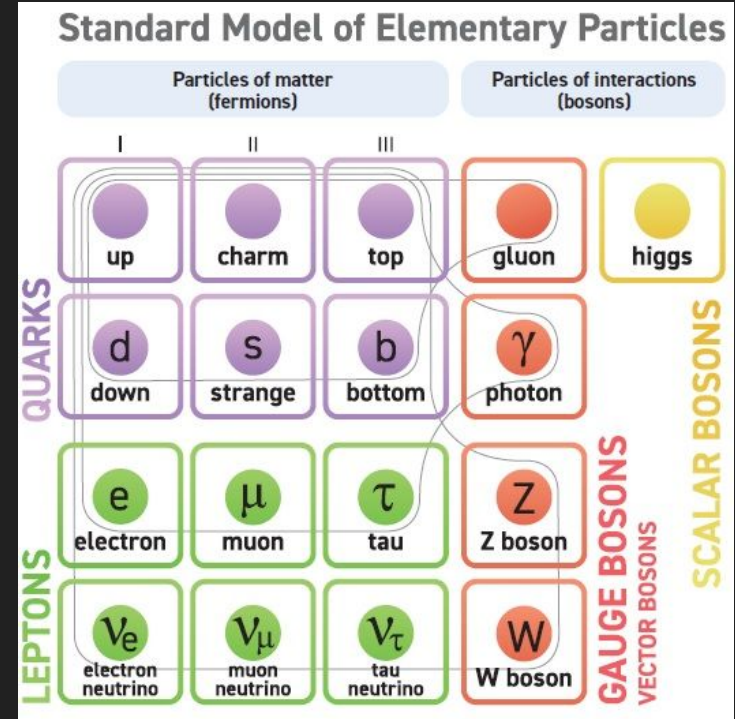


# What else did we do ?

Behind the particle zoo is the idea that **particles in the standard model can be described as animals or creatures** that scientists try to catch using weird machines. The plushies we used were nice to show a representation of the particles but were simple and all looked more or less the same

The idea we went with\* is that particles come in **different types**, they have **different abilities**, and some that they share with others because they are “related” → **particle families**

→ kind of like ...



\*which originated from Théophile Cartraud during last CDD and was meant at first to be a funny thing to put in my presentations

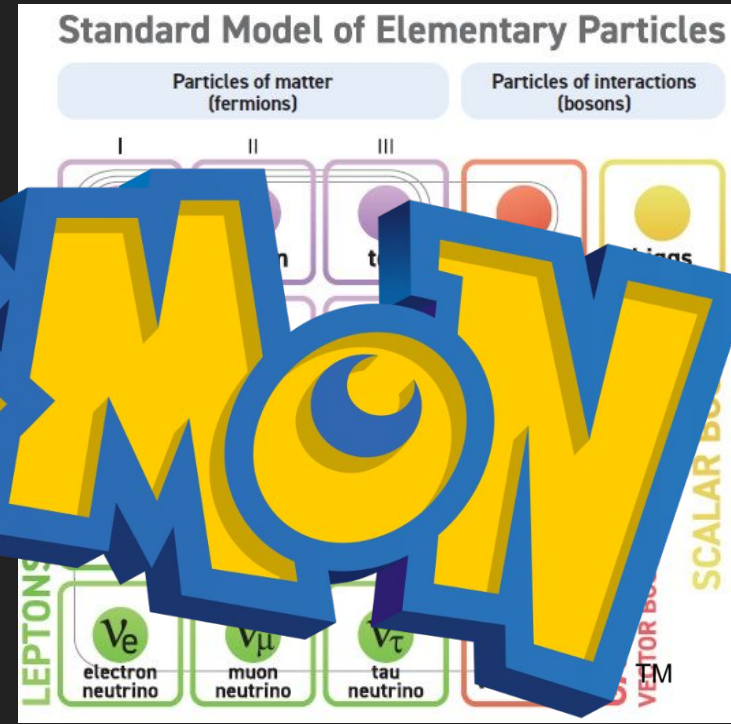
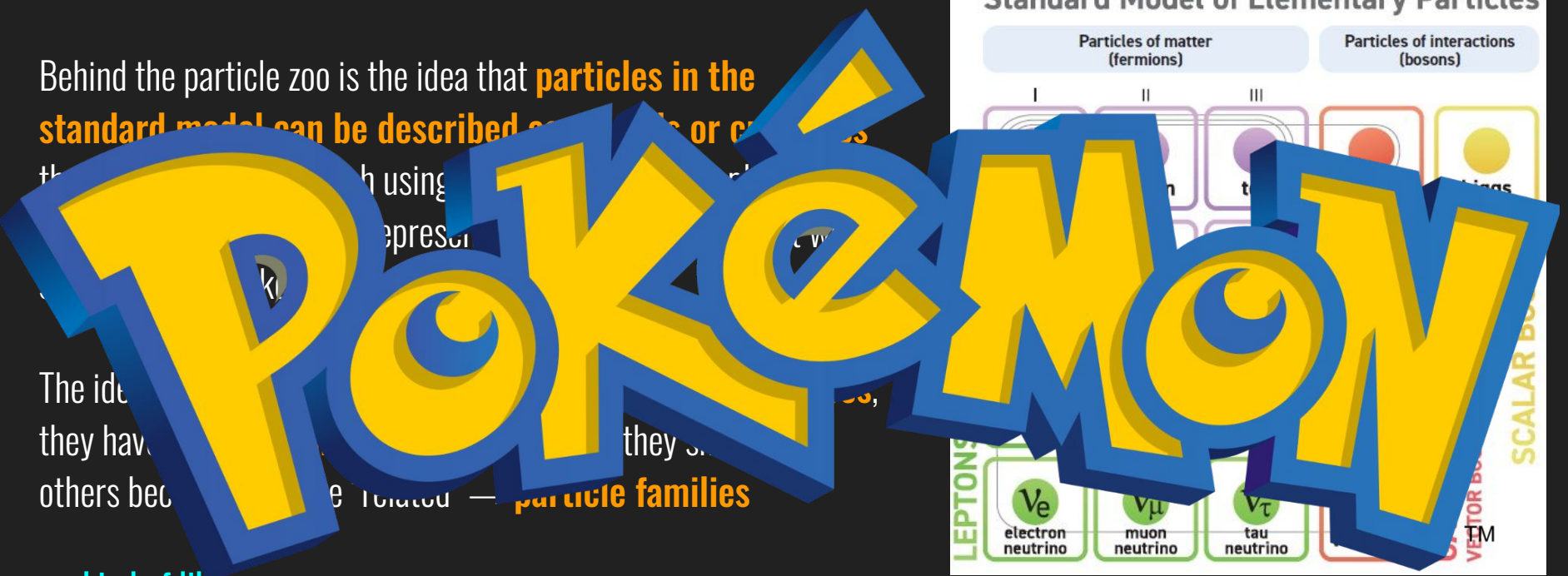
# What else did we do ?

Behind the particle zoo is the idea that **particles in the standard model can be described as leptons or quarks**

the idea of using **representations** to describe them

The idea is that they have **charges**, they are **related** — **particle families**

→ kind of like ...



\*which originated from Théophile Cartraud during last CDD and was meant at first to be a funny thing to put in my presentations

# Goal : create cards that look like Pokemon cards for each particle in the Standard Model

- **Design** : unfortunately made with AI, but my imagination is also to blame for the design ideas
- **Template** : we got the authorisation from the owner of a website allowing to create custom Pokemon cards to print (and distribute) our own cards → <https://pokecardmaker.net/>
- **Text** : all the text on the cards was imagined by me to include as much physics as possible while looking like an actual playable card game

→ not really playable even though it looks like it, mostly a starting point for questions and explanations or for people to look up in their own time





**BASIC** Electronique **Neutrino** **150**



**Abilité**  
Annule tous les dégâts de types  $\Psi$  et  $\Theta$ .

**Pouvoir du Soleil** 80  
Invoque la puissance des neutrinos pourvu au cœur du Soleil.

**Cascade de particules** 40  
Inflige 40 dégâts à tous les Pokémon en jeu (dont les vôtres).

**Statistiques**  $\times 2$  **Intelligence**  $\ominus 30$  **Intimid**  $\ominus$

**BASIC** Muonique **Neutrino** **150**



**Abilité**  
Annule tous les dégâts de types  $\Psi$  et  $\Theta$ .

**Rayon Cosmique** 90  
Pour chaque 10 points de dégâts infligés au neutrino muonique, les dégâts de l'attaque sont réduits de 5.

**Trace** 30  
Cible un Pokémon adverse en jeu et inflige 30 dégâts pendant 104 tours.

**Statistiques**  $\times 2$  **Intelligence**  $\ominus 30$  **Intimid**  $\ominus$

**BASIC** Tauque **Neutrino** **180**



**Abilité**  
Annule tous les dégâts de types  $\Psi$  et  $\Theta$ .

**Bizarroy** 90  
Votre adversaire doit dire une blague sur les particules. Si vous riez, l'attaque loupe. Sinon, elle fait 90 dégâts.

**Double Double**  
Lancez un  $\Psi 10$ . Lorsque  $\Psi$  inflige 70 dégâts à tous les Pokémon adverses en jeu, Sinon elle inflige 50 dégâts à tous les Pokémon en jeu y compris les vôtres.

**Statistiques**  $\times 2$  **Intelligence**  $\ominus 30$  **Intimid**  $\ominus$

**BASIC** Matière Noire **150**



**Abilité**  
Annule tous les dégâts de types  $\Psi$  et  $\Theta$ . Est sensible uniquement aux attaques physiques.

**Lentille gravitationnelle**  
Une fois par tour pendant que cette carte est en jeu, si un Pokémon allié est attaqué, vous pouvez dévier l'attaque et répartir les dégâts sois entre l'allié et l'adversaire.

**Statistiques**  $\times 2$  **Intelligence**  $\ominus 60$  **Intimid**  $\ominus$

**BASIC** Photon **200**



**Abilité**  
Vitesse de la lumière  
S'il n'y a pas de Photon,  $\Psi$  en jeu, rien ne peut aller plus vite qu'un Photon. Il attaque toujours en premier.

**Rayonnement** 100  
Pour chaque 20HP perdus, la fréquence du Photon diminue et l'attaque inflige 10 points de dégâts de moins.

**Electromagnétisme** 40  
Inflige 40 points de dégâts à tous les Pokémon adverses possédant une charge électrique non nulle.

**Statistiques**  $\times 2$  **Intelligence**  $\ominus 30$  **Intimid**  $\ominus$

**BASIC** Boson de Higgs **100**



**Abilité**  
 Désintégration  
Quand ce Pokémon n'a plus de HP, remplace-le par une autre particule massive de votre main.

**Coup de Sombrore** 50  
Génère de la masse grâce à son chapeau. Le Pokémon cible subit 50 dégâts. 100 si c'est un Boson W ou Z.

**Brisure de Symétrie** 70  
Si vous trouvez une symétrie dans les Pokémon en jeu, les Pokémon impliqués subissent 70 points de dégâts.

**Statistiques**  $\times 2$  **Intelligence**  $\ominus 30$  **Intimid**  $\ominus$

**BASIC** Gluon **200**



**Abilité**  
Lien Fort  
Si vous avez au moins 2 Quarks en jeu, vous pouvez les lier. Répartissez les dégâts subs entre chaque Quark lié.

**Rayon Coloré** 40  
Inflige 40 points de dégâts de base à un Pokémon adverse. 120 si c'est un Quark ou un autre Gluon.

**Energie Nucléaire** 150  
Le noyau d'un atome se scinde en 2. L'énergie libérée inflige 150 points de dégâts à tous les Pokémon en jeu.

**Statistiques**  $\times 2$  **Intelligence**  $\ominus 30$  **Intimid**  $\ominus$

**BASIC** Boson W +/- **220**



**Abilité**  
 Courant Faible Chargé  
Une fois par tour, vous pouvez :  
• Échanger un lepton chargé en jeu avec un Neutrino de votre main de la savour correspondante (et vice-versa).  
• Échanger un quark chargé  $\pm$  en jeu par un quark chargé  $\mp$  de votre main.

**Fusion Stellaire** 120  
L'énergie de la fusion nucléaire au sein des étoiles inflige 120 points de dégâts à tous les Pokémon adverses.

**Statistiques**  $\times 2$  **Intelligence**  $\ominus 30$  **Intimid**  $\ominus$

**BASIC** Boson Z **250**



**Abilité**  
 Contrainte de Taille  
Une fois cette carte posée, il ne peut pas y avoir plus de 3 Neutrinos en jeu simultanément.

**Charge Faible** 70  
Échange un quark chargé  $\pm$  à l'opposé quel Pokémon adverse. À l'exception des Gluons et des Photons.

**Dispersion de Neutrino** 100  
Inflige 100 points de dégâts à un Neutrino adverse, qui doit échanger sa place avec un autre Pokémon en jeu.

**Statistiques**  $\times 2$  **Intelligence**  $\ominus 30$  **Intimid**  $\ominus$

**BASIC** Electron **150**



**Abilité**  
 Effet Photoélectrique  
Défaussé un Photon en jeu possédant au moins 40 HP et remplacez le par un Electron de votre main.

**(De)Charge** 50  
Inflige 50 points de dégâts à tous les Pokémon adverses possédant une charge électrique non nulle.

**Conductivité** 90  
Inflige 90 points de dégâts à un Pokémon. Pour chaque  $\Psi$  ou  $\Psi^*$  en jeu, augmentez les dégâts de 10.

**Statistiques**  $\times 2$  **Intelligence**  $\ominus 30$  **Intimid**  $\ominus$

**BASIC** Muon **175**



**Abilité**  
 Tomographie  
Quand vous posez ce Pokémon, votre adversaire doit vous montrer les cartes de sa main.

**Parse-Muraille** 40  
Inflige 40 points de dégâts à 164 Pokémon adverses sur son chemin avant de disparaître.

**Désintégration** 110  
Après cette attaque, défaussez le muon et remplacez le par un Electron ou un Neutrino (sauf Neutrino Tau).

**Statistiques**  $\times 2$  **Intelligence**  $\ominus 30$  **Intimid**  $\ominus$

**BASIC** Tau **200**



**Abilité**  
 Instabilité  
Lancez 104 dé à chaque tour où le Tau est en jeu. Si le résultat est différent de 1, le Tau lance l'attaque Désintégration puis est défaussé.

**Désintégration** 60  
1-3 : Inflige 60 dégâts à tous les Pokémon adverses. Remplace le Tau par un lepton. 4-5-6 : inflige 110 points de dégâts à tous les Pokémon en jeu (dont les vôtres). Remplace le Tau par un quark.

**Statistiques**  $\times 2$  **Intelligence**  $\ominus 30$  **Intimid**  $\ominus$

**BASIC** Quark Up **180**



**Abilité**  
 Chromodynamique  
Si vous avez plusieurs quarks en jeu, vous pouvez les assembler pour former des mésons ou des baryons.

**Jet** 30  
Inflige 30 points de dégâts à 164 Pokémon adverses.

**Formation Proton** 140  
Si vous avez 2 Up et 1 Down en jeu, défaussez-les et posez un Proton. Cette liaison inflige 140 points de dégâts à un Pokémon adverse.

**Statistiques**  $\times 2$  **Intelligence**  $\ominus 30$  **Intimid**  $\ominus$

**BASIC** Quark Down **180**



**Abilité**  
 Chromodynamique  
Si vous avez plusieurs quarks en jeu, vous pouvez les assembler pour former des mésons ou des baryons.

**Jet** 30  
Inflige 30 points de dégâts à 164 Pokémon adverses.

**Formation Neutron** 140  
Si vous avez 2 Down et 1 Up en jeu, défaussez-les et posez un Neutron. Cette liaison inflige 140 points de dégâts à un Pokémon adverse.

**Statistiques**  $\times 2$  **Intelligence**  $\ominus 30$  **Intimid**  $\ominus$

**BASIC** Quark Charm **230**



**Abilité**  
 Chromodynamique  
Si vous avez plusieurs quarks en jeu, vous pouvez les assembler pour former des mésons ou des baryons.

**Jet** 50  
Inflige 50 points de dégâts à 164 Pokémon adverses.

**Envoitement** 90  
Si vous avez 2 Charm et 1 Up en jeu, défaussez-les et posez le Charm. Ce Charm ne pourra ensuite pas être attaqué pendant 104 tours de jeu.

**Statistiques**  $\times 2$  **Intelligence**  $\ominus 30$  **Intimid**  $\ominus$

**BASIC** Quark Strange **210**



**Abilité**  
 Chromodynamique  
Si vous avez plusieurs quarks en jeu, vous pouvez les assembler pour former des mésons ou des baryons.

**Jet** 40  
Inflige 40 points de dégâts à 164 Pokémon adverses.

**Plasma Quark-Gluon** 120  
Invoque le plasma de quarks et de gluons primordial. Inflige 140 points de dégâts à un Pokémon adverse. Tous les quarks en jeu deviennent libres.

**Statistiques**  $\times 2$  **Intelligence**  $\ominus 30$  **Intimid**  $\ominus$

**BASIC** Quark Top **300**



**Abilité**  
 Ami du Higgs  
Quand vous posez cette carte, votre adversaire doit vous dire combien de Boson de Higgs il possède.

**Désintégration** 180  
Le tour suivant celui où le Top a été posé, si le démultimètre est inflige 180 points de dégâts à tous les Pokémon adverses. Lancez 14100 pour savoir par quel Quark il sera remplacé.  
1-98 : Bottom. 99-Strange. 100 : Down.

**Statistiques**  $\times 2$  **Intelligence**  $\ominus 30$  **Intimid**  $\ominus$

**BASIC** Quark Bottom **270**



**Abilité**  
 Chromodynamique  
Si vous avez plusieurs quarks en jeu, vous pouvez les assembler pour former des mésons ou des baryons.

**Jet** 60  
Inflige 60 points de dégâts à 164 Pokémon adverses.

**B-tagging** 40  
Défaussez cette carte et infligez 164x40 points de dégâts à répartir entre les Pokémon adverses. Votre rival doit vous dire combien de quarks Bottom il possède.

**Statistiques**  $\times 2$  **Intelligence**  $\ominus 30$  **Intimid**  $\ominus$

# Comments we got and what we learned

- Very busy weekend with many people
- Great comments about the stand, the cards, the visuals and the general vibe
- Some people who didn't come specifically for us were still interested
- Particle Zoo and cards were a huge success with kids, but also teenagers, adults, parents, teachers, etc...  
→ were seen as a fun way to learn
- Prepared enough visual stuff to explain what we wanted to : artist views of the detectors, documents to give, posters, etc...

**What to take from the experience :** need to think a mediation activity around the public it's for, prepare enough visual stuff and have a good mix of written and spoken information. Also need to get enough person power to run/think everything

→ **important to start from what people know and to have fun with it**



Thanks for your attention!



The APC team with our "Particle Safari" costume and our very own muon/Cherenkov cone (thanks a lot Véronique)  
→ cosplaying too in a way