

COMMENT SONDER LA
NATURE DE L'UNIVERS



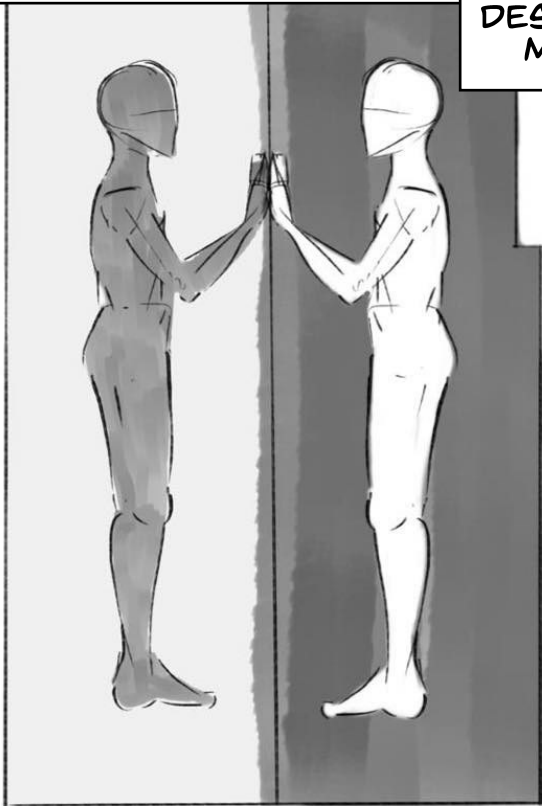
DANIKA WATSON

TRADUIT PAR BRIGITTE THIBAUT

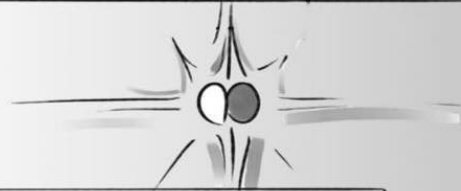
AVEZ-VOUS DÉJÀ VU UN FILM OÙ LA STAR A UNE JUMELLE MALEFIQUE?

DANS LE MONDE DE LA PHYSIQUE DES PARTICULES, LES JUMELLES MALEFIQUES SONT RÉELLES.

ON LES APPELLE ANTIPARTICULES, ET CHAQUE PARTICULE EN A UNE : UNE JUMELLE DE MASSE ÉGALE, MAIS DE CHARGE OPPOSÉE.



LORSQU'ELLES ENTRENT EN COLLISION



ELLES SE DÉTRUISENT LES UNES LES AUTRES



NE LAISSANT QUE DE L'ÉNERGIE PURE DERRIÈRE ELLES.

MAIS, SI TOUTES LES MATIÈRES ONT UNE CONTREPARTIE D'ANTIMATIÈRES

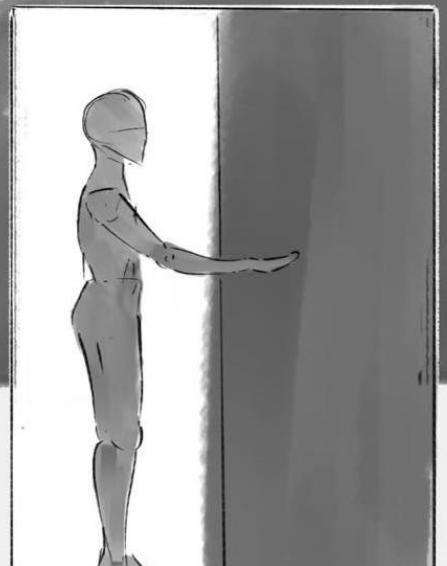
ET QU'ELLES SE DÉTRUISENT LES UNES LES AUTRES,

COMMENT PEUT-IL RESTER DE LA MATIÈRE POUR CONSTITUER VOUS, MOI ET LE RESTE DE L'UNIVERS ?

PENDANT CE TEMPS, NOUS NE VOYONS PRATIQUEMENT AUCUNE ANTIMATIÈRE.

POURQUOI CE DÉSÉQUILIBRE EXISTE-T-IL ?

OÙ EST PASSÉ LA MAJEURE PARTIE DE L'ANTIMATIÈRE ?



POUR RÉPONDRE À CES QUESTIONS, LES SCIENTIFIQUES SONT À LA RECHERCHE D'UN PROCESSUS QUI DÉTRUIT L'ANTI-MATIÈRE.

L'UN DES CANDIDATS EST LA DOUBLE DÉSINTÉGRATION BÊTA,

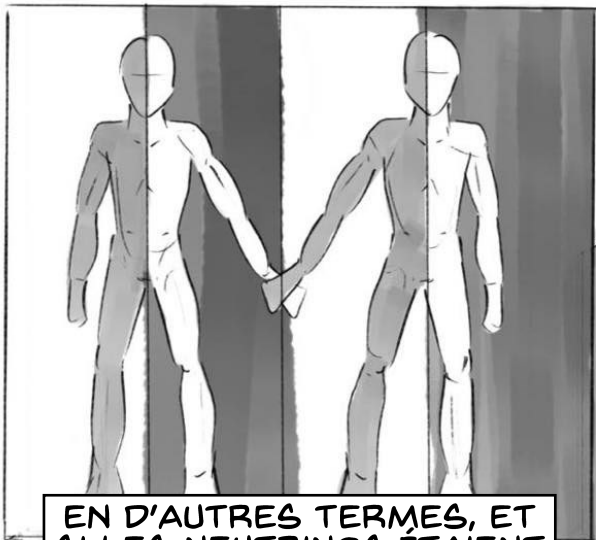
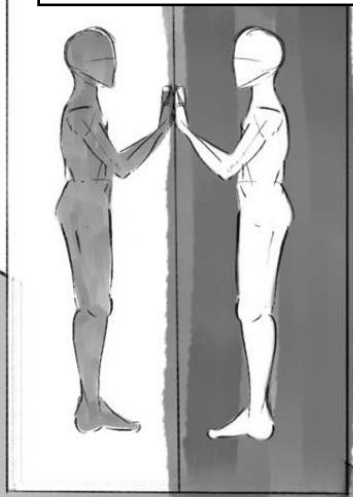


QUI PRODUIT DEUX ÉLECTRONS ET DEUX ANTINEUTRINOS.

LES SCIENTIFIQUES SE DEMANDENT :

ET SI LES NEUTRINOS ET LES ANTINEUTRINOS

ÉTAIENT UNE SEULE ET MÊME CHOSE ?

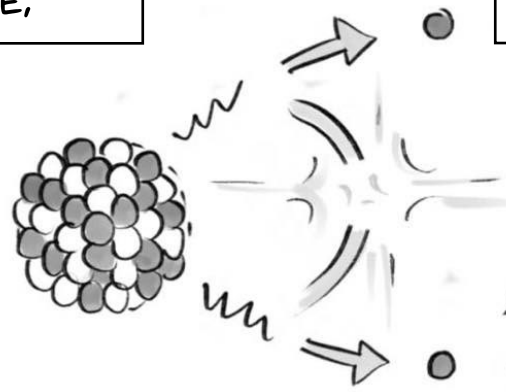


EN D'AUTRES TERMES, ET SI LES NEUTRINOS ÉTAIENT LEURS PROPRES ANTIPARTICULES ?

ALORS, CES DEUX ANTINEUTRINOS POURRAIENT S'ANNIHILER L'UN L'AUTRE,

CE QUI SIGNIFIE QUE LE PROCESSUS DÉTRUIRAIT SÉLECTIVEMENT L'ANTIMATIÈRE.

SI CE PROCESSUS DE DOUBLE DÉSINTÉGRATION BÊTA « SANS NEUTRINOS » EST RÉEL, IL POURRAIT NOUS INDiquer OÙ L'ANTIMATIÈRE MANQUANTE EST ALLÉE.

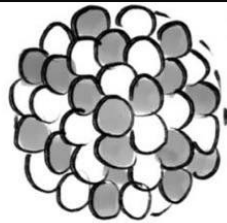


EN OUTRE, CELA BRISERAIT ÉGALEMENT LE MODÈLE STANDARD DE LA PHYSIQUE DES PARTICULES,

MODIFIANT FONDAMENTALEMENT NOTRE COMPRÉHENSION DE L'UNIVERS.

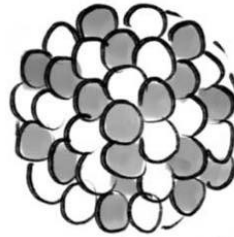


COMMENT MESURONS-NOUS SI UN PROCESSUS DE DOUBLE DÉSINTÉGRATION BÊTA EST SANS NEUTRINOS OU NON ?



DANS LA DOUBLE DÉSINTÉGRATION BÊTA RÉGULIÈRE, LES ÉLECTRONS ET LES ANTINEUTRINOS TRANSPORTENT L'ÉNERGIE.

MAIS SANS LES ANTINEUTRINOS, LES ÉLECTRONS TRANSPORTERAIENT TOUTE L'ÉNERGIE.



EN MESURANT L'ÉNERGIE DES ÉLECTRONS, NOUS POUVONS VOIR SI LE PROCESSUS ÉTAIT SANS NEUTRINOS.

AINSI, LES SCIENTIFIQUES DÉVELOPPENT UNE EXPÉRIENCE IMPLIQUANT UN GRAND VAISSEAU REMPLI DE XÉNON, QUI SERA ÉQUIPE DE DÉTECTEURS.

13 14 15 16 17 18

					He
B	C	N	O	F	Ne
Al	Si	P	S	Cl	Ar
Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
In	Sn	Sb	Te	Xe	
Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

54
Xe
Xénon

LE XÉNON PRODUIRA UNE DOUBLE DÉSINTÉGRATION BÊTA,

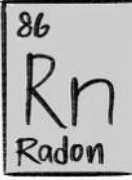
ET LES DÉTECTEURS MESURERONT L'ÉNERGIE DES ÉLECTRONS.

CEPENDANT, LA DOUBLE DÉSINTÉGRATION BÊTA EST RARE - SEULES QUELQUES DÉSINTÉGRATIONS SE PRODUIRONT EN UNE DÉCENNIE ENTIÈRE !

L'EXPÉRIENCE DOIT ÊTRE SOIGNEUSEMENT CONÇUE. CES ÉVÉNEMENTS RARES SONT FACILES À MANQUER...

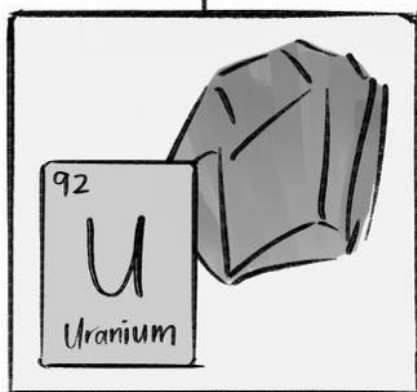
D'UNE PART, LA RADIATION PEUT
PROVENIR DE SOURCES DE FOND,

CRÉANT DE FAUX SIGNAUX.



LE VAISSEAU XÉNON
SERA ENFOUI SOUS
TERRE

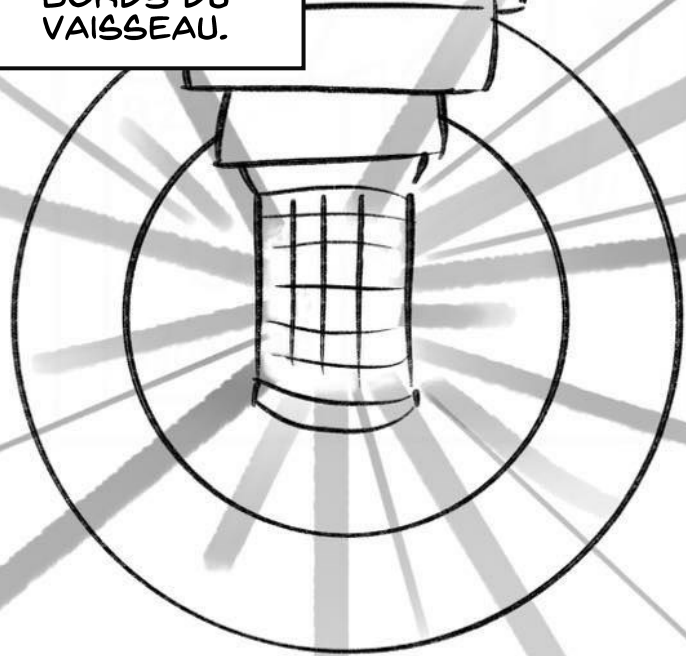
ET PROTÉGÉ SOUS DE
NOMBREUSES COUCHES,



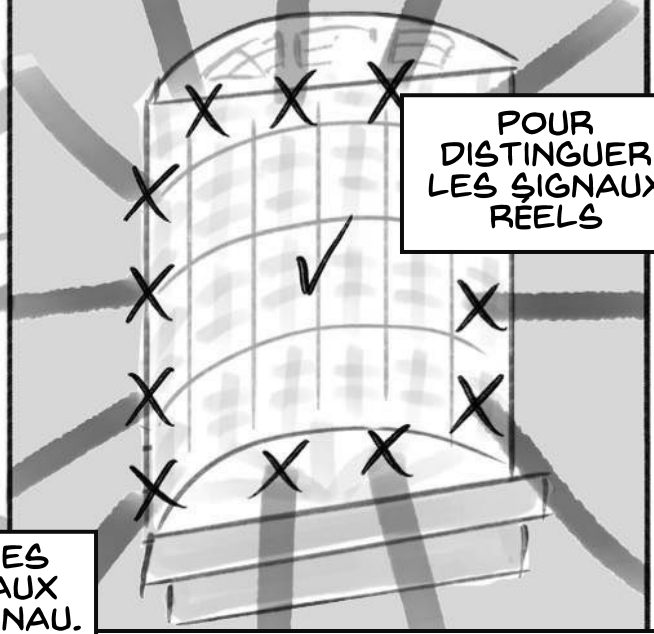
MAIS DE FAUX
SIGNAUX PEUVENT
ENCORE S'Y RENDRE,

IL EST DONC IMPORTANT DE
SAVOIR OÙ LES ÉLECTRONS
ONT ÉTÉ PRODUITS

PRINCIPALEMENT
PRÈS DES
BORDS DU
VAISSEAU.



POUR
DISTINGUER
LES SIGNAUX
REELS



DES
FAUX
SIGNAUX.

COMMENT POUVONS-NOUS
LOCALISER LES COORDONNÉES
DE L'ÉLECTRON ?

UN CHAMP ÉLECTRIQUE ATTIRERA LES ÉLECTRONS VERS DES DÉTECTEURS AU SOMMET DU VAISSEAU.

AINSI, LE POINT OÙ LES ÉLECTRONS ATTERRISSENT RÉVÉLERA DEUX DE LEURS COORDONNÉES D'ORIGINE.

QU'EN EST-IL DE LA TROISIÈME COORDONNÉE ?

HEUREUSEMENT, LA DOUBLE DÉSINTÉGRATION BÉTA DANS XÉNON PRODUIT ÉGALEMENT UN ÉCLAIR DE LUMIÈRE, QUI SERA DÉTECTÉ INSTANTANÉMENT.

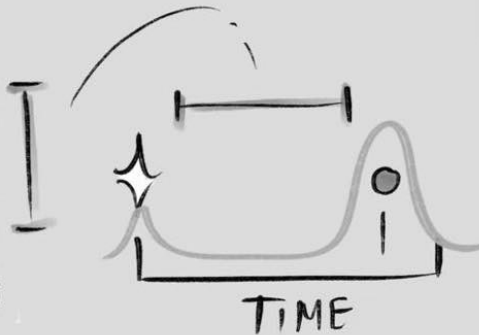
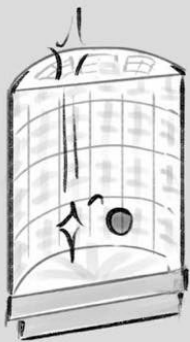
ÉTANT DONNÉ QUE LES ÉLECTRONS

PRENNENT DU TEMPS

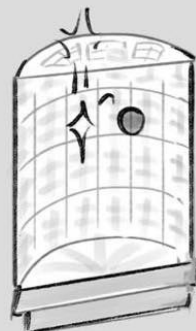
À DÉRIVER

VERS LE HAUT

DU VAISSEAU,



TIME



TIME

LA DIFFÉRENCE DE SYNCHRONISATION ENTRE LA DÉTECTION DES ÉLECTRONS ET L'ÉCLAIR DE LUMIÈRE SE TRADUIT DANS LA TROISIÈME COORDONNÉE.

CEPENDANT, CE FLASH DE LUMIÈRE SERA EXTREMEMENT FAIBLE - IL POURRAIT S'AGIR D'UN SEUL PHOTON.

AINSI, LA FAIBLE LUMIÈRE DE CE PHOTON SOLITAIRE DEVRA ÊTRE AMPLIFIÉE PAR UN SIGNAL ÉLECTRIQUE ASSEZ GRAND POUR ÊTRE DÉTECTÉ.

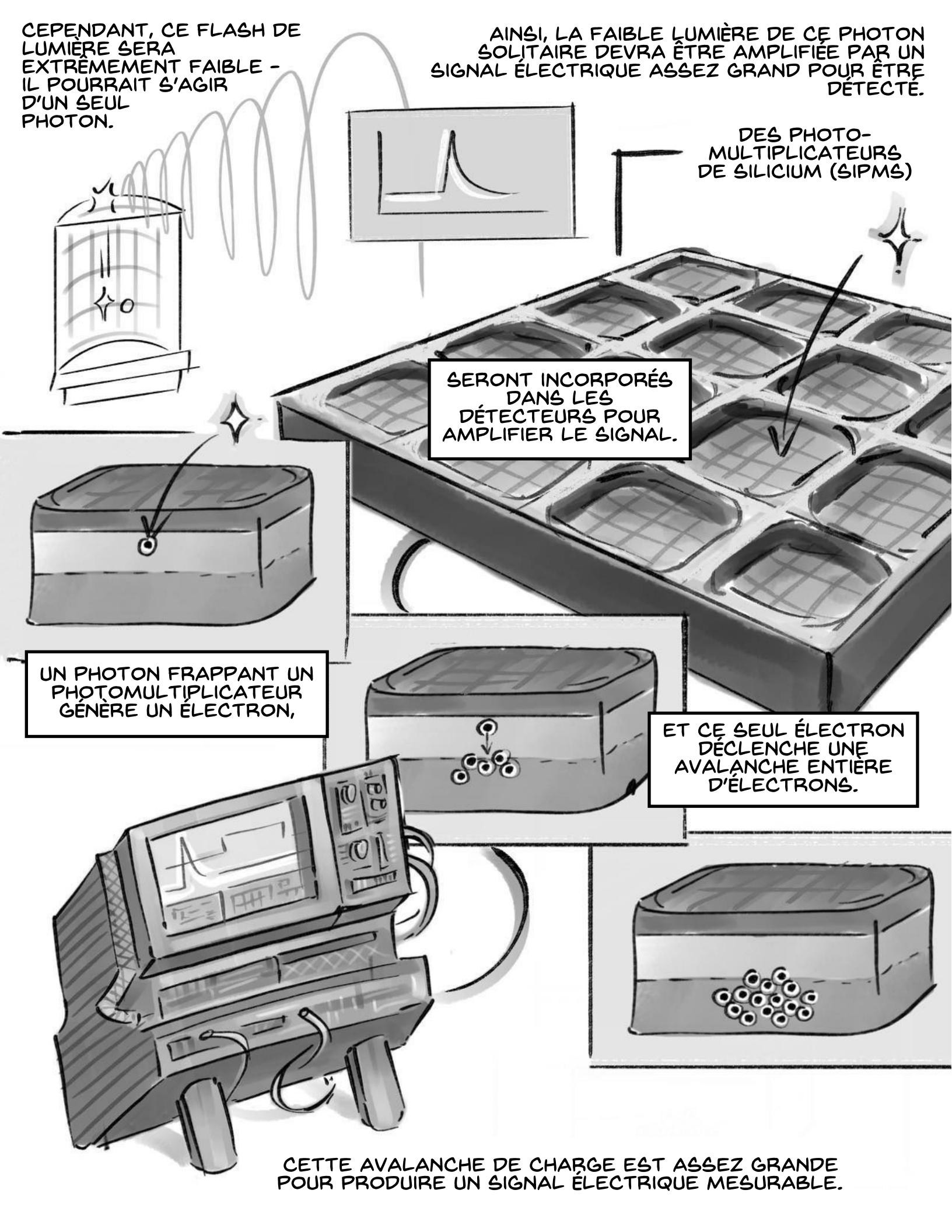
DES PHOTO-MULTIPLICATEURS DE SILICIUM (SIPMS)

SERONT INCORPORÉS DANS LES DÉTECTEURS POUR AMPLIFIER LE SIGNAL.

UN PHOTON FRAPPANT UN PHOTOMULTIPLICATEUR GÉNÈRE UN ÉLECTRON,

ET CE SEUL ÉLECTRON DÉCLENCHE UNE AVALANCHE ENTIERE D'ÉLECTRONS.

CETTE AVALANCHE DE CHARGE EST ASSEZ GRANDE POUR PRODUIRE UN SIGNAL ÉLECTRIQUE MESURABLE.



TOUT COMME LES DÉTECTEURS D'ÉLECTRONS, LES SIPMS SONT ÉGALEMENT SUJETS AU BRUIT DE FOND.

ILS PEUVENT MÊME GÉNÉRER DE FAUX SIGNAUX EN EUX-MÊMES ;

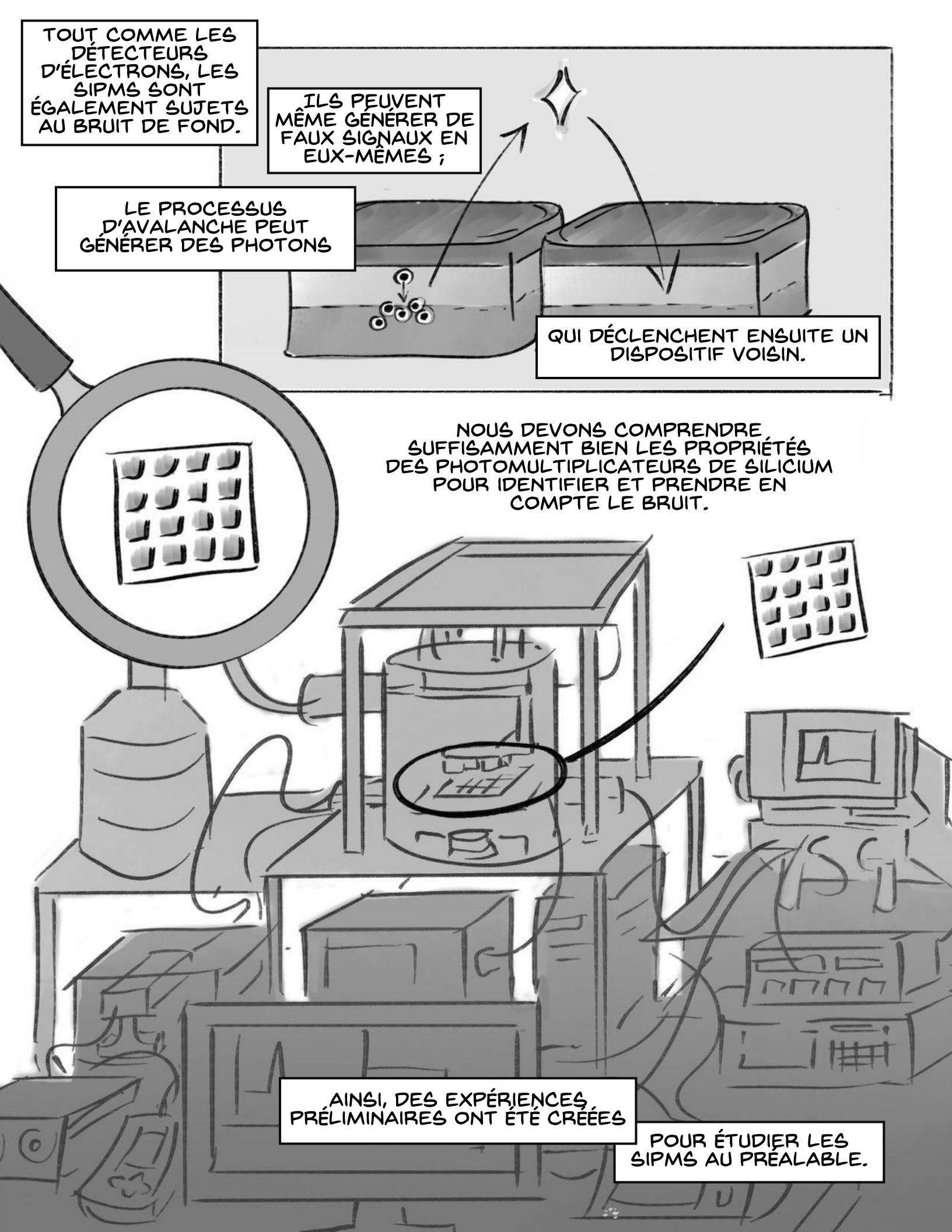
LE PROCESSUS D'AVALANCHE PEUT GÉNÉRER DES PHOTONS

QUI DÉCLENCHENT ENSUITE UN DISPOSITIF VOISIN.

NOUS DEVONS COMPRENDRE SUFFISAMMENT BIEN LES PROPRIÉTÉS DES PHOTOMULTIPLICATEURS DE SILICIUM POUR IDENTIFIER ET PRENDRE EN COMPTE LE BRUIT.

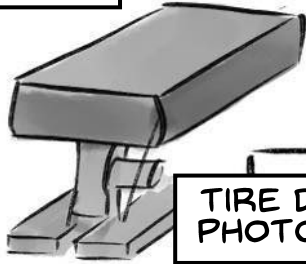
AINSI, DES EXPÉRIENCES PRÉLIMINAIRES ONT ÉTÉ CRÉÉES

POUR ÉTUDIER LES SIPMS AU PRÉALABLE.



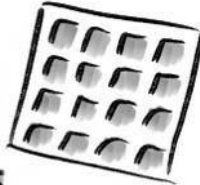
C'EST LÀ QUE MES PROPRES RECHERCHES ENTRENT EN JEU. DANS CETTE EXPÉRIENCE,

UN LASER



TIRE DES PHOTONS

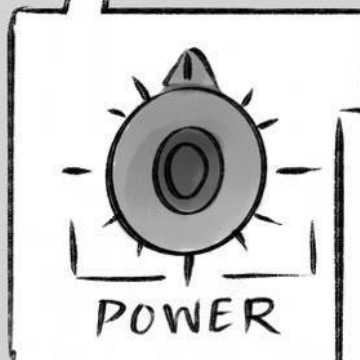
SUR UN SIPM,



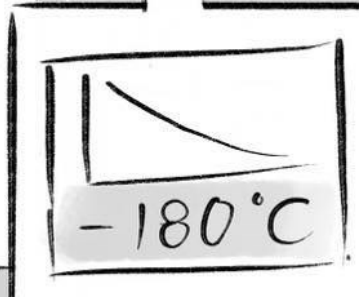
DÉCLENCHANT DES AVALANCHES

ET PRODUISANT UN SIGNAL

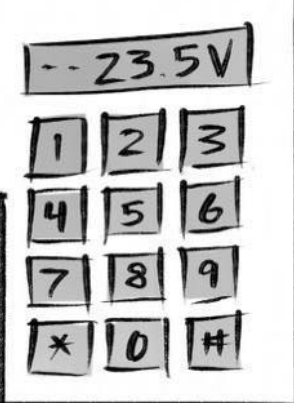
QUI EST LU PAR UN OSCILLOSCOPE.



POWER



-180°C



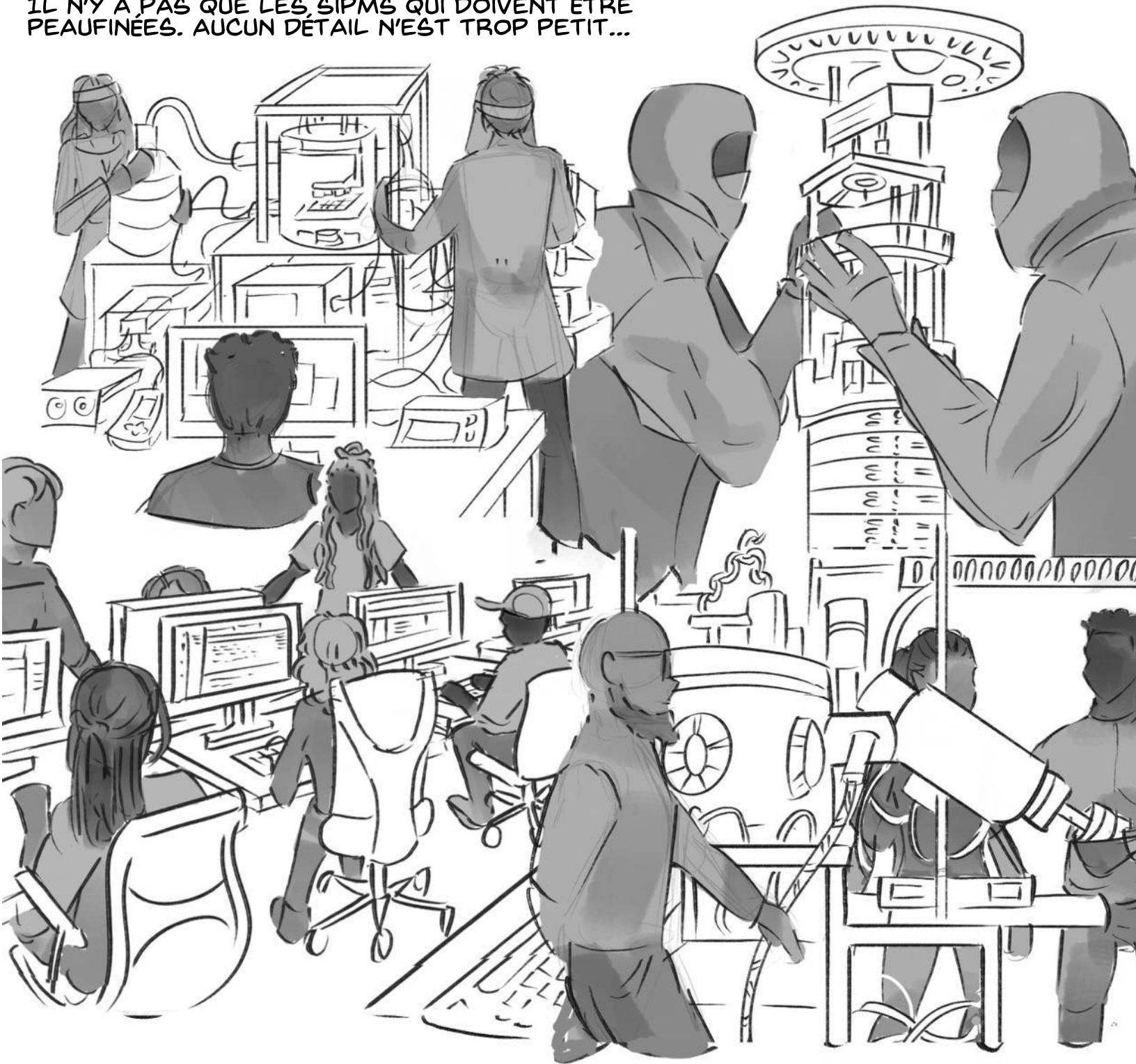
23.5V

SUR LA BASE DE MESURES COMME CELLES-CI, LES SCIENTIFIQUES CONSTRUISSENT DES MODÈLES INFORMATIQUES DES SIPMS POUR SIMULER LES ÉVÉNEMENTS DE DÉTECTION, AFIN QU'ILS SACHENT À QUOI S'ATTENDRE.

EN MODIFIANT LES PARAMÈTRES ET EN MESURANT LA FAÇON DONT LE SIGNAL RÉPOND, JE PEUX AMÉLIORER MA COMPRÉHENSION DU BRUIT DANS LE SIPM.

TOUTES CES RECHERCHES SERONT UTILISÉES POUR AFFINER LES PARAMÈTRES UTILISÉS DANS L'EXPÉRIENCE FINALE.

IL N'Y A PAS QUE LES SIPMS QUI DOIVENT ÊTRE
PEAUFINÉES. AUCUN DÉTAIL N'EST TROP PETIT...



... LORSQU'ON RECHERCHE UN PROCESSUS QUI N'A JAMAIS ÉTÉ OBSERVÉ
AUPARAVANT. SI ON LE MANQUE, ON N'AURA PEUT-ÊTRE PAS UNE AUTRE CHANCE.

FINALEMENT, GRÂCE AUX EFFORTS COLLECTIFS DE
CENTAINES DE PERSONNES À TRAVERS LE MONDE,
L'EXPÉRIENCE FINALE SERA GLOBALE.

QU'EST-CE QUE CELA NOUS DIRA
SUR LA NATURE DE L'UNIVERS ?

REMERCIEMENTS

MERCI KURTIS RAYMOND, DUNCAN MCCARTHY AND DR. FABRICE RETIERE D'AVOIR RENDU CE PROJET POSSIBLE.

L'INSPIRATION POUR « PENSER SOUS LA FORME DE BANDES DESSINÉES » À ÉTÉ TIRÉE DES CONFÉRENCES DE NICK SOUSANIS.

CETTE RECHERCHE À ÉTÉ ENTERPRISE GRACE EN PARTIE AU FINANCEMENT DU « CANADA FIRST RESEARCH EXCELLENCE FUND » PAR L'INTERMÉDIAIRE DU « ARTHUR B. MCDONALD CANADIAN ASTROPARTICLE PHYSICS RESEARCH INSTITUTE ».

RÉFÉRENCES

- 1) NEXO. [HTTPS://NEXO.LLNL.GOV/](https://nexo.llnl.gov/)
- 2) BREWSTER, S. (2016). IS THE NEUTRINO ITS OWN ANTIPARTICLE?. SYMMETRY.
- 3) WAGENPFEIL, M., ET AL. (2021). REFLECTIVITY OF VUV-SENSITIVE SILICON PHOTOMULTIPLIERS IN LIQUID XENON. JOURNAL OF INSTRUMENTATION, 16 (08), P08002.
- 4) SLAC (2016). PROTOTYPE OF LUX-ZEPLIN DARK MATTER DETECTOR TESTED AT SLAC. SLAC

À PROPOS DE MOI

JE SUIS ÉTUDIANTE EN GÉOGRAPHIE PHYSIQUE (MSC) ET JE POSSÈDE UN BSC EN CHIMIE. COMME J'APPRÉCIE L'ART ET LA COMMUNICATION SCIENTIFIQUE, J'AIME TROUVER DES MOYENS DE LES COMBINER, J'AIME VULGARISER... COMME JE L'AI FAIT AVEC CETTE BANDE DESSINÉE !

J'AI CONÇU CETTE B.D. APRÈS UN STAGE INTERDISCIPLINAIRE (PAR L'INTERMÉDIAIRE DU « ARTHUR B. MCDONALD CANADIAN ASTROPARTICLE PHYSICS RESEARCH INSTITUTE) À TRIUMF À VANCOUVER EN COLOMBIE-BRITANNIQUE.

EN GROS, LA RECHERCHE SUR LAQUELLE J'AI TRAVAILLÉ PENDANT LE STAGE VISAIT LE DÉVELOPPEMENT DE NEXO : L'EXPÉRIENCE RELATÉE DANS LA BANDE DESSINÉE.

CONTACTEZ-MOI

DANIKAJW SUR INSTAGRAM
[HTTPS://MCDONALDINSTITUTE.CA/DANIKA-WATSON/](https://mcdonaldinstitute.ca/danika-watson/)
DANIKA.WATSON@QUEENSU.CA

