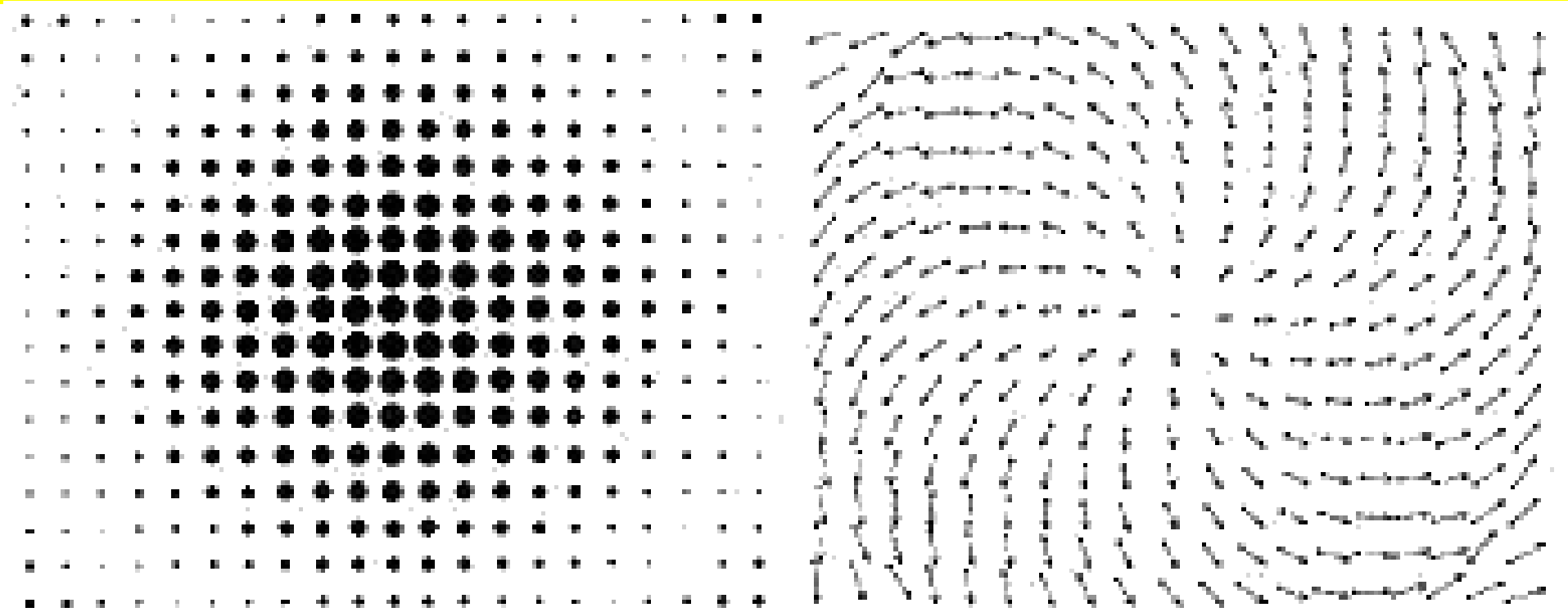


**Le boson dit de Higgs,  
et comment le champ  
BEH donne une masse à  
certaines particules et  
pas à d'autres**

# Les champs

L'Univers est rempli de champs divers dont les manifestations nous permettent de percevoir son existence. Vous avez tous entendu parler par exemple de champs magnétiques comme celui qui impose à l'aiguille de la boussole d'indiquer le Nord quelle que soit la direction horizontale choisie pour la tenir. Mais il existe d'autres champs, comme le champ de Higgs dont on va parler.

# Le champ de Higgs (BEH) est scalaire



**A gauche un champ scalaire, comme le champ de Higgs, et à droite un champs vectoriel comme le champ magnétique**

**Voilà un champ que vous connaissez bien, celui des températures.  
Le champ n'est pas la carte, et encore moins ce qu'elle représente.  
Le champ, c'est l'ensemble des températures dont chacun indique celle  
d'un lieu précis.**



**Imaginez une foule représentant un champ scalaire  
chaque personne est un scalaire (un point du champ)  
Le champ n'est pas l'espace occupé par les personnes,  
mais l'ensemble des personnes.**

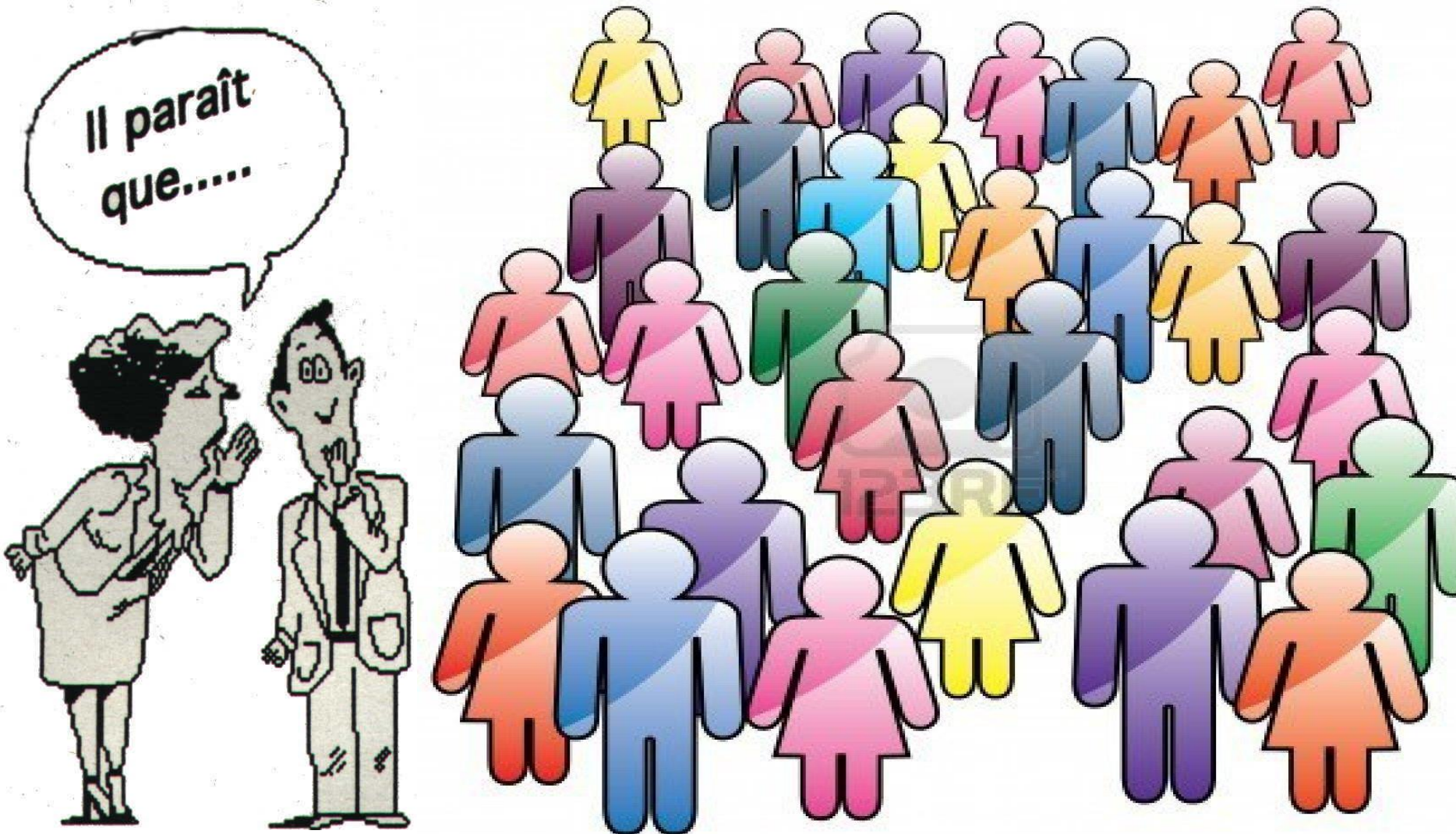


**Le champ peut être excité localement, créant des inhomogénéités, une particule du champ**



# Comment exciter le champ d'une foule ?

## Par exemple en lançant une rumeur



# Que va-t-il se passer ?

Le champ est l'ensemble des personnes en bleu.

La rumeur va se propager de proche en proche. Ce qu'il y a de commun entre tous ces gens c'est qu'ils sont tous sensibles à la rumeur. Ils facilitent sa propagation.





# La rumeur se répand.

## Les têtes de ceux qui la propagent se rapprochent

L'excitation de plusieurs points contigus du champ est un boson de ce champ. Comme les personnes en bleu, celles qui sont en jaune sont des points ordinaires du champ. *Ce qui est le boson n'est que le rapprochement (l'interaction) des personnes en jaune*



**Ce boson ne se déplace pas instantanément  
dans le champ il a besoin de temps**



**La rumeur (le groupe de personnes en train de communiquer) se déplace avec une vitesse d'autant plus faible que le nombre de participants à l'écoute de celui qui la communique est important, c'est le nombre de la masse du boson.**

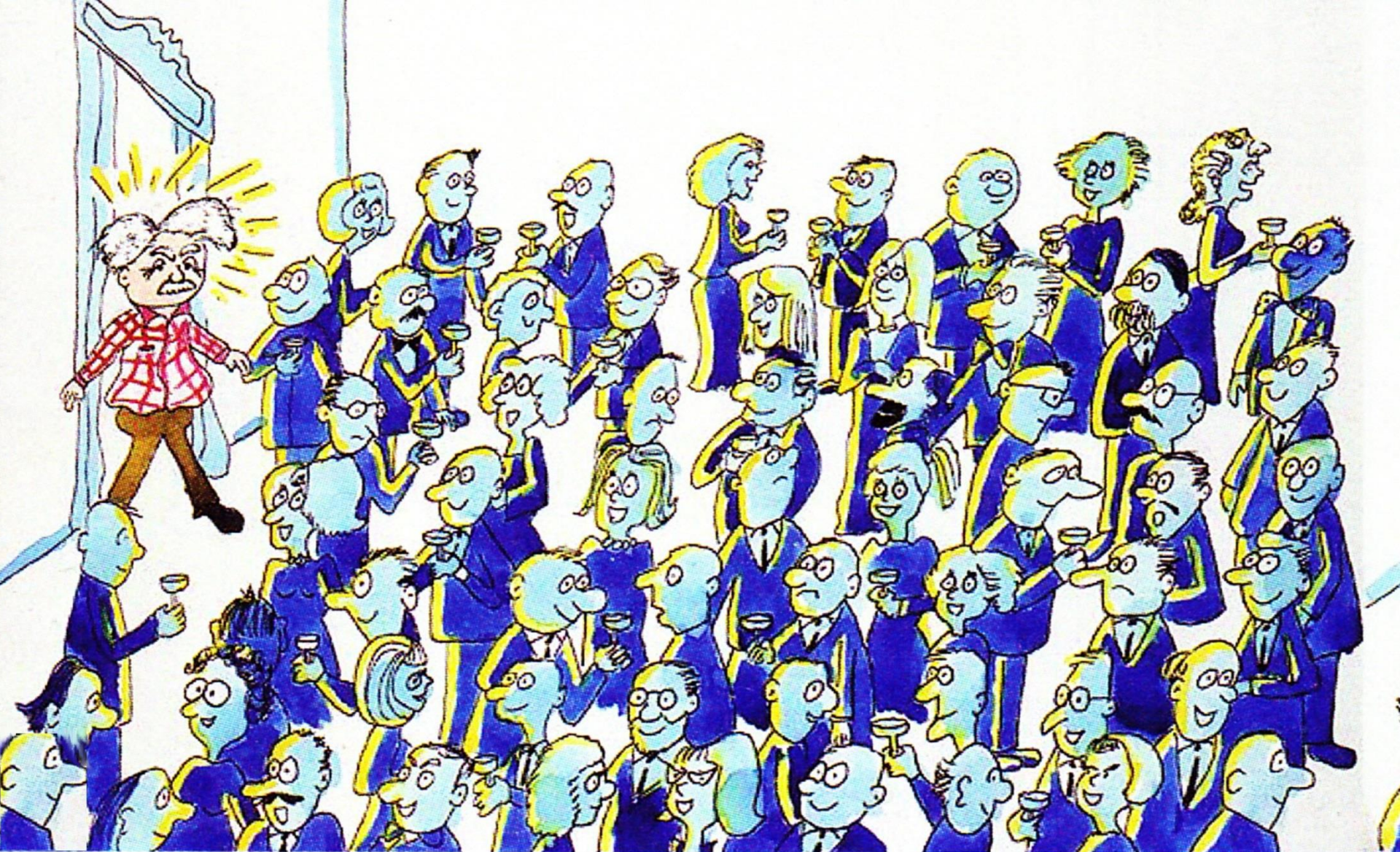
**Le boson est une excitation locale dans le champ de Higgs. Cette excitation donne des propriétés singulières au champ BEH qui lui permettront d'interagir avec certaines particules**

**Comment ce champ donne-t-il une masse aux fermions et à certains autres bosons ?**

**Tous les fermions sont massifs et interagissent avec le boson BEH (une exception, le neutrino qui pose problème aujourd'hui car il ne tiendrait pas sa masse qui est très faible du BEH).**

**Parmi les bosons,  $W^+$   $W^-$  et  $Z^0$  ont une masse parce qu'ils interagissent avec le BEH, mais pas le photon ni le gluon.**

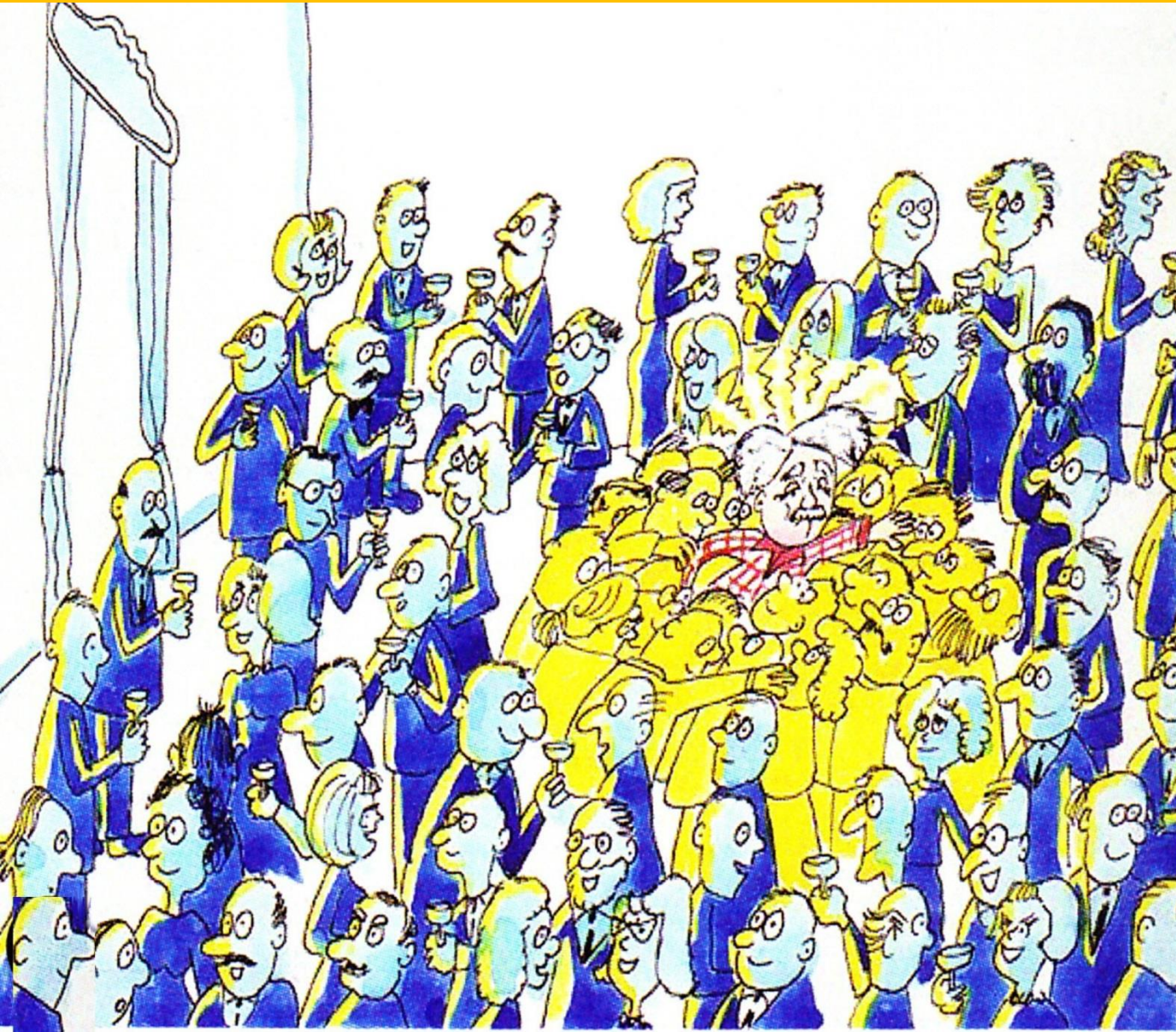
**Imaginez un personnage important et connu de tous qui traverse la foule**



# Par exemple



# La personne connue ne peut avancer que difficilement car elle interagit avec la foule



Les personnes qui constituent la foule connaissent cette personne célèbre et l'admirent. Ils veulent lui poser des questions et le féliciter. Tout cela représente les propriétés qui justifient leur conduite vis-à-vis de cette personne célèbre

**Comme la personne célèbre, les fermions et certains bosons ont des propriétés qui les font interagir avec le champ de Higgs (BEH).**

**Selon ces propriétés l'interaction est faible ou forte et leur masse y sera proportionnée**



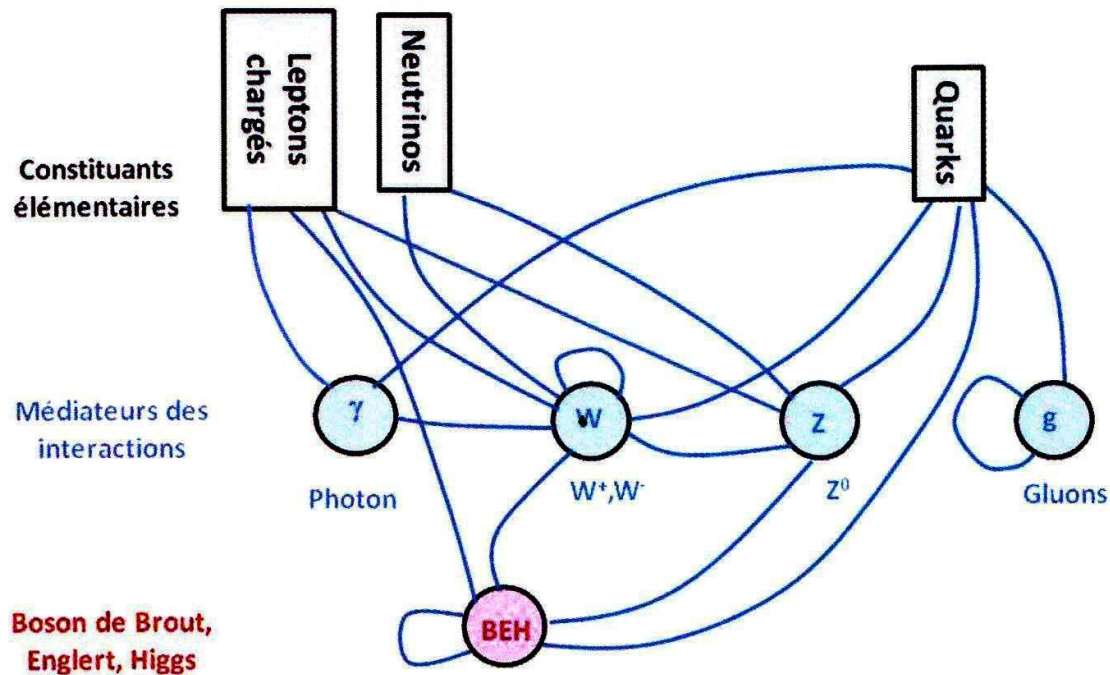
# Si un inconnu traverse la foule ...

Personne ne le connaît, il avance à sa vitesse maximale sans être freiné par une foule d'admirateurs. Il n'y a pas d'interaction entre l'inconnu et le peuple du champ



**Qu'est-ce qui différencie  
l'interaction entre une  
personnalité avec une foule  
d'admirateurs d'une part, et  
une particule subatomique  
avec le champ de Higgs,  
d'autre part ?**

# La chiralité chez les fermions



5. Le boson BEH, clé de voûte du modèle standard. Par son auto-interaction et par ses interactions avec les autres particules indiquées par des lignes courbes, le boson BEH est la clé de voûte qui fait tenir debout l'ensemble de l'édifice qu'est le modèle standard.

	$2,4 \text{ MeV}/c^2$ $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{2}$ <b>u</b> up	$1,27 \text{ GeV}/c^2$ $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{2}$ <b>c</b> charm	$171,2 \text{ GeV}/c^2$ $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{2}$ <b>t</b> top
	$4,8 \text{ MeV}/c^2$ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ <b>d</b> down	$104 \text{ MeV}/c^2$ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ <b>s</b> strange	$4,2 \text{ GeV}/c^2$ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ <b>b</b> bottom
Quarks	$< 2,2 \text{ eV}/c^2$ $0$ $\frac{1}{2}$ <b><math>\nu_e</math></b> neutrino électronique	$< 0,17 \text{ MeV}/c^2$ $0$ $\frac{1}{2}$ <b><math>\nu_\mu</math></b> neutrino muonique	$< 11,5 \text{ MeV}/c^2$ $0$ $\frac{1}{2}$ <b><math>\nu_\tau</math></b> neutrino tauique
Leptons	$0,511 \text{ MeV}/c^2$ $-1$ $\frac{1}{2}$ <b>e</b> électron	$105,7 \text{ MeV}/c^2$ $-1$ $\frac{1}{2}$ <b><math>\mu</math></b> muon	$1,777 \text{ GeV}/c^2$ $-1$ $\frac{1}{2}$ <b><math>\tau</math></b> tau

La charge des fermions induit que leur spin puisse être droitier ou gaucher par rapport à un référentiel extérieur dont la vitesse propre peut être supérieure ou moindre que celle du fermion. Selon qu'elle est supérieure ou non le fermion sera gaucher ou droitier ce qui leur permet d'être autant l'un que l'autre.

Ceci est **la condition** qui lui permet d'interagir avec le champ BEH. On voit à droite que le seul fermion qui ne possède pas de charge est le neutrino qui a tout de même une masse, il ne peut donc pas remplir la condition indispensable pour interagir avec BEH. Les neutrinos ne peuvent donc pas tenir leur masse du BEH ... Problème !

# Conclusions

Les conditions d'interactions entre les bosons et le champ BEH sont différentes de de celles concernant les fermions et on note que certains bosons interagissent avec le champ BEH et d'autre non. Par exemple, le photon n'interagit pas car aucun référentiel ne peut aller plus vite que lui, il s'ensuit que sa chiralité est toujours droitère ce qui exclu la possibilité de double chiralité nécessaire à l'interaction avec le champ BEH.

On retiendra également que ce n'est pas le boson BEH qui donne une masse aux particules mais le champ BEH. Si la quête du boson BEH présentait un intérêt, ce n'était que sa mise en évidence démontre l'existence effective du champ BEH.

## Merci de votre attention

## Des questions ?

# L'image qui suit a été proposé sur France culture comme métaphore pour illustrer le boson BEH

Si dans les grandes lignes elle permet de mettre en évidence que c'est l'interaction entre les particules et le champ qui s'oppose au déplacement, ce qui suggère bien que la masse n'est rien d'autre que la résistance au mouvement, elle laisse entendre que le champ BEH est un épais tapis de bosons BEH, ce qui est inexact.

**Le boson n'est qu'une excitation locale du champ BEH.**

Si le champ lui-même était constitué de bosons BEH les physiciens du CERN n'auraient pas eu besoin d'exciter un minuscule point de ce champ par l'apport massif d'énergie, concentrée en ce point, pour le faire apparaître.

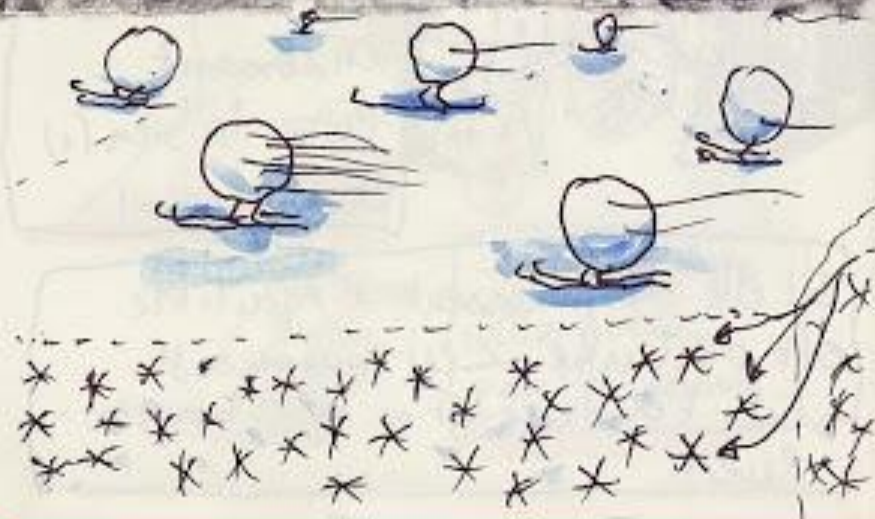


Capitaine Caverne  
Est une femme  
et elle a piqué  
des sandales d'or  
à Ronderoumane!

05  
07  
12

Ve 060712

Metaphore pour le boson  
de HIGGS (France Culture  
ce matin)



Particule élémentaire



plus le "ski" de la  
particule est "bien  
faité" mieux elle  
"glisse" (plus sa  
vitesse est élevée...)

la particule va donc  
à la vitesse de la  
lumière, sa masse est  
nulle.

elle glisse sur un  
"champ de neige"

dont les cristaux sont  
des



BOSONS DE HIGGS

Ski mal faité: mauvais glissement:  
particule massive

