DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

www.cea.fr

CETAMA

JOURNEE TECHNIQUE CETAMA DU 9 OCTOBRE 2014

SEUIL DE DECISION ET LIMITE DE DETECTION - PRINCIPES FONDAMENTAUX

LA NORME ISO 11929 A- T-ELLE PERDU LE SENS DE LA MESURE ?

Alain VIVIER
INSTN/CEA/SACLAY

instn

PLAN DE L'EXPOSE

1. LA PROBLEMATIQUE DES MESURES A BAS NIVEAU

2. DE LA NECESSITE D'UNE DIALECTIQUE CAUSE –EFFET

3. VERS UNE NOUVELLE NORME (?)

4. APPLICATION ET UTILITAIRE DE CALCUL

1. LA PROBLEMATIQUE DES MESURES A BAS NIVEAU

APPROCHE EMPIRIQUE, EXPERIMENTALE ET INTUITIVE :

UNE JOURNEE D'YVES AU LABO

2. DE LA NECESSITE D'UNE DIALECTIQUE CAUSE –EFFET

OU

- ✓ ***DE L'IMPORTANCE DE DISTINGUER L'APPROCHE « INCERTITUDE » DE L'APPROCHE « SEUIL DE DECISION »***

OU ENCORE

- ✓ ***DE L'ORIGINE DU CARACTERE ESOTERIQUE DE LA NORME ISO 11929 -2011***

(CONFERENCE REALISEE A LA JOURNEE SFRP DU 19 NOVEMBRE 2013)





MESURANDE :

ACTIVITE REELLEMENT CONTENUE DANS L'ECHANTILLON



MESURANDE :

ACTIVITE REELLEMENT CONTENUE DANS L'ECHANTILLON

→ **MESURAGE**



MESURANDE :

ACTIVITE REELLEMENT CONTENUE DANS L'ECHANTILLON

→ **MESURAGE** →



VALEUR MESUREE



MESURANDE :

ACTIVITE REELLEMENT CONTENUE DANS L'ECHANTILLON

→ **MESURAGE** →

EFFETS



VALEUR MESUREE

CAUSE



MESURANDE :

ACTIVITE REELLEMENT CONTENUE DANS L'ECHANTILLON

→ **MESURAGE** →

EFFETS



VALEUR MESUREE

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



MESURANDE :

ACTIVITE REELLEMENT CONTENUE DANS L'ECHANTILLON

→ **MESURAGE** →

EFFETS



VALEUR MESUREE

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



MESURANDE :

ACTIVITE REELLEMENT CONTENUE DANS L'ECHANTILLON

→ **MESURAGE** →

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



VALEUR MESUREE

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



2 ESPACES DISTINCTS

□

2 SENS DISTINCTS

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



MESURANDE :

ACTIVITE REELLEMENT CONTENUE DANS L'ECHANTILLON

→ **MESURAGE** →

VALEUR MESUREE

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES

1) SENS DIRECT :

DE LA CAUSE VERS L'EFFET

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



CAUSE (*ACTIVITE*) *CONNUE* :

- **ETALON**
- **HYPOTHESE**

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



CAUSE (*ACTIVITE*) *CONNUE* :

- **ETALON**
- **HYPOTHESE**

SENS DIRECT

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



CAUSE (*ACTIVITE*) *CONNU*

- ETALON
- HYPOTHESE

SENS DIRECT

INTERET DE MESURER SI ACTIVITE CONNUE ?

(*ON NE « MESURE » PAS UN ETALON*)

- **ETALONNAGE**

MAIS AUSSI :

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



CAUSE (*ACTIVITE*) *CONNUE* :

- **ETALON**
- **HYPOTHESE**

SENS DIRECT

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



CAUSE (*ACTIVITE*) *CONNUE* :

- **ETALON**
- **HYPOTHESE**

SENS DIRECT

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



CAUSE (*ACTIVITE*) *CONNUE* :

- **ETALON**
- **HYPOTHESE**

SENS DIRECT

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



CAUSE (*ACTIVITE*) *CONNUE* :

- **ETALON**
- **HYPOTHESE**

SENS DIRECT

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



CAUSE (*ACTIVITE*) *CONNUE* :

- **ETALON**
- **HYPOTHESE**

SENS DIRECT

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



MESURE DE LA DISPERSION (σ)

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



CAUSE (*ACTIVI*

- E
- HY

SENS DIRECT

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



E LA DISPERSION (σ)

C'EST DANS CE SENS (*TESTS D'HYPOTHESES*)
QUE SONT DETERMINES :

- **SEUIL DE DECISION**
- **LIMITE DE DETECTION :**

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



CAUSE (*ACTIVI*

- E
- HY

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



E LA DISPERSION (σ)

PROBABILITE « *FREQUENTISTES* »
DES EFFETS SACHANT LES CAUSES

SENS DIRECT

C'EST DANS CE SENS (*TESTS D'HYPOTHESES*)
QUE SONT DETERMINES :

- **SEUIL DE DECISION**
- **LIMITE DE DETECTION :**

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES

2) SENS INVERSE :

DE L'EFFET VERS LA CAUSE

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



ACTIVITE *INCONNUE*

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



ACTIVITE *INCONNUE*

→ **MESURAGE**

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



ACTIVITE ***INCONNUE***

→ MESURAGE →

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



ACTIVITE MESUREE

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



ACTIVITE MESUREE

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



SENS INVERSE

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



ACTIVITE MESUREE

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



ESTIMATION DE L'ACTIVITE VRAIE

SENS INVERSE

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



ACTIVITE MESUREE

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



ESTIMATION DE L'ACTIVI

SENS INVERSE

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



ACTIVITE MESUREE

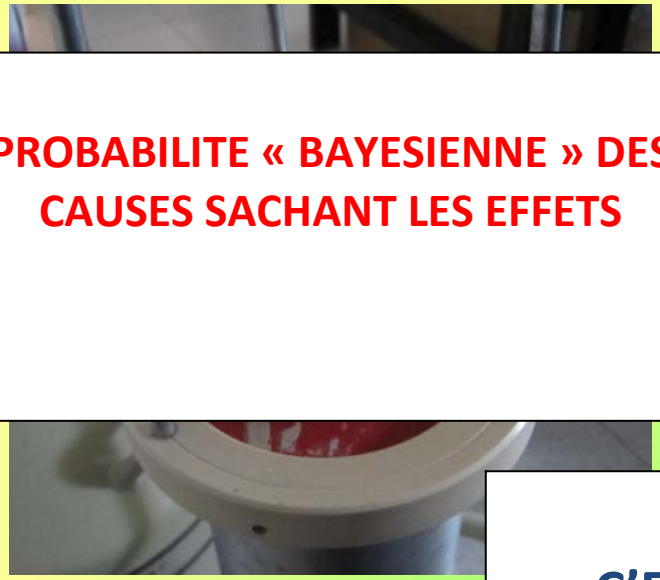
C'EST DANS CE SENS QU'EMERGE

LE CONCEPT D'INCERTITUDE u

ASSOCIEE A CETTE ESTIMATION

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



PROBABILITE « BAYESIENNE » DES CAUSES SACHANT LES EFFETS

ESTIMATION DE L'ACTIVI

SENS INVERSE

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



ACTIVITE MESUREE

C'EST DANS CE SENS QU'EMERGE LE CONCEPT D'INCERTITUDE u ASSOCIEE A CETTE ESTIMATION

NE PAS DISTINGUER CES DEUX SENS

C'EST PRENDRE LE RISQUE DE CONFONDRE :

NE PAS DISTINGUER CES DEUX SENS
C'EST PRENDRE LE RISQUE DE CONFONDRE :

- TESTS D'HYPOTHESES I.E. SEUIL ET LIMITE (SENS DIRECT)

NE PAS DISTINGUER CES DEUX SENS
C'EST PRENDRE LE RISQUE DE CONFONDRE :

- TESTS D'HYPOTHESES I.E. SEUIL ET LIMITE (SENS DIRECT)

- INCERTITUDES (SENS INVERSE)

NE PAS DISTINGUER CES DEUX SENS
C'EST PRENDRE LE RISQUE DE CONFONDRE :

- TESTS D'HYPOTHESES I.E. SEUIL ET LIMITE (SENS DIRECT)

- INCERTITUDES (SENS INVERSE)

C'EST POURTANT LA VOIE CHOISIE PAR LES AUTEURS DE LA NORME ISO 11929 !!

PIECE EN 3 ACTES

PIECE EN 3 ACTES

1. PRESENTATION DE LA METHODE CLASSIQUE DES TESTS D'HYPOTHESE (SEUIL DE DECISION , LIMITE DE DETECTION)
   + *ESTIMATEURS BAYESIENS DE L'INCERTITUDE*

PIECE EN 3 ACTES

1. PRESENTATION DE LA METHODE CLASSIQUE DES TESTS D'HYPOTHESE (SEUIL DE DECISION , LIMITE DE DETECTION)
   + *ESTIMATEURS BAYESIENS DE L'INCERTITUDE*

2. METHODE PRECONISEE PAR L'ISO 11929

PIECE EN 3 ACTES

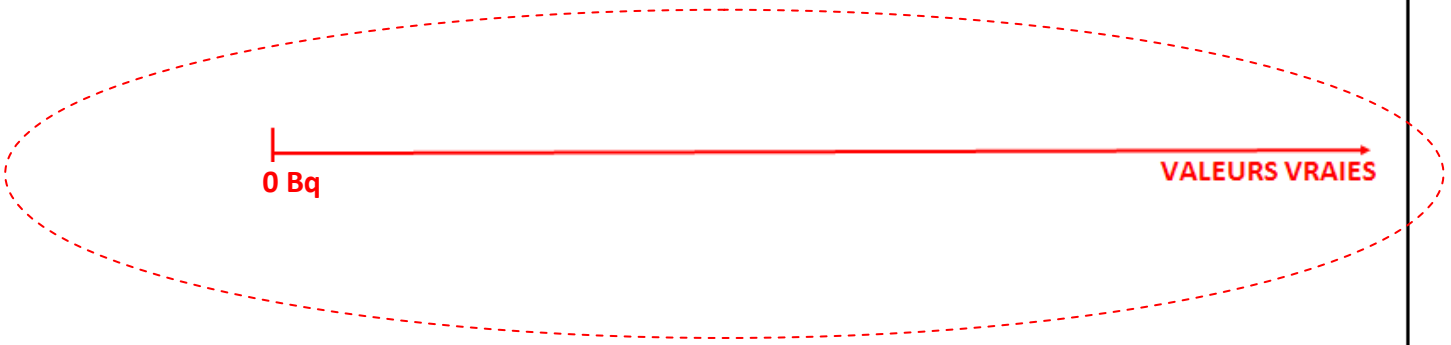
1. PRESENTATION DE LA METHODE CLASSIQUE DES TESTS D'HYPOTHESE (SEUIL DE DECISION , LIMITE DE DETECTION)
   + *ESTIMATEURS BAYESIENS DE L'INCERTITUDE*

2. METHODE PRECONISEE PAR L'ISO 11929

3. COMPARAISON DES RESULTATS SUR 1 CAS CONCRET (MESURE < SD)

ACTE 1

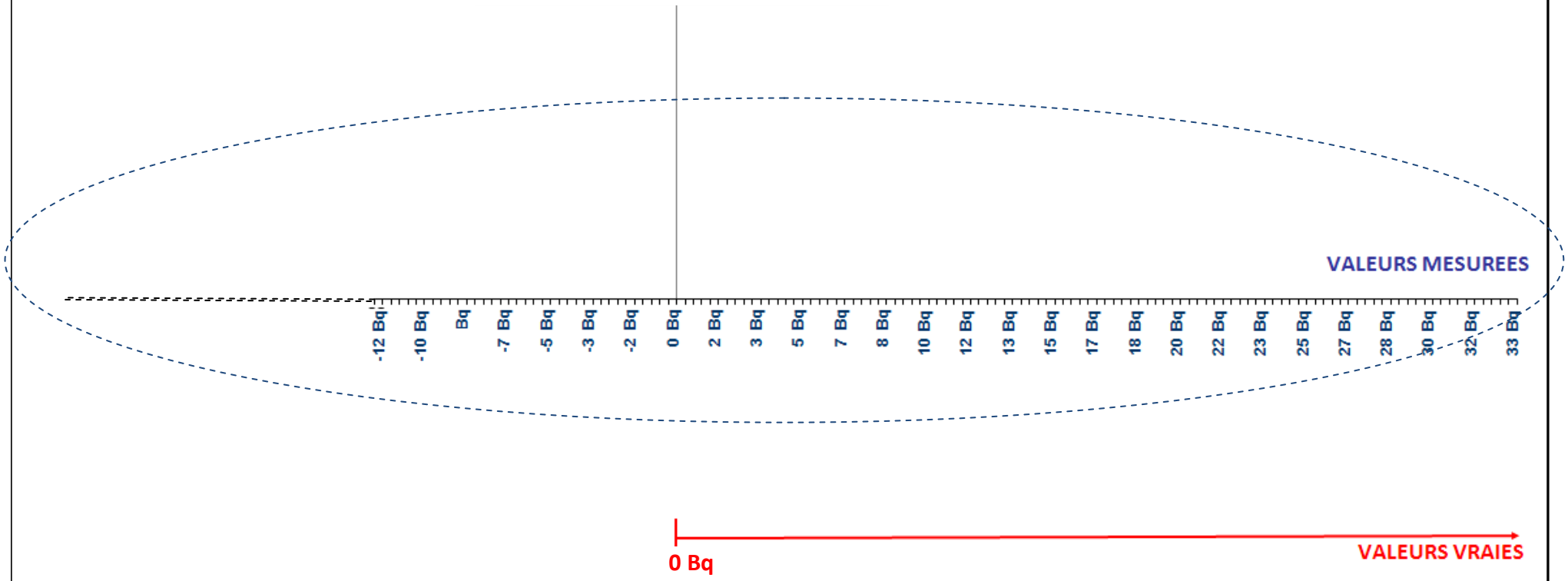
PRESENTATION DE LA METHODE CLASSIQUE DES TESTS D'HYPOTHESE (SEUIL DE DECISION , LIMITE DE DETECTION) + *ESTIMATEURS BAYESIENS DE L'INCERTITUDE*



ON COMMENCE PAR CONSIDERER UN ESPACE DES VALEURS VRAIES POSSIBLES

-ACTIVITE REELLEMENT CONTENUE DANS L'ECHANTILLON-

NULLES OU POSITIVES



PUIS UN ESPACE DES VALEURS DE MESURES

-OBTENUES A PARTIR D'UN COMPTAGE BRUT CORRIGE DU BRUIT DE FOND-

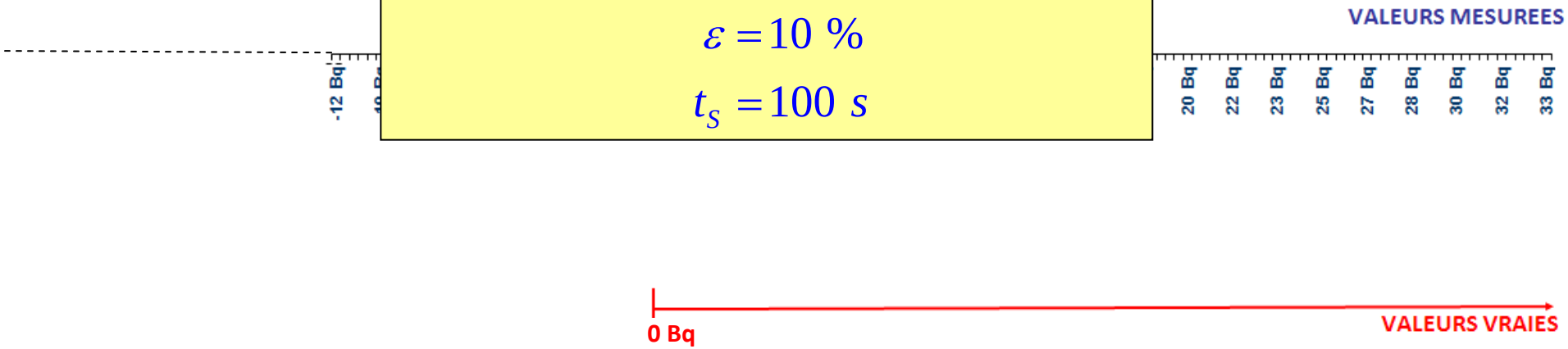
POSITIVES, NULLES OU NEGATIVES

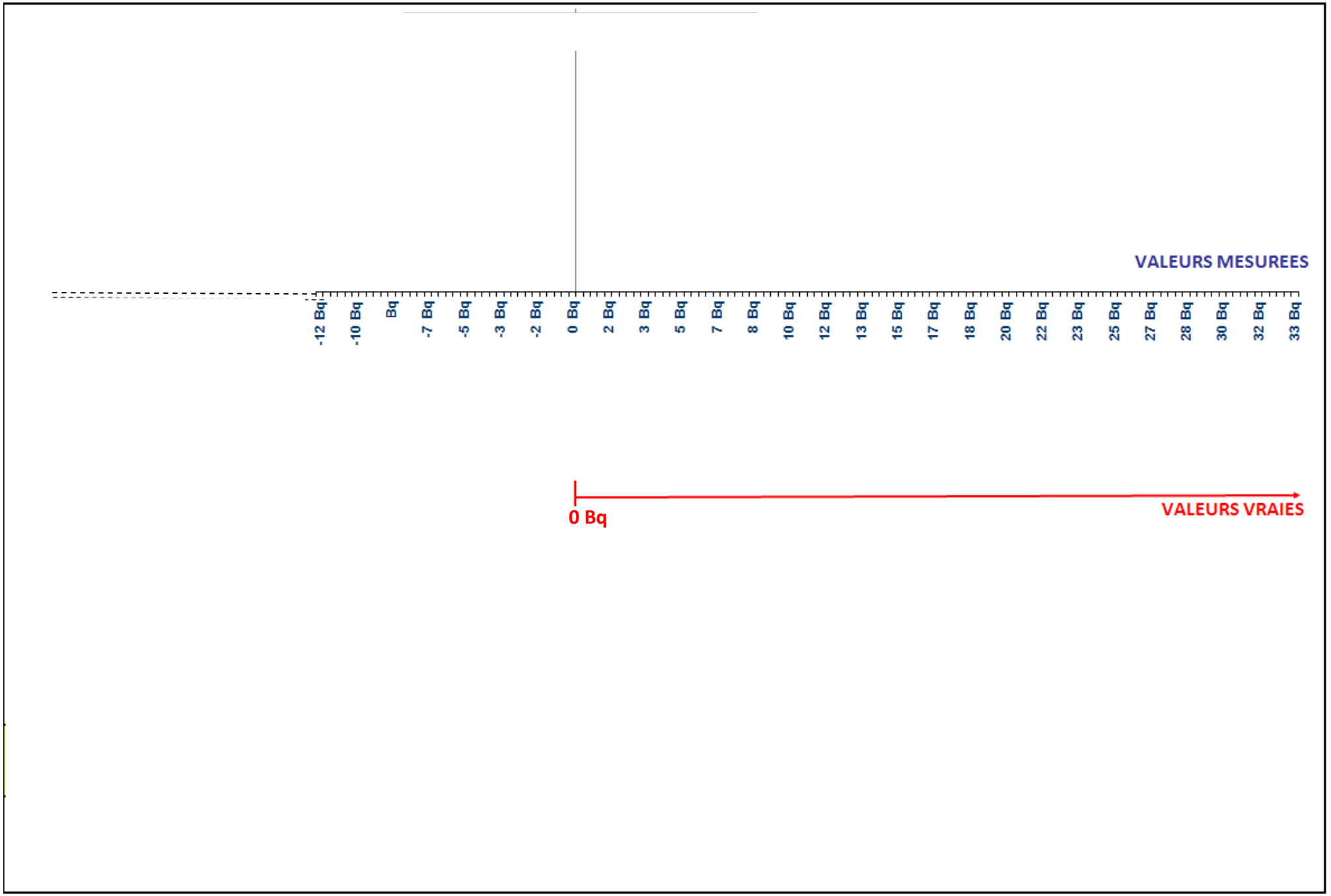
MODELE DE LA MESURE :

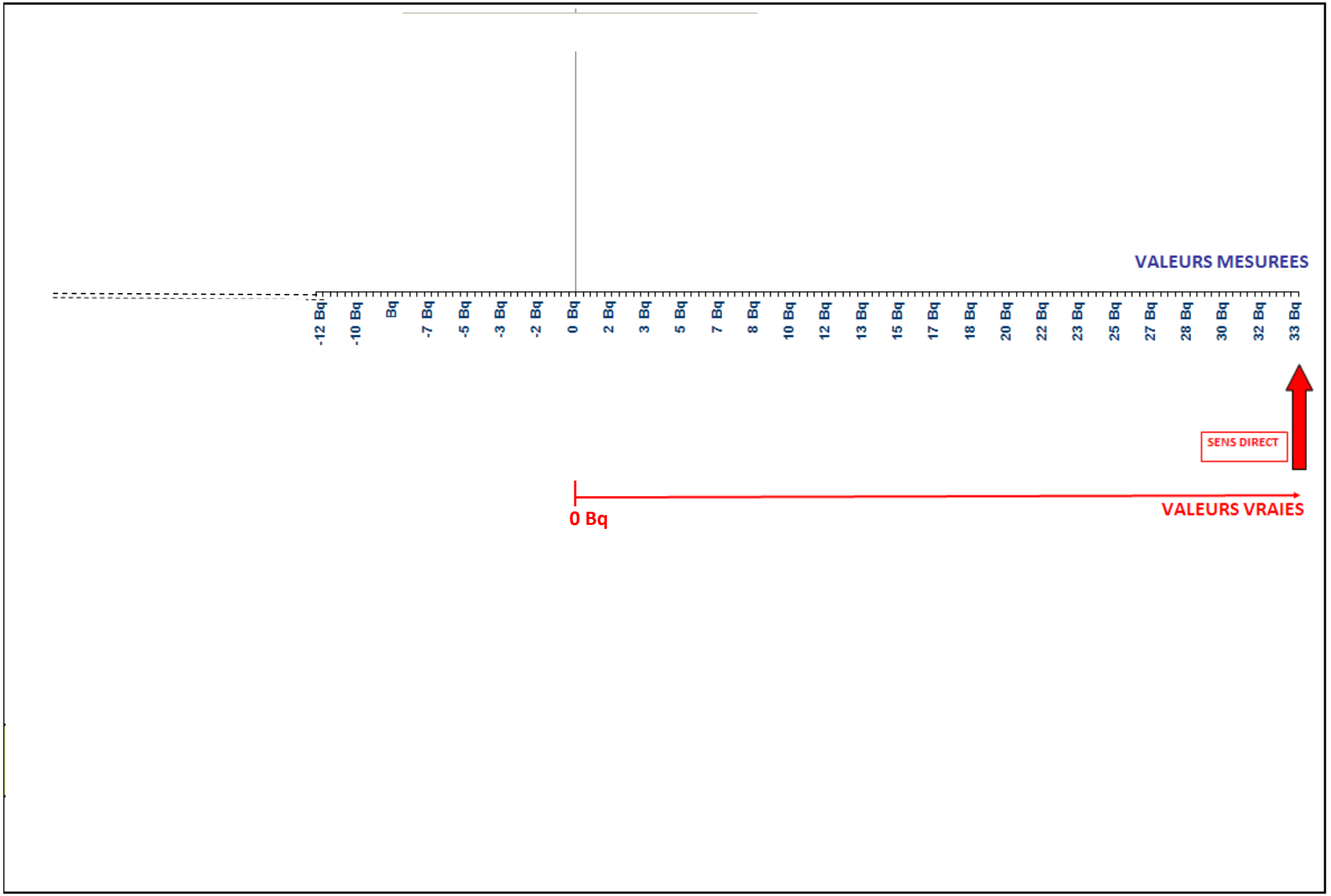
$$A_{mes.} = \frac{Brut - BdF}{\varepsilon\, t_S} = \frac{Net}{\varepsilon\, t_S}$$

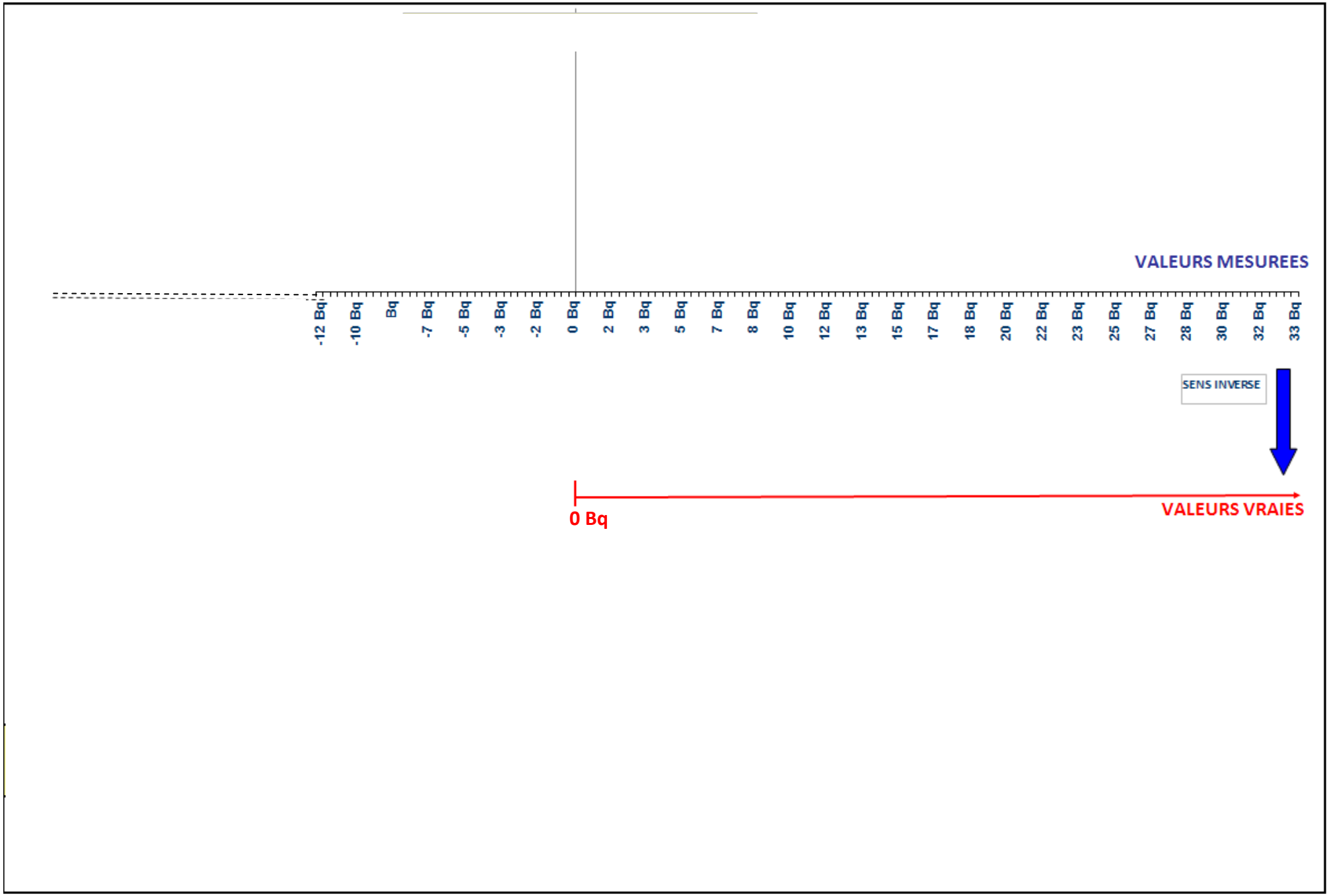
$$\varepsilon = 10\ \%$$

$$t_S = 100\ s$$

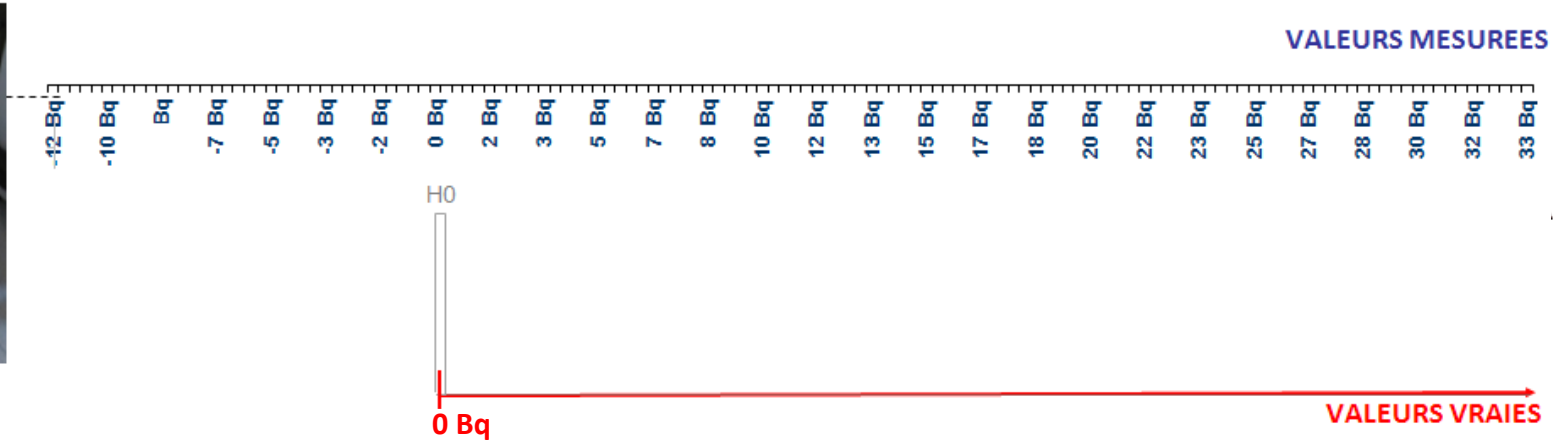



VALEURS MESUREES
-12 Bq
-10 Bq
Bq
-7 Bq
-5 Bq
-3 Bq
-2 Bq
0 Bq
2 Bq
3 Bq
5 Bq
7 Bq
8 Bq
10 Bq
12 Bq
13 Bq
15 Bq
17 Bq
18 Bq
20 Bq
22 Bq
23 Bq
25 Bq
27 Bq
28 Bq
30 Bq
32 Bq
33 Bq
0 Bq
VALEURS VRAIES


VALEURS MESUREES
-12 Bq
-10 Bq
Bq
-7 Bq
-5 Bq
-3 Bq
-2 Bq
0 Bq
2 Bq
3 Bq
5 Bq
7 Bq
8 Bq
10 Bq
12 Bq
13 Bq
15 Bq
17 Bq
18 Bq
20 Bq
22 Bq
23 Bq
25 Bq
27 Bq
28 Bq
30 Bq
32 Bq
33 Bq
SENS DIRECT
0 Bq
VALEURS VRAIES


VALEURS MESUREES
-12 Bq
-10 Bq
Bq
-7 Bq
-5 Bq
-3 Bq
-2 Bq
0 Bq
2 Bq
3 Bq
5 Bq
7 Bq
8 Bq
10 Bq
12 Bq
13 Bq
15 Bq
17 Bq
18 Bq
20 Bq
22 Bq
23 Bq
25 Bq
27 Bq
28 Bq
30 Bq
32 Bq
33 Bq
SENS INVERSE
0 Bq
VALEURS VRAIES





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H0 :

⇔

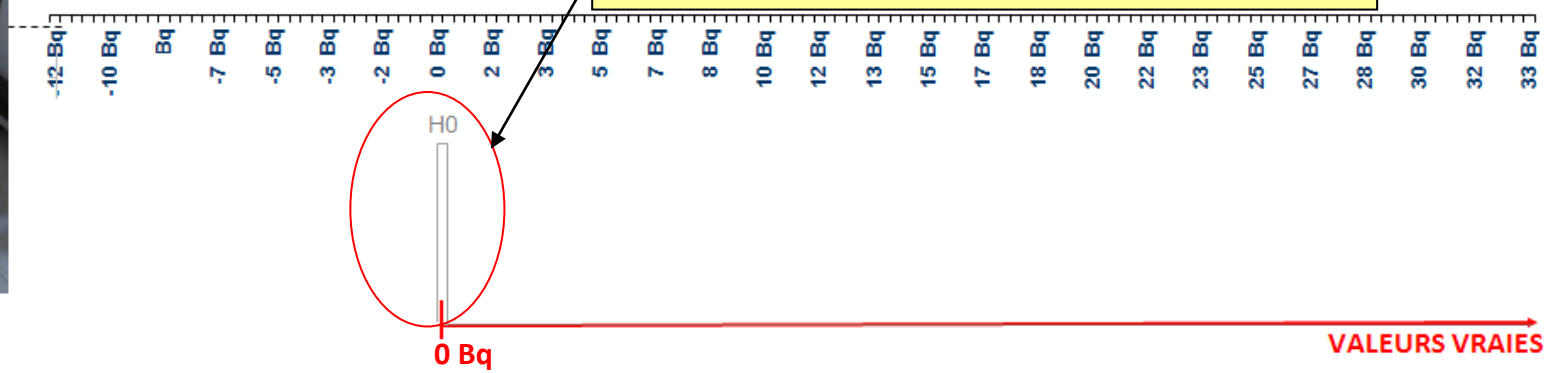
ECHANTILLON NON RADIOACTIF

⇔

VALEUR VRAIE NULLE



HYPOTHESE H0



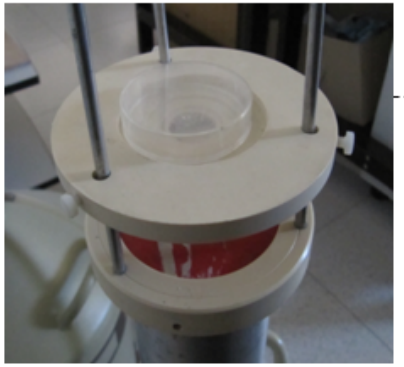


1 MESURE DE BRUIT DE FOND

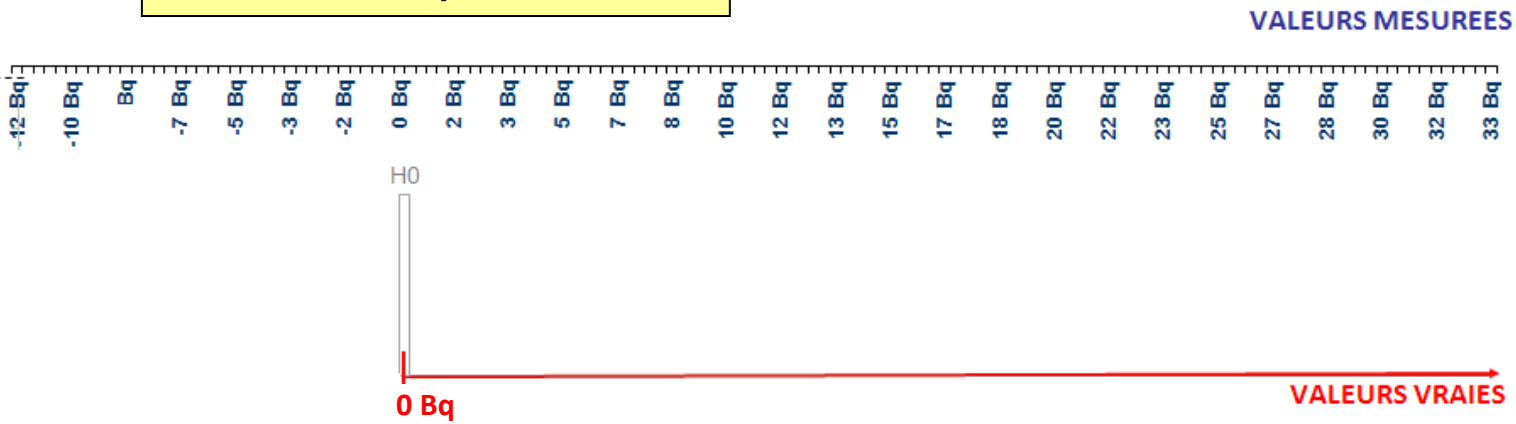
+

HYPOTHESE POISSONIENNE

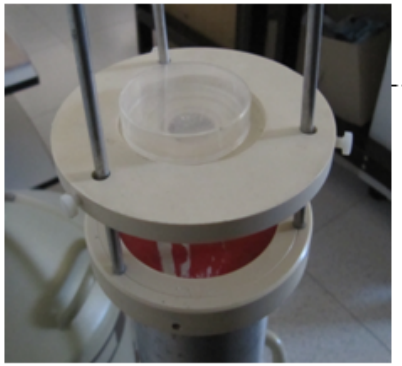
⇒



HYPOTHESE H0



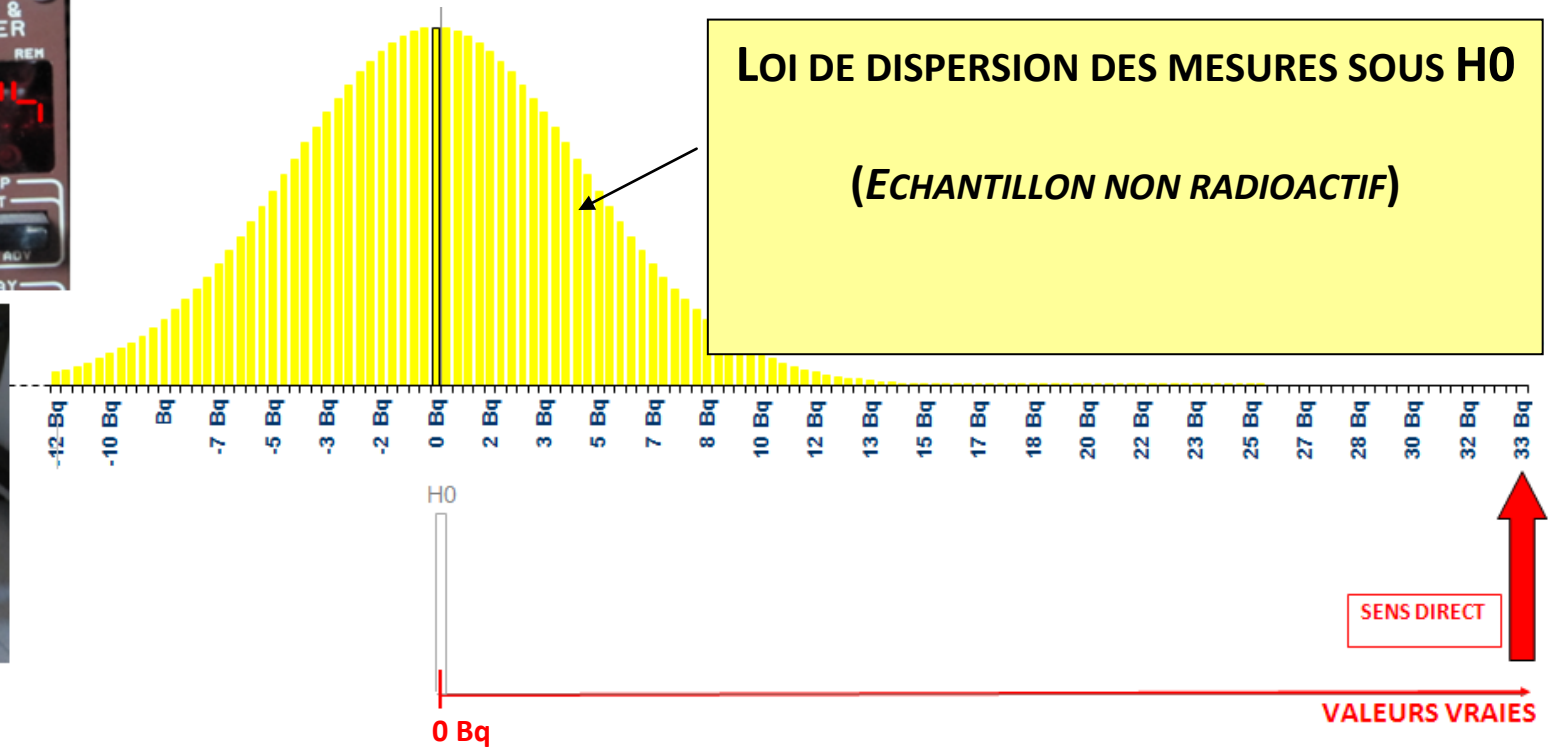


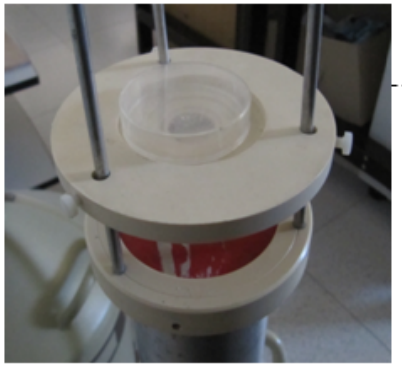


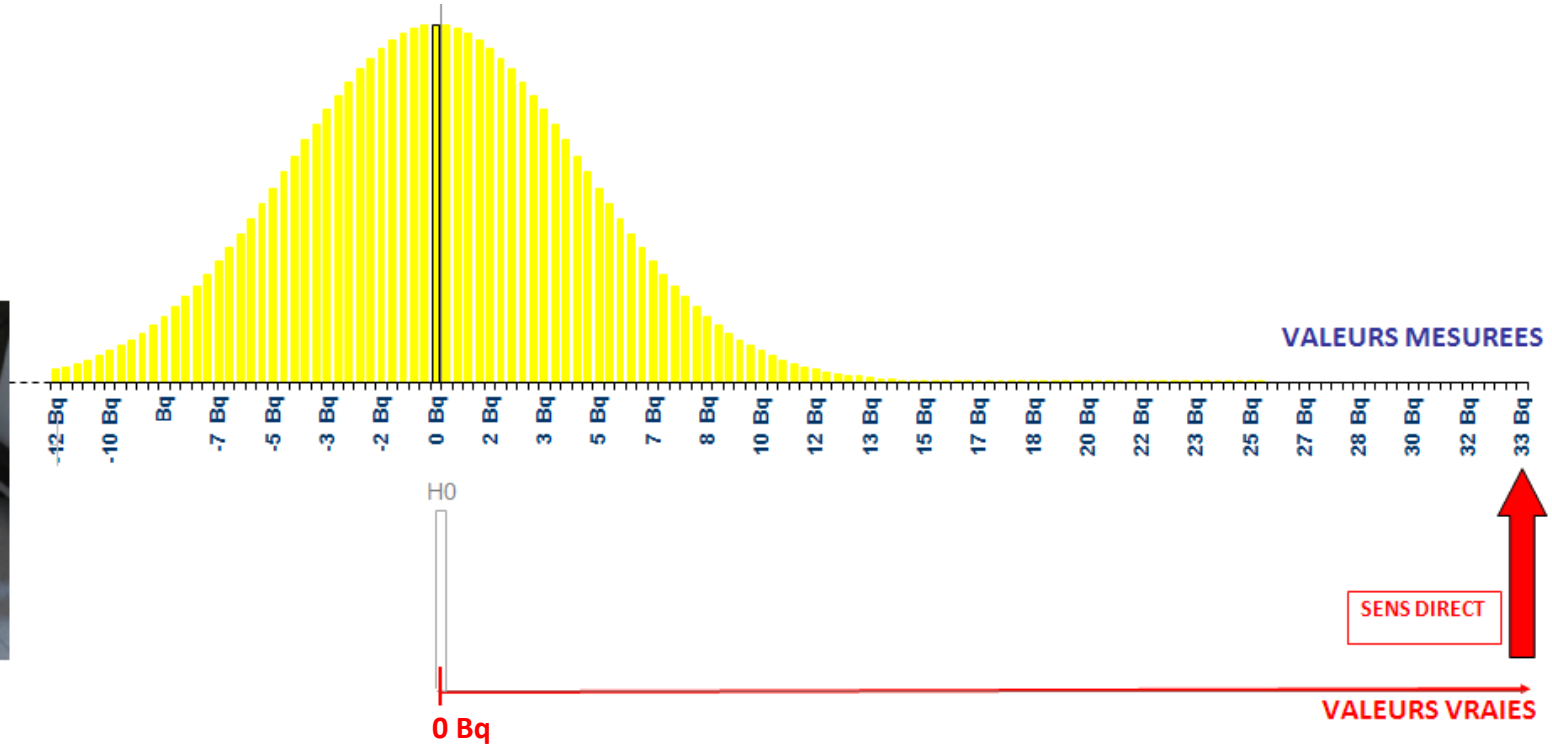
HYPOTHESE H0

LOI DE DISPERSION DES MESURES SOUS H0

(*ECHANTILLON NON RADIOACTIF*)

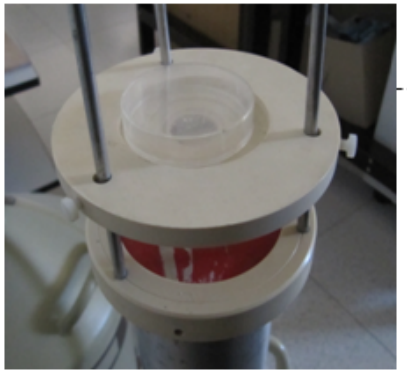


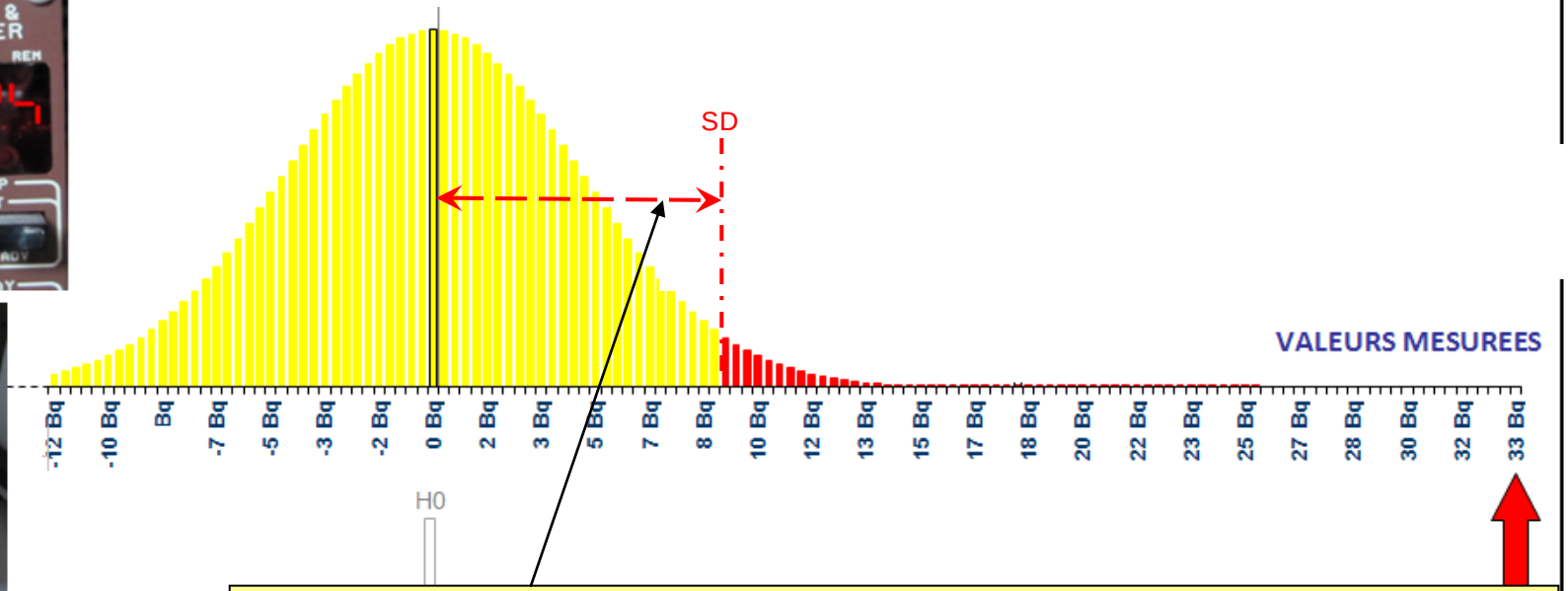




HYPOTHESE H0







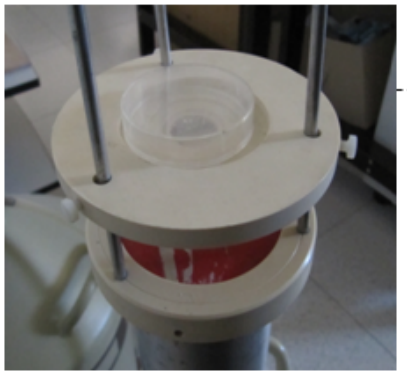
HYPOTHESE H0

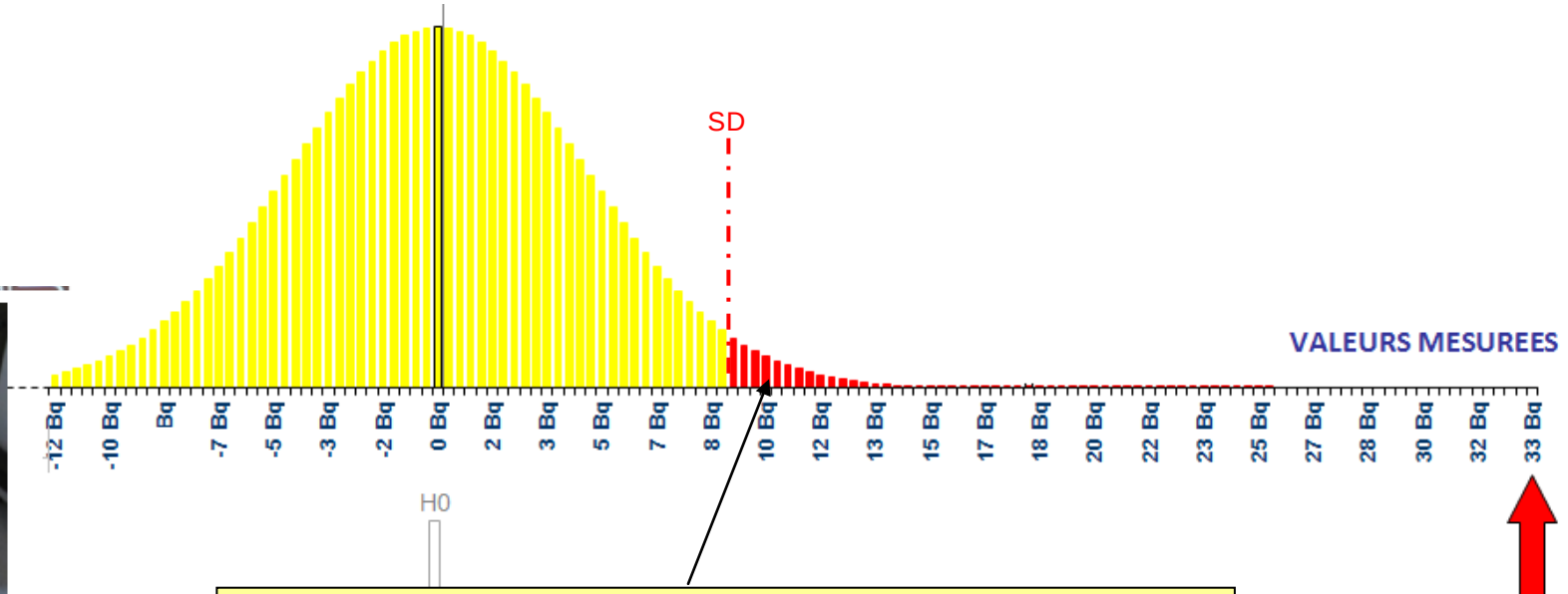
Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

ON CONSTRUIT LE SEUIL DE DECISION (*VALEUR DE MESURE*) A PARTIR DE LA DISTRIBUTION DE L'HYPOTHESE H0 VS RISQUE ALPHA DONNE :

$$SD = k_{1-\alpha}\sigma_{H_0} \approx k_{1-\alpha}\sqrt{2(BdF+1)}\Big/\varepsilon t_s = 9\ Bq$$





HYPOTHESE H0

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

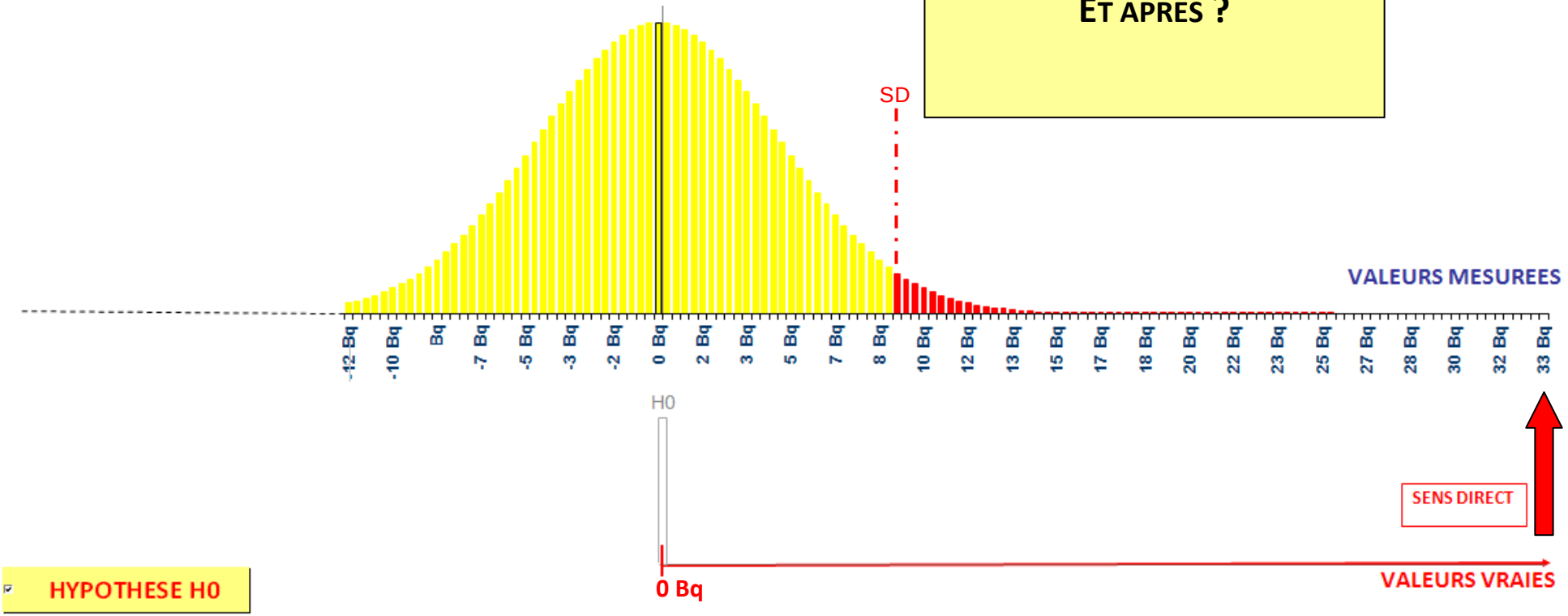
uSD= +/-0,28 bq

UTILISATION SD *A PRIORI :*

RISQUE ALPHA : TAUX ATTENDU DE FAUX POSITIF

(CONCEPT FREQUENTISTE)

ET APRES ?

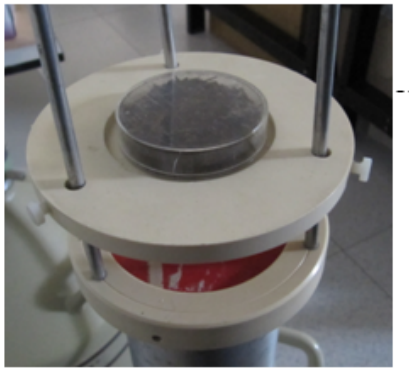


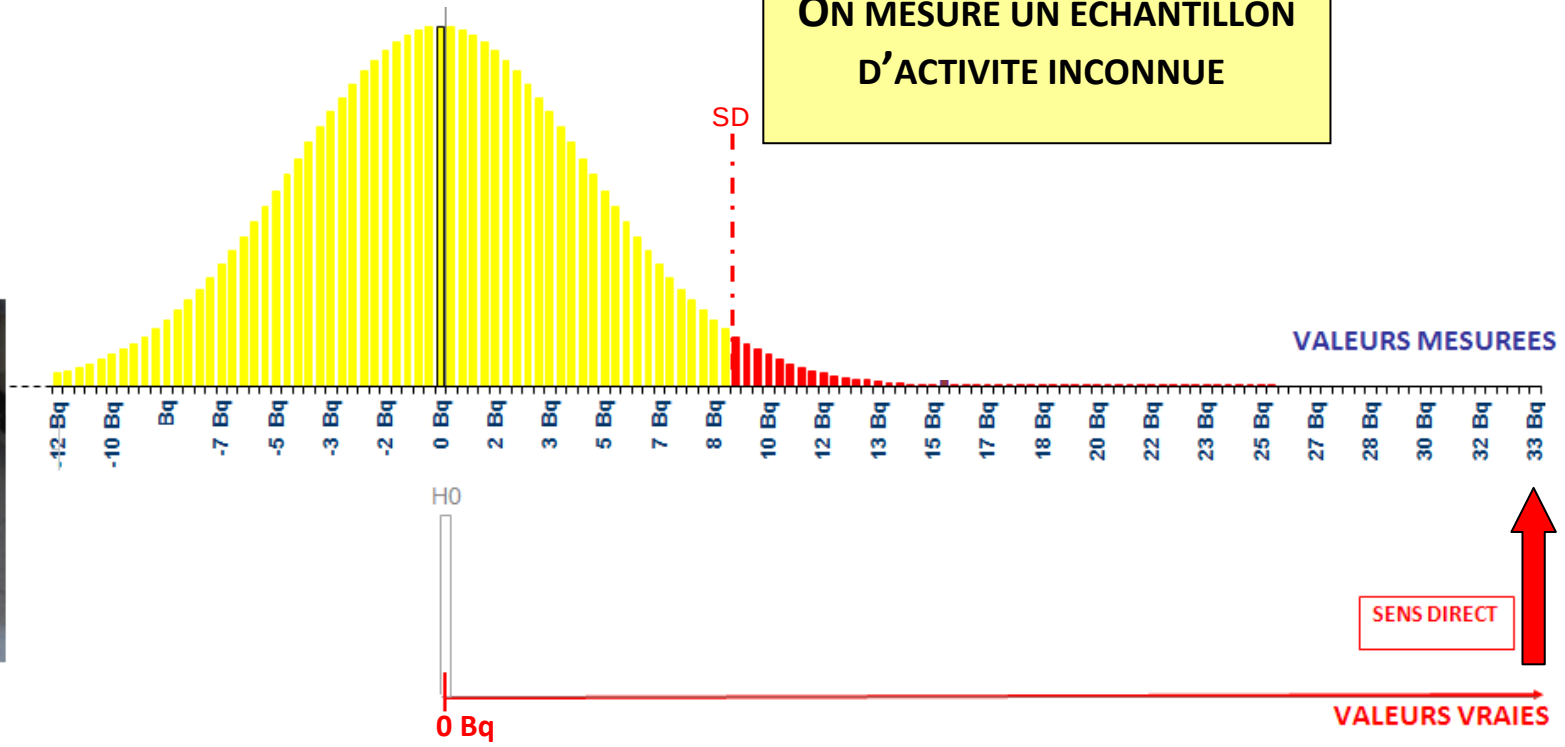
HYPOTHESE H0

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

ON MESURE UN ECHANTILLON D'ACTIVITE INCONNUE





☑ **HYPOTHESE H0**

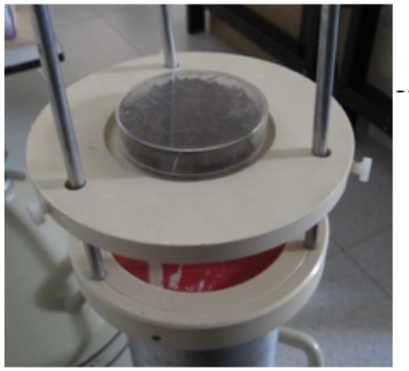
Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

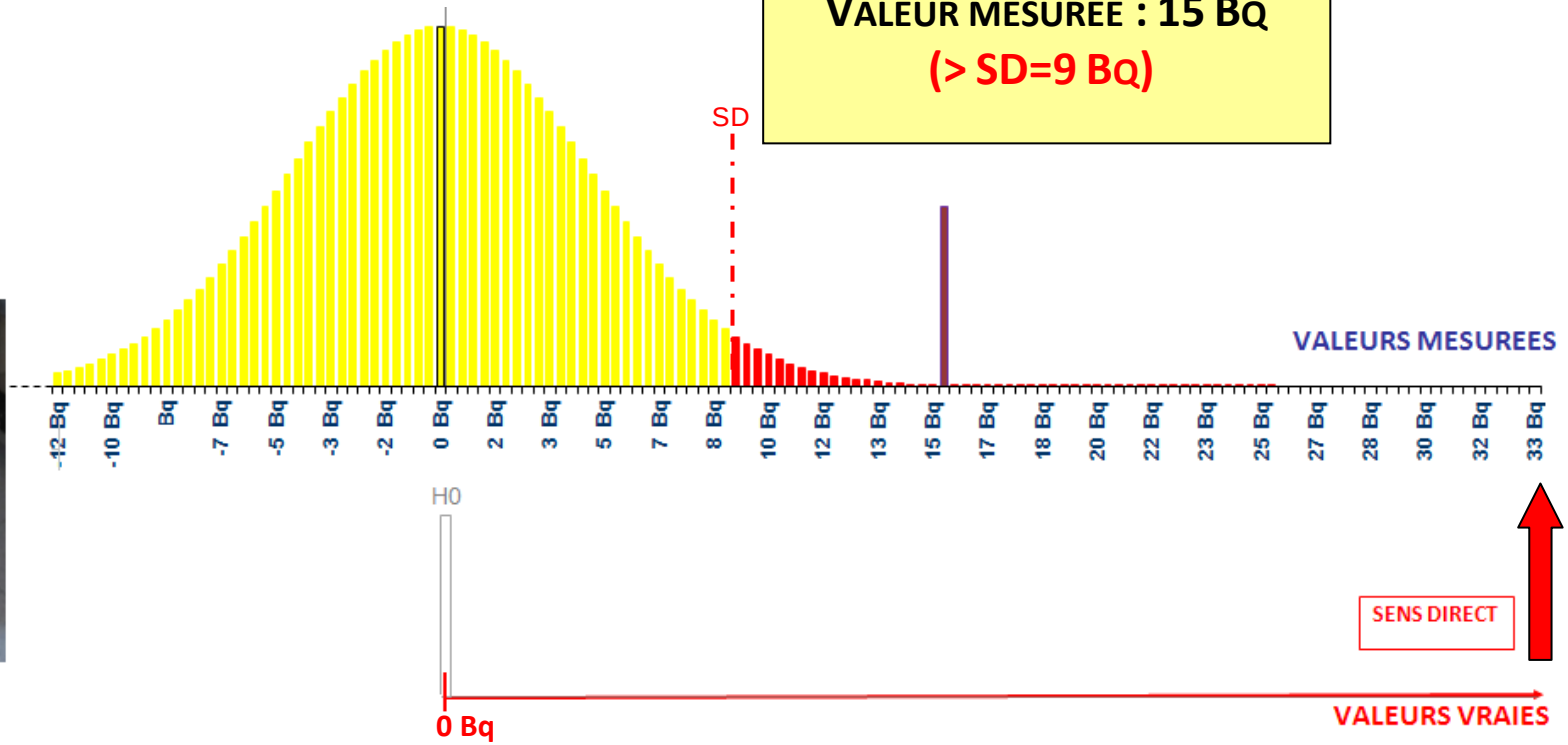
uSD= +/-0,28 bq



☑ **MESURE ECHANTILLON**

VALEUR MESUREE : 15 BQ
(> SD=9 BQ)





☑ **HYPOTHESE H0**

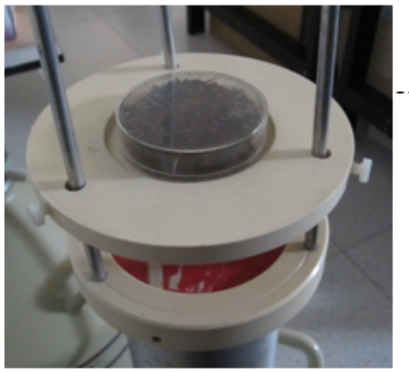
Risque α = 2,55% ⇒ **SD(Bq)= 9,0 Bq**

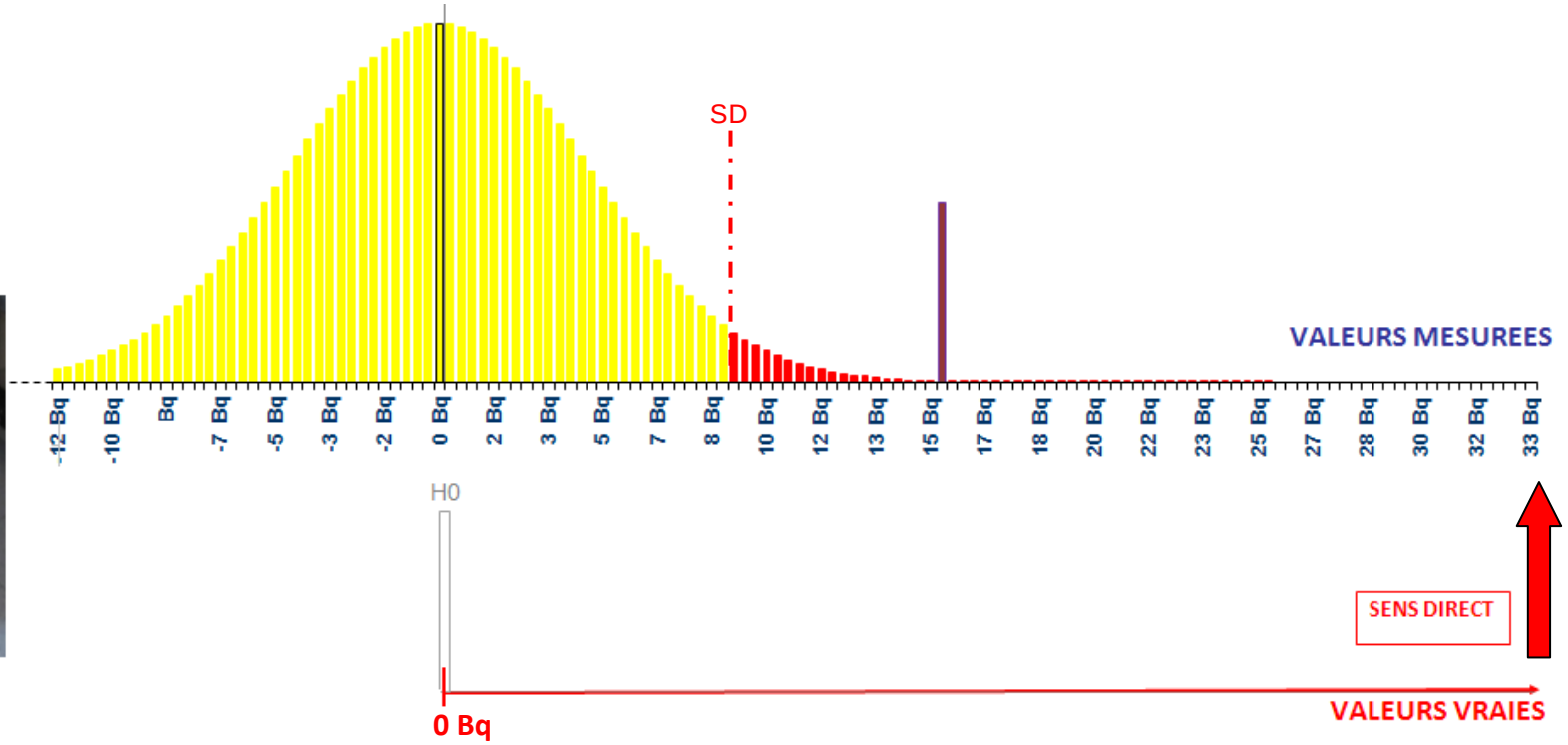
uSD= +/-0,28 bq



☑ **MESURE ECHANTILLON**

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?
1174	15 Bq	*OUI*





☑ **HYPOTHESE H0**

Risque α = 2,55% ⇒ **SD(Bq)= 9,0 Bq**

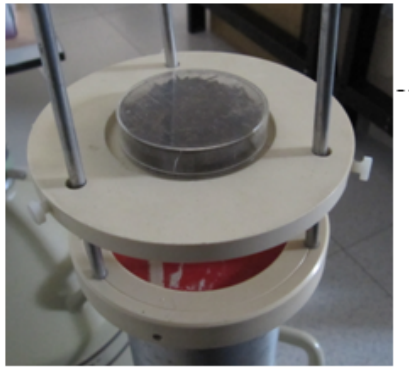
uSD= +/-0,28 bq

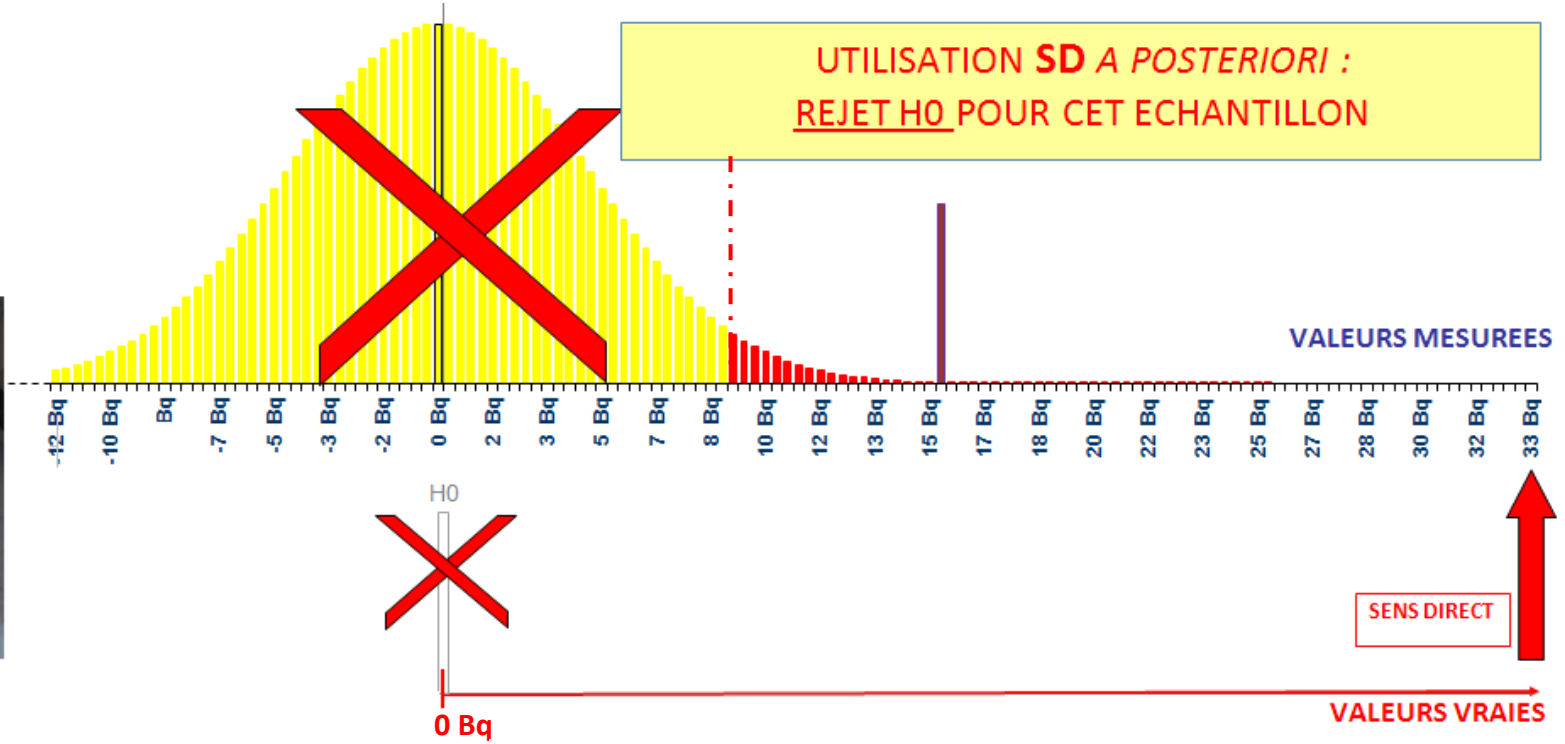


☑ **MESURE ECHANTILLON**

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?
1174	15 Bq	*OUI*

UTILISATION **SD** *A POSTERIORI* :
REJET H0 POUR CET ECHANTILLON





☑ HYPOTHESE H0

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

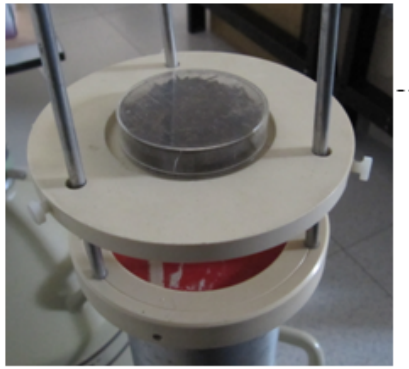
uSD= +/-0,28 bq

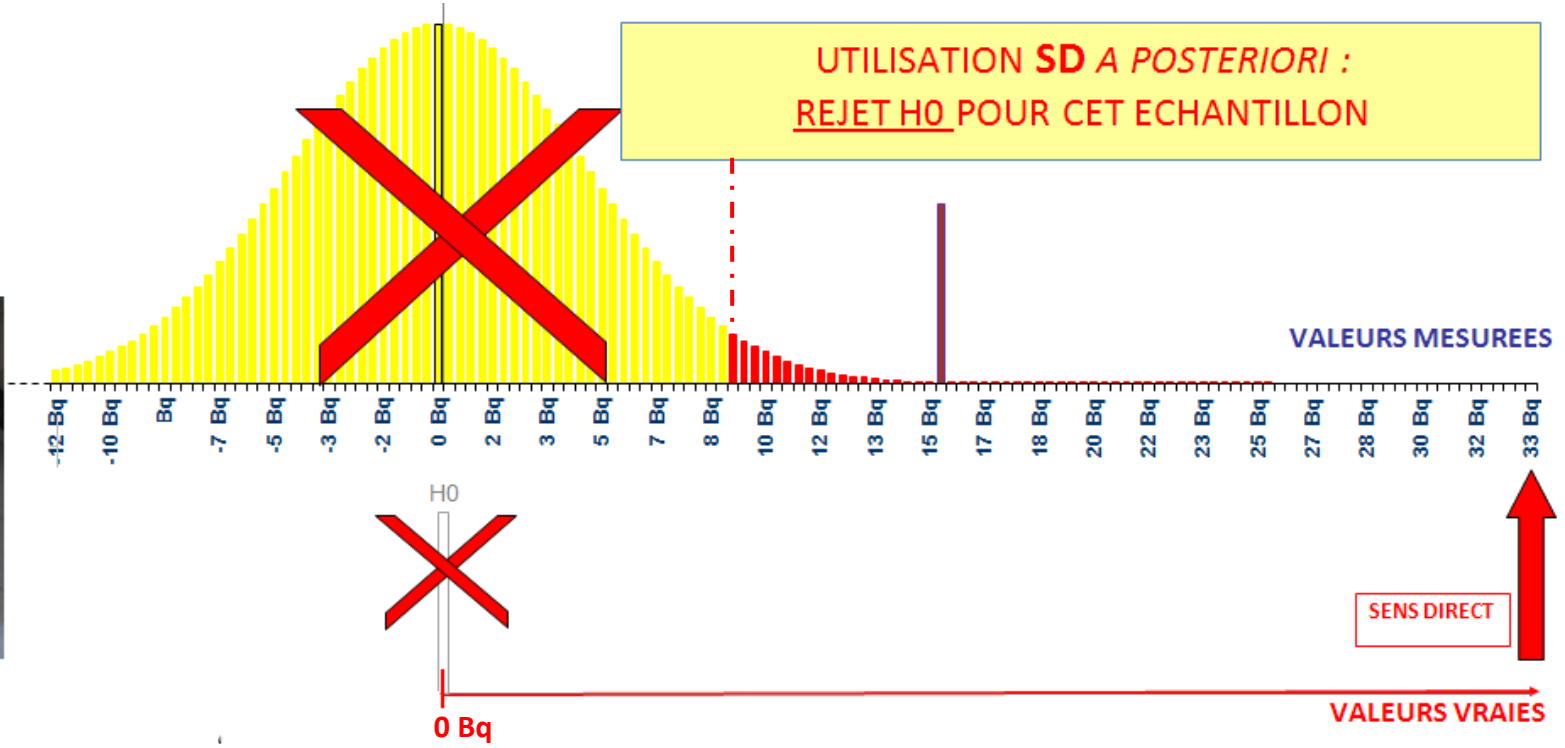


☑ MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?
1174	15 Bq	*OUI*

UTILISATION **SD** *A POSTERIORI* :
REJET H0 POUR CET ECHANTILLON





☑ HYPOTHESE H0

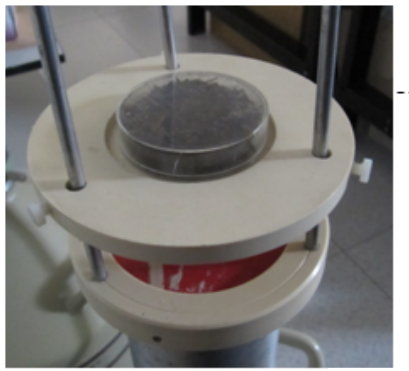
Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

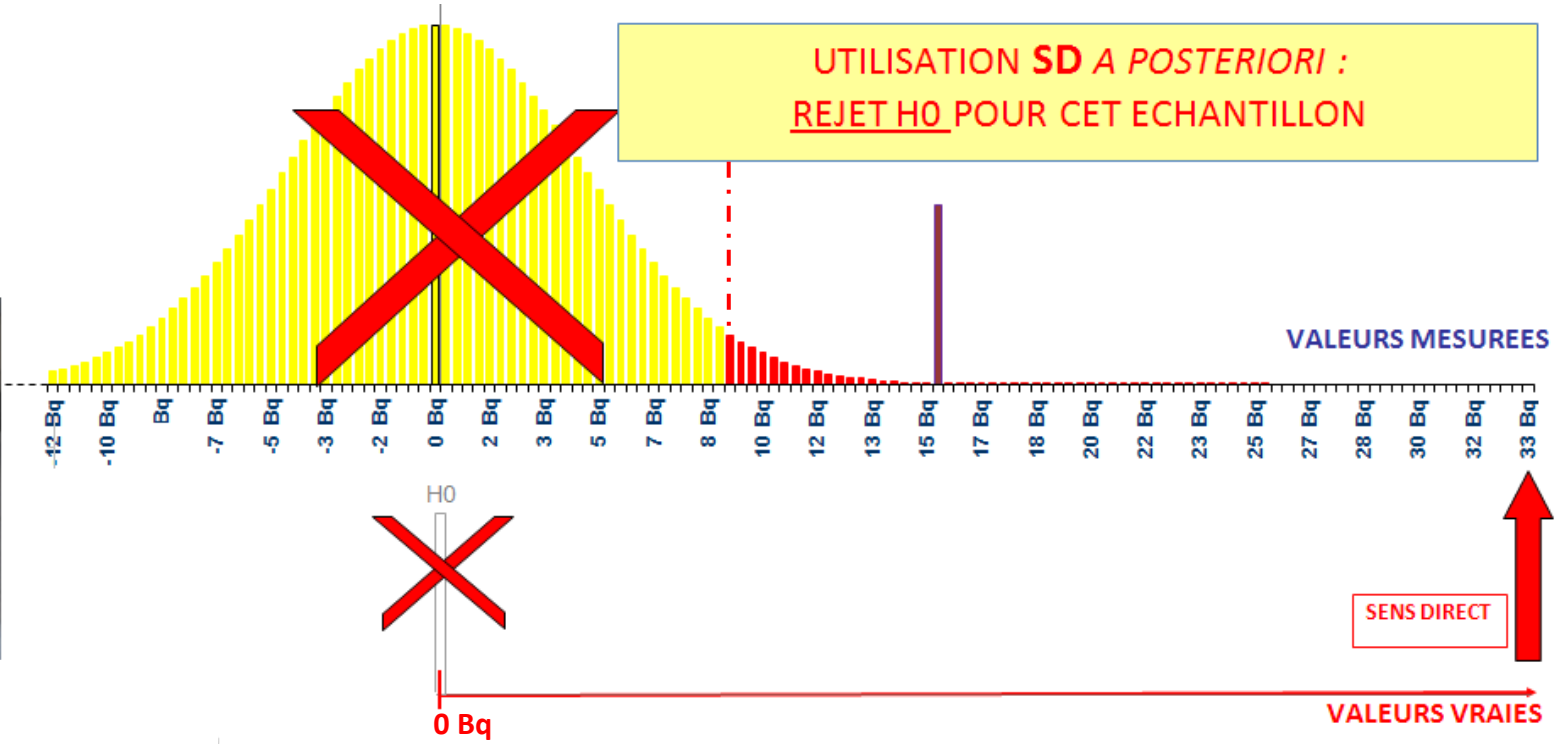


☑ MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté



UTILISATION **SD** *A POSTERIORI* :
REJET H0 POUR CET ECHANTILLON



☑ HYPOTHESE H0

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq



☑ MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

« EFFET DETECTE » ☐
CAUSE PRESENTE ☐
RADIOACTIVITE AVEREE DANS L'ECHANTILLON

SEUIL DE DECISION (VALEUR DE MESURE) :

- **RÔLE 1** (*a priori*) : QUANTIFICATION DU RISQUE STATISTIQUE DE FAUX POSITIFS
- **RÔLE 2** (*a posteriori*) : CONFIRMATION RADIOACTIVITE DANS L'ECHANTILLON

HYPOTHESE H0

0 Bq

VALEURS VRAIES

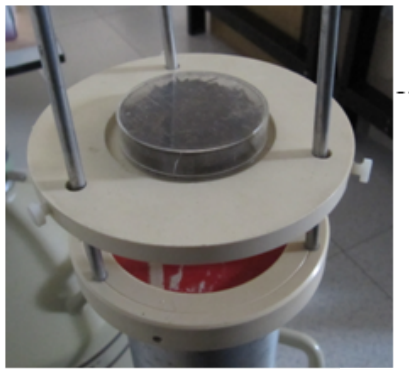
Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

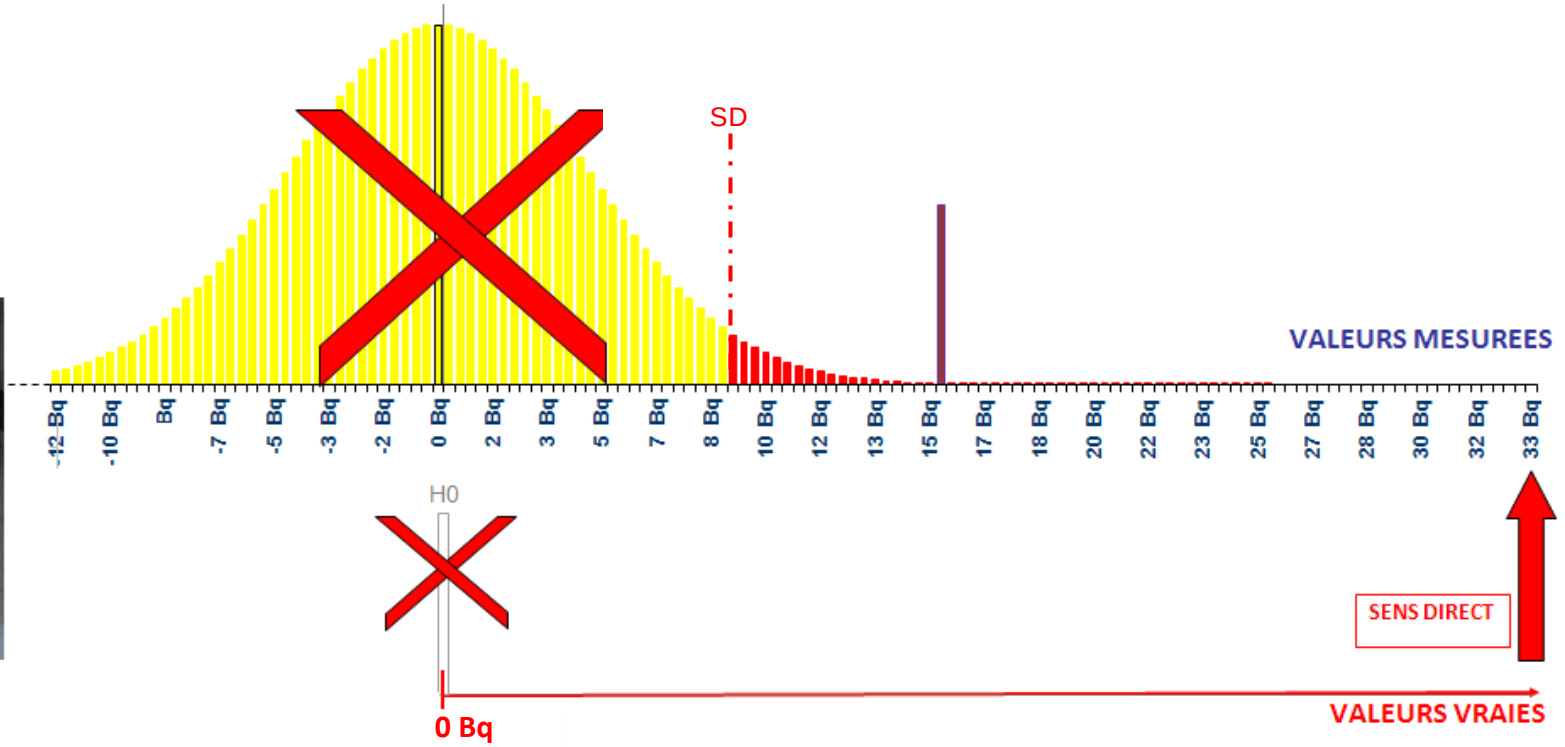
uSD= +/-0,28 bq



MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté





☑ **HYPOTHESE H0**

Risque α = 2,55% ⇒ **SD(Bq)= 9,0 Bq**

uSD= +/-0,28 bq

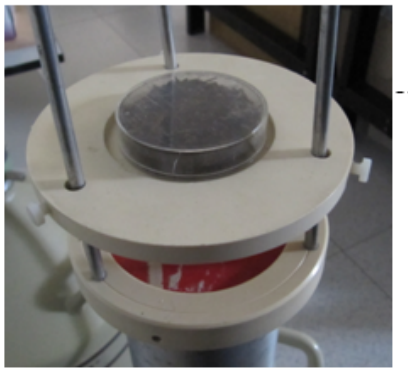


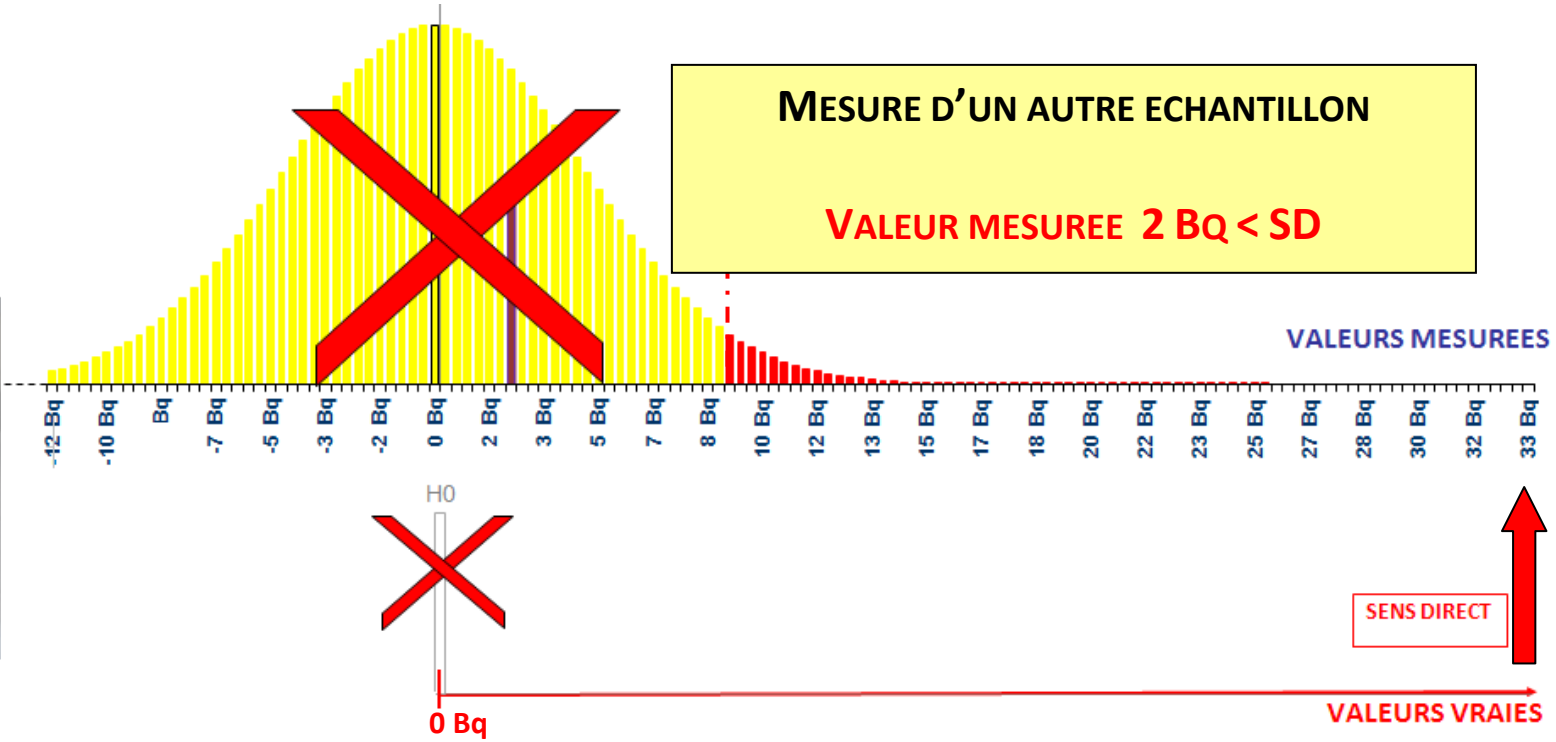
☑ **MESURE ECHANTILLON**

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

MESURE D'UN AUTRE ECHANTILLON

VALEUR MESUREE 2 BQ < SD





HYPOTHESE H0

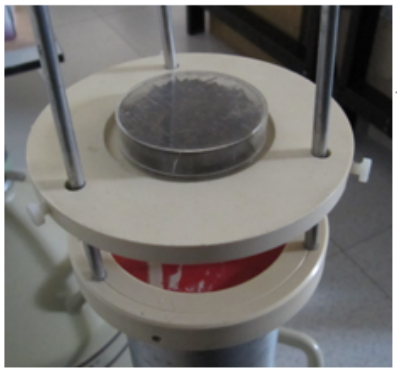
Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

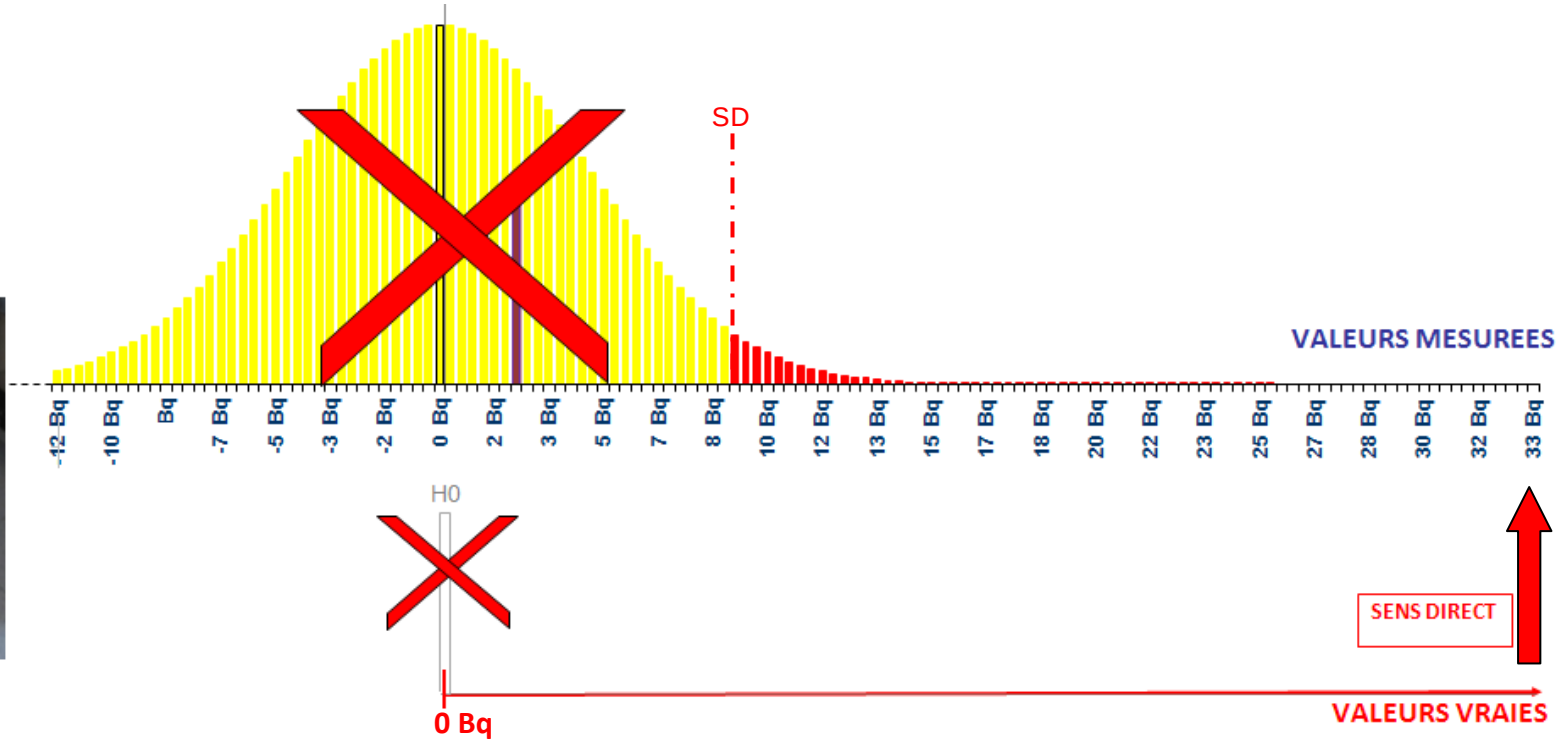
uSD= +/-0,28 bq



MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?
1044	2 Bq	NON





☑ HYPOTHESE H0

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

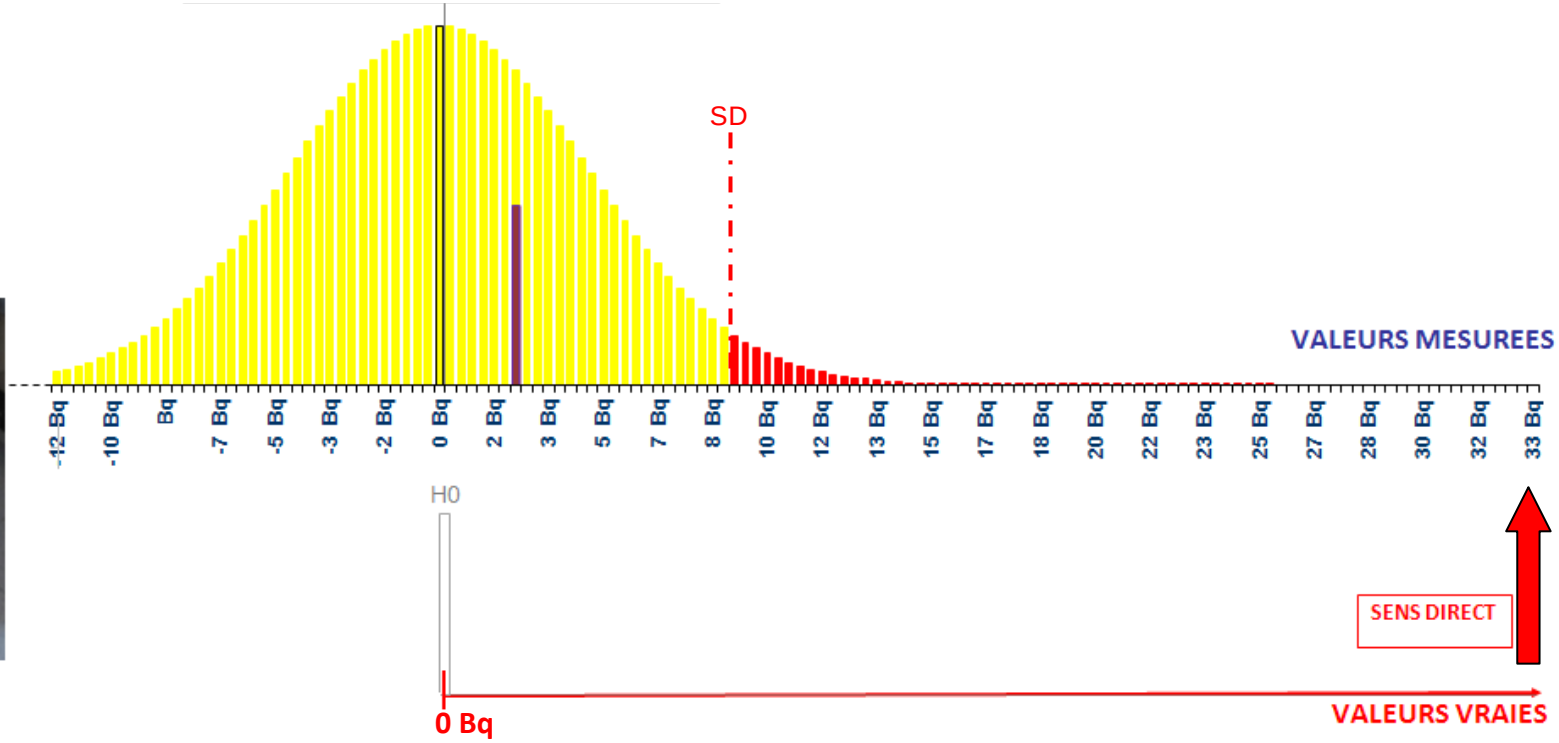
uSD= +/-0,28 bq



☑ MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	?





☑ **HYPOTHESE H0**

Risque α = 2,55% ⇒ **SD(Bq)= 9,0 Bq**

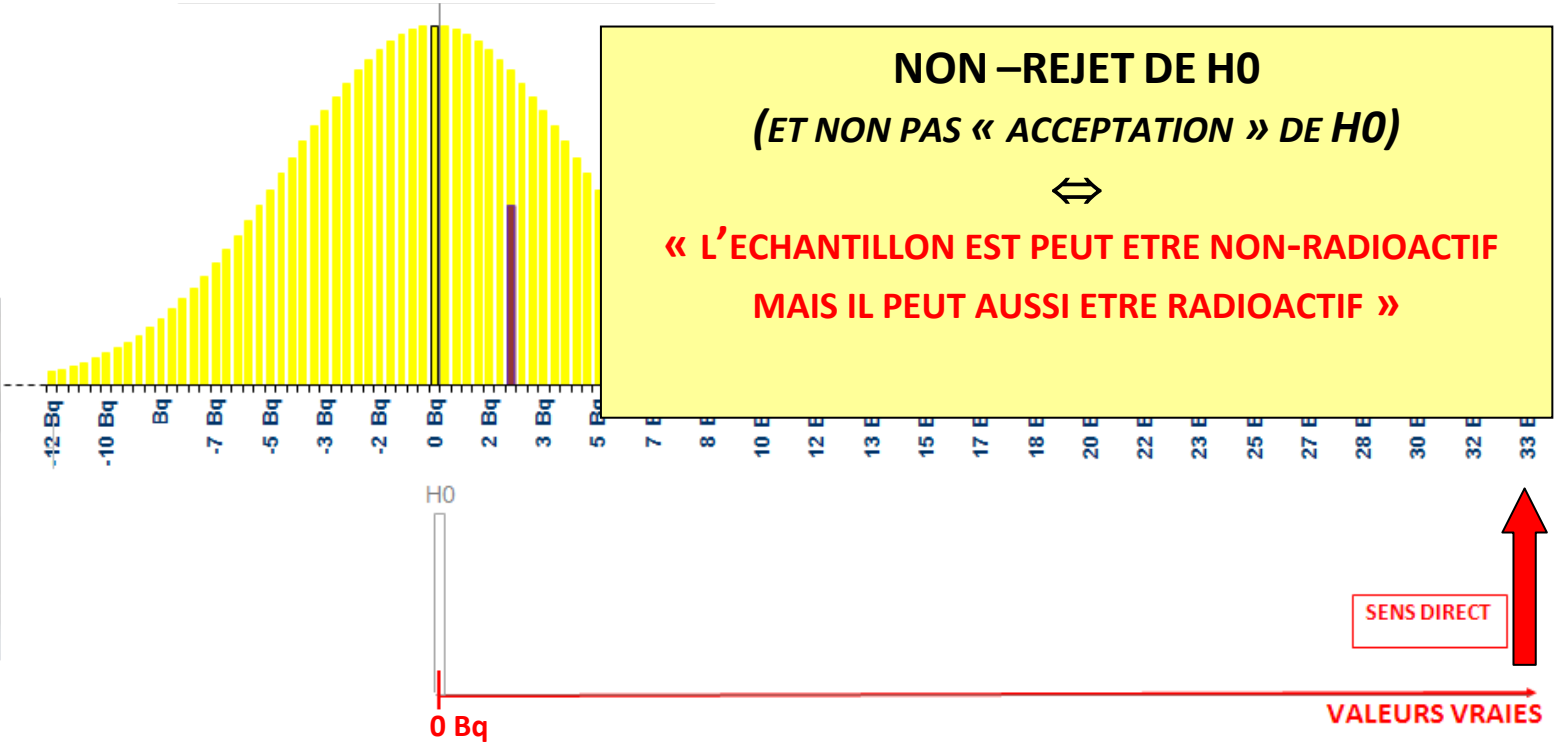
uSD= +/-0,28 bq



☑ **MESURE ECHANTILLON**

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	?





NON –REJET DE H0

(ET NON PAS « ACCEPTATION » DE H0)

⇔

« L'ECHANTILLON EST PEUT ETRE NON-RADIOACTIF

MAIS IL PEUT AUSSI ETRE RADIOACTIF »

HYPOTHESE H0

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

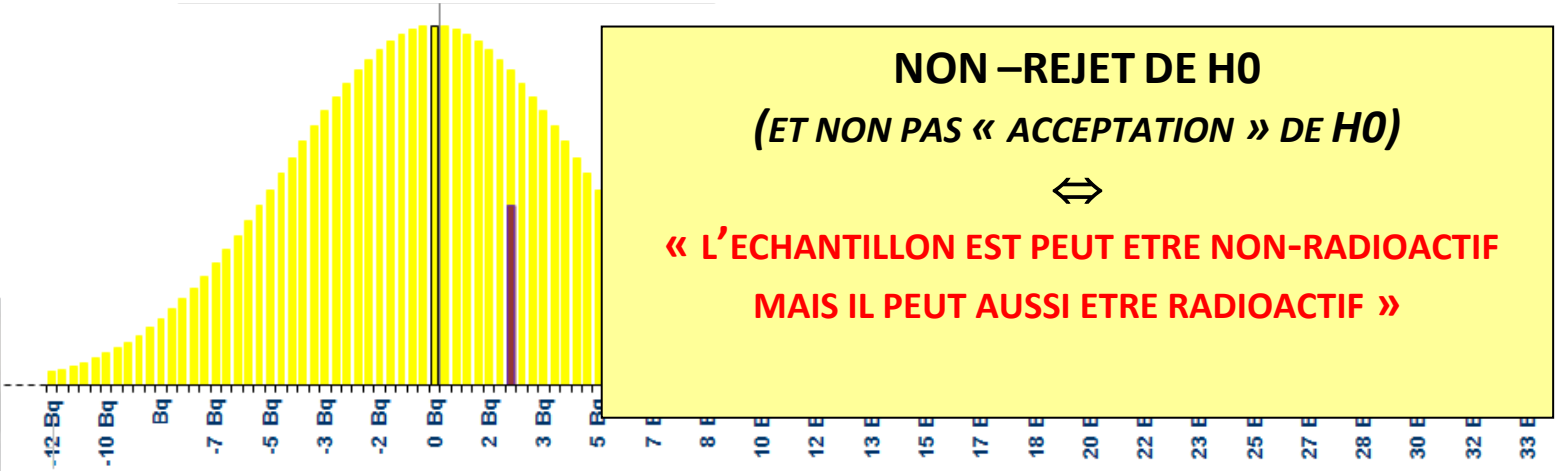
uSD= +/-0,28 bq



MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	?



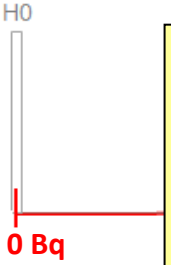


NON –REJET DE H0

(ET NON PAS « ACCEPTATION » DE H0)

⇔

« L'ECHANTILLON EST PEUT ETRE NON-RADIOACTIF MAIS IL PEUT AUSSI ETRE RADIOACTIF »



UNE PREMIERE CONCLUSION :

➢ **L'EFFET EST NON DETECTE**

(*ON EST DANS LE BRUIT DE FOND*)

MAIS ON N'A AUCUNE INFORMATION SUR LA PRESENCE OU L'ABSENCE DE LA CAUSE

☑ HYPOTHESE H0

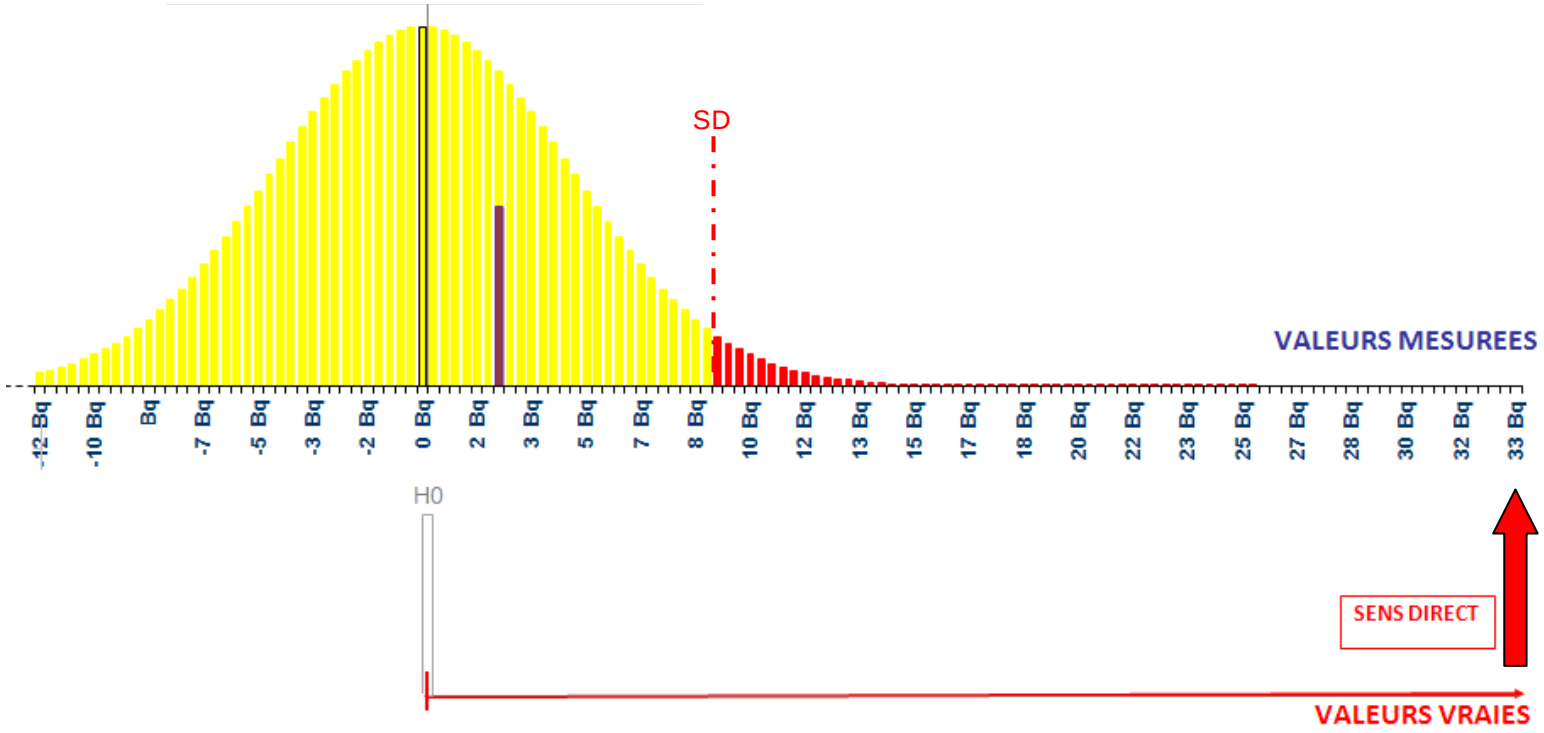
Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq



☑ MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	?



HYPOTHESE H0

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

MESURE ECHANTILLON

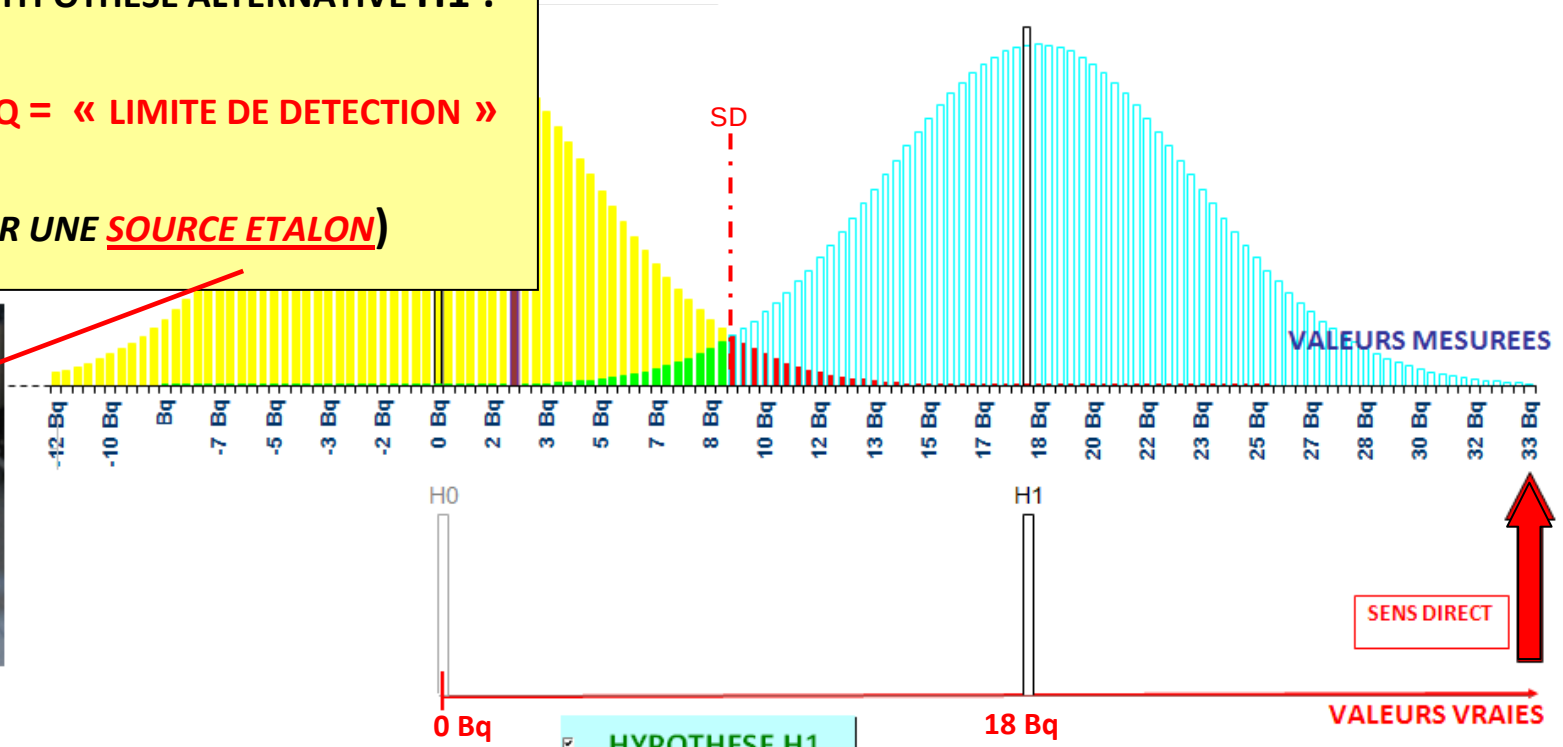
Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	?

ON FAIT APPEL A UNE HYPOTHESE ALTERNATIVE H1 :

ACTIVITE VRAIE =18 BQ = « LIMITE DE DETECTION »

(*SYMBOLISEE PAR UNE SOURCE ETALON*)





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

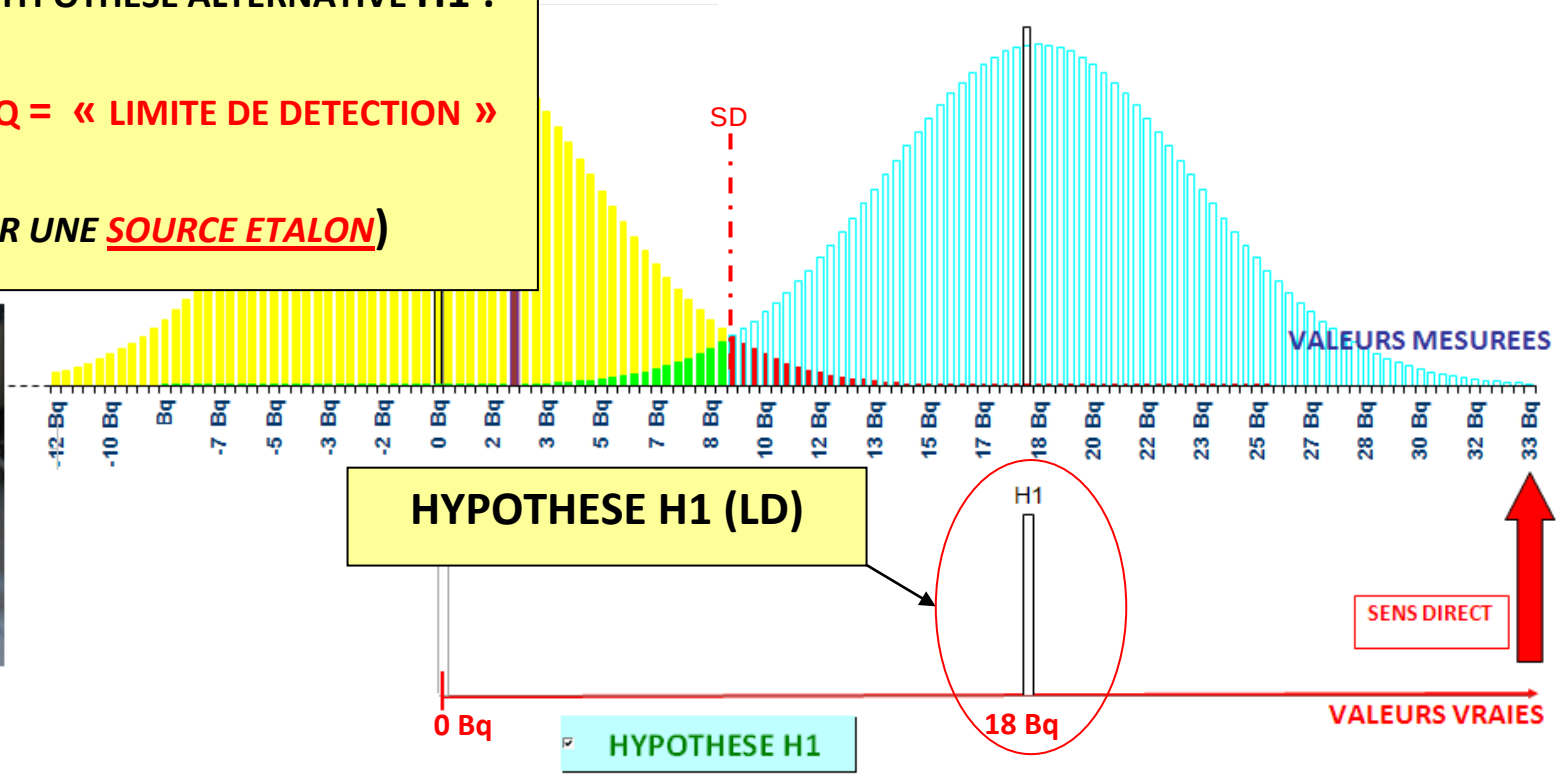
Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	?

ON FAIT APPEL A UNE HYPOTHESE ALTERNATIVE H1 :

ACTIVITE VRAIE =18 BQ = « LIMITE DE DETECTION »

(*SYMBOLISEE PAR UNE SOURCE ETALON*)





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	?

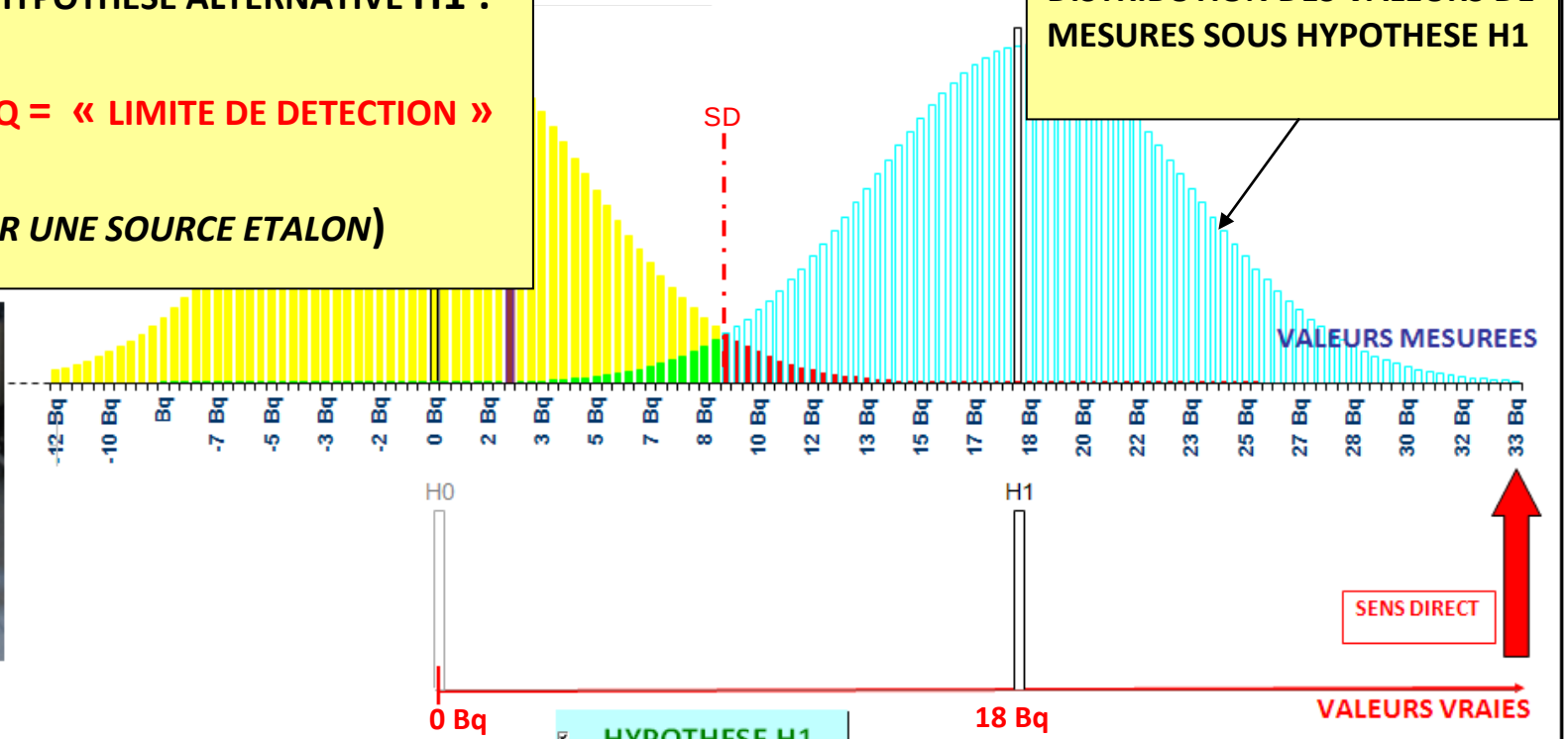
ON FAIT APPEL A UNE HYPOTHESE ALTERNATIVE H1 :

ACTIVITE VRAIE =18 BQ = « LIMITE DE DETECTION »

(*SYMBOLISEE PAR UNE SOURCE ETALON*)

DISTRIBUTION DES VALEURS DE MESURES SOUS HYPOTHESE H1





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

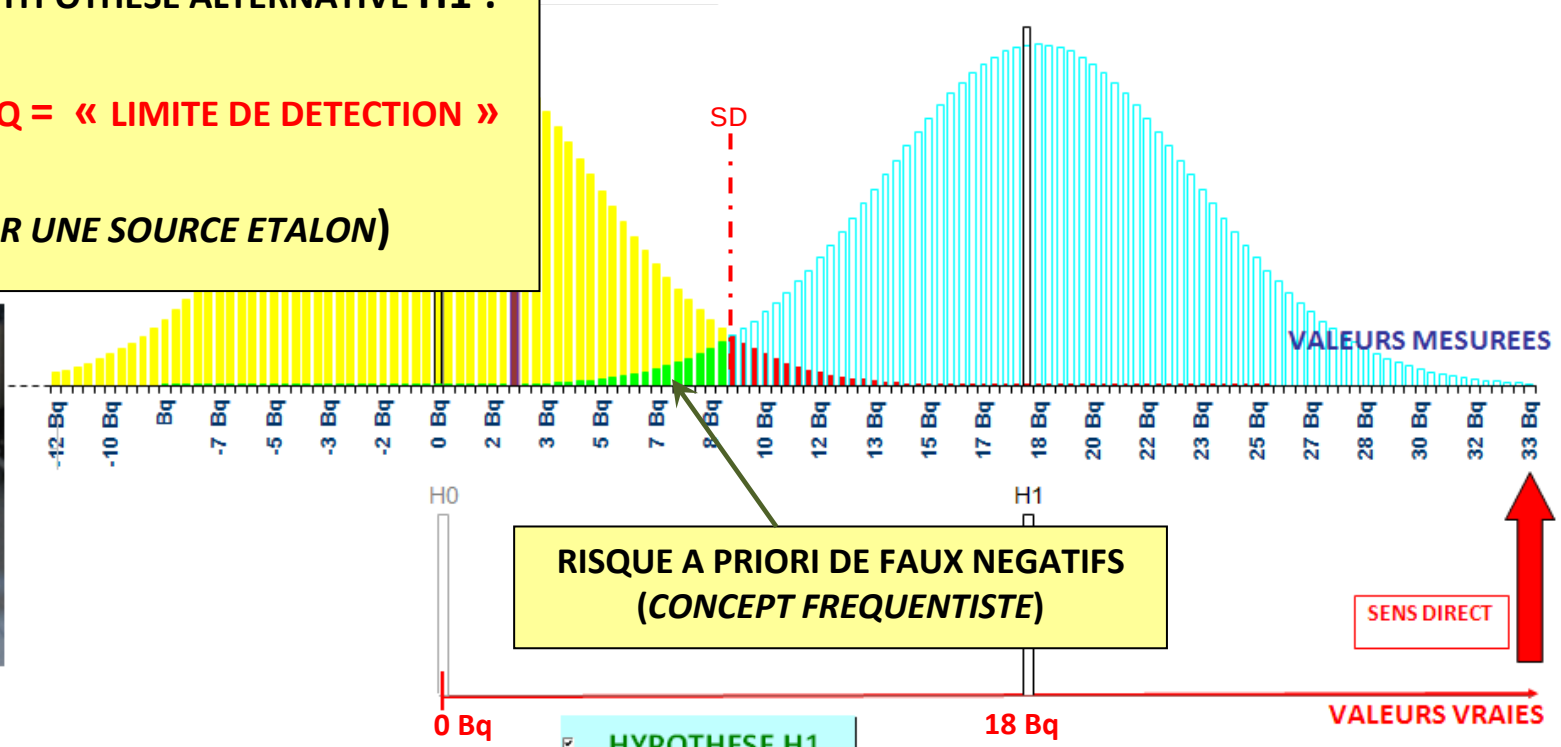
Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	?

ON FAIT APPEL A UNE HYPOTHESE ALTERNATIVE H1 :

ACTIVITE VRAIE =18 BQ = « LIMITE DE DETECTION »

(*SYMBOLISEE PAR UNE SOURCE ETALON*)





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

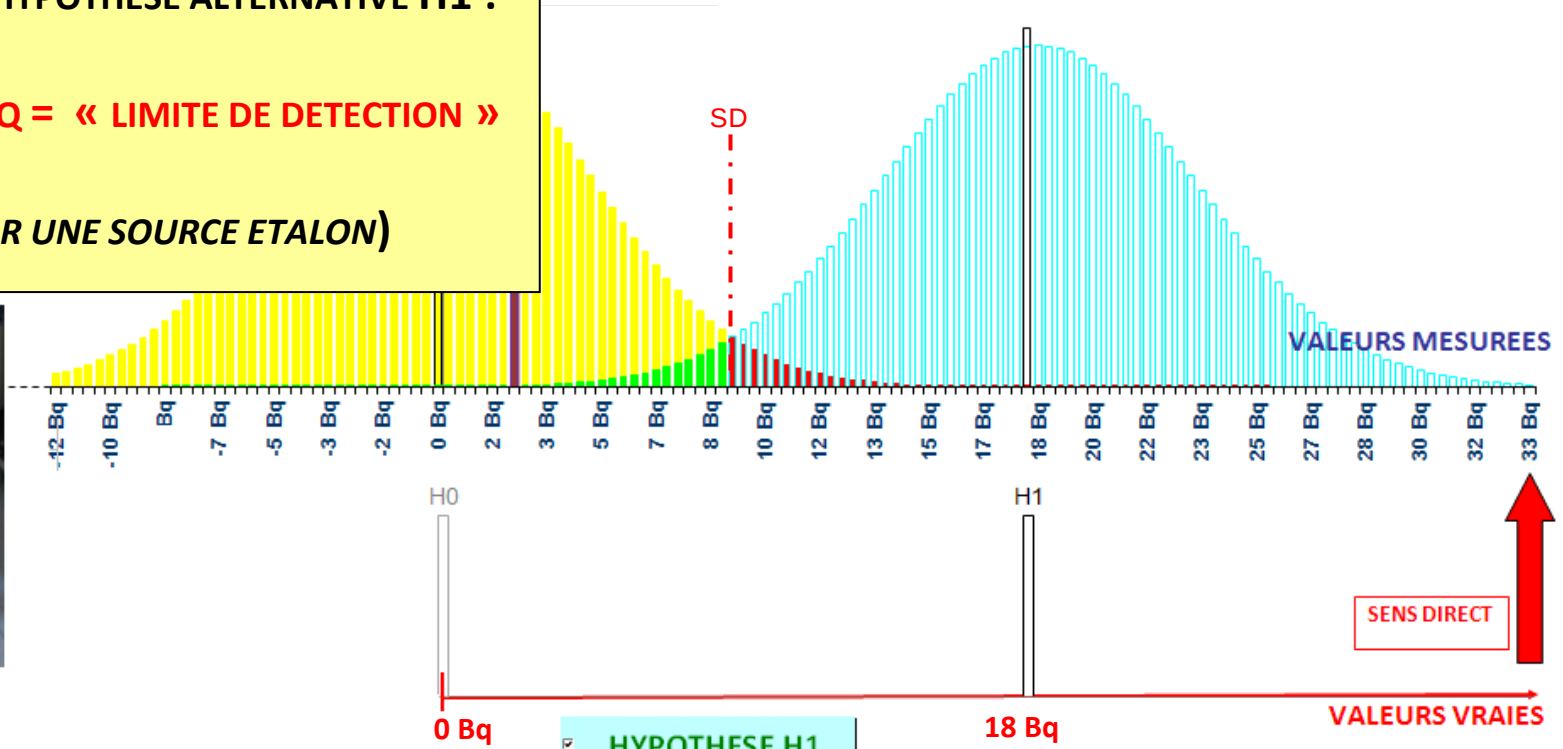
Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	?

ON FAIT APPEL A UNE HYPOTHESE ALTERNATIVE H1 :

ACTIVITE VRAIE =18 BQ = « LIMITE DE DETECTION »

(*SYMBOLISEE PAR UNE SOURCE ETALON*)





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

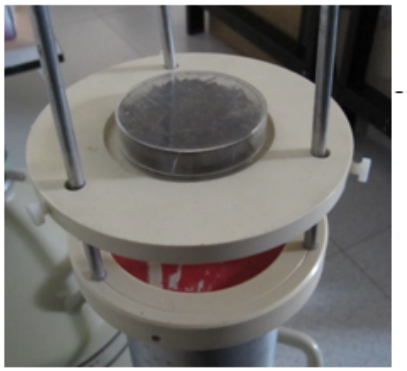
Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

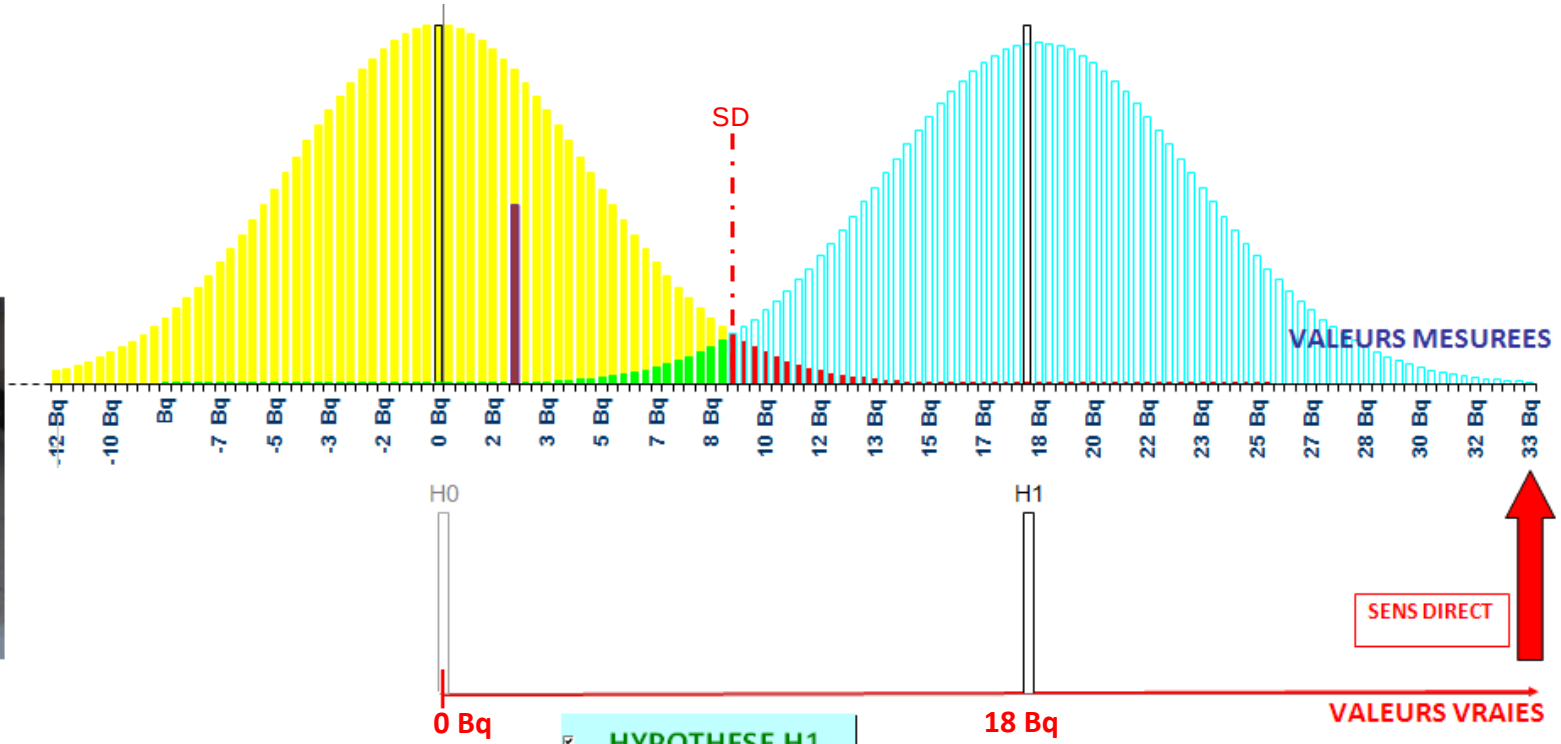
uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	?





☑ HYPOTHESE H0

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

☑ HYPOTHESE H1

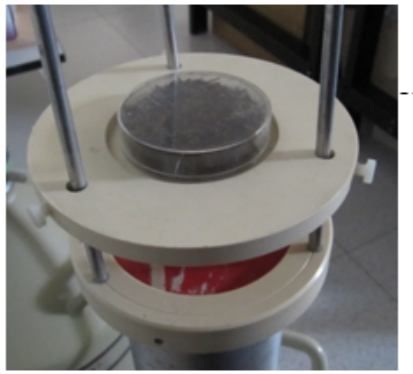
Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

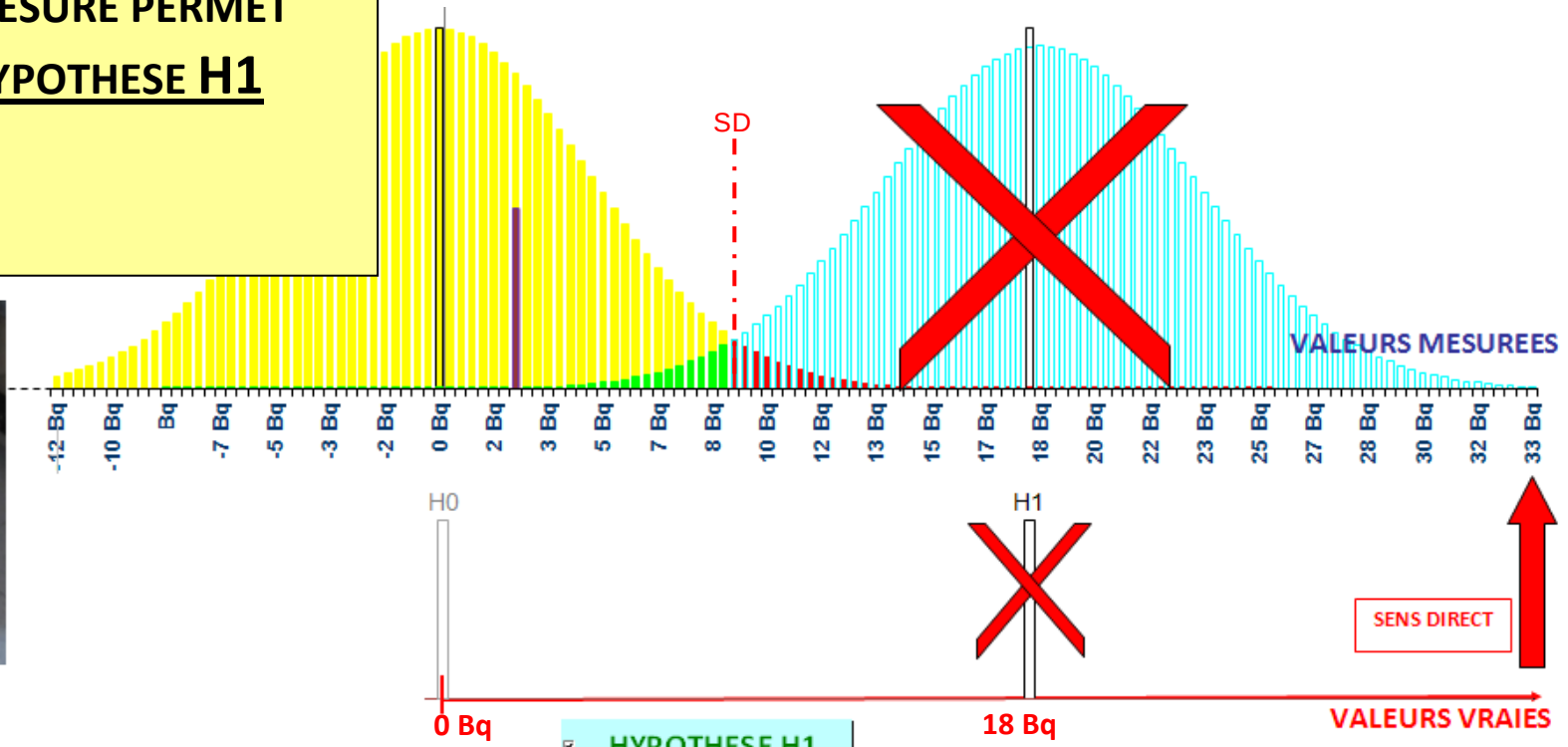


☑ MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	?

LA VALEUR DE MESURE PERMET DE REJETER L'HYPOTHESE H1





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,14 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

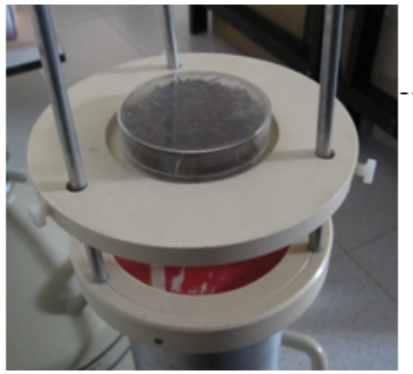


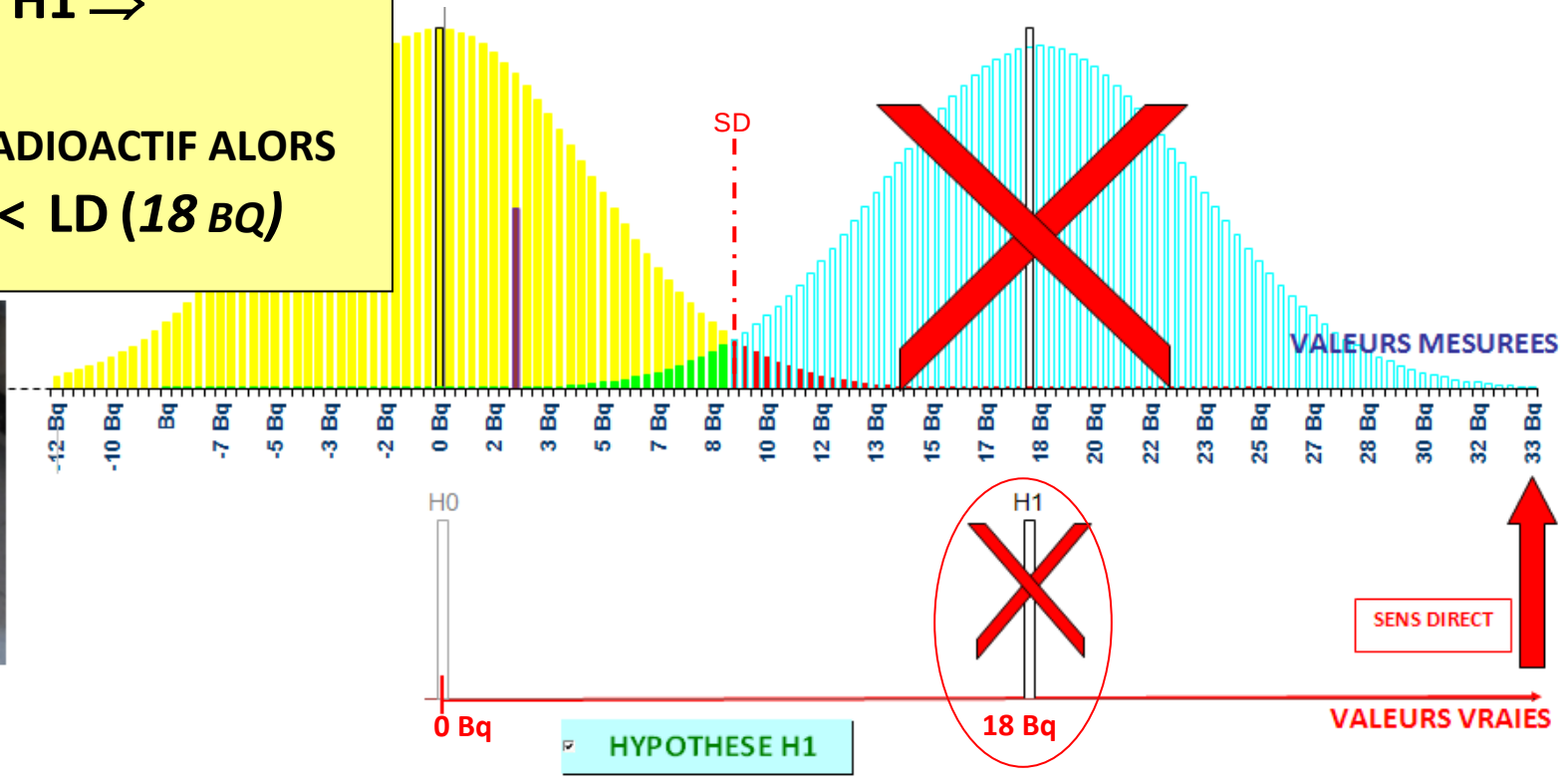
MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	Non-rejet hypotèse H0 : effet non-détecté Rejet hypothèse H1 : < LD

REJET DE H1 ⇒

SI ECHANTILLON RADIOACTIF ALORS RADIOACTIVITE < LD (*18 BQ*)





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,14 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq



MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	Non-rejet hypotèse H0 : effet non-détecté Rejet hypothèse H1 : < LD

- NON-REJET DE H_0 $\Rightarrow$ POSSIBILITE ABSENCE RADIOACTIVITE NON NEGLIGEABLE

+ DANS TOUS LES CAS :

- REJET DE H_1 $\Rightarrow$ ACTIVITE VRAIE < LIMITE DE DÉTECTION (18 Bq)

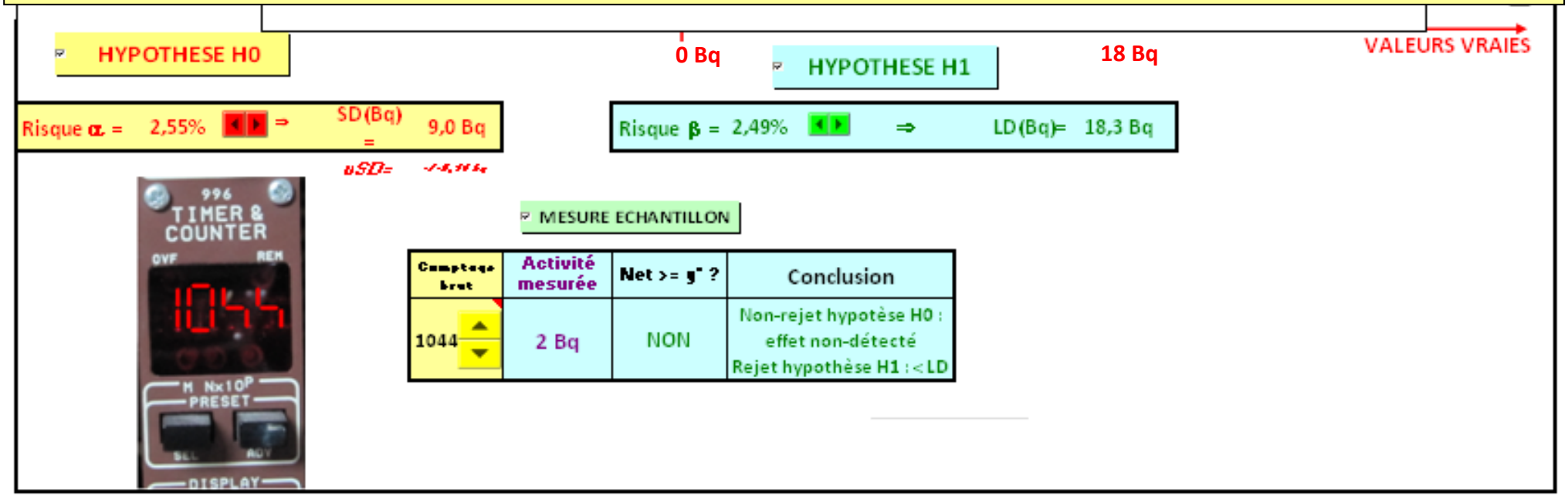


MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= g* ?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	Non-rejet hypotèse H0 : effet non-détecté Rejet hypothèse H1 : < LD

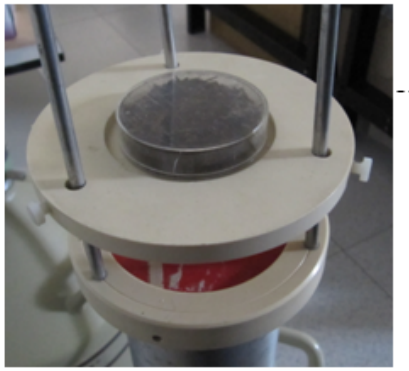
LIMITE DE DÉTECTION (VALEUR VRAIE) :

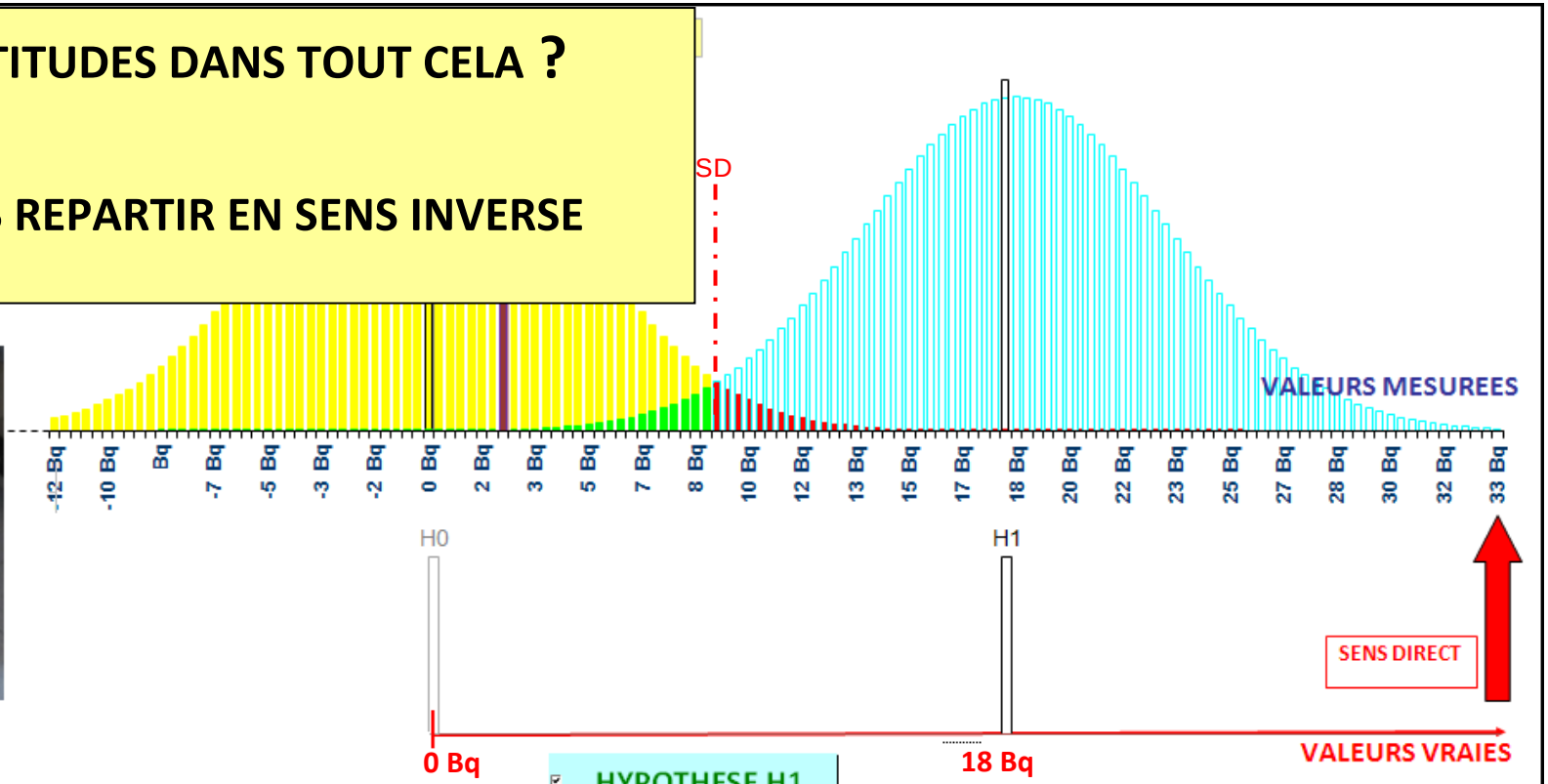
- **RÔLE 1 (*a priori*) : LIMITE BASSE DE DÉTECTION QUASI-CERTAINE (FAIBLE *RISQUE* β)**
- **RÔLE 2 (*a posteriori*) : LIMITE HAUTE POUR LES ECHANTILLONS MESURÉS < SD**



ET LES INCERTITUDES DANS TOUT CELA ?

IL FAUT ALORS REPARTIR EN SENS INVERSE





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq



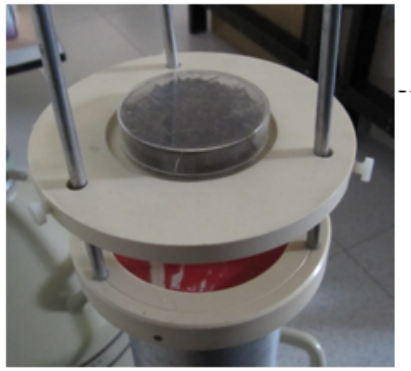
MESURE ECHANTILLON

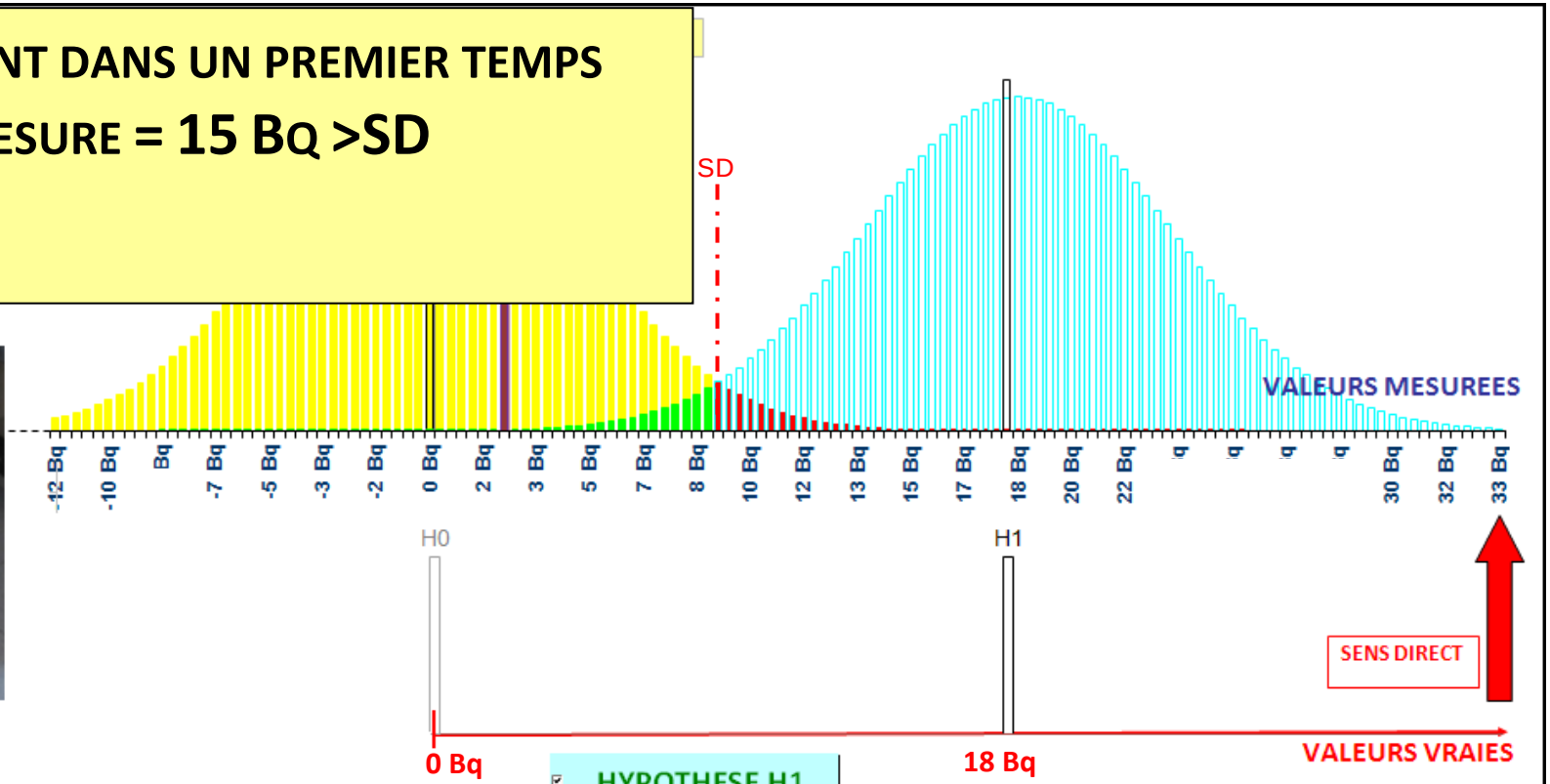
○ > SD

◉ < SD

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	Non-rejet hypotèse H0 : effet non-détecté Rejet hypothèse H1 : < LD

EN CONSIDERANT DANS UN PREMIER TEMPS UNE MESURE = 15 BQ >SD





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

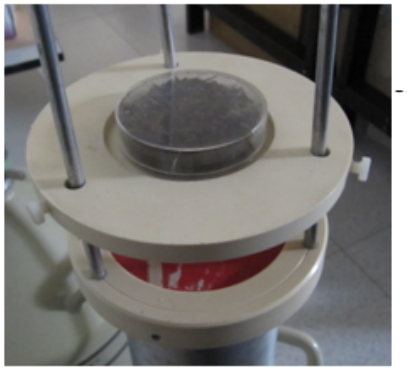
Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

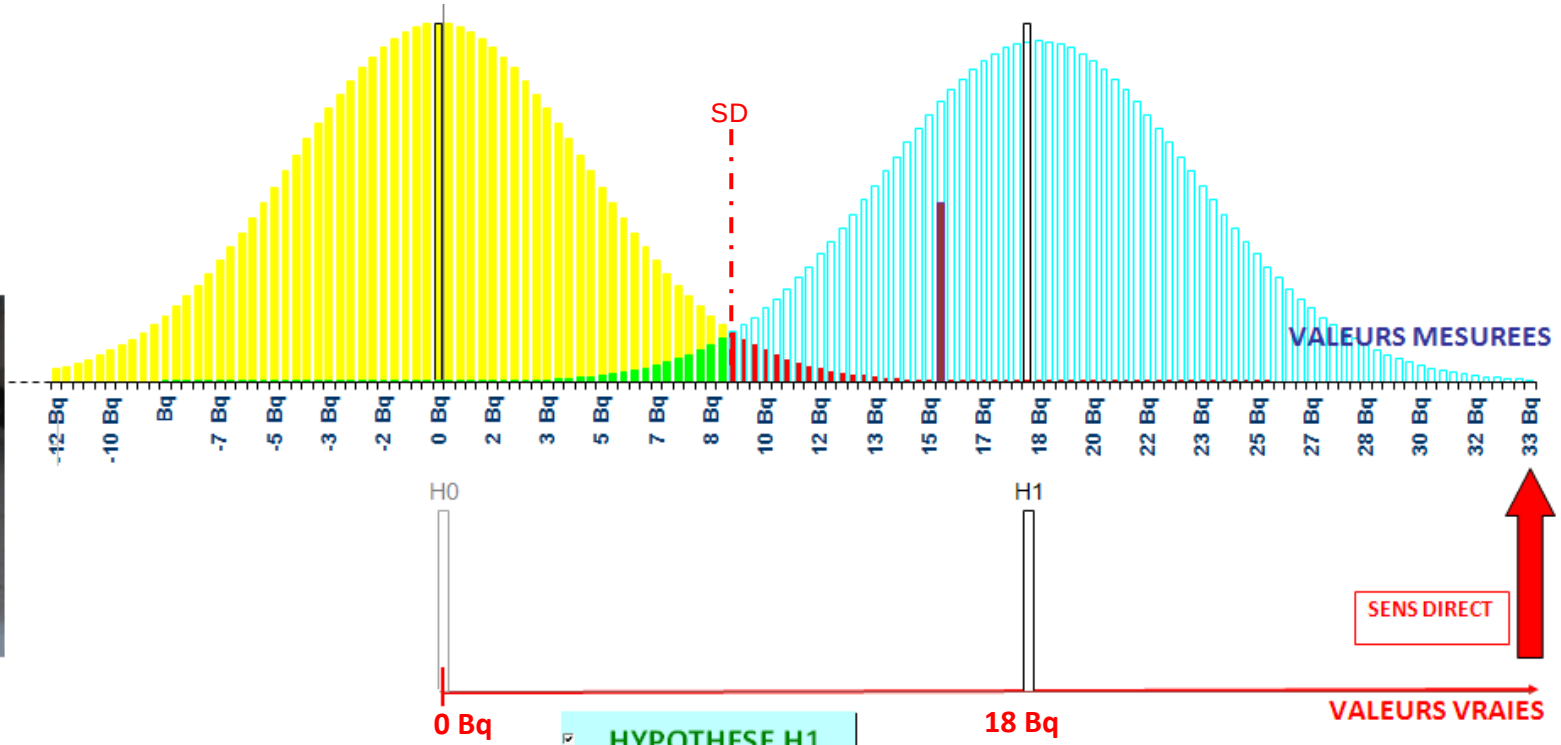


MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	Non-rejet hypotèse H0 : effet non-détecté Rejet hypothèse H1 : < LD

Mc





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

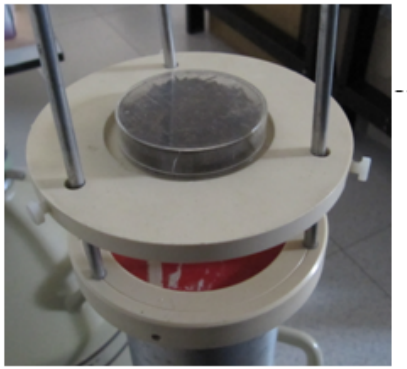
uSD= +/-0,28 bq

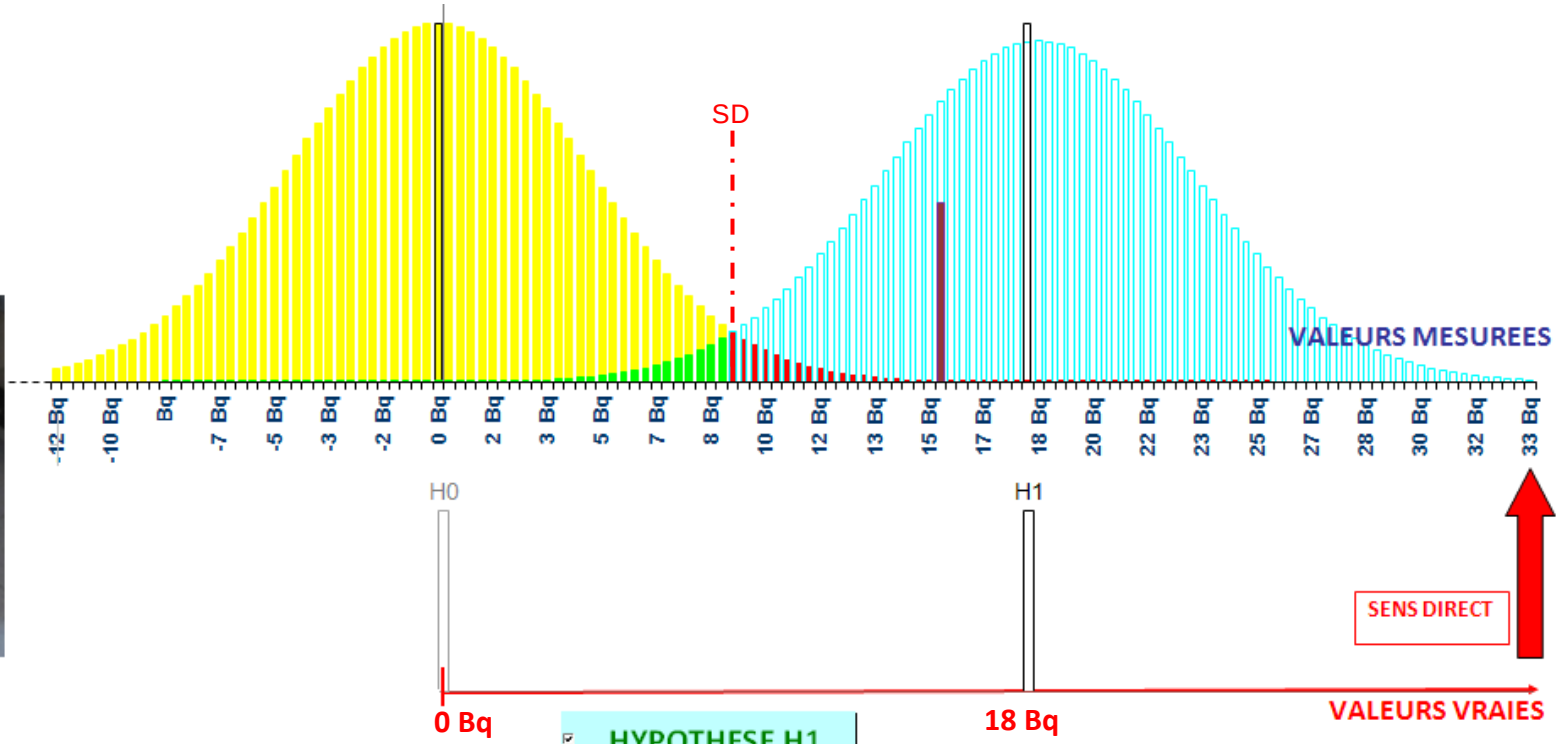
Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq



MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

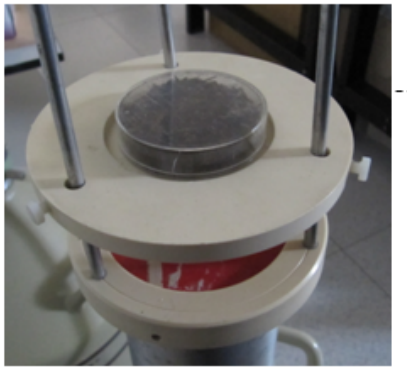
Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

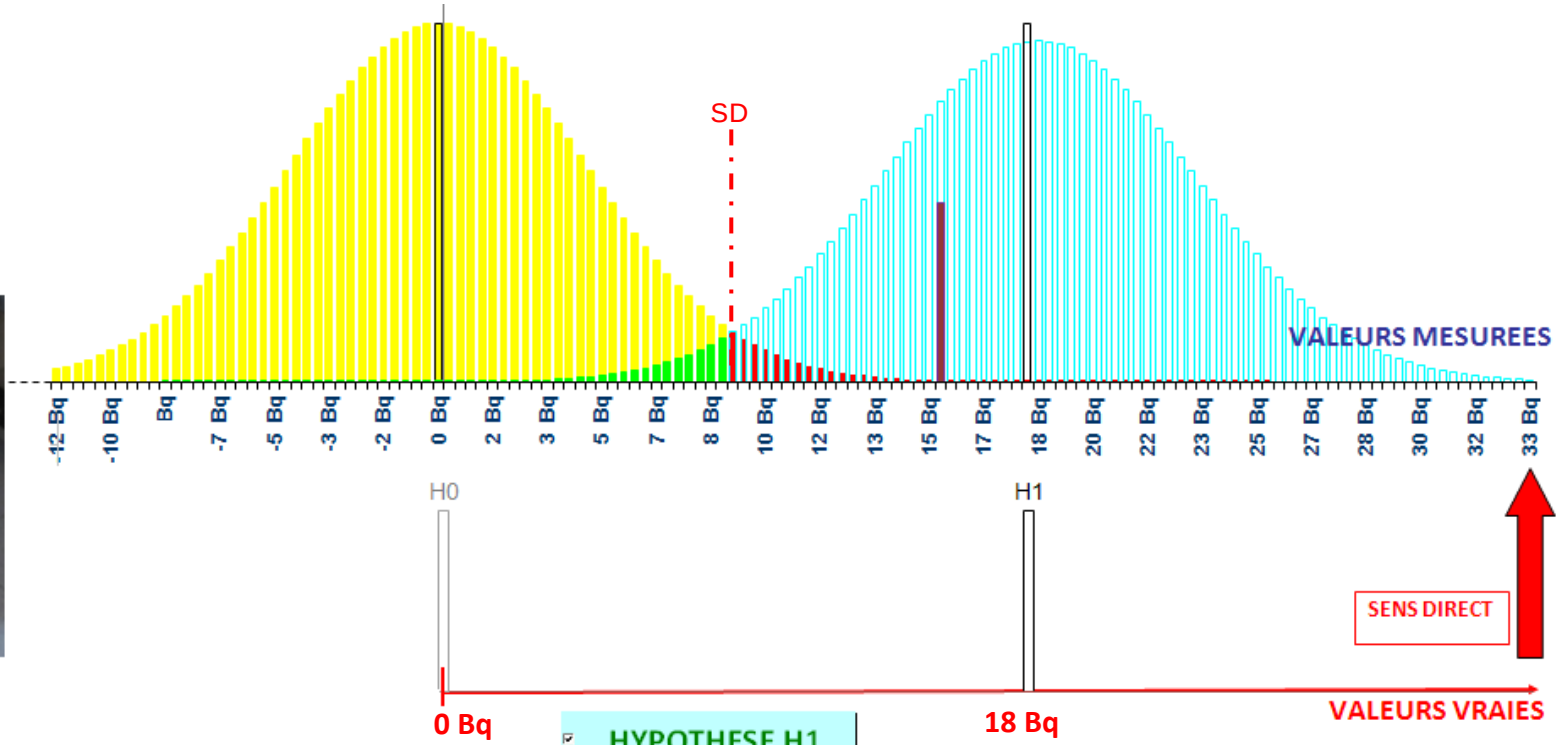


MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

Mc





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

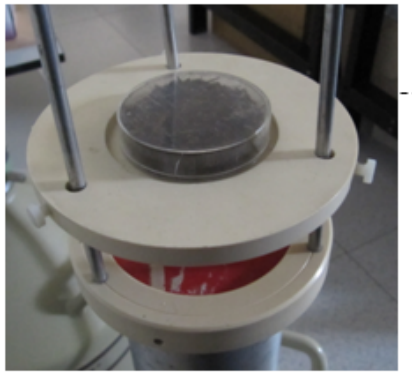
Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

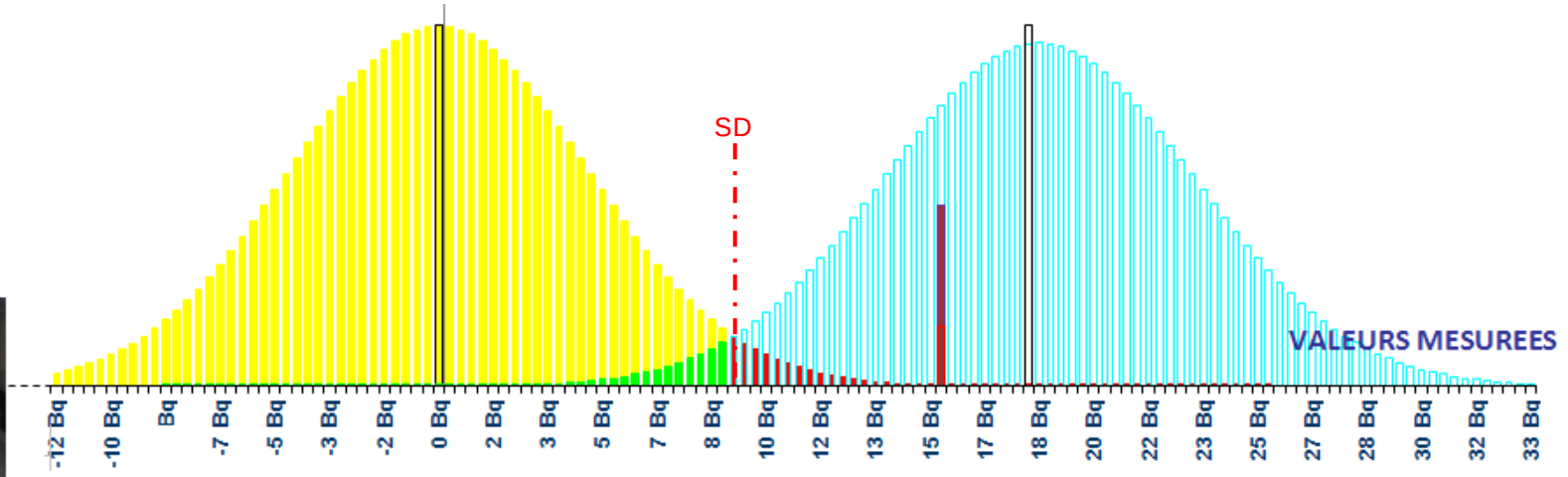


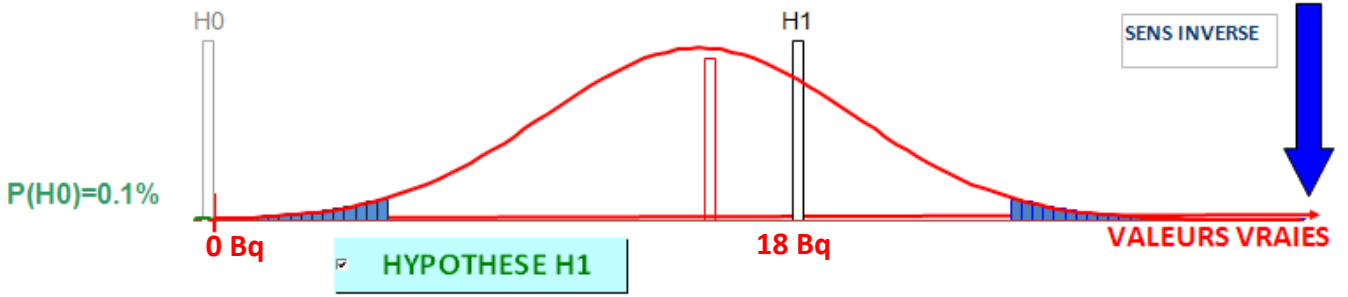
MESURE ECHANTILLON

ESTIMATEURS BAYESIENS

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté







HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

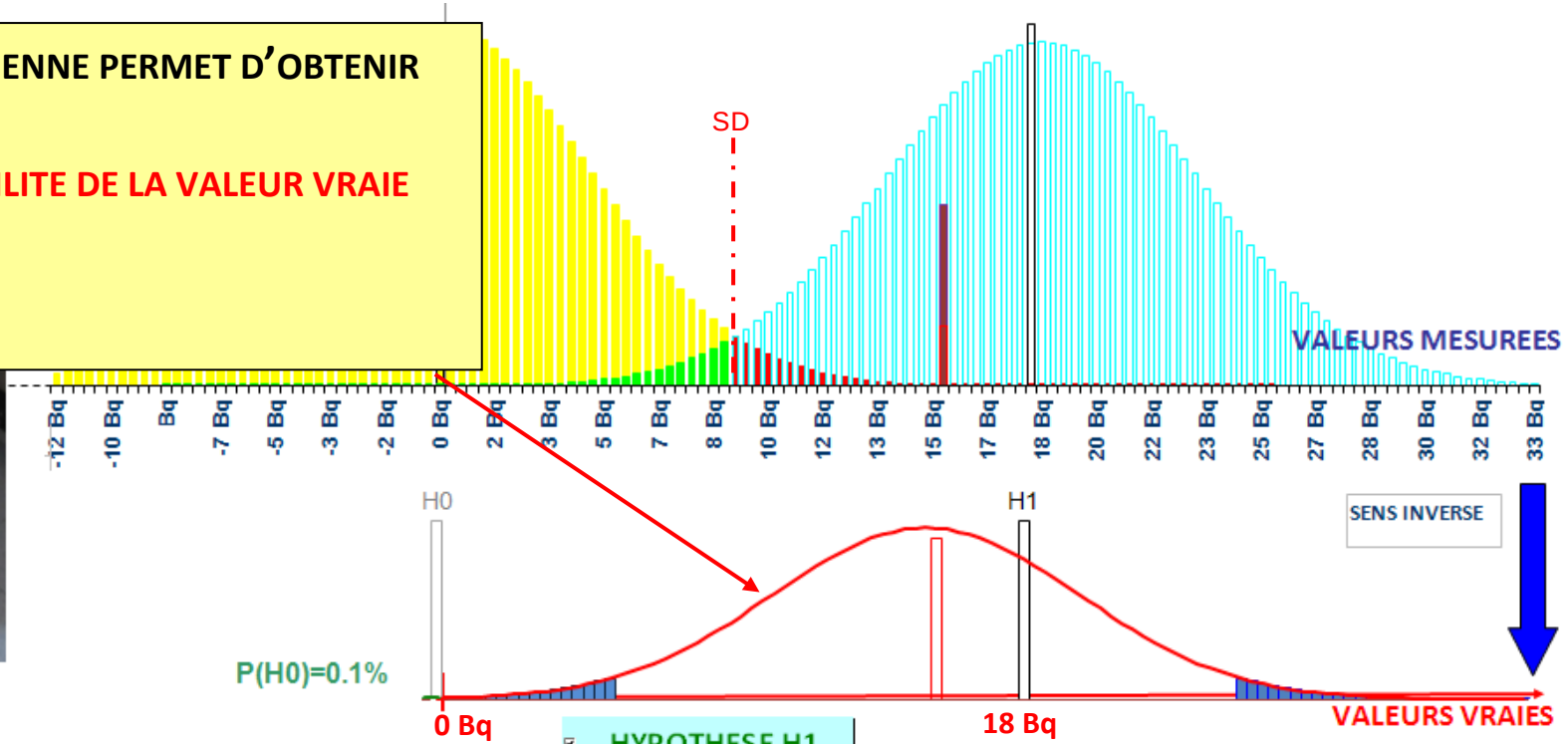
ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
0,1%	*5 Bq*	6 Bq	15,0 Bq	24 Bq	95,4%

L'APPROCHE BAYESIENNE PERMET D'OBTENIR

LA LOI DE PROBABILITE DE LA VALEUR VRAIE





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

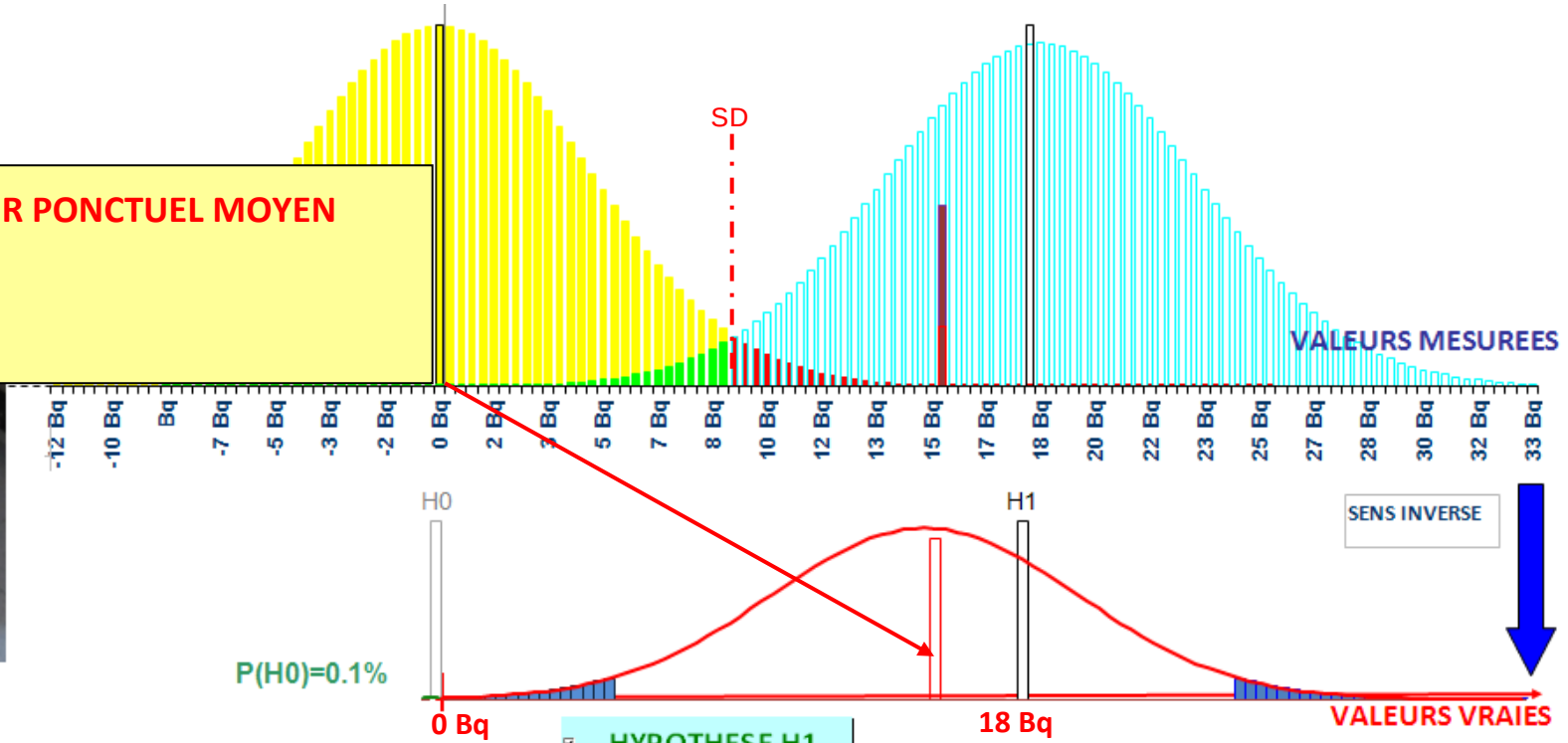
Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
0,1%	*5 Bq*	6 Bq	15,0 Bq	24 Bq	95,4%

ESTIMATEUR PONCTUEL MOYEN





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

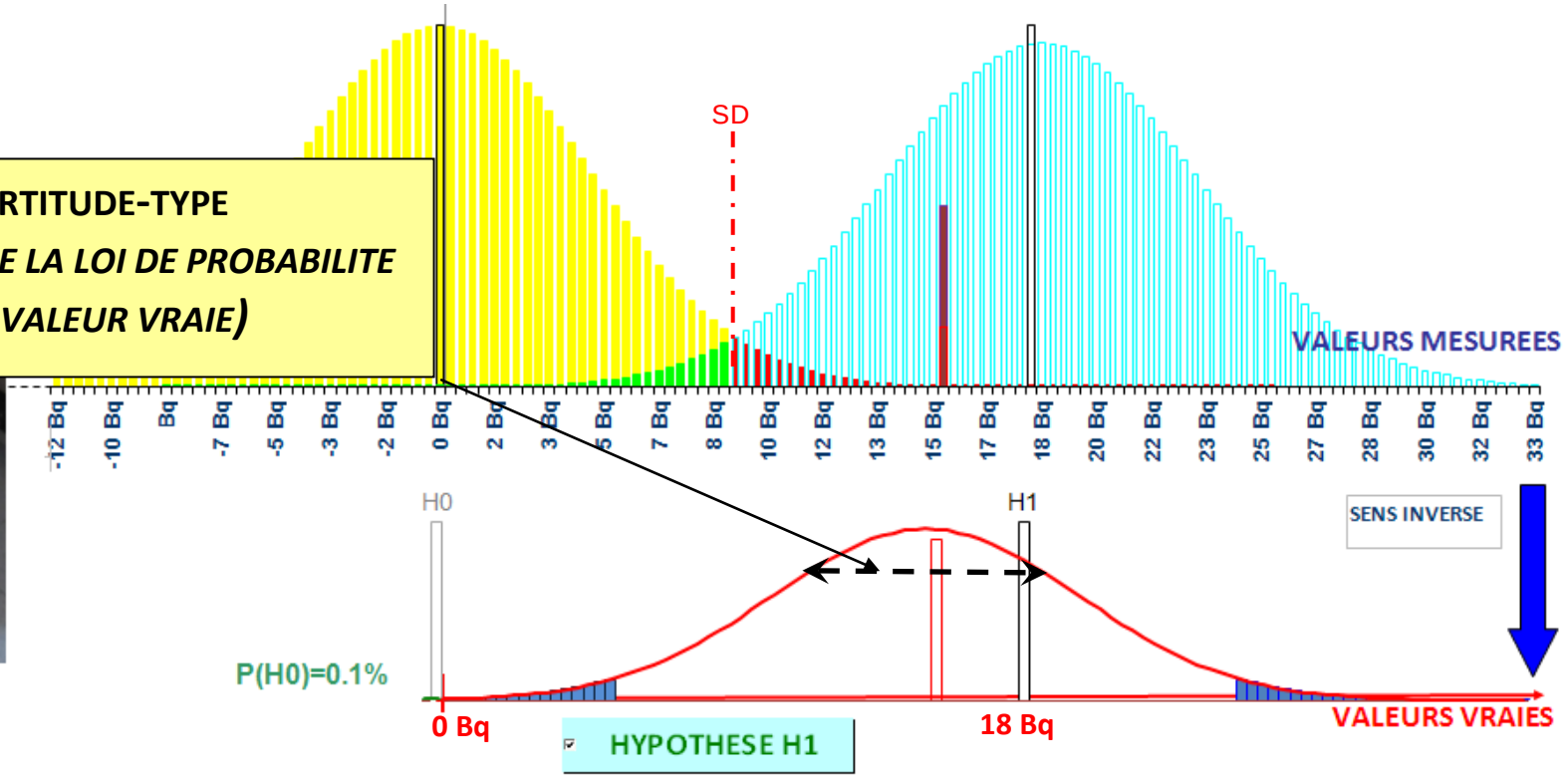
Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
0,1%	*5 Bq*	6 Bq	15,0 Bq	24 Bq	95,4%

INCERTITUDE-TYPE
(ECART-TYPE DE LA LOI DE PROBABILITE DE LA VALEUR VRAIE)





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

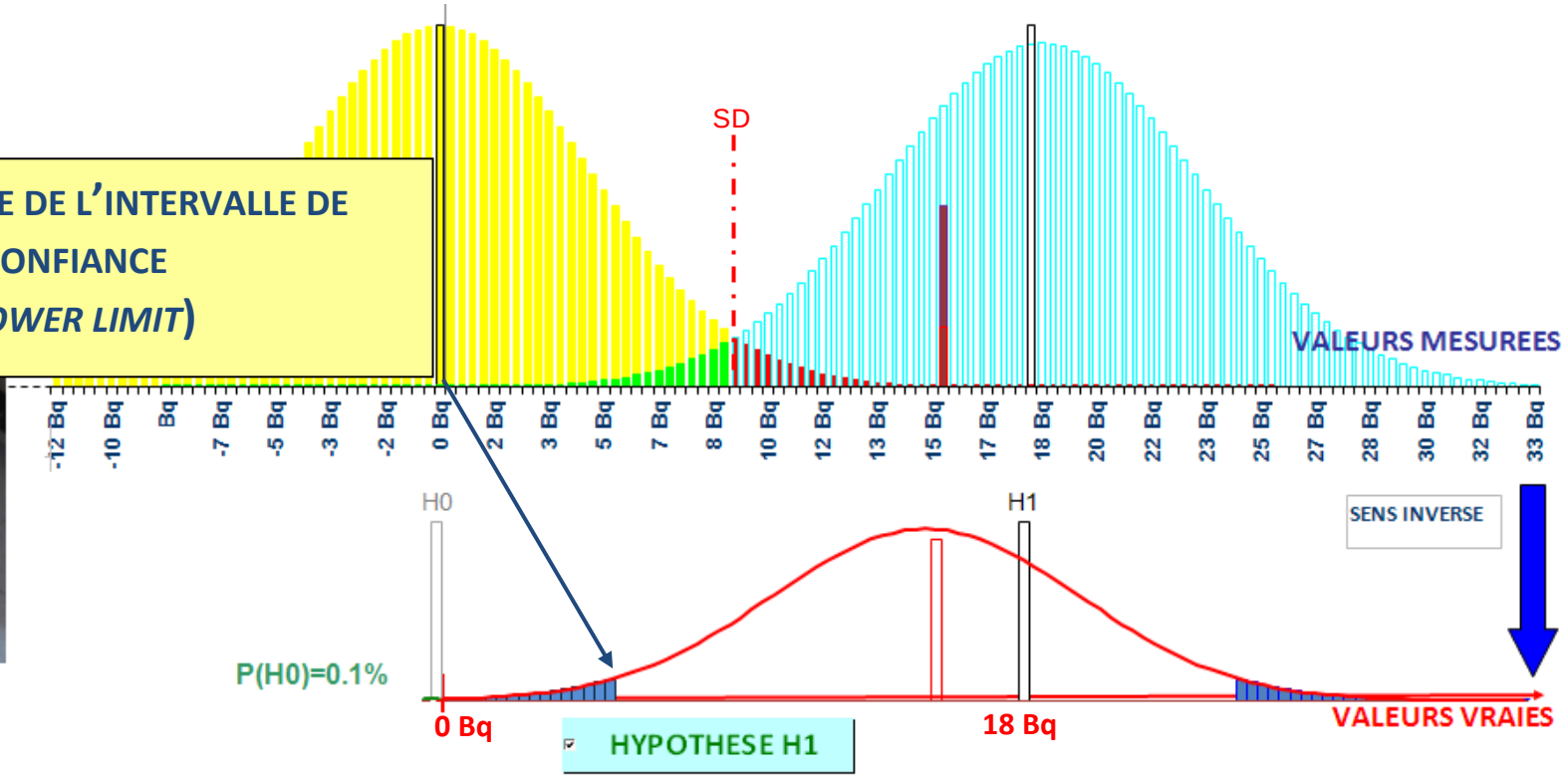
Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
0,1%	*5 Bq*	6 Bq	15,0 Bq	24 Bq	95,4%

LIMITE BASSE DE L'INTERVALLE DE CONFIANCE (*LOWER LIMIT*)





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

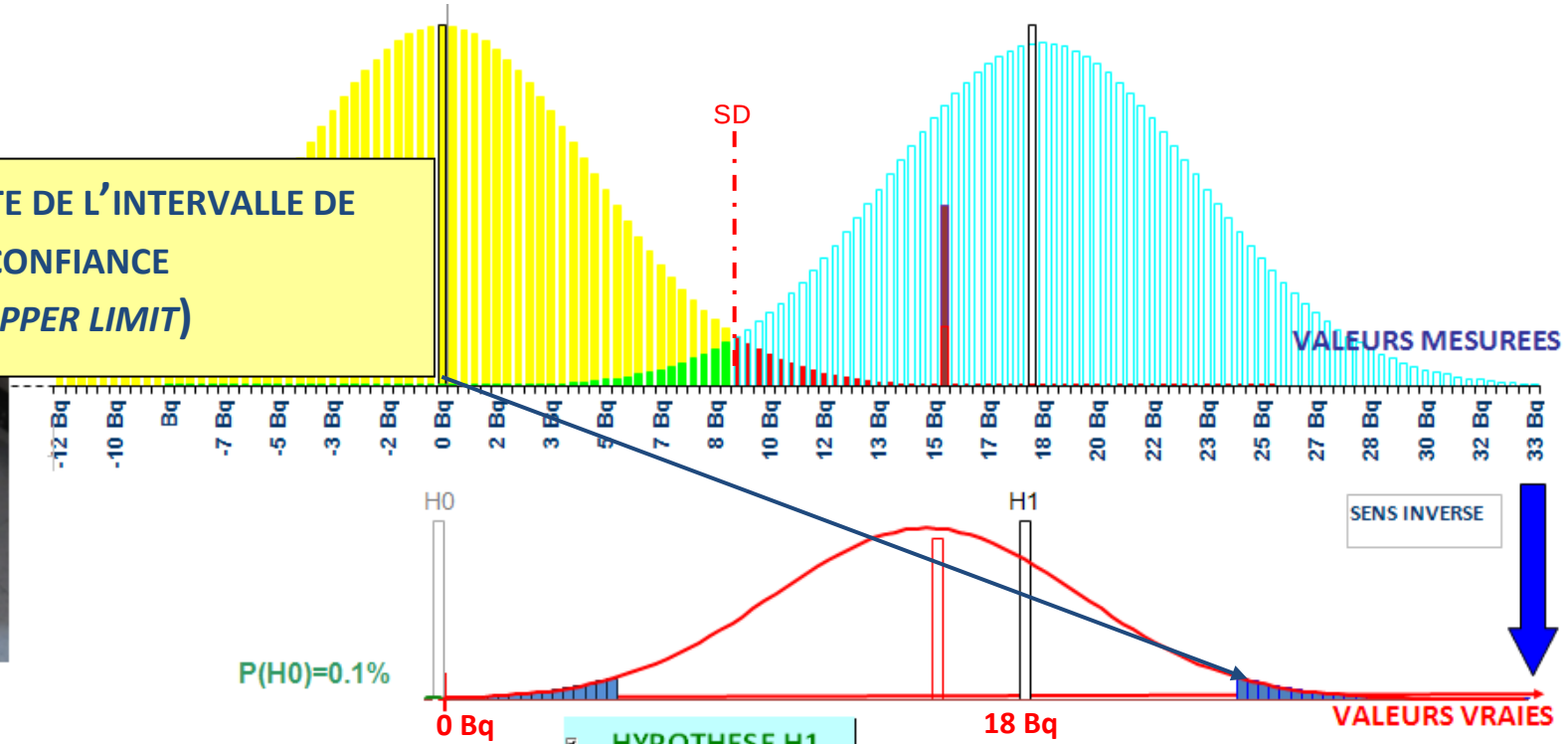
Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
0,1%	*5 Bq*	6 Bq	15,0 Bq	24 Bq	95,4%

LIMITE HAUTE DE L'INTERVALLE DE CONFIANCE (*UPPER LIMIT*)





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

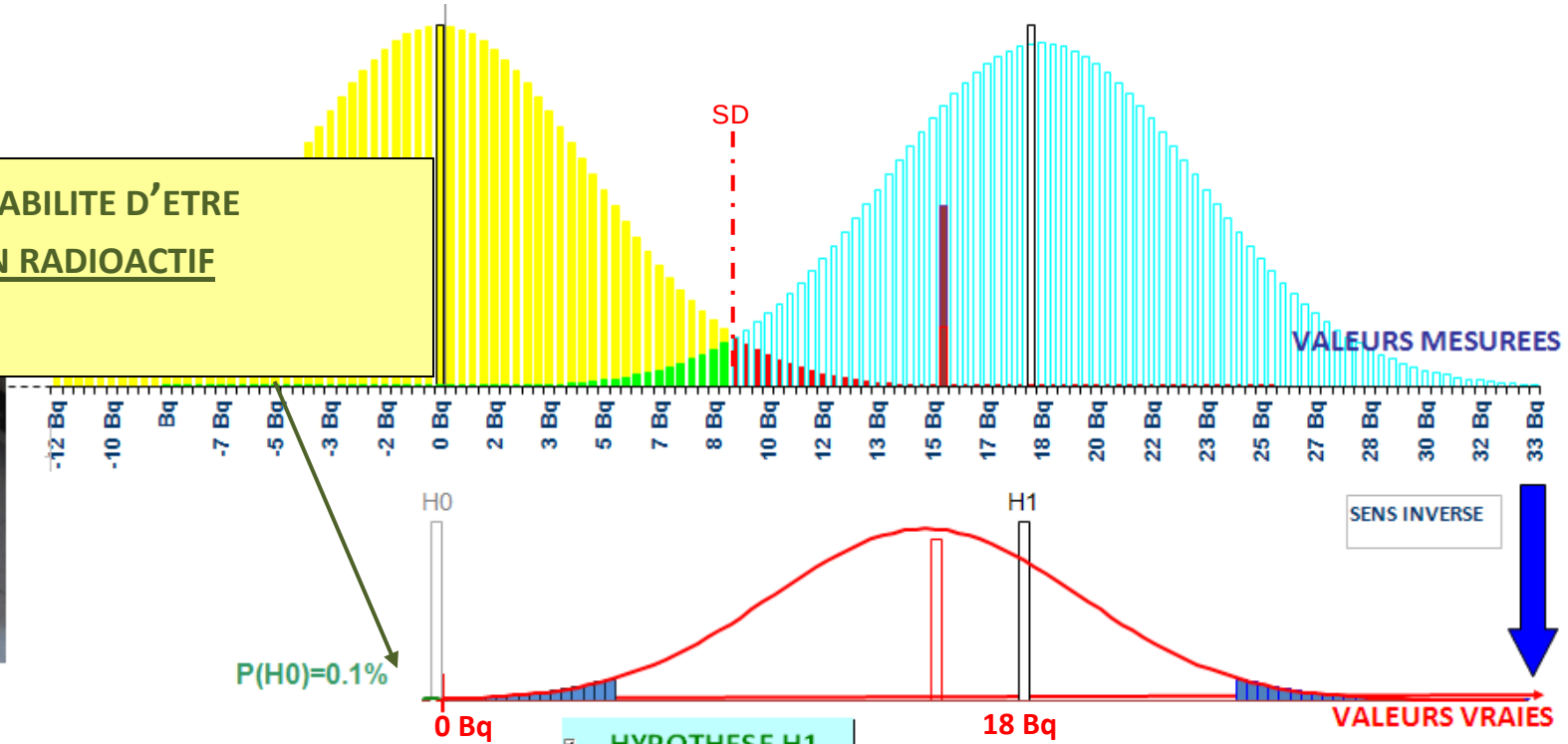
ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
0,1%	*5 Bq*	6 Bq	15,0 Bq	24 Bq	95,4%

PROBABILITE D'ETRE

NON RADIOACTIF





☑ HYPOTHESE H0

☑ HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

☑ MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

☑ ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
0,1%	*5 Bq*	6 Bq	15,0 Bq	24 Bq	95,4%

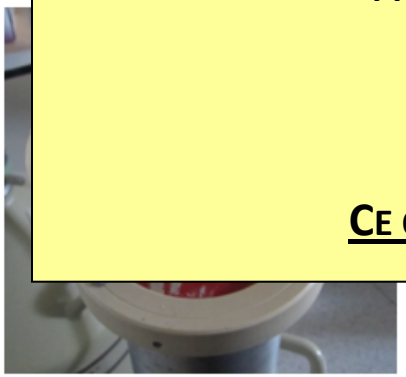
CONSTAT :

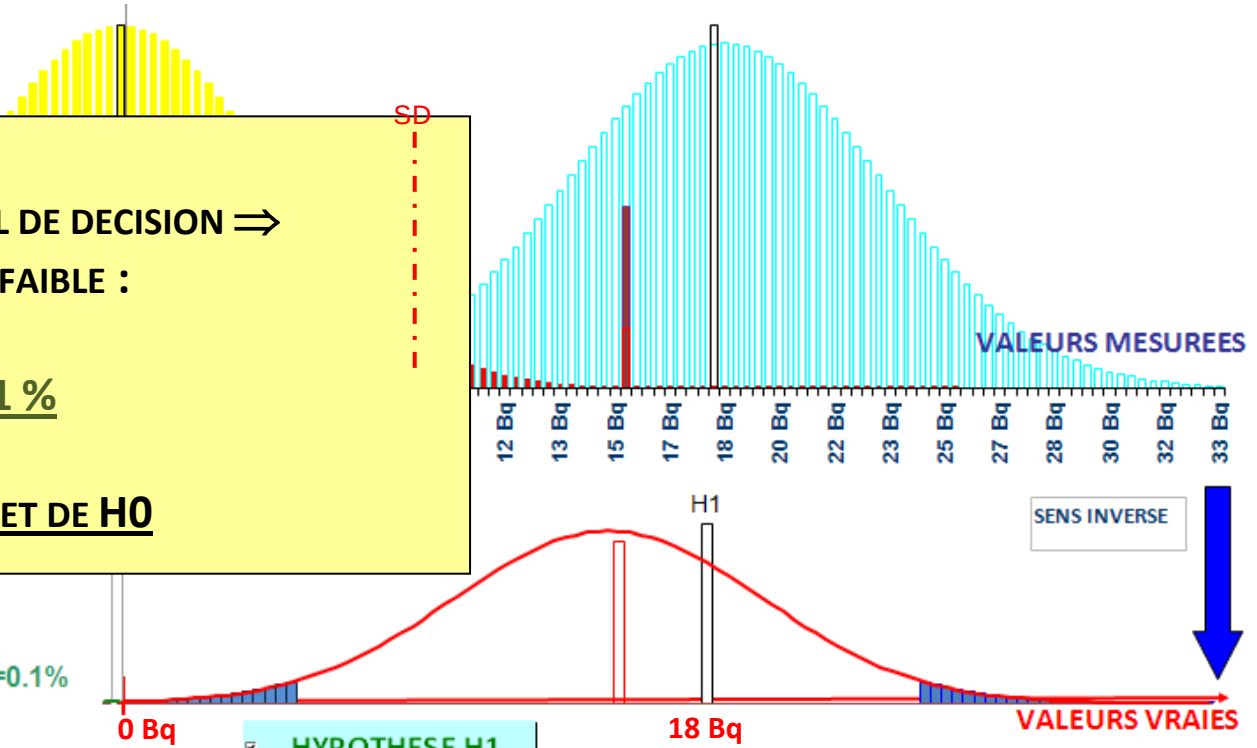
MESURE SUPERIEURE AU SEUIL DE DECISION ⇒

PROBABILITE P(H0) FAIBLE :

ICI **P(H0)= 0,1 %**

CE QUI JUSTIFIE LE REJET DE H0





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

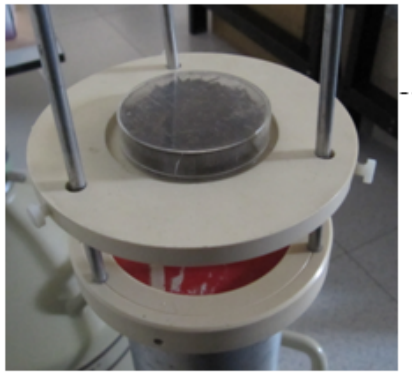
Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

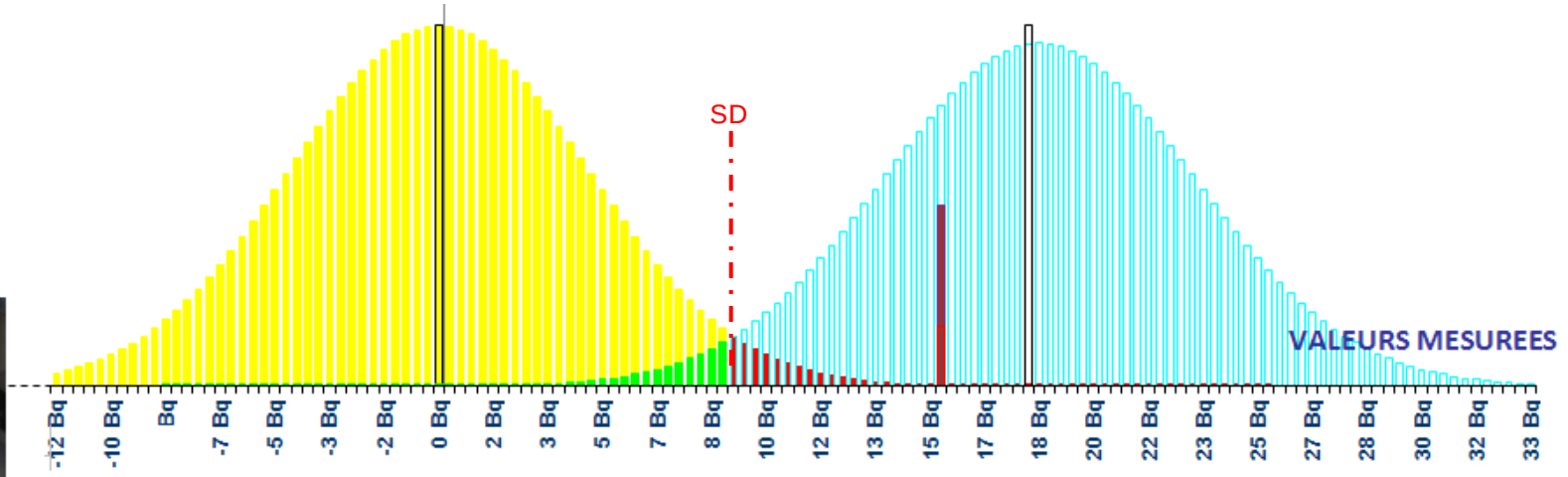
MESURE ECHANTILLON

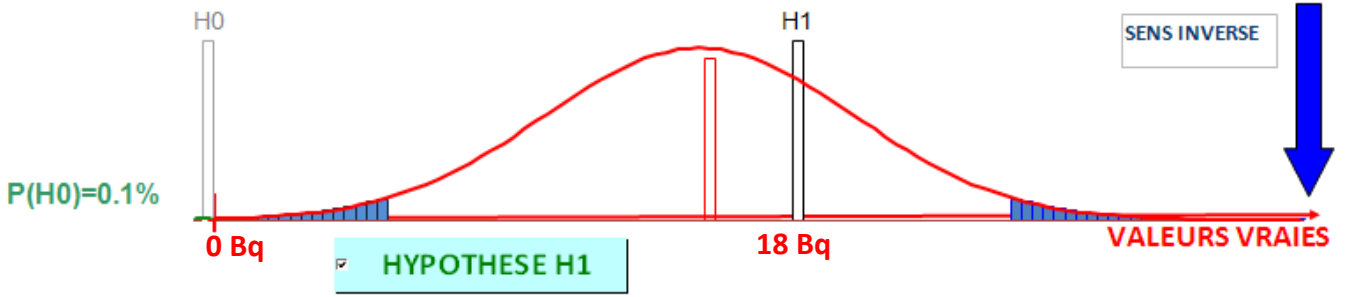
Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
0,1%	*5 Bq*	6 Bq	15,0 Bq	24 Bq	95,4%







HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

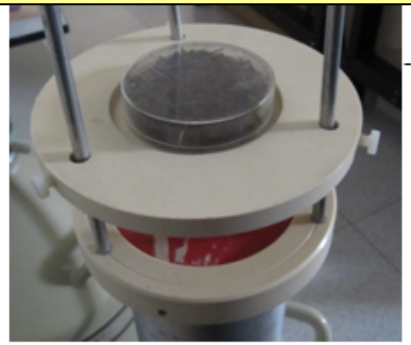
MESURE ECHANTILLON

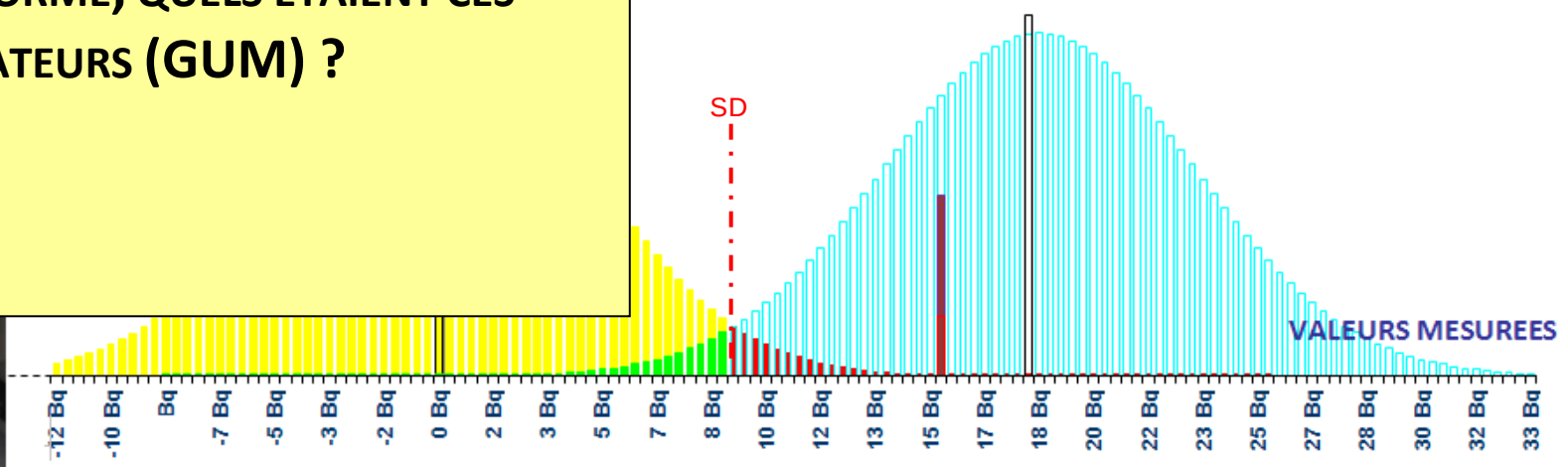
Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

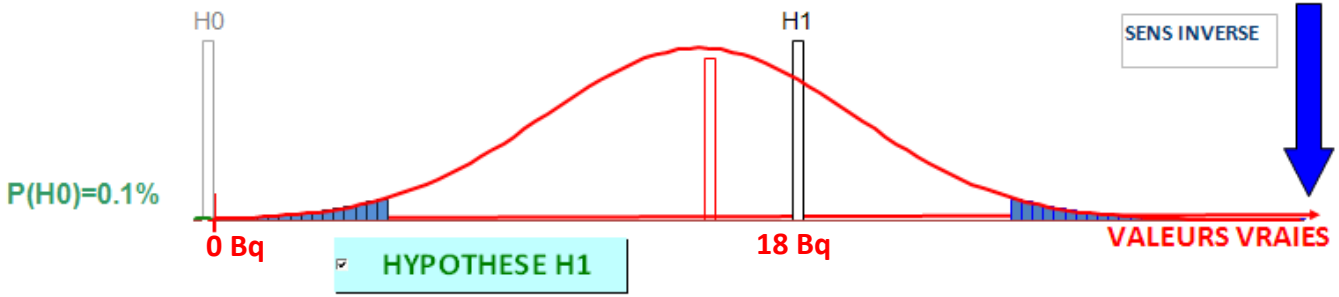
ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
0,1%	*5 Bq*	6 Bq	15,0 Bq	24 Bq	95,4%

ET AVANT LA NORME, QUELS ETAIENT CES ESTIMATEURS (GUM) ?







HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

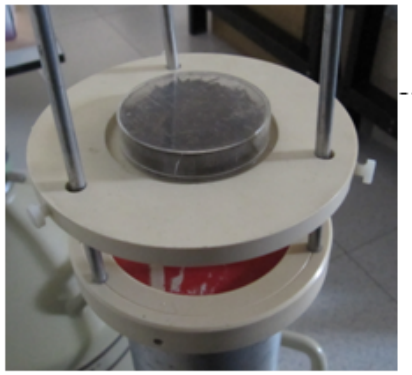
Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

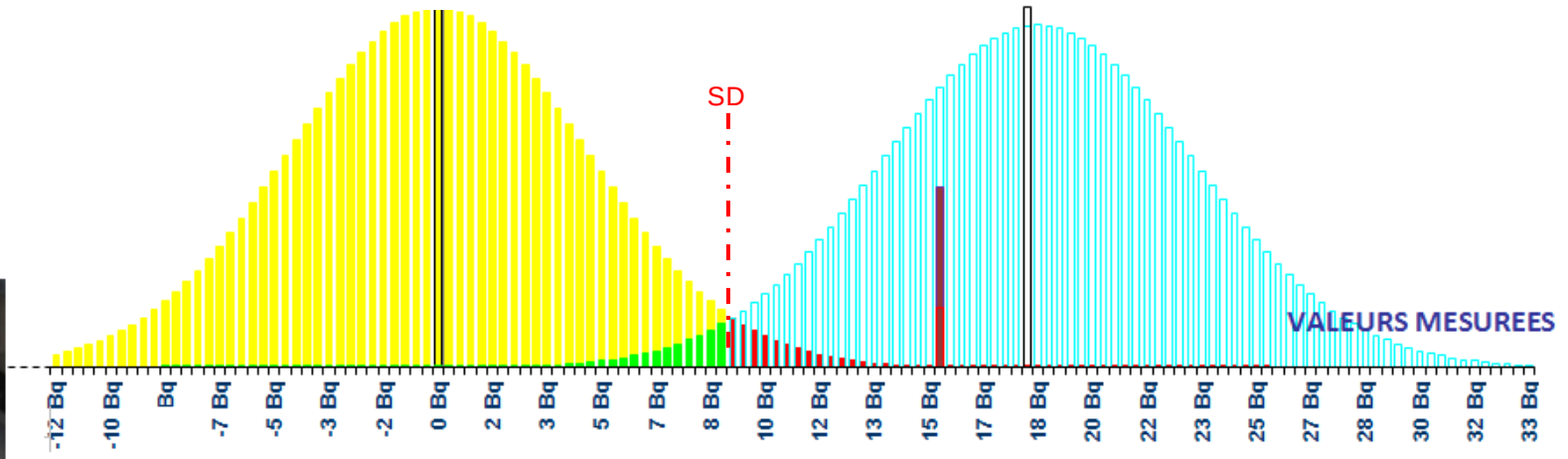
MESURE ECHANTILLON

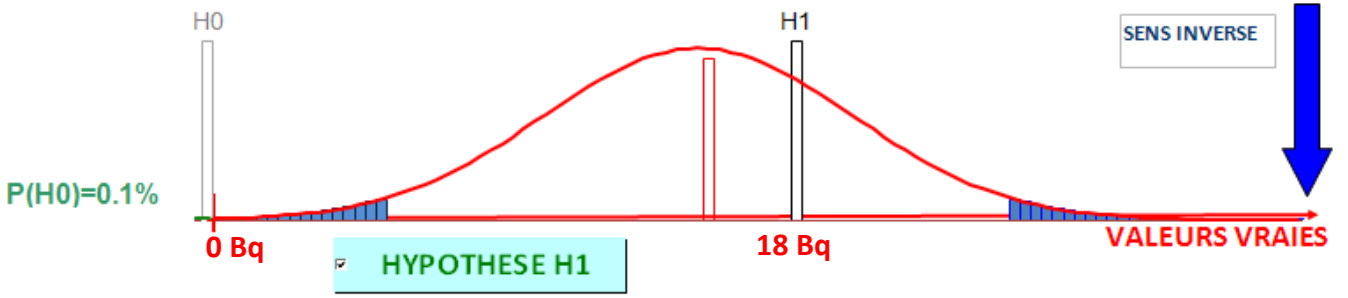
Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
0,1%	*5 Bq*	6 Bq	15,0 Bq	24 Bq	95,4%







HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

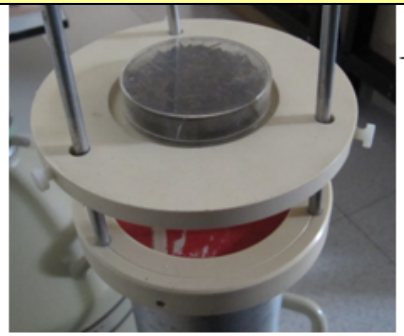
$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
0,1%	*5 Bq*	6 Bq	15,0 Bq	24 Bq	95,4%

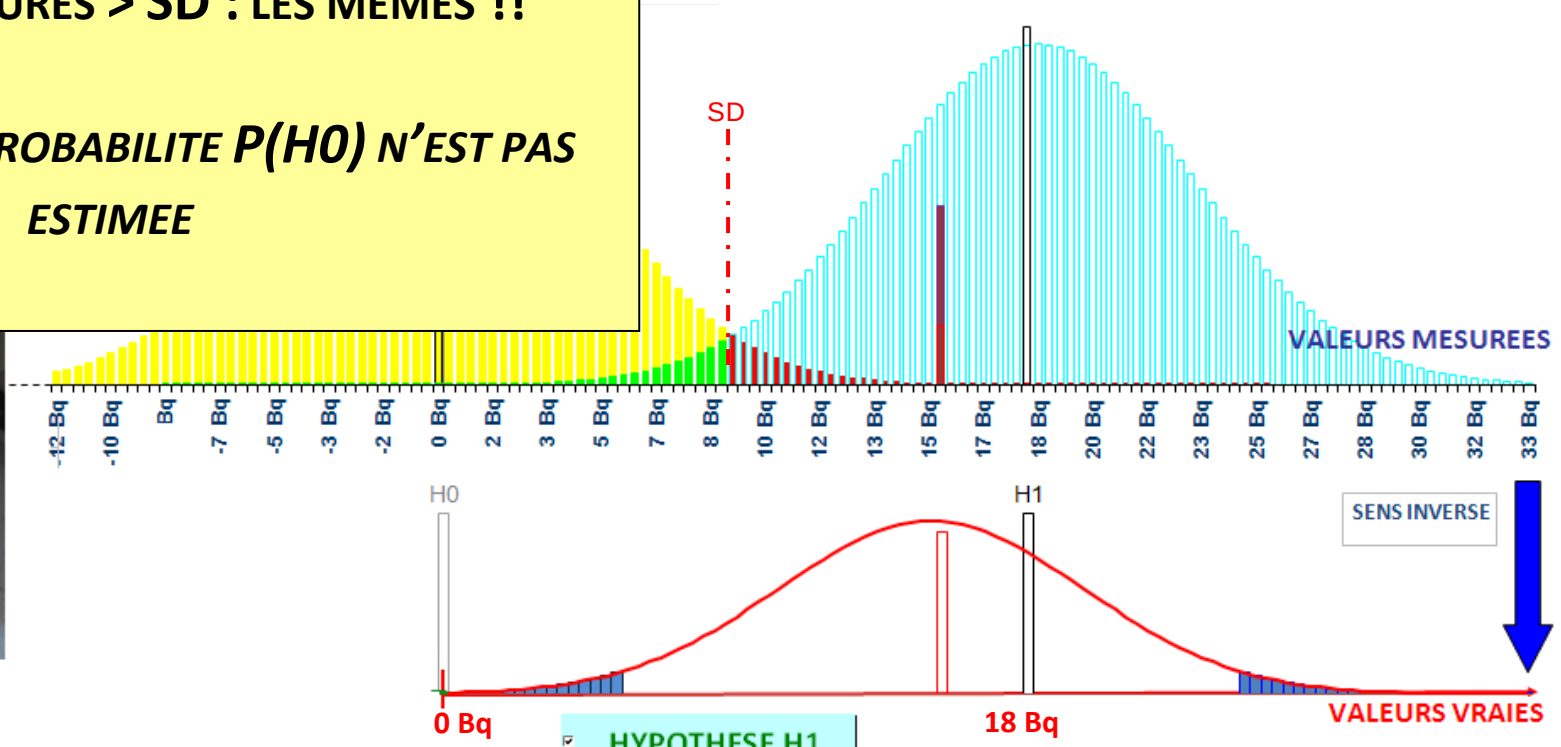
Incertitudes GUM

5 Bq	6 Bq	15,0 Bq	24 Bq
u_y	$y - k\,u_y$	y	$y + k\,u_y$

POUR DES MESURES > SD : LES MEMES !!

PAR CONTRE LA PROBABILITE P(H0) N'EST PAS ESTIMEE





☑ HYPOTHESE H0

☑ HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

☑ MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

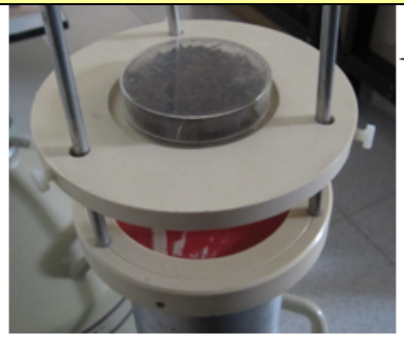
☑ ESTIMATEURS BAYESIENS

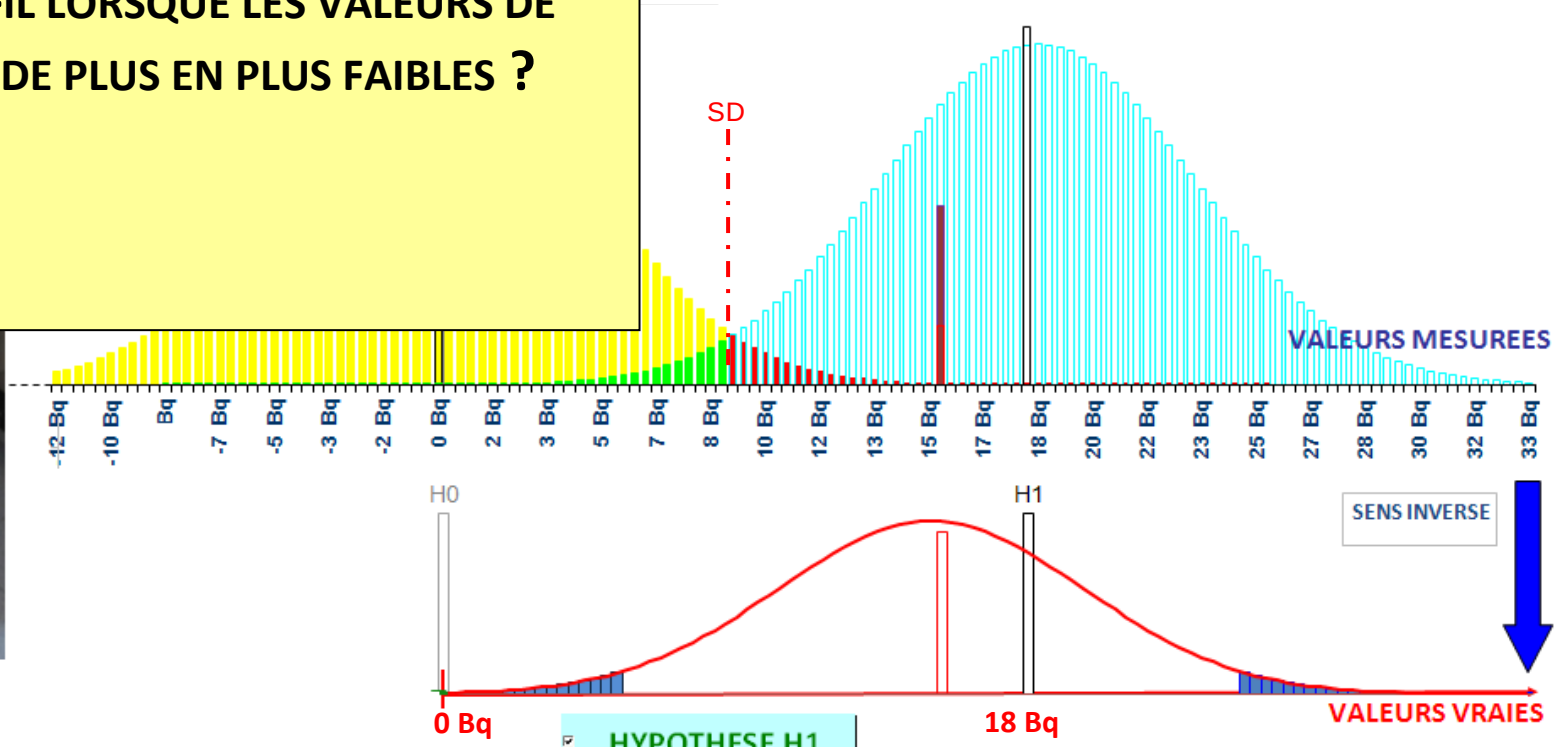
$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
0,07%	*5 Bq*	6 Bq	15 Bq	24 Bq	95,4%

☑ *Incertitudes GUM*

5 Bq	*6 Bq*	*15 Bq*	*24 Bq*
u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$

QUE SE PASSE-T-IL LORSQUE LES VALEURS DE MESURES SONT DE PLUS EN PLUS FAIBLES ?





☑ HYPOTHESE H0

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

☑ HYPOTHESE H1

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

☑ MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

☑ ESTIMATEURS BAYESIENS

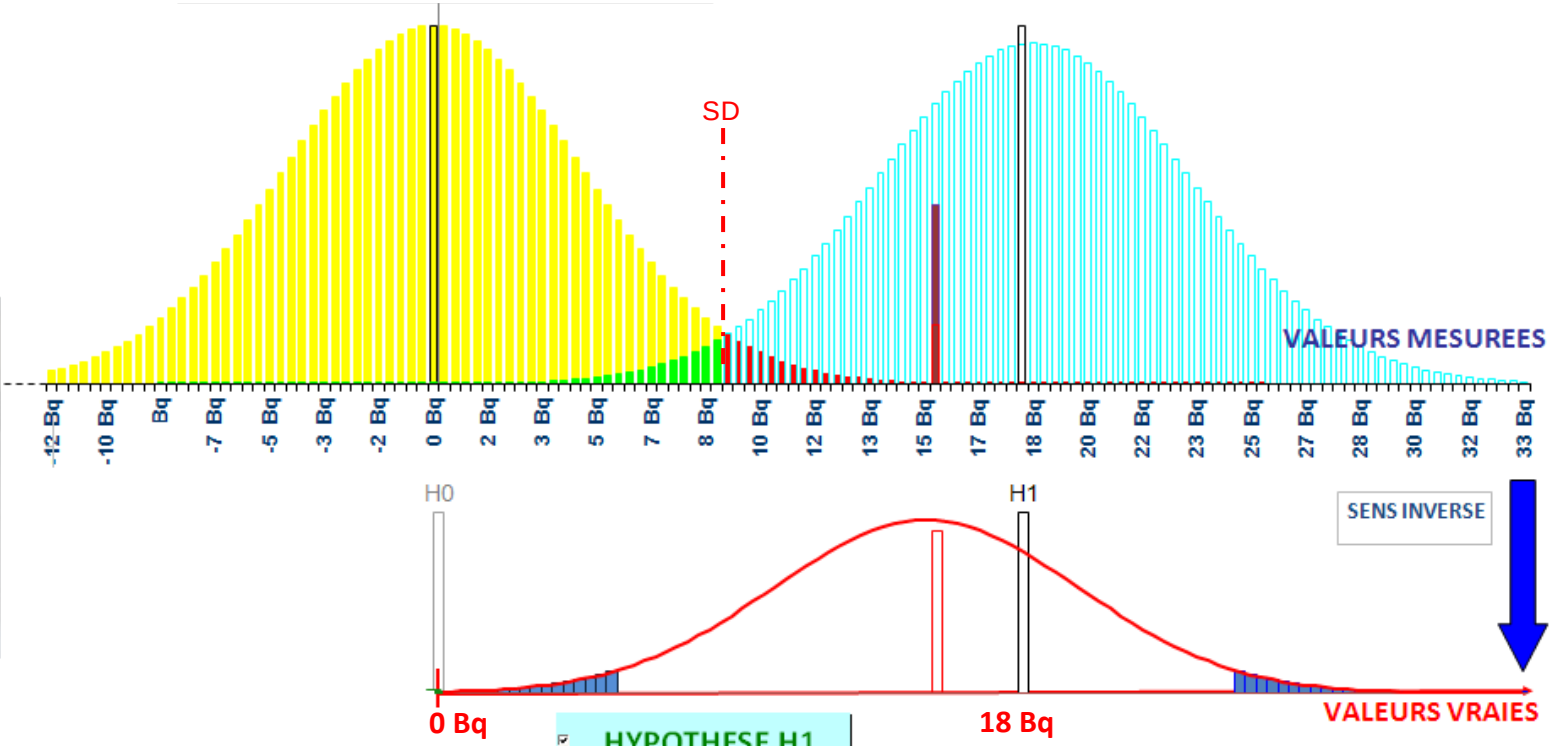
$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
0,07%	*5 Bq*	6 Bq	15 Bq	24 Bq	95,4%

5 Bq	*6 Bq*	*15 Bq*	*24 Bq*
u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$

☑ *Incertitudes GUM*

Mc





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

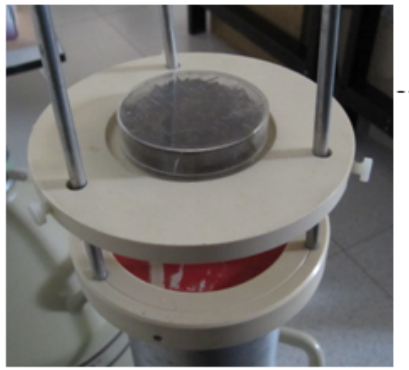
Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1174	15 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

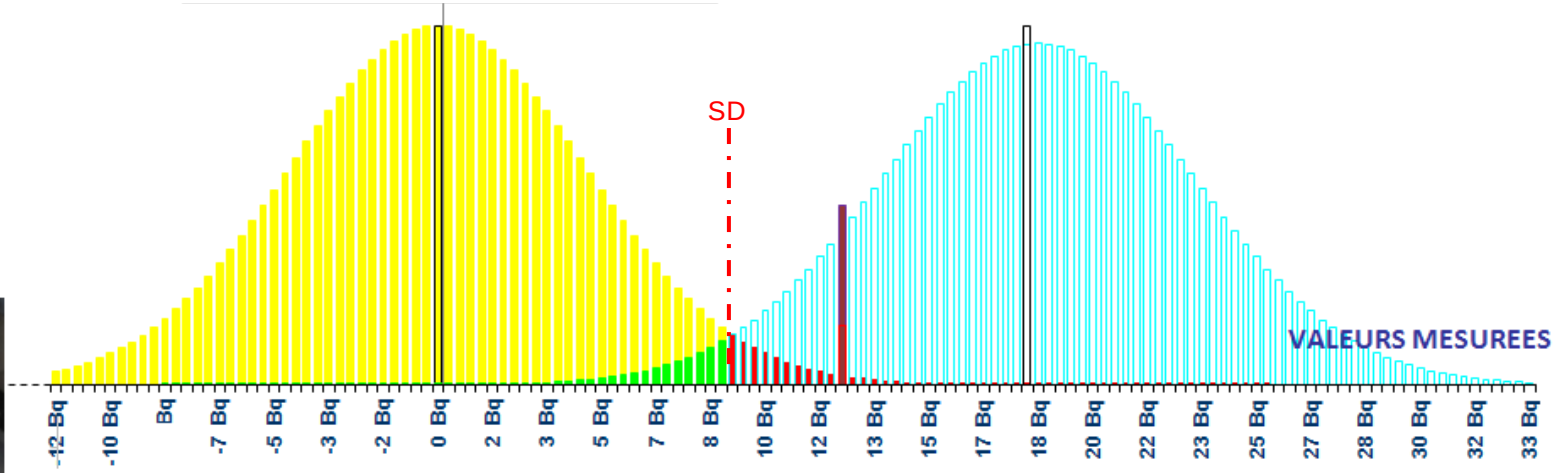
ESTIMATEURS BAYESIENS

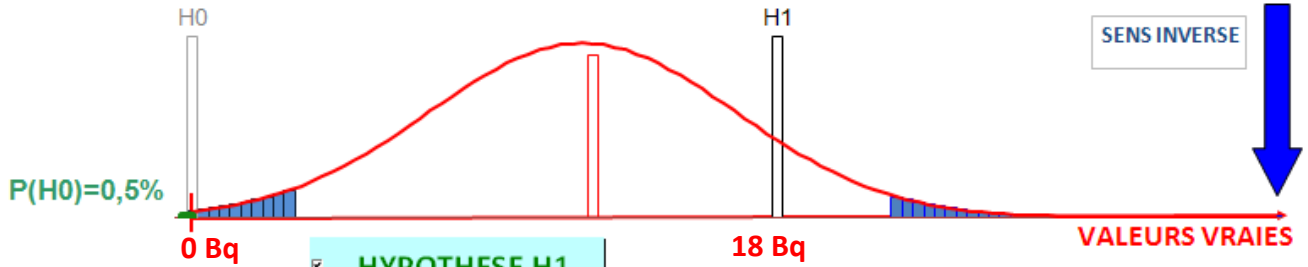
$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
0,07%	*5 Bq*	6 Bq	15 Bq	24 Bq	95,4%

5 Bq	*6 Bq*	*15 Bq*	*24 Bq*
u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$

Incertitudes GUM







HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

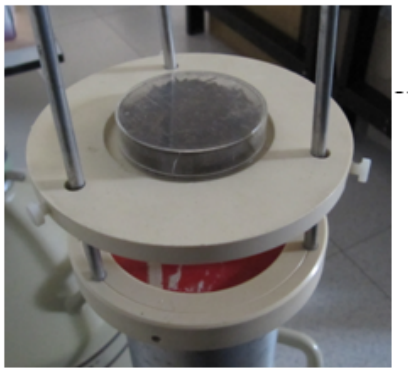
Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1144	12 Bq	*OUI*	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

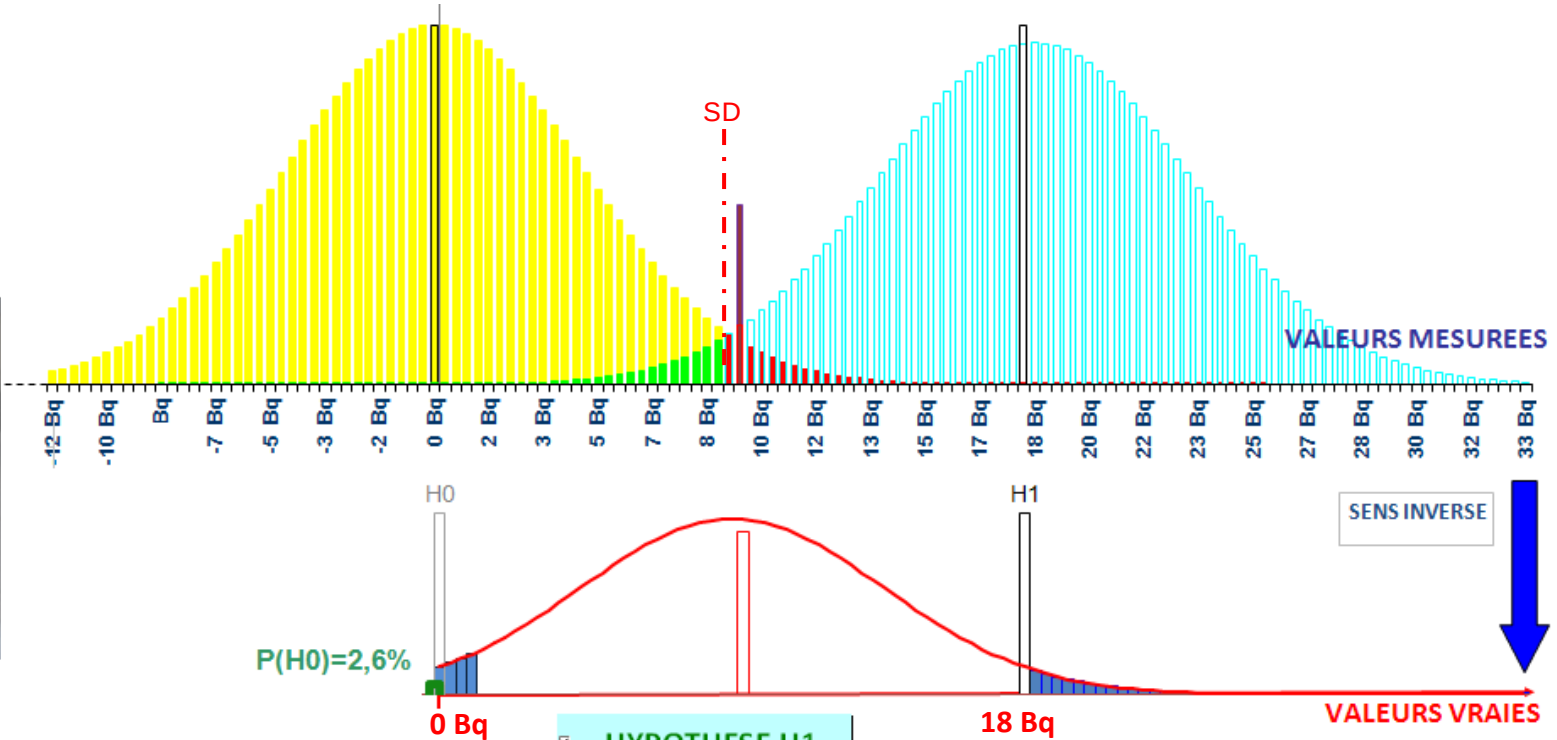
ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
0,51%	*5 Bq*	3 Bq	12 Bq	21 Bq	95,0%

5 Bq	*3 Bq*	*12 Bq*	*21 Bq*
u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$

Incertitudes GUM





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1114	9 Bq	Incertain	relancer comptage

ESTIMATEURS BAYESIENS

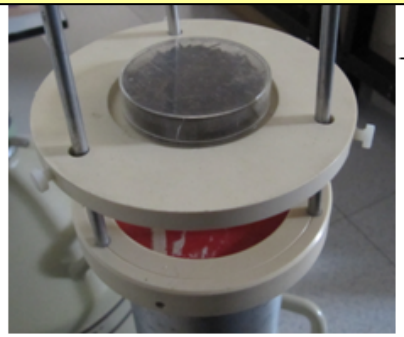
$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
2,60%	*5 Bq*	1 Bq	9 Bq	18 Bq	93,0%

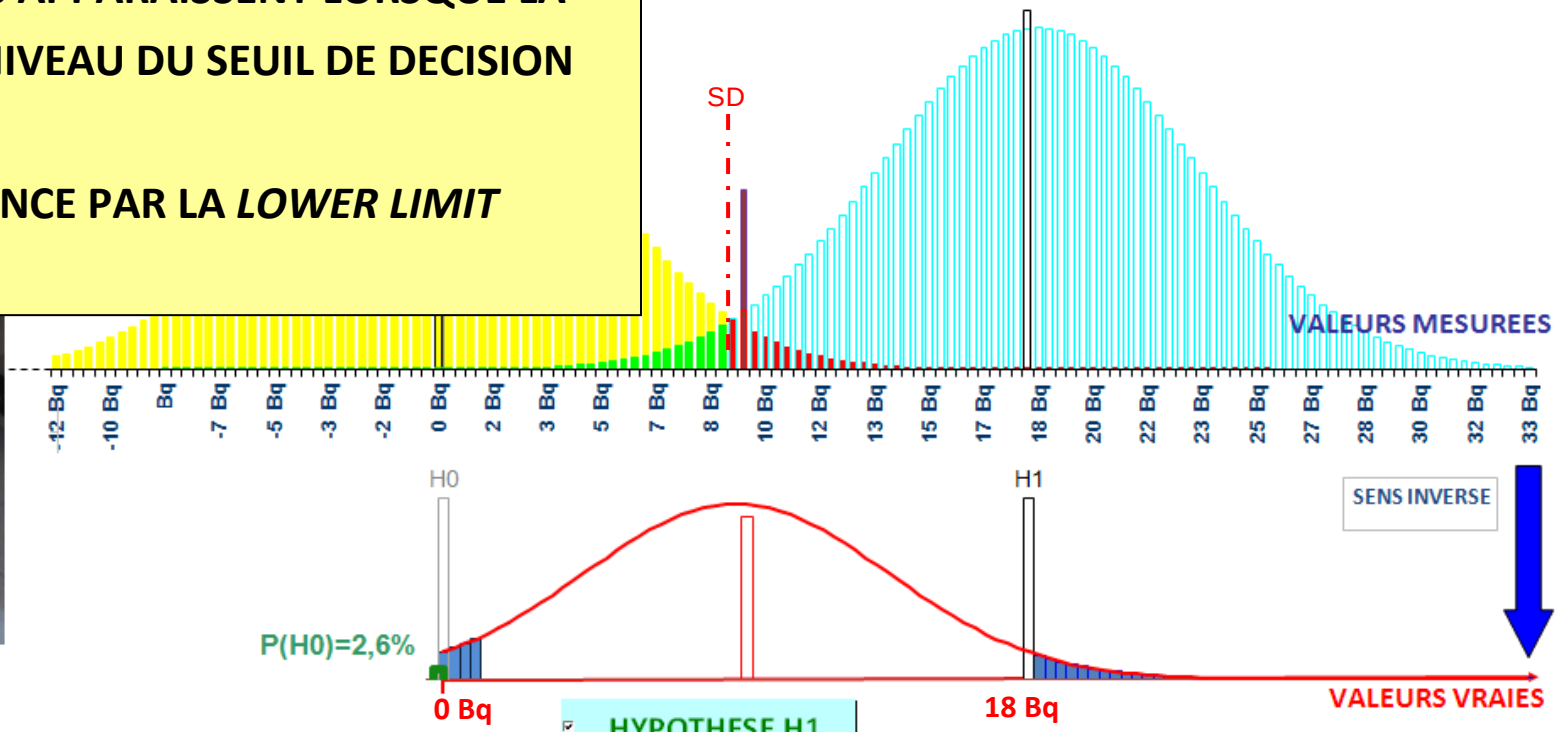
5 Bq	*0 Bq*	*9 Bq*	*18 Bq*
u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$

Incertitudes GUM

DES DIFFERENCES APPARAISSENT LORSQUE LA MESURE EST AU NIVEAU DU SEUIL DE DECISION

CELA COMMENCE PAR LA *LOWER LIMIT*





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1114	9 Bq	Incertain	relancer comptage

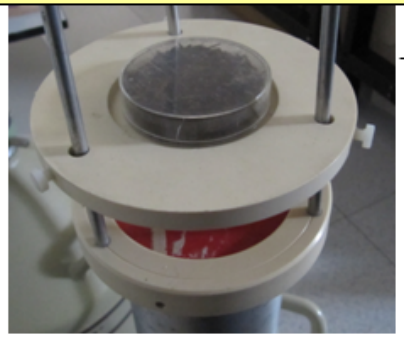
ESTIMATEURS BAYESIENS

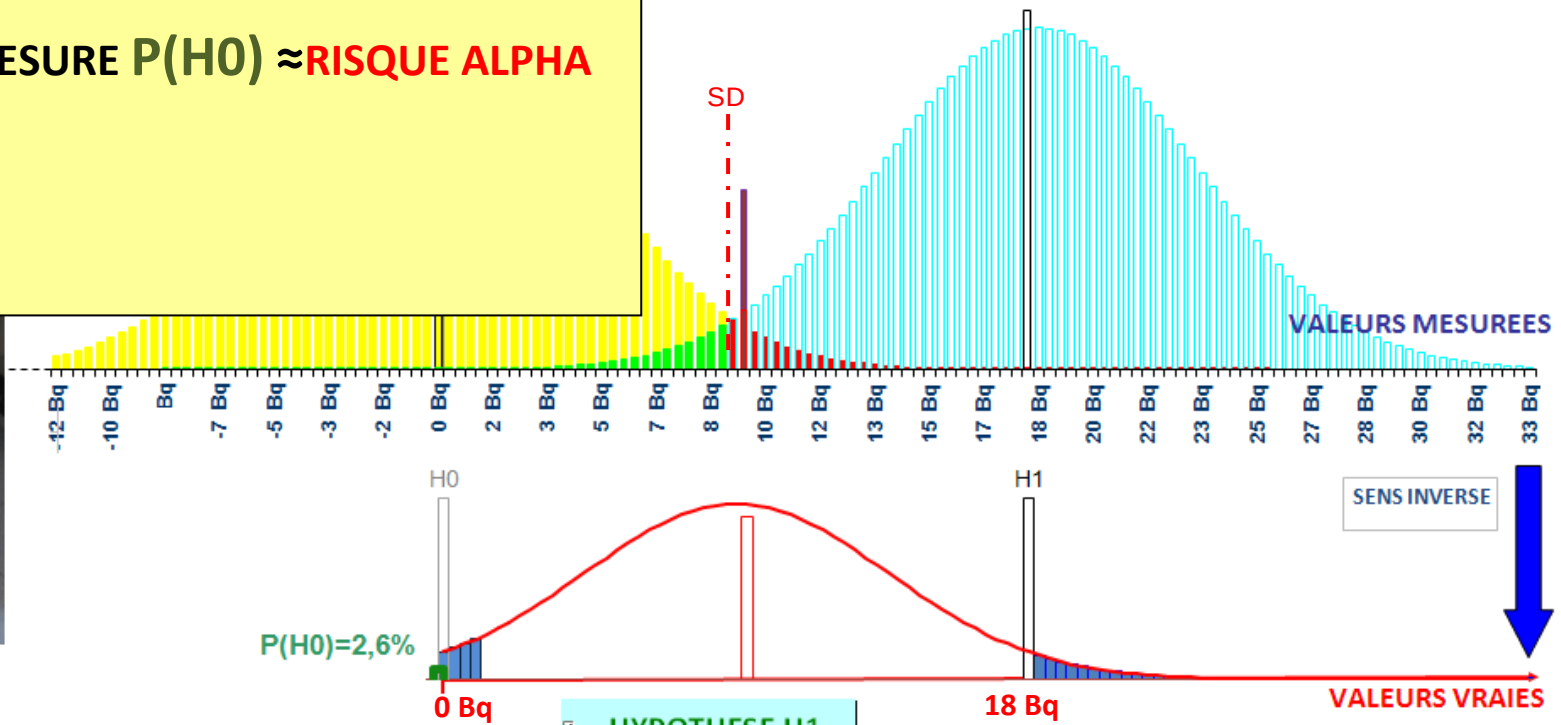
$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
2,60%	*5 Bq*	1 Bq	9 Bq	18 Bq	93,0%

5 Bq	*0 Bq*	*9 Bq*	*18 Bq*
u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$

Incertitudes GUM

A CE NIVEAU DE MESURE P(H0) ≈RISQUE ALPHA





HYPOTHESE H0

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

HYPOTHESE H1

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

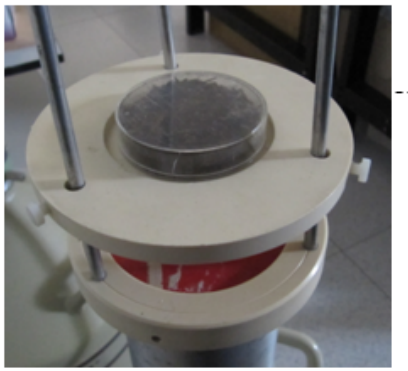
Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1114	9 Bq	Incertain	relancer comptage

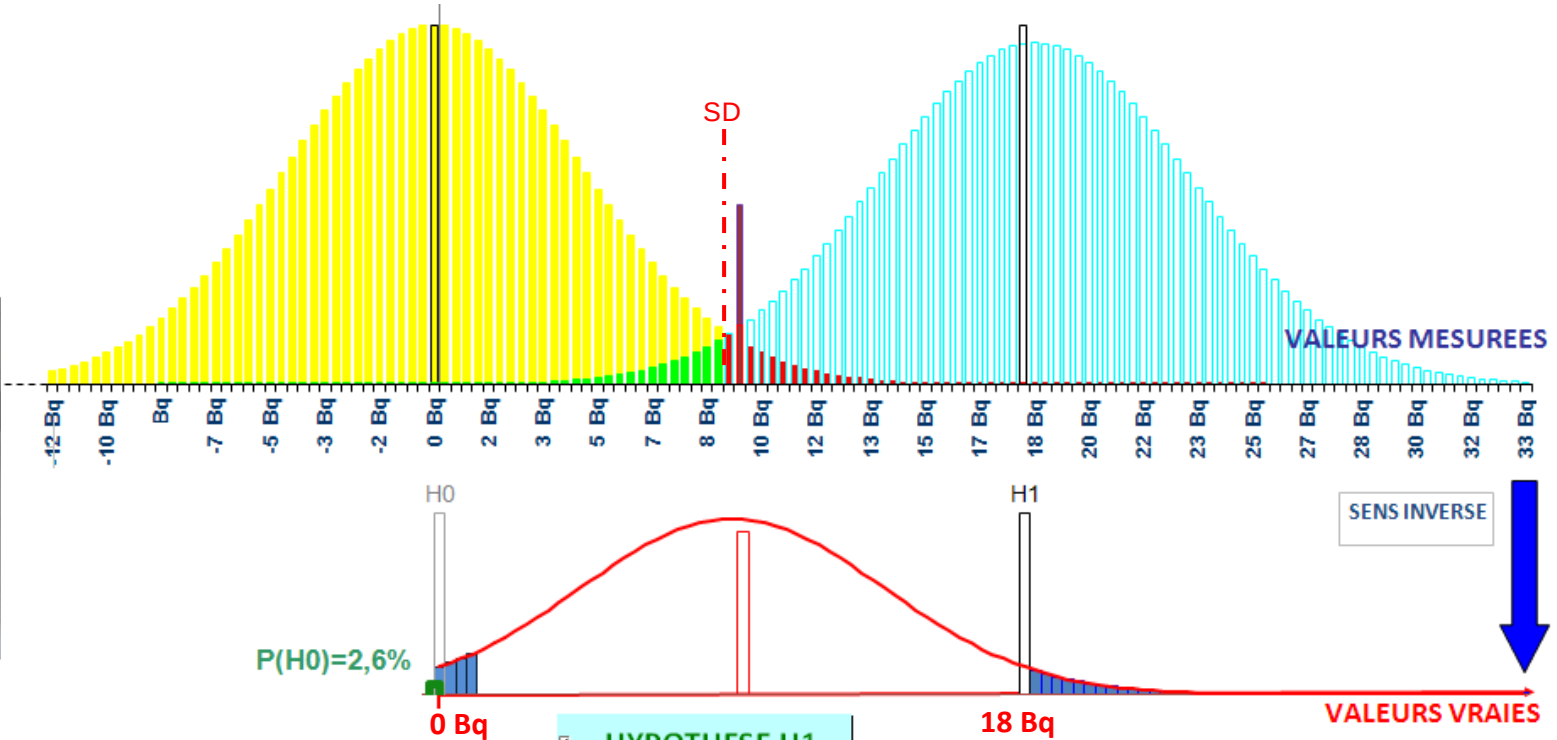
ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
2,60%	*5 Bq*	1 Bq	9 Bq	18 Bq	93,0%

5 Bq	*0 Bq*	*9 Bq*	*18 Bq*
u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$

Incertitudes GUM





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

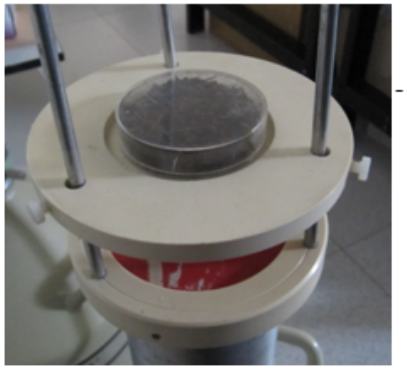
Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1114	9 Bq	Incertain	relancer comptage

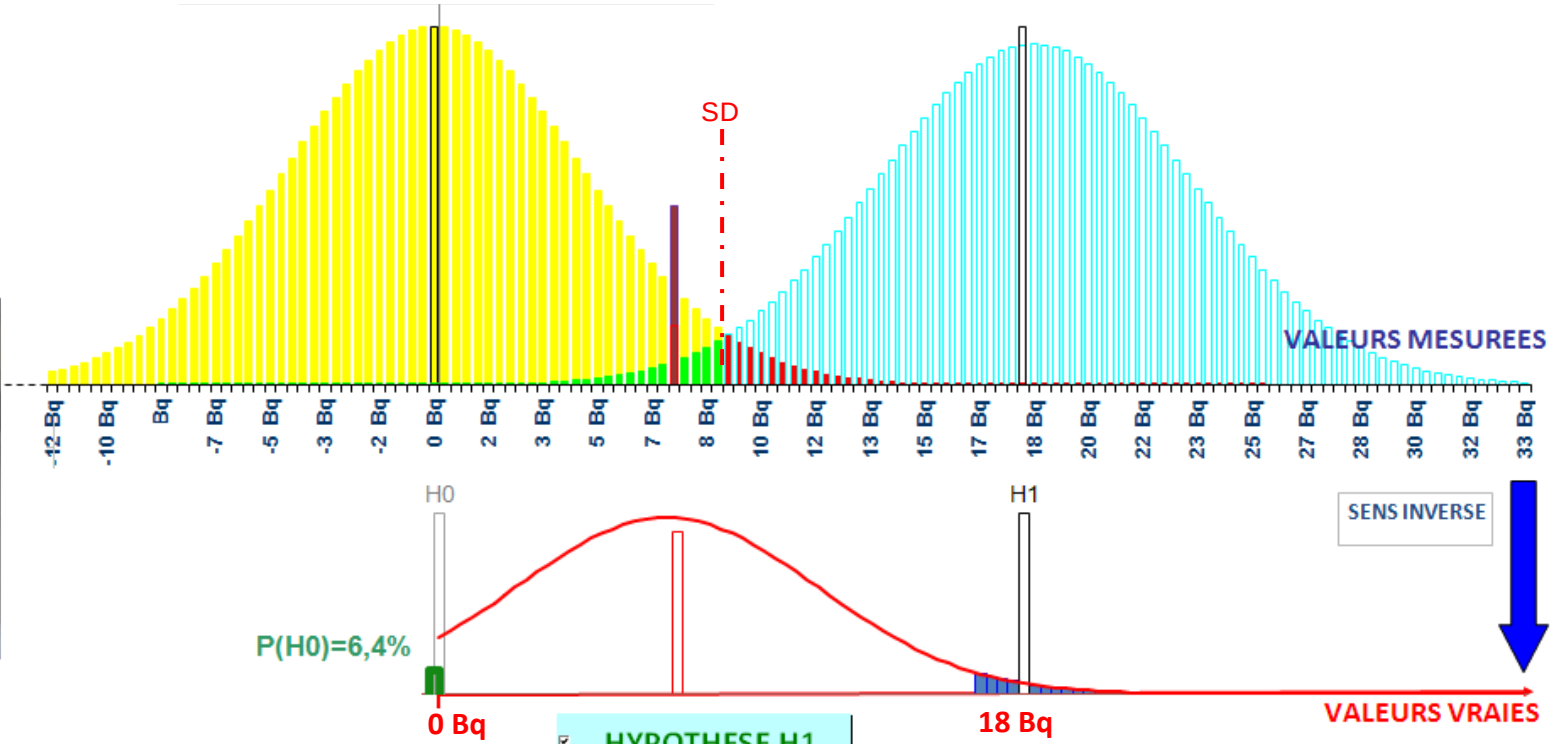
ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
2,60%	*5 Bq*	1 Bq	9 Bq	18 Bq	93,0%

5 Bq	*0 Bq*	*9 Bq*	*18 Bq*
u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$

Incertitudes GUM





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1094	7 Bq	NON	Rejet hypotèse H1 : effet non-détecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
6,43%	*5 Bq*	0 Bq	7 Bq	16 Bq	97,9%

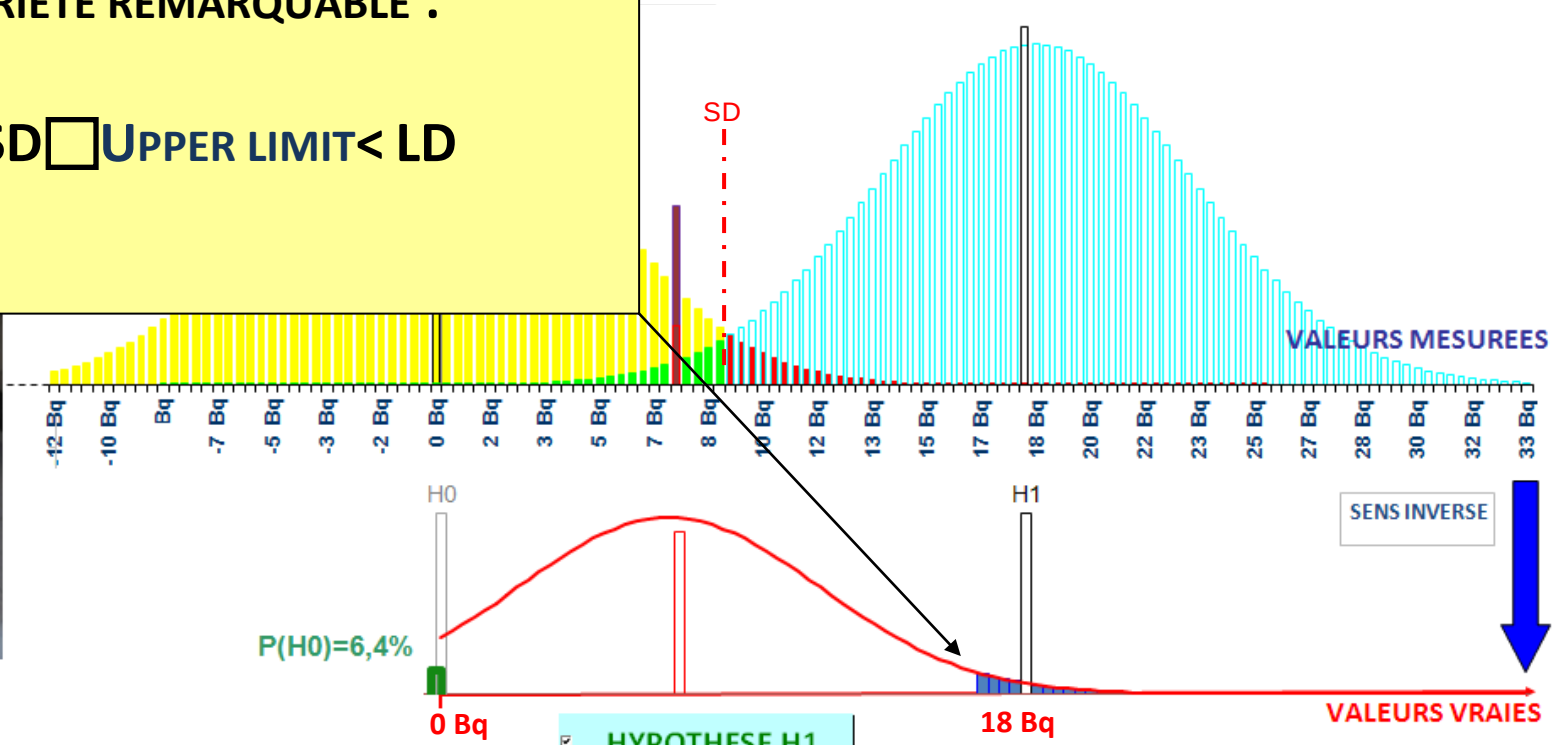
5 Bq	*-2 Bq*	*7 Bq*	*16 Bq*
u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$

Incertitudes GUM

UNE PROPRIETE REMARQUABLE :

MESURE <SD□UPPER LIMIT< LD





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1094	7 Bq	NON	Rejet hypotèse H1 : effet non-détecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

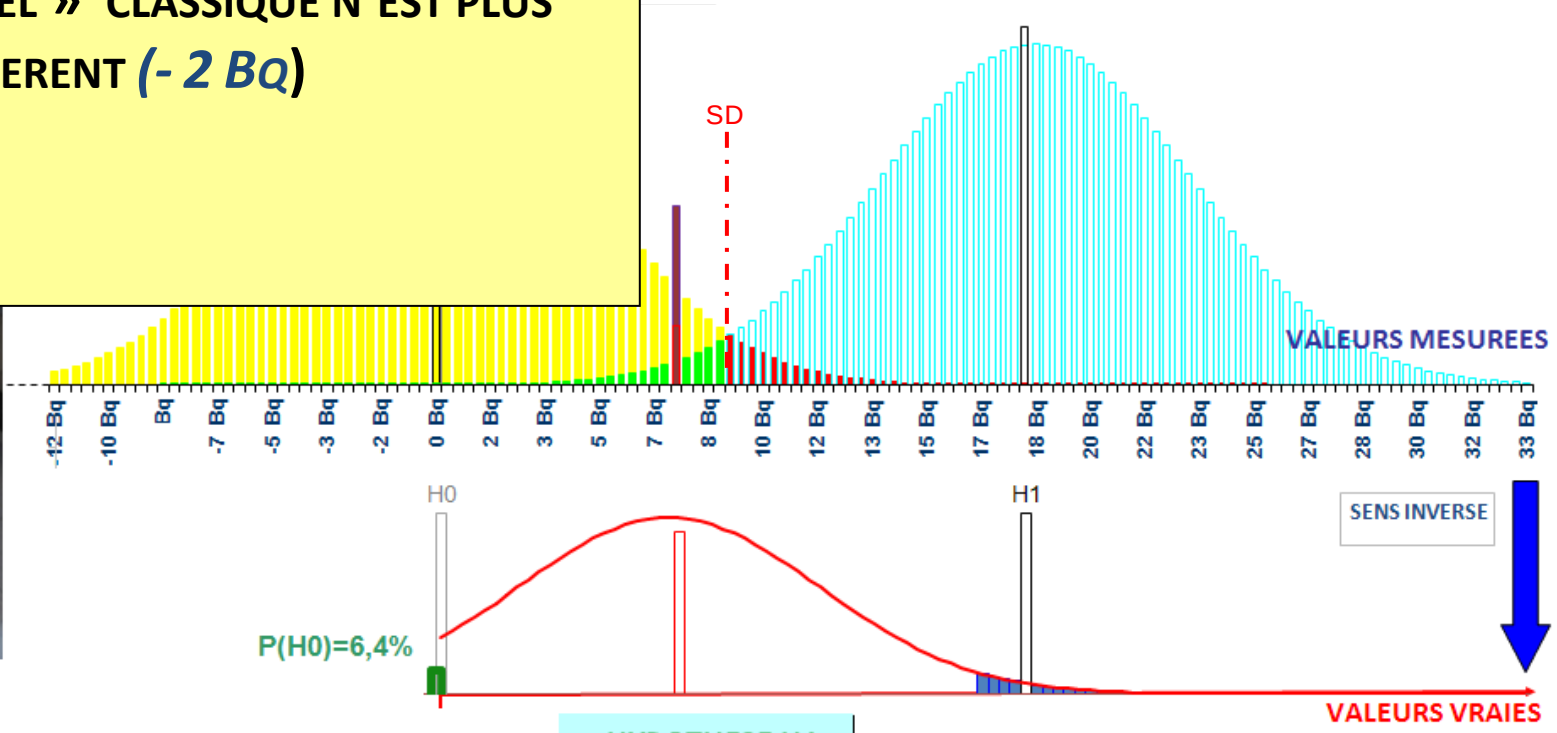
$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
6,43%	*5 Bq*	0 Bq	7 Bq	16 Bq	97,9%

5 Bq	*-2 Bq*	*7 Bq*	*16 Bq*
u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$

Incertitudes GUM

LE « LOWER LEVEL » CLASSIQUE N'EST PLUS COHERENT *(- 2 Bq)*





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

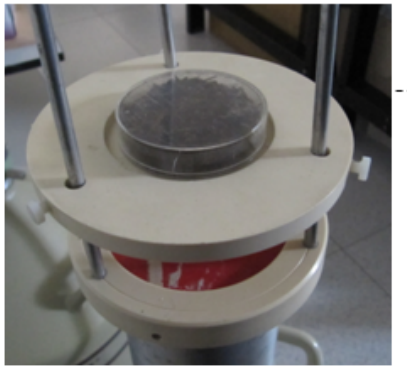
Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1094	7 Bq	NON	Rejet hypotèse H1 : effet non-détecté

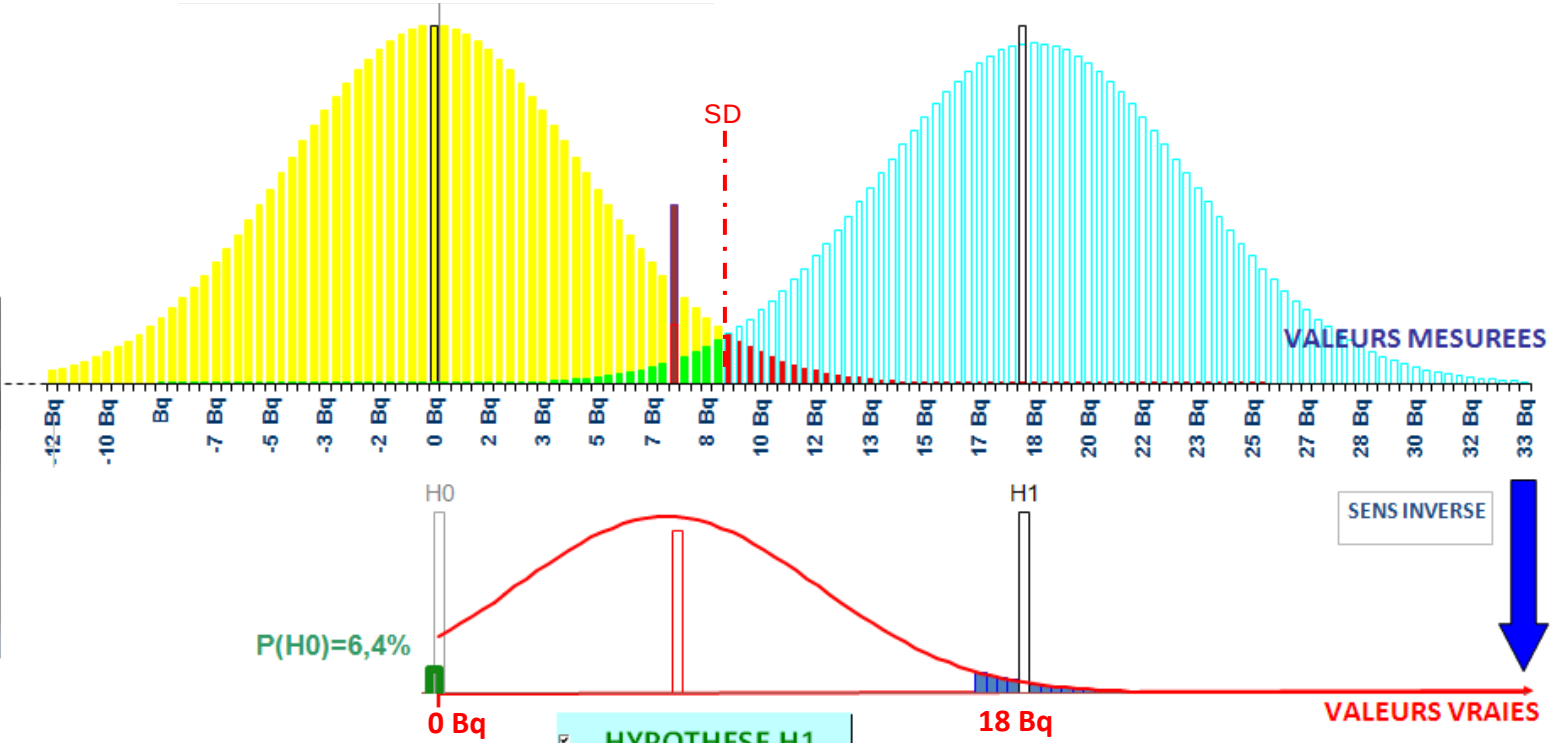
ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
6,43%	*5 Bq*	0 Bq	7 Bq	16 Bq	97,9%

5 Bq	*-2 Bq*	*7 Bq*	*16 Bq*
u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$

Incertitudes GUM





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1094	7 Bq	NON	Rejet hypotèse H1 : effet non-détecté

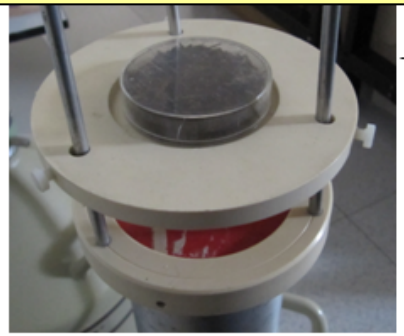
ESTIMATEURS BAYESIENS

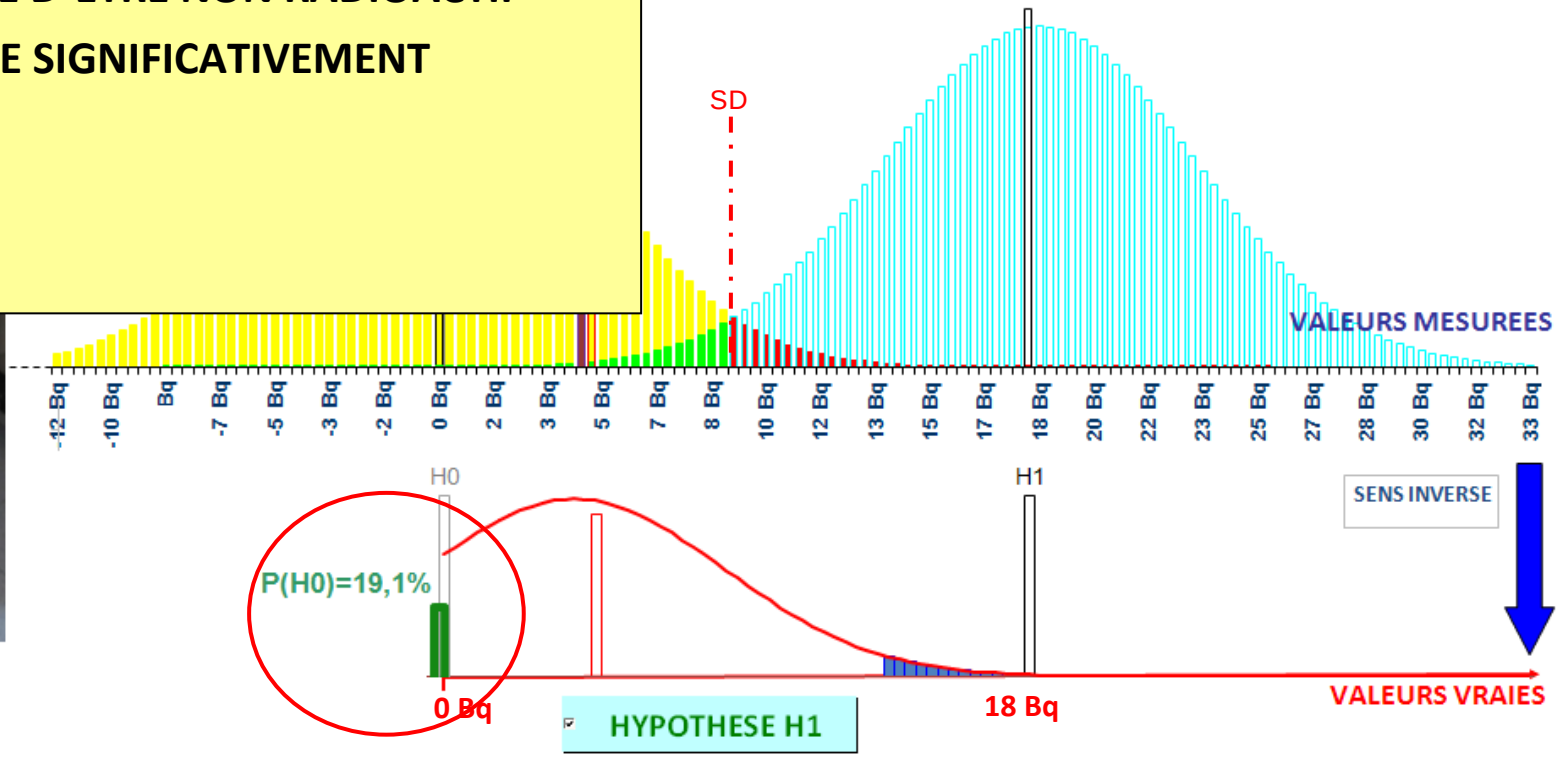
$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
6,43%	*5 Bq*	0 Bq	7 Bq	16 Bq	97,9%

5 Bq	*-2 Bq*	*7 Bq*	*16 Bq*
u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$

Incertitudes GUM

LA PROBABILITE D'ETRE NON RADIOACTIF AUGMENTE SIGNIFICATIVEMENT





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

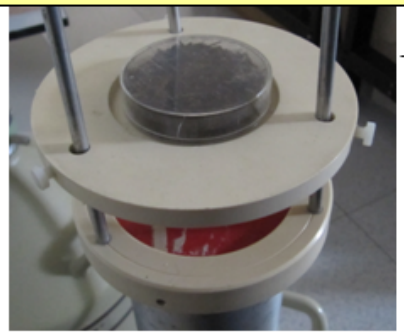
Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1064	4 Bq	NON	Rejet hypotèse H1 : effet non-détecté

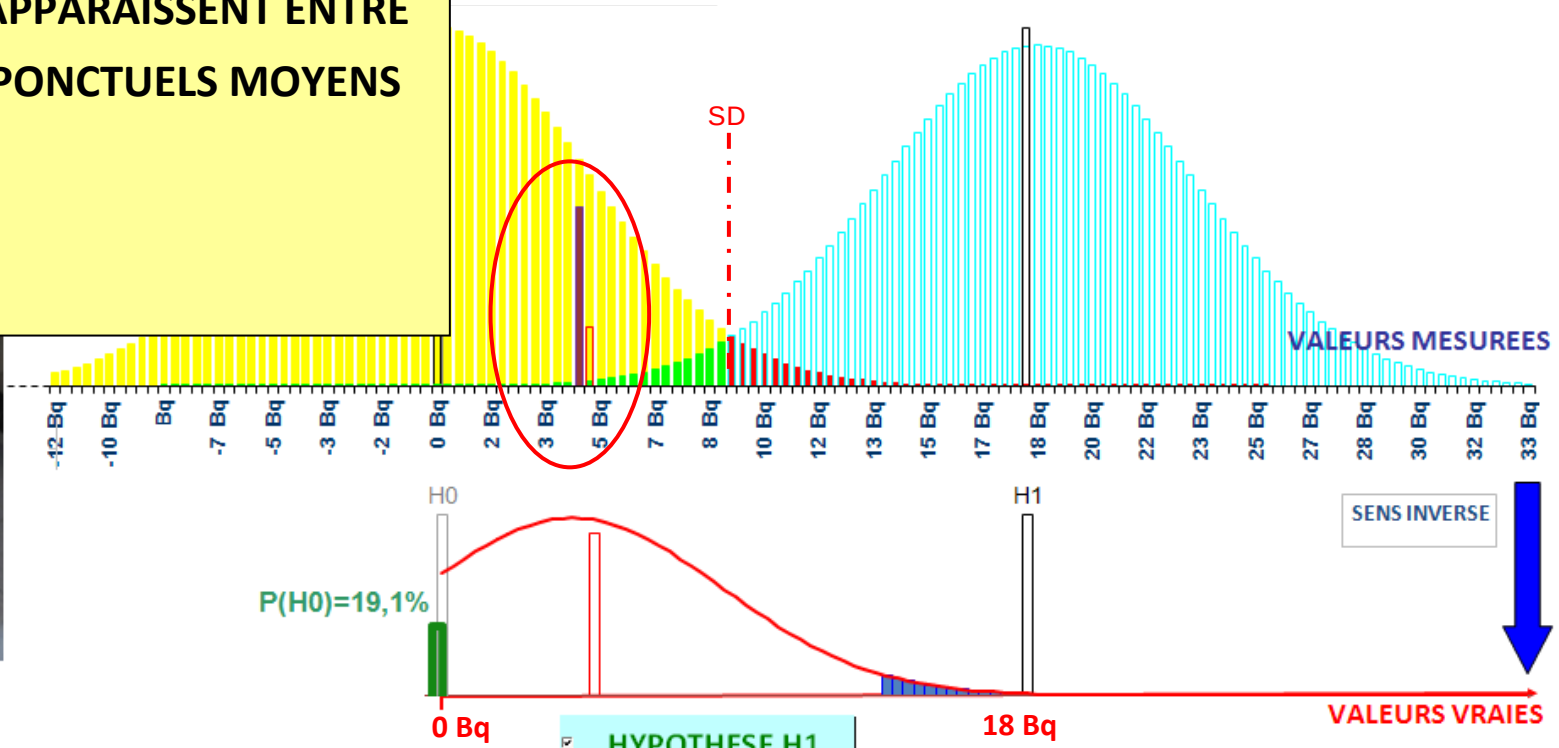
ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
19,08%	*4 Bq*	0 Bq	4,5 Bq	14 Bq	98,2%
	5 Bq	*-5 Bq*	*4,0 Bq*	*13 Bq*
	u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$

Incertitudes GUM

DES DIFFERENCES APPARAISSENT ENTRE LES ESTIMATEURS PONCTUELS MOYENS





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

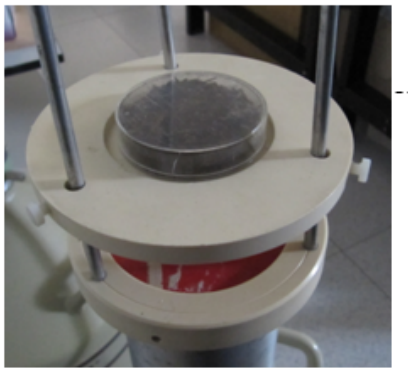
MESURE ECHANTILLON

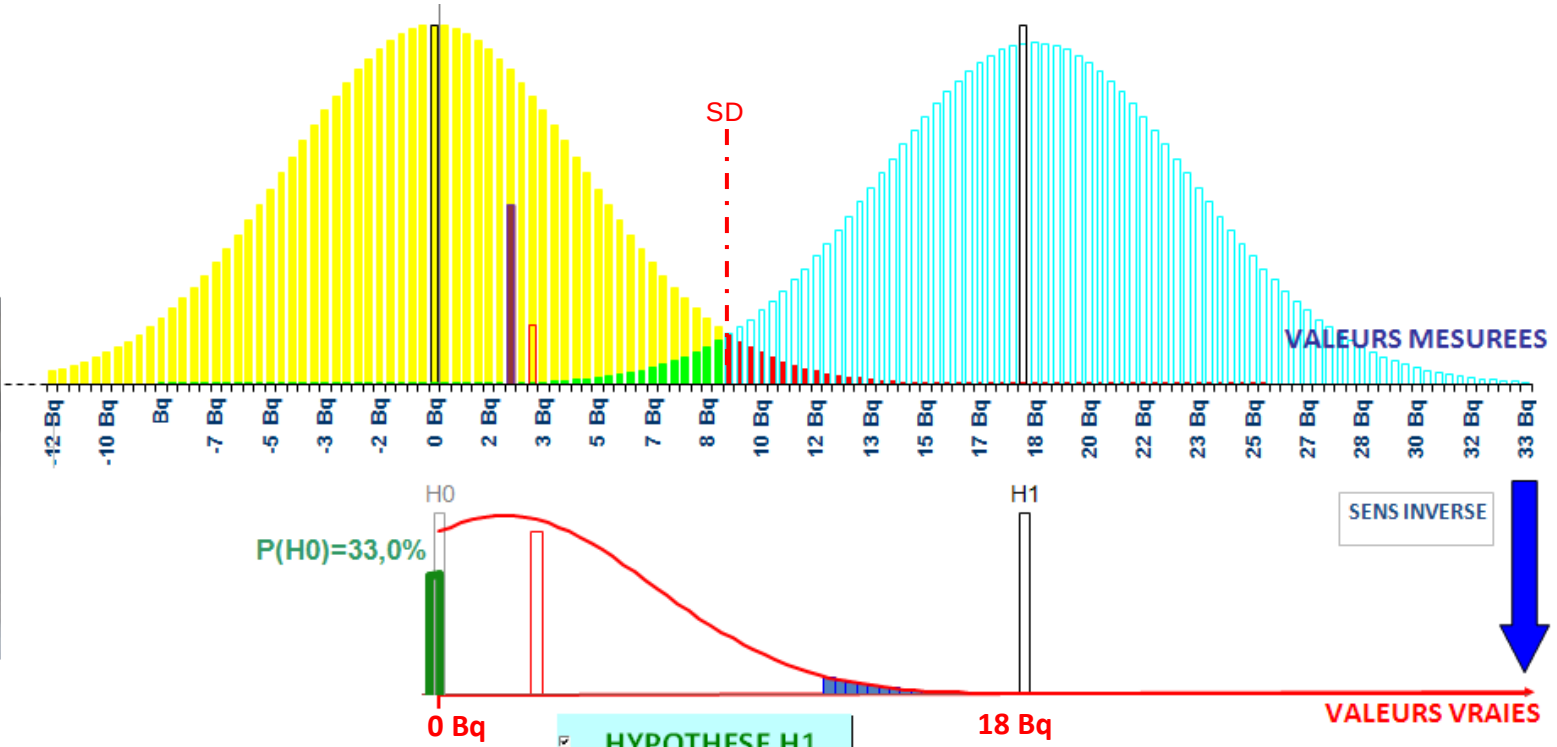
Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1064	4 Bq	NON	Rejet hypotèse H1 : effet non-détecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
19,08%	*4 Bq*	0 Bq	4,5 Bq	14 Bq	98,2%
	5 Bq	*-5 Bq*	*4,0 Bq*	*13 Bq*
	u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$

Incertitudes GUM





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

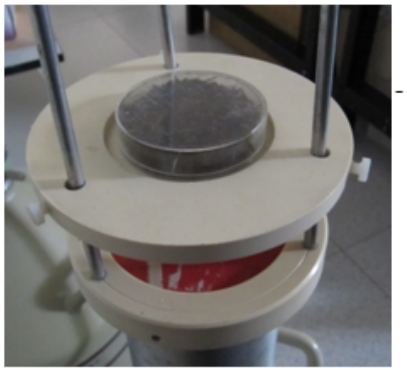
Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	Rejet hypotèse H1 : effet non-détecté

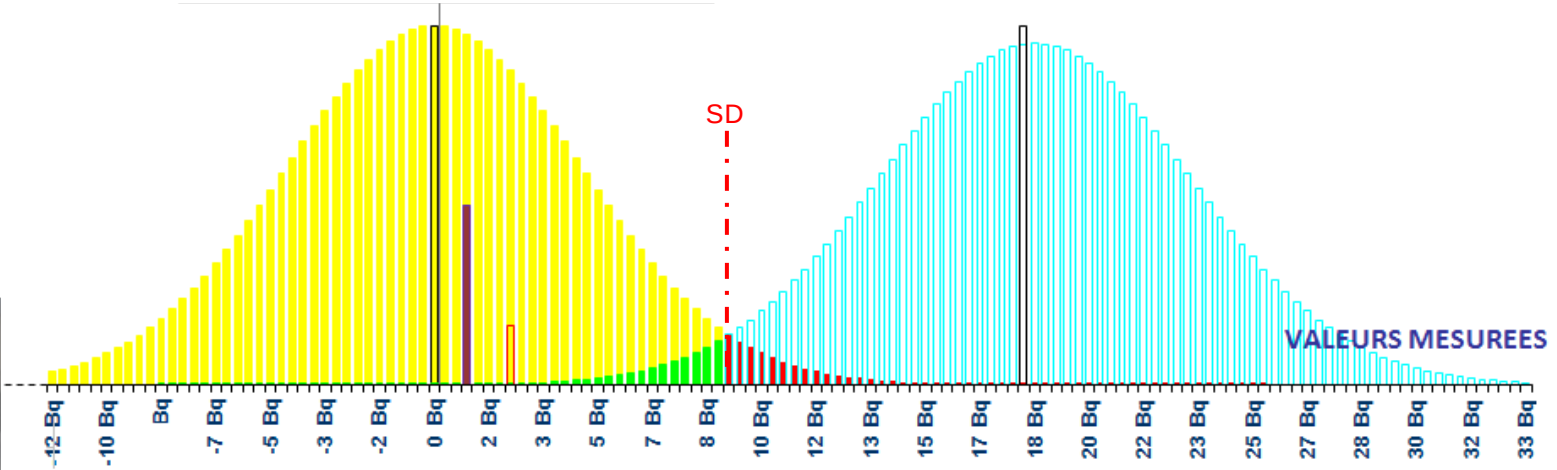
ESTIMATEURS BAYESIENS

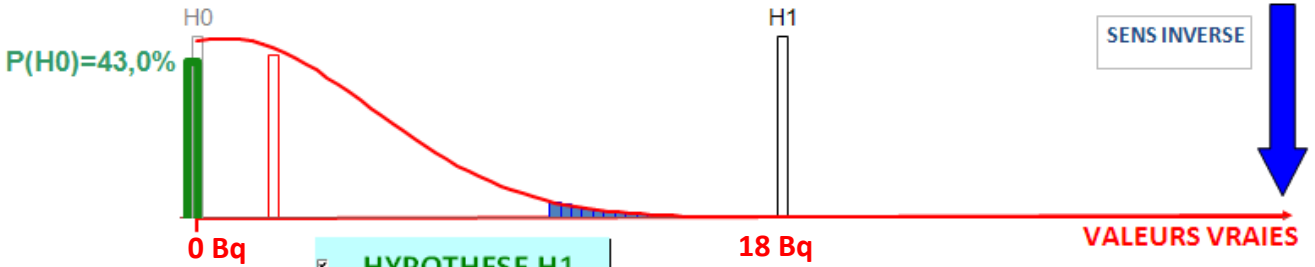
$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
33,01%	*4 Bq*	0 Bq	*3,0 Bq*	12 Bq	98,5%

5 Bq	*-7 Bq*	*2,0 Bq*	*11 Bq*
u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$

Incertitudes GUM







HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1032	1 Bq	NON	Rejet hypotèse H1 : effet non-détecté

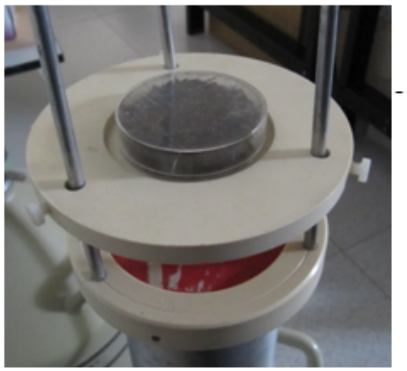
ESTIMATEURS BAYESIENS

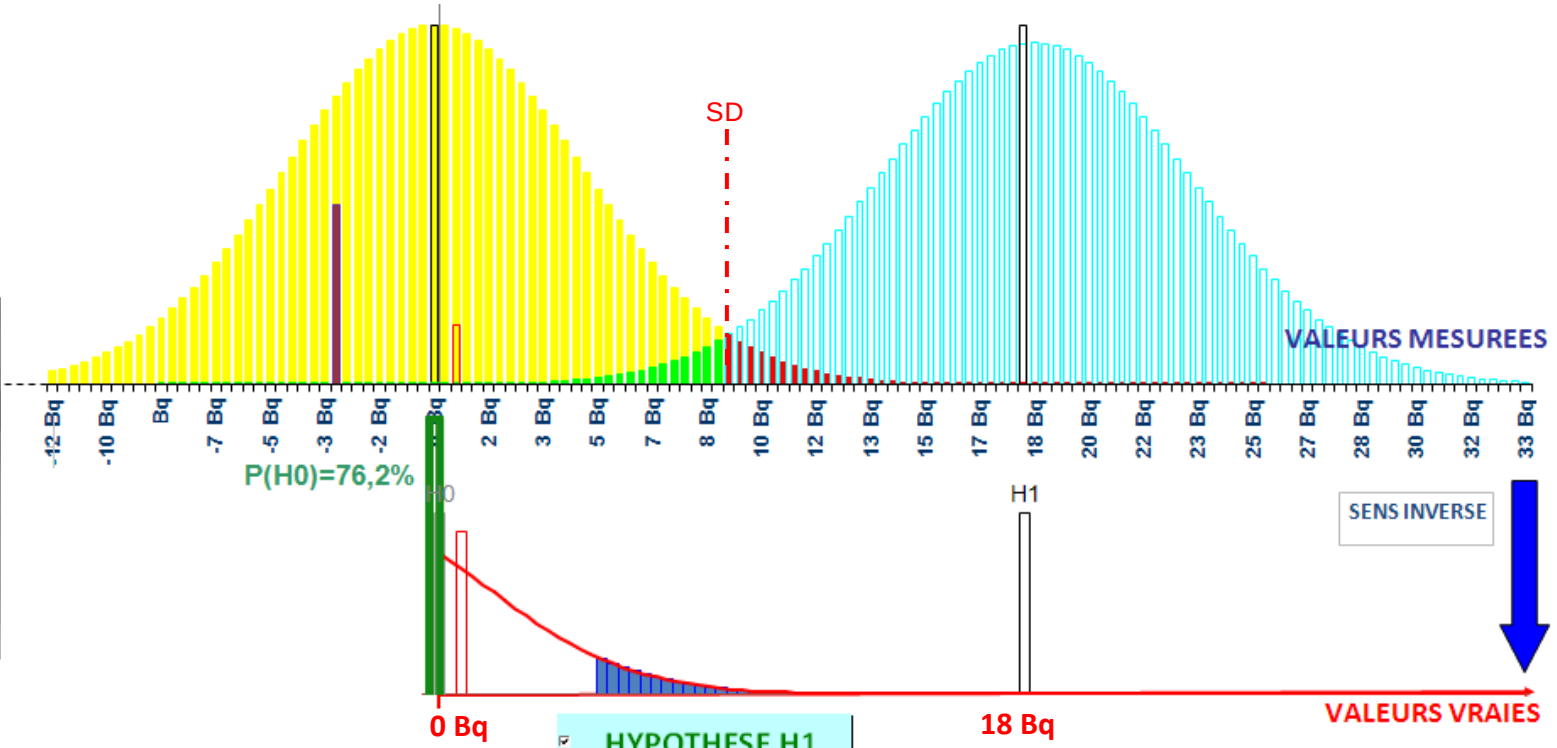
$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
43,00%	*3 Bq*	0 Bq	2,2 Bq	11 Bq	98,7%

5 Bq	*-8 Bq*	*0,8 Bq*	*10 Bq*
u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$

Incertitudes GUM

Mc





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,14 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
992	-3 Bq	NON	Rejet hypotèse H1 : effet non-détecté

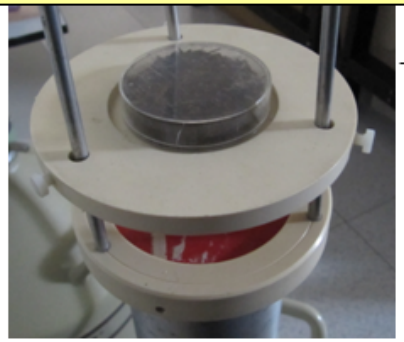
ESTIMATEURS BAYESIENS

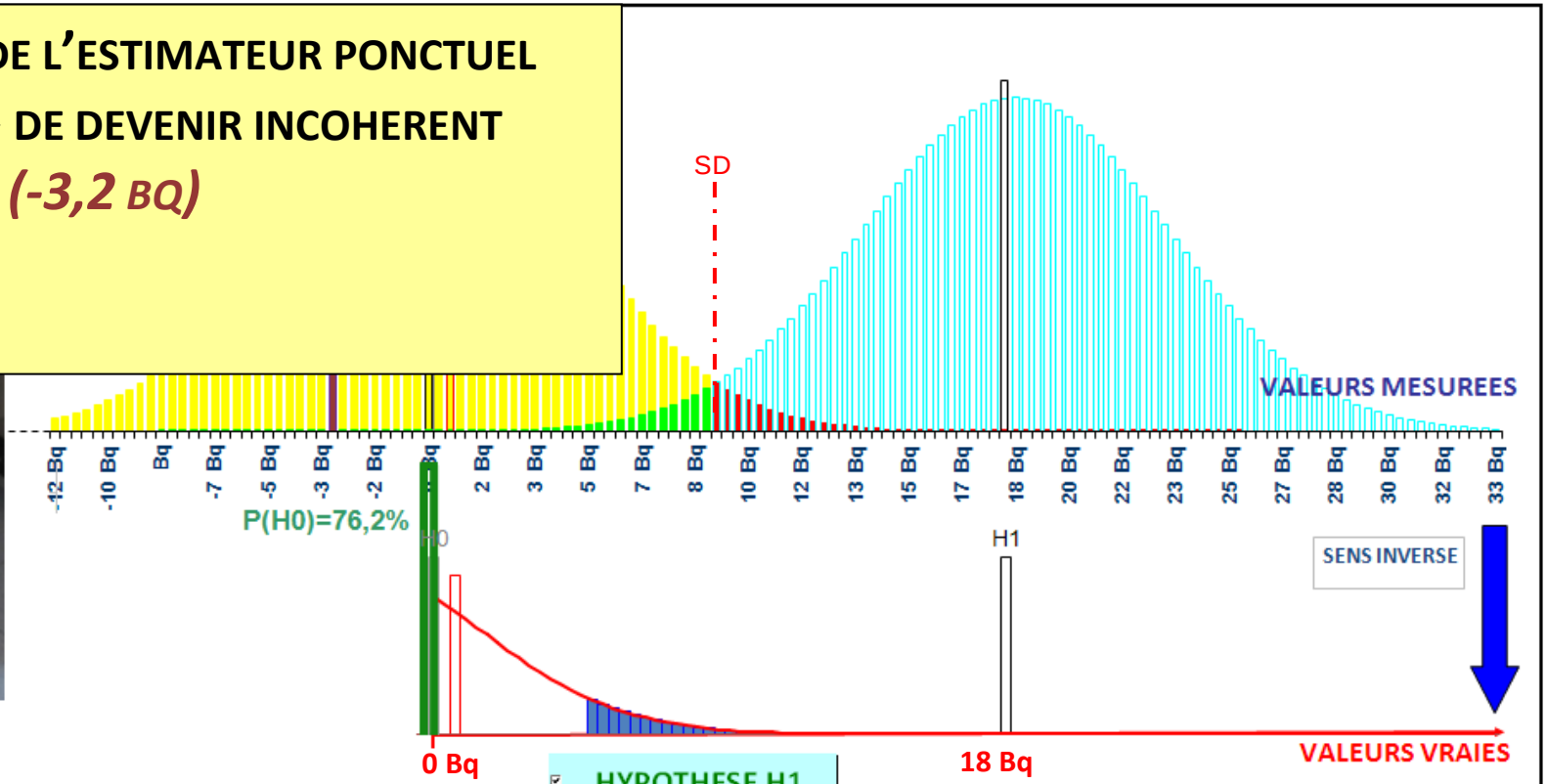
$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
76,19%	*2 Bq*	0 Bq	0,6 Bq	5 Bq	96,2%
	4 Bq	*-8 Bq*	*-3,2 Bq*	*1 Bq*	
	u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$	

Incertitudes GUM

C'EST AU TOUR DE L'ESTIMATEUR PONCTUEL « CLASSIQUE » DE DEVENIR INCOHERENT

(-3,2 BQ)





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,14 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
992	-3 Bq	NON	Rejet hypotèse H1 : effet non-détecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
76,19%	*2 Bq*	0 Bq	0,6 Bq	5 Bq	96,2%
	4 Bq	*-8 Bq*	*-3,2 Bq*	*1 Bq*	
	u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$	

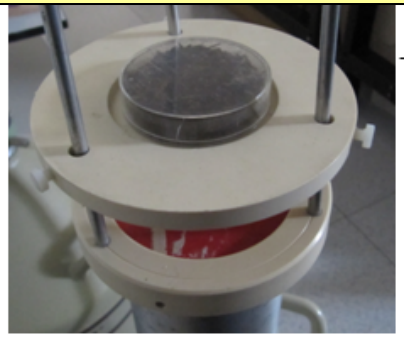
Incertitudes GUM

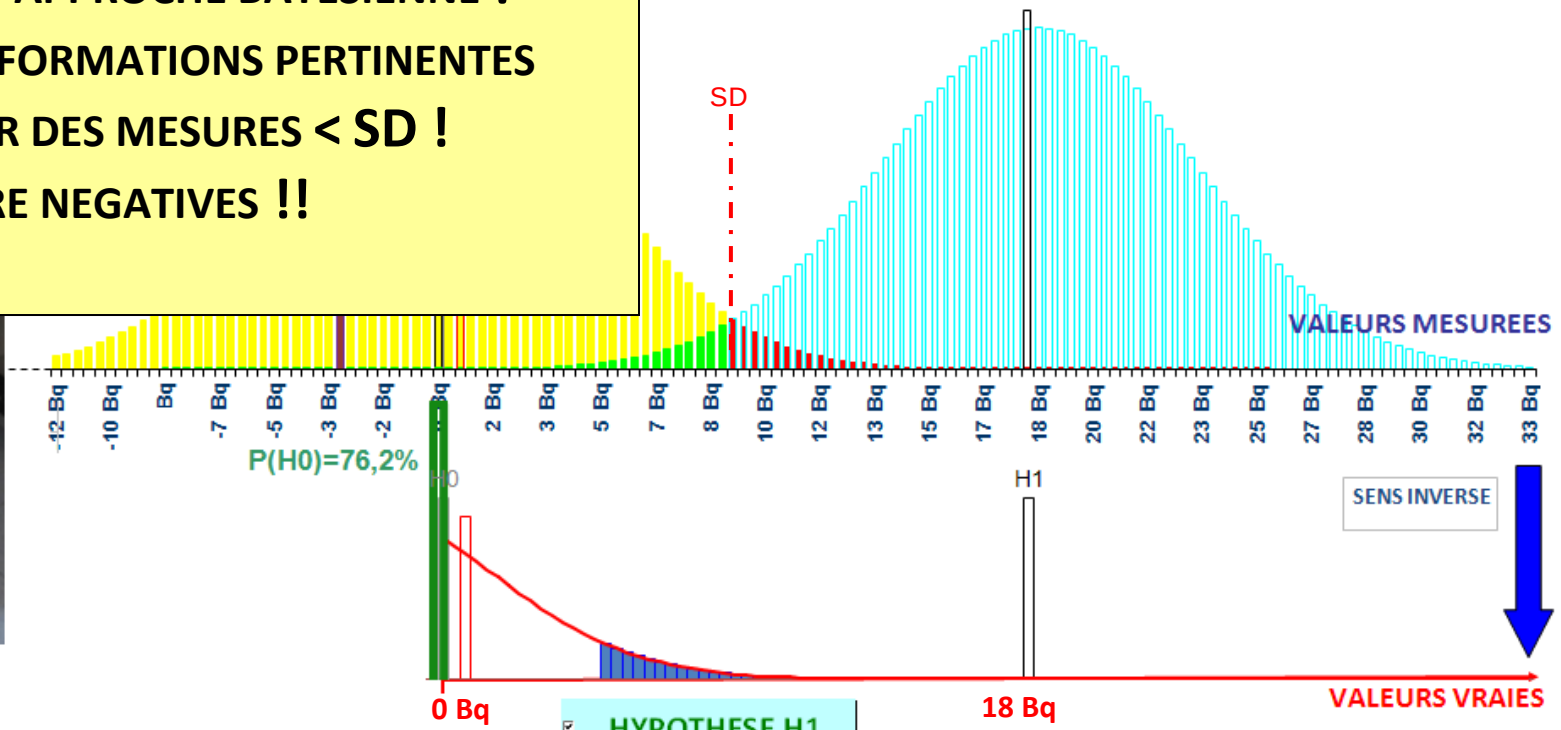
L'INTERET DE L'APPROCHE BAYESIENNE :

OBTENIR DES INFORMATIONS PERTINENTES

MEME POUR DES MESURES < SD !

VOIRE NEGATIVES !!





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

uSD= +/-0,14 bq

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

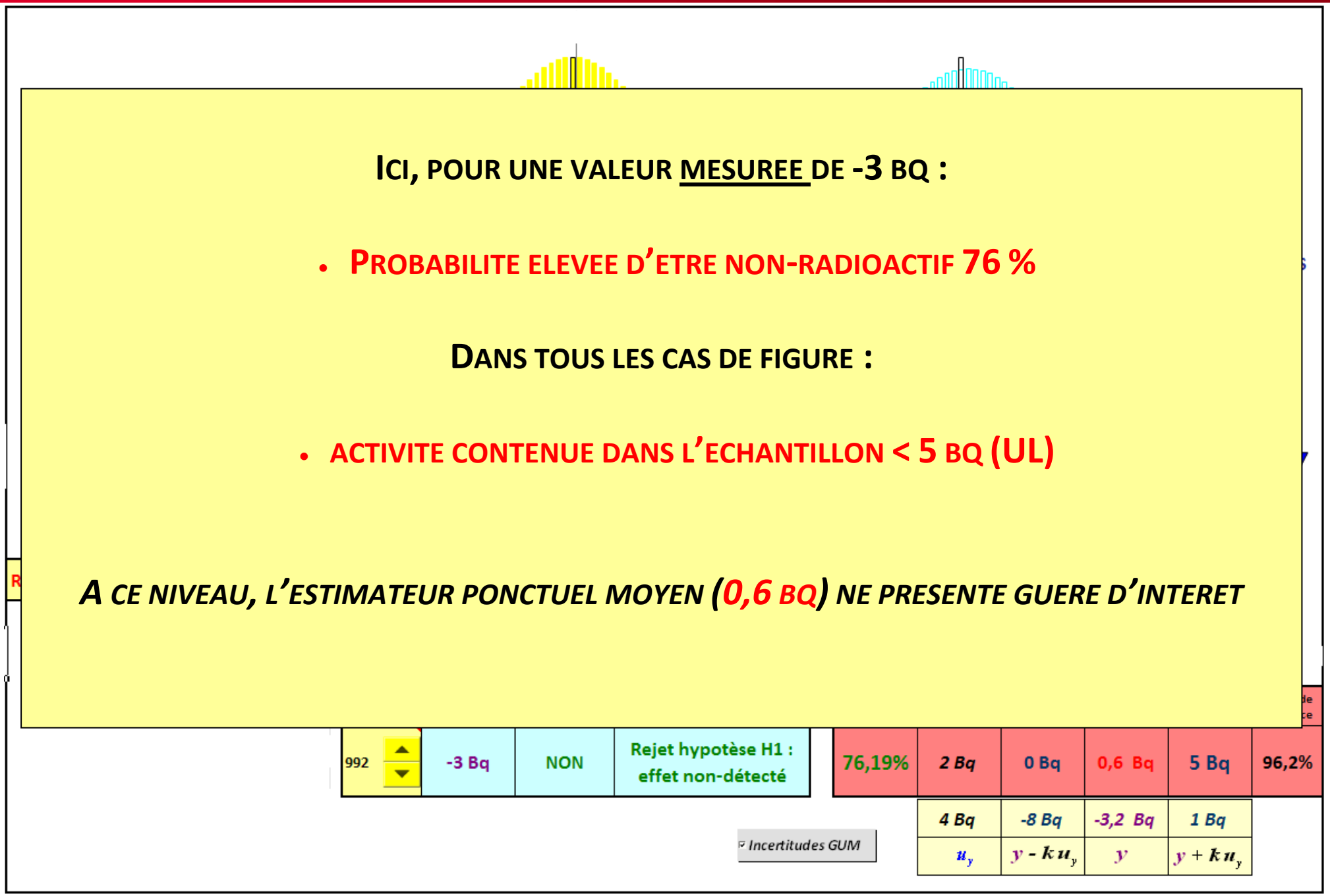
MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
992	-3 Bq	NON	Rejet hypotèse H1 : effet non-détecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
76,19%	*2 Bq*	0 Bq	0,6 Bq	5 Bq	96,2%
	4 Bq	*-8 Bq*	*-3,2 Bq*	*1 Bq*	
	u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$	

Incertitudes GUM



ICI, POUR UNE VALEUR MESUREE DE -3 BQ :

- **PROBABILITE ELEVEE D'ETRE NON-RADIOACTIF 76 %**

DANS TOUS LES CAS DE FIGURE :

- **ACTIVITE CONTENUE DANS L'ECHANTILLON < 5 BQ (UL)**

A CE NIVEAU, L'ESTIMATEUR PONCTUEL MOYEN (0,6 BQ) NE PRESENTE GUERE D'INTERET

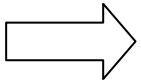
992	-3 Bq	NON	Rejet hypotèse H1 : effet non-détecté	76,19%	2 Bq	0 Bq	0,6 Bq	5 Bq	96,2%
					4 Bq	-8 Bq	-3,2 Bq	1 Bq	
					u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$	

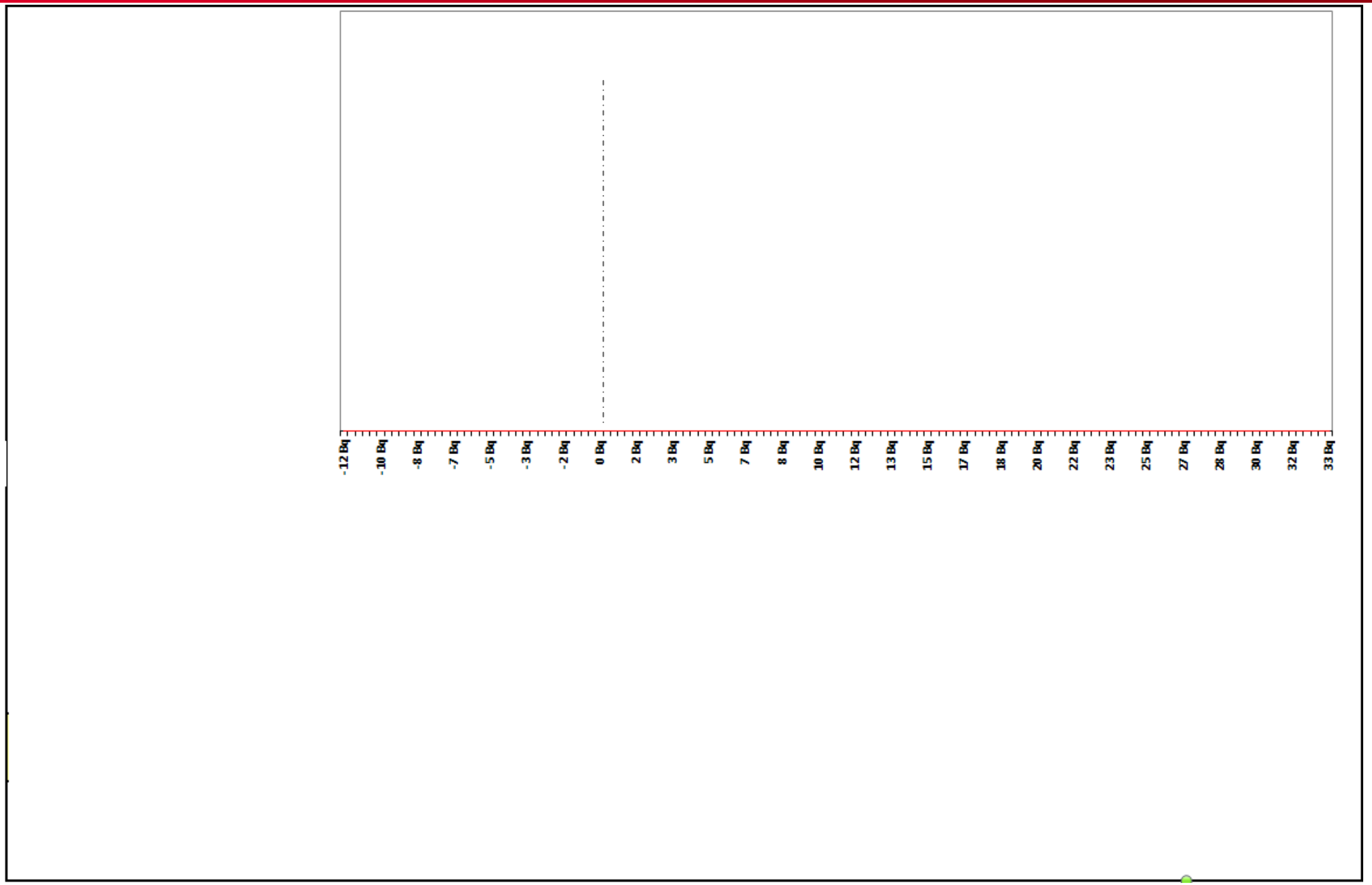
Incertitudes GUM

ACTE 2

METHODE PRECONISEE PAR L'ISO 11929

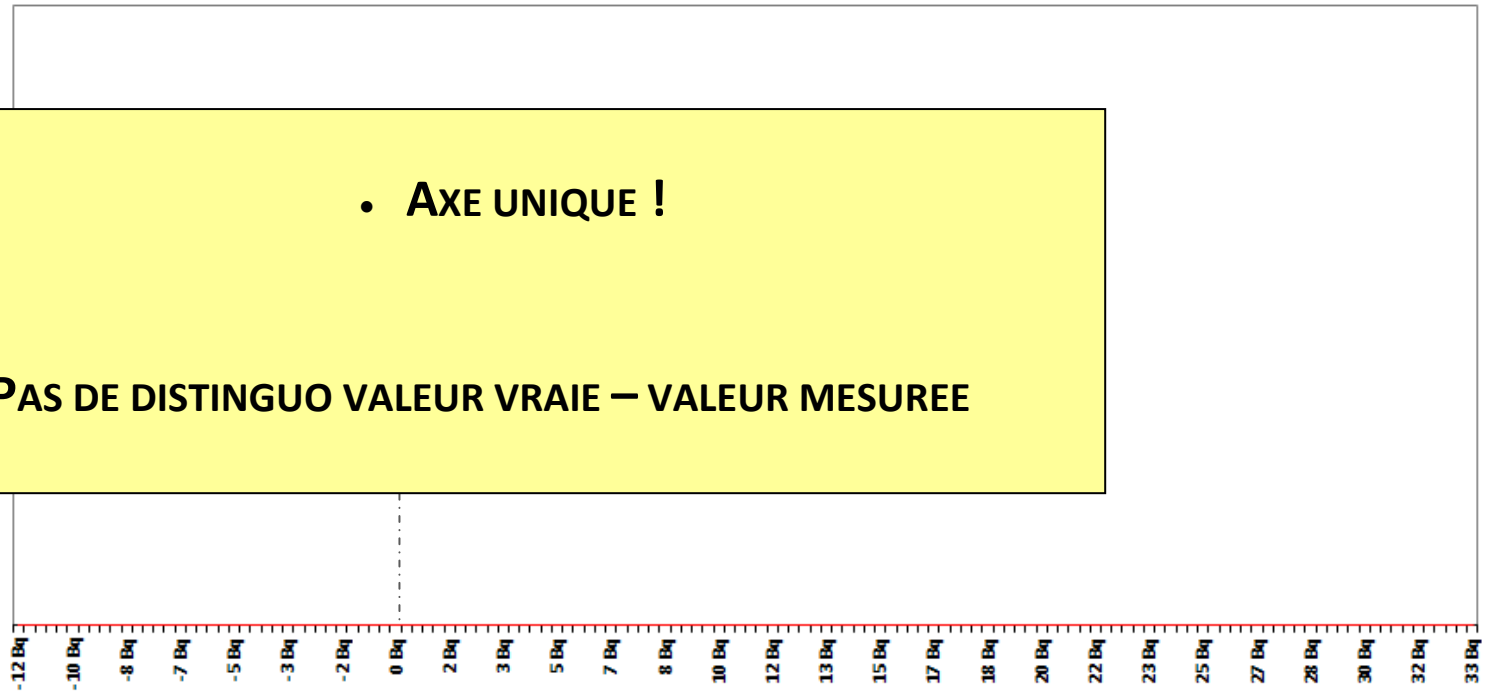
CALCUL SD ET LD_ WEISE .XLS



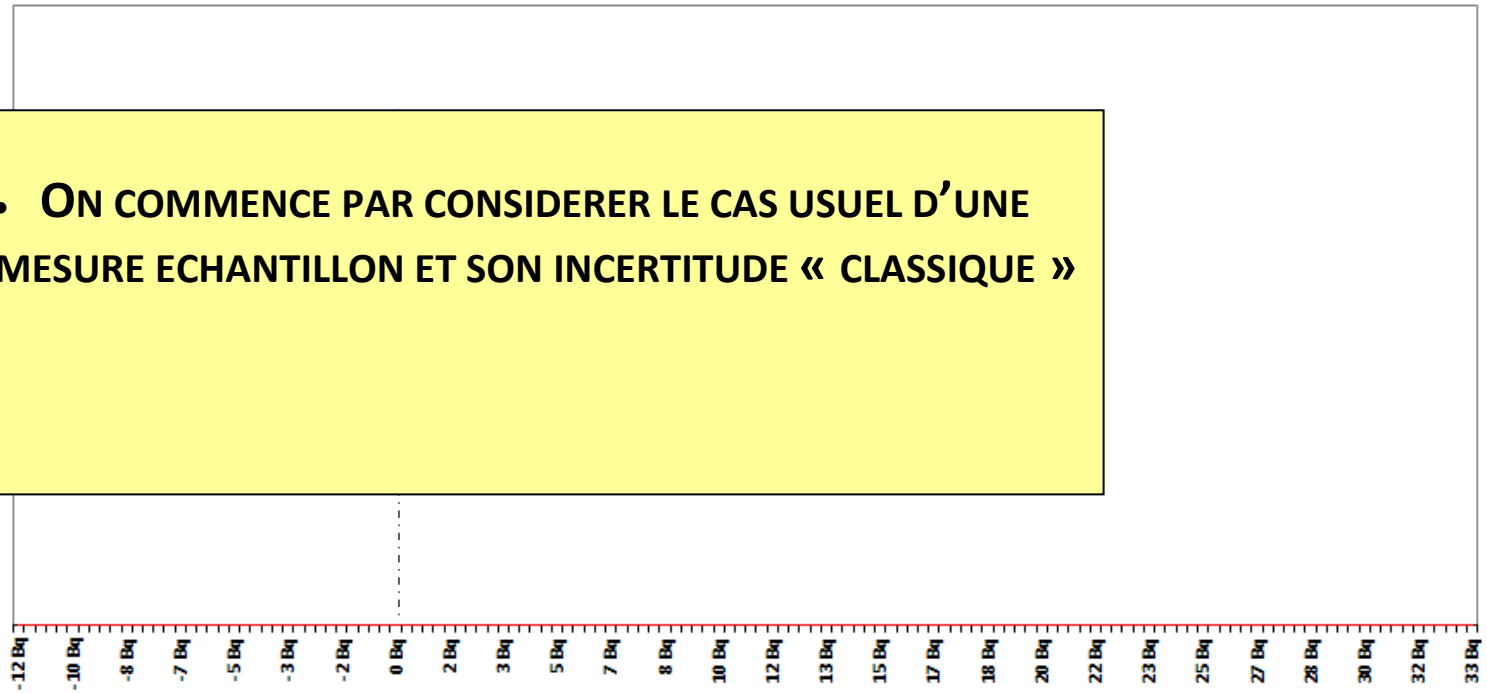

-12 Bq
-10 Bq
-8 Bq
-7 Bq
-5 Bq
-3 Bq
-2 Bq
0 Bq
2 Bq
3 Bq
5 Bq
7 Bq
8 Bq
10 Bq
12 Bq
13 Bq
15 Bq
17 Bq
18 Bq
20 Bq
22 Bq
23 Bq
25 Bq
27 Bq
28 Bq
30 Bq
32 Bq
33 Bq

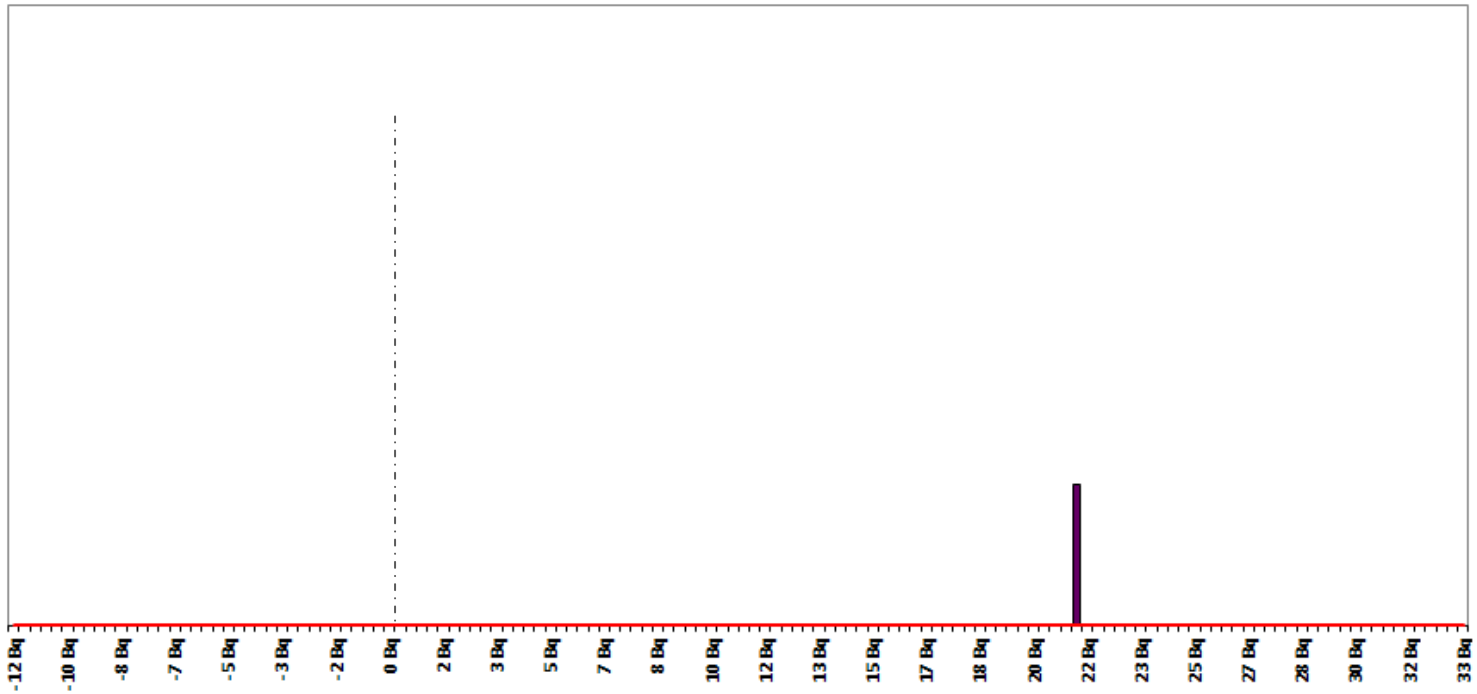
- **AXE UNIQUE !**

- **PAS DE DISTINGUO VALEUR VRAIE – VALEUR MESUREE**



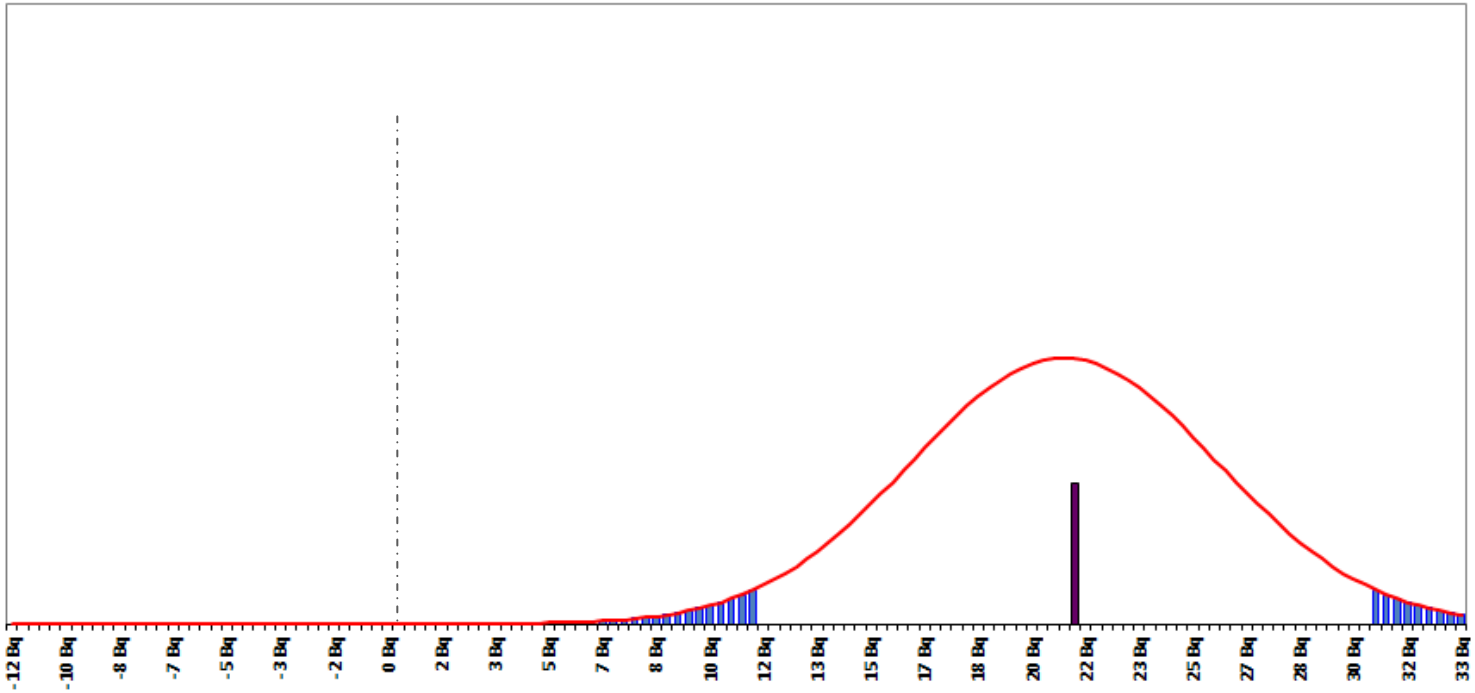
- **ON COMMENCE PAR CONSIDERER LE CAS USUEL D'UNE MESURE ECHANTILLON ET SON INCERTITUDE « CLASSIQUE »**





Mesure échantillon

Comptage brut	Activité mesurée
1234	21 Bq

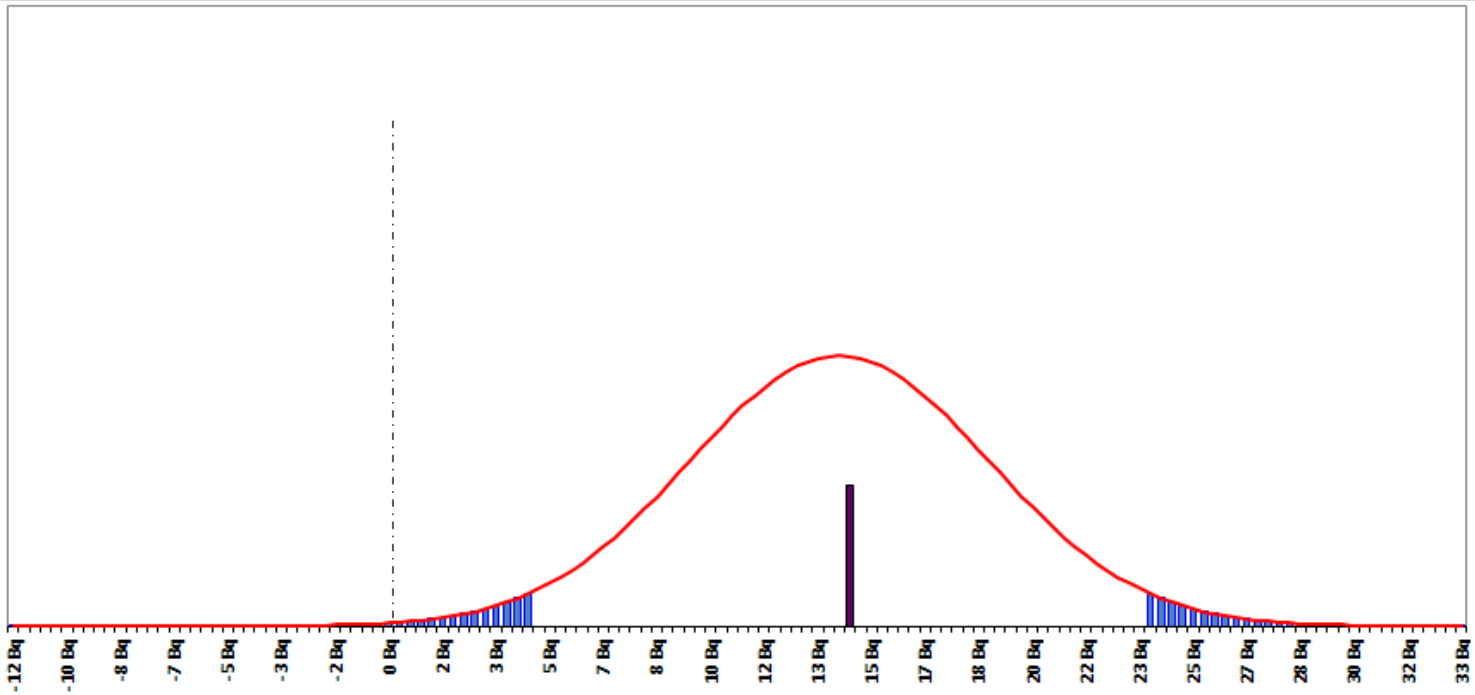


☑ Mesure échantillon

Comptage brut	Activité mesurée
1234	21 Bq

☑ Incertitude GUM

5 Bq	11 Bq	21 Bq	31 Bq
u_y	$y - k\,u_y$	y	$y + k\,u_y$

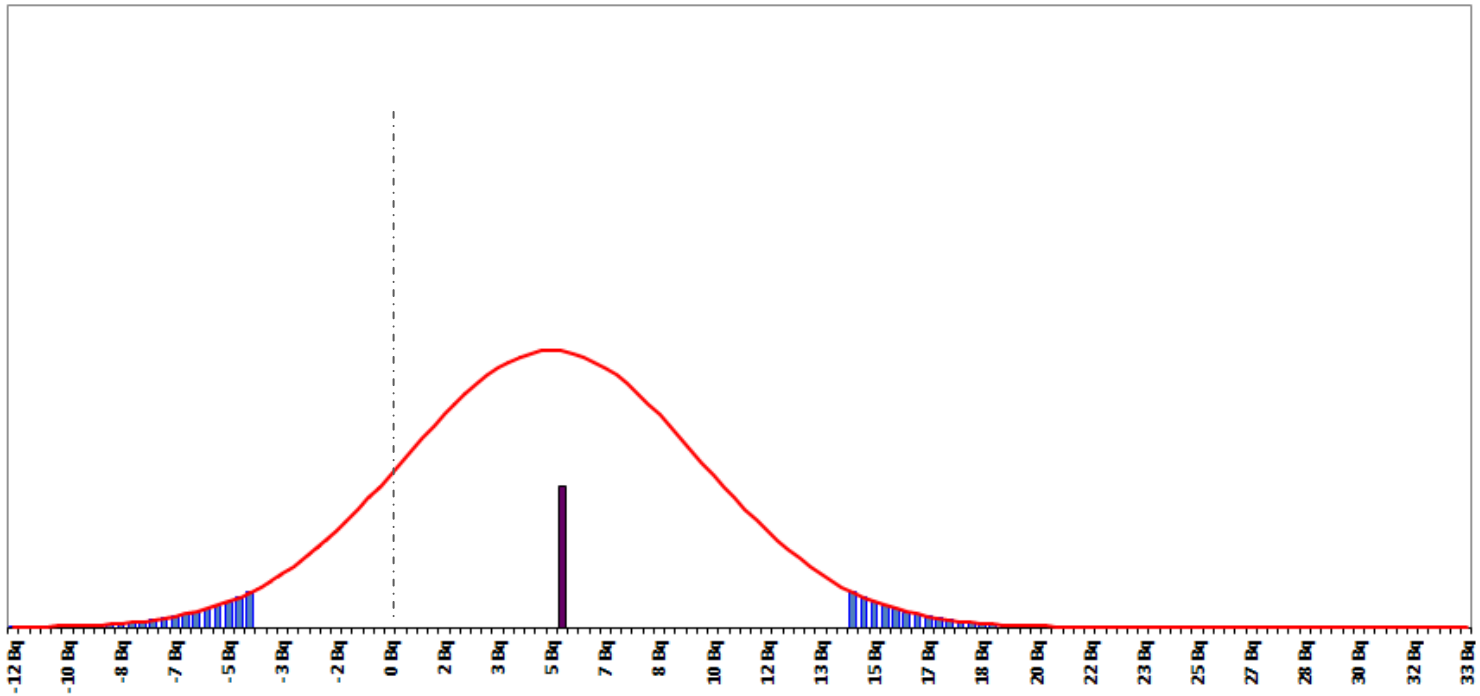


Mesure échantillon

Comptage brut	Activité mesurée
1164	14 Bq

Incertitude GUM

5 Bq	5 Bq	14 Bq	23 Bq
u_y	$y - k\,u_y$	y	$y + k\,u_y$

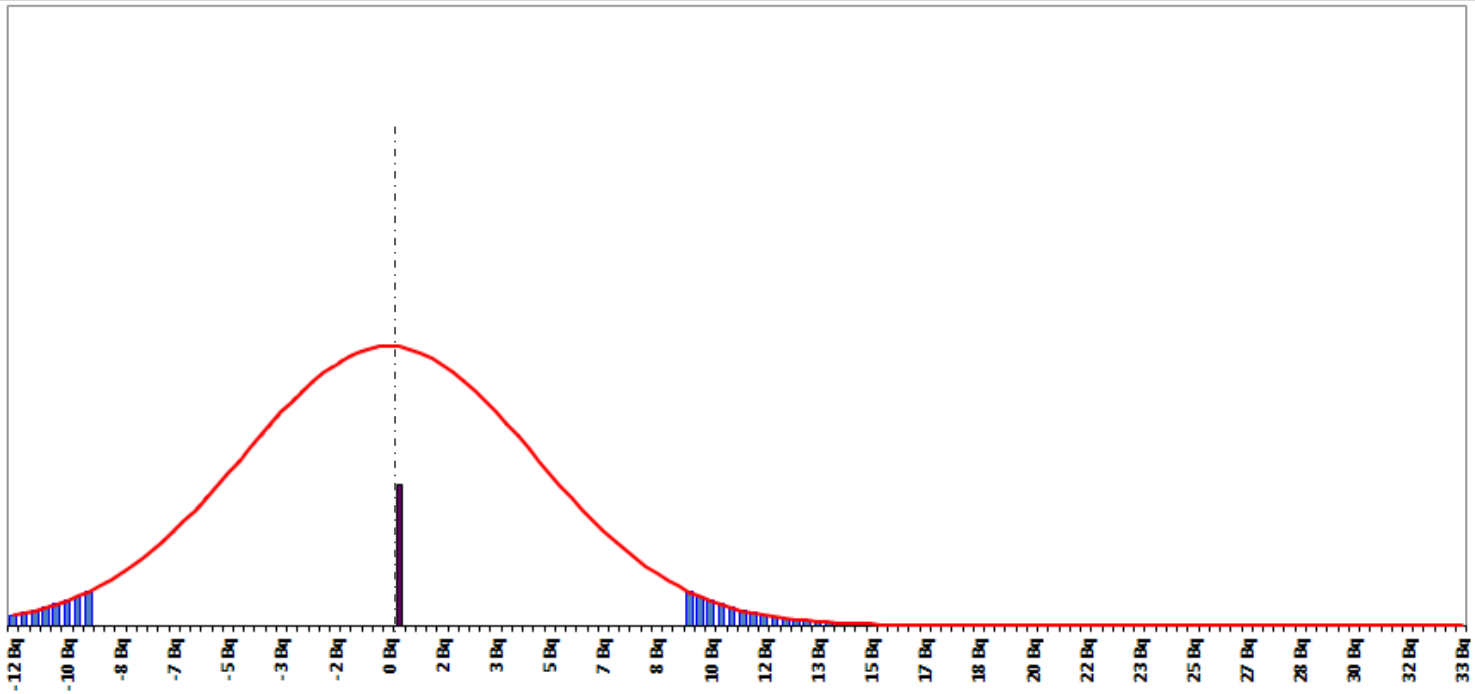


Mesure échantillon

Comptage brut	Activité mesurée
1074	5 Bq

Incertitude GUM

5 Bq	-4 Bq	5 Bq	14 Bq
u_y	$y - k\,u_y$	y	$y + k\,u_y$

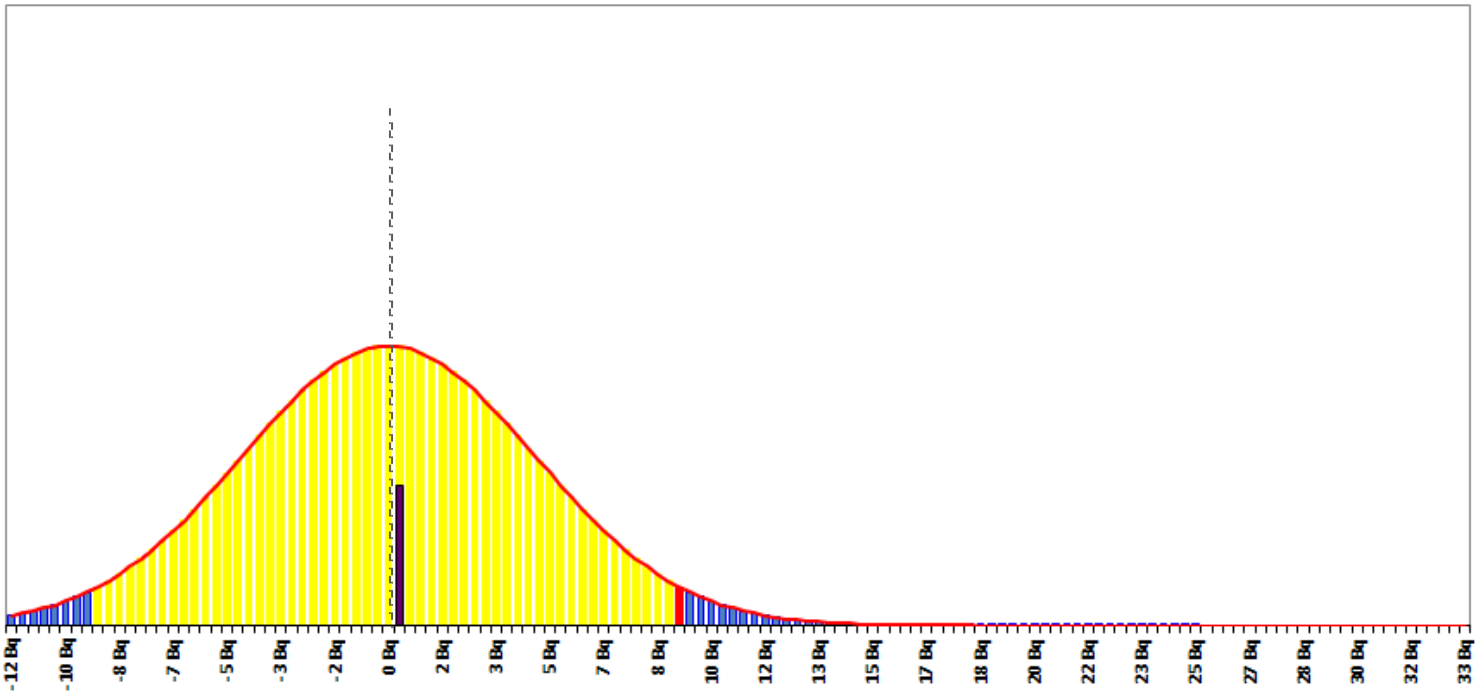


☑ Mesure échantillon

Comptage brut	Activité mesurée
1024	0 Bq

☑ Incertitude GUM

5 Bq	-9 Bq	0 Bq	9 Bq
u_y	$y - k\,u_y$	y	$y + k\,u_y$



SEUIL DE DECISION y*

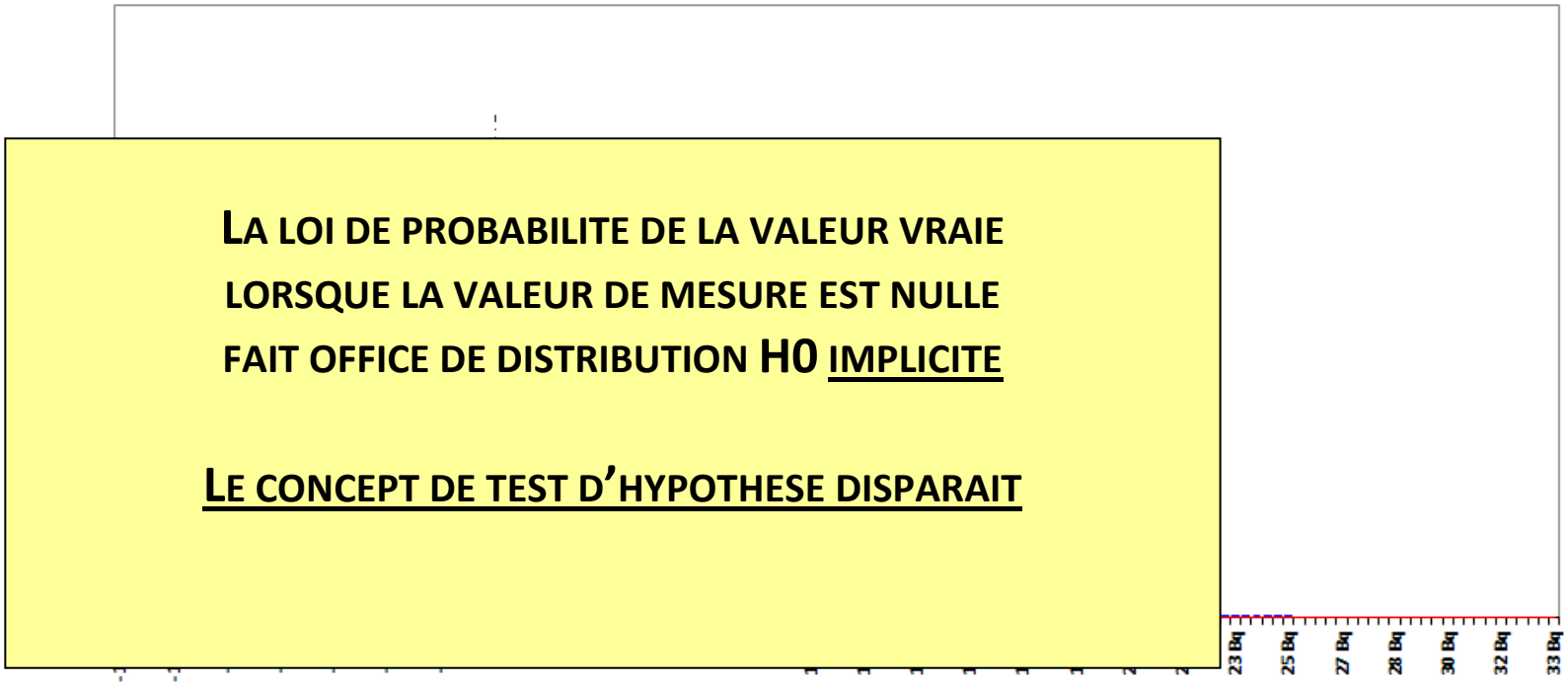
Risque α = 2,54% ⇒ y*(Bq)= 9 Bq

Mesure échantillon

Comptage brut	Activité mesurée
1024	0 Bq

Incertitude GUM

5 Bq	-9 Bq	0 Bq	9 Bq
u_y	$y - k\,u_y$	y	$y + k\,u_y$



LA LOI DE PROBABILITE DE LA VALEUR VRAIE
LORSQUE LA VALEUR DE MESURE EST NULLE
FAIT OFFICE DE DISTRIBUTION H0 IMPLICITE

LE CONCEPT DE TEST D'HYPOTHESE DISPARAIT

☑ SEUIL DE DECISION y*

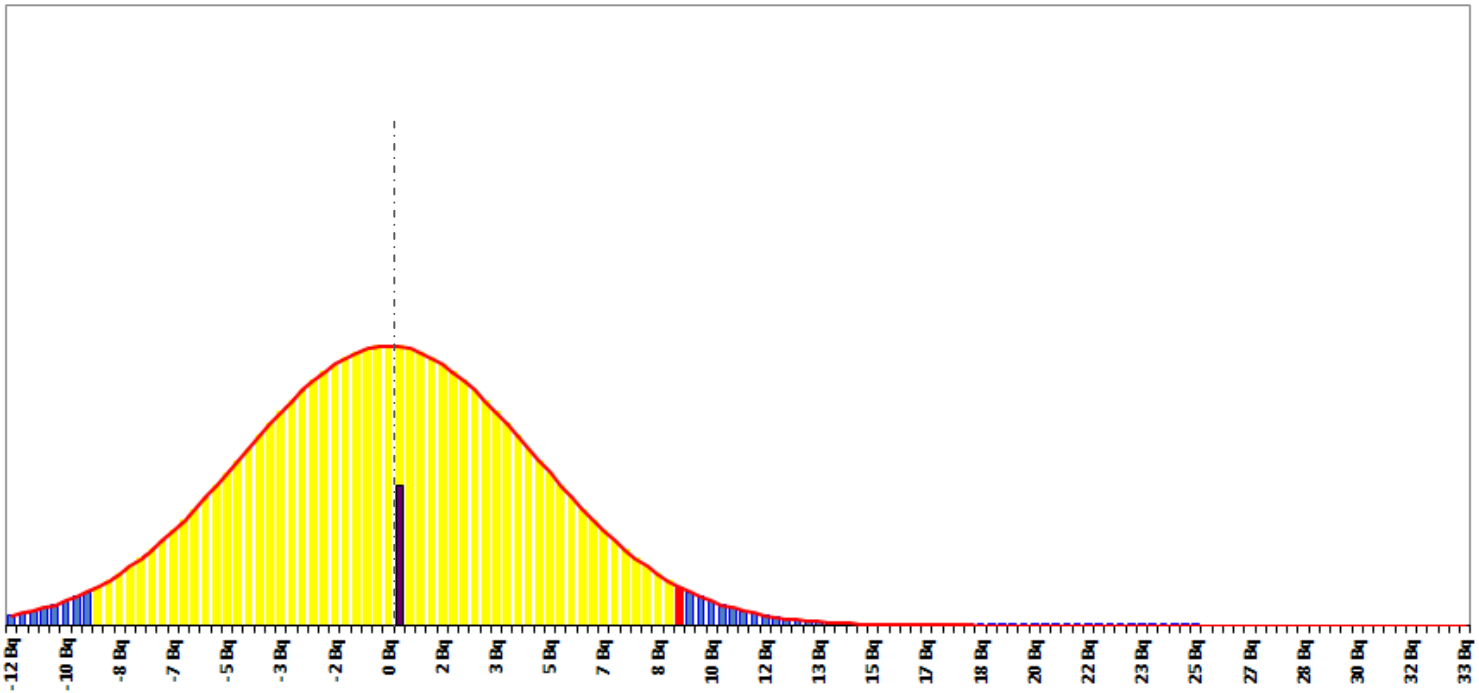
Risque α = 2,54% ⇒ y*(Bq)= 9 Bq

☑ Mesure échantillon

Comptage brut	Activité mesurée
1024	0 Bq

☑ Incertitude GUM

5 Bq	-9 Bq	0 Bq	9 Bq
u_y	$y - k\,u_y$	y	$y + k\,u_y$



SEUIL DE DECISION y*

Risque α = 2,54% ⇒ y*(Bq)= 9 Bq

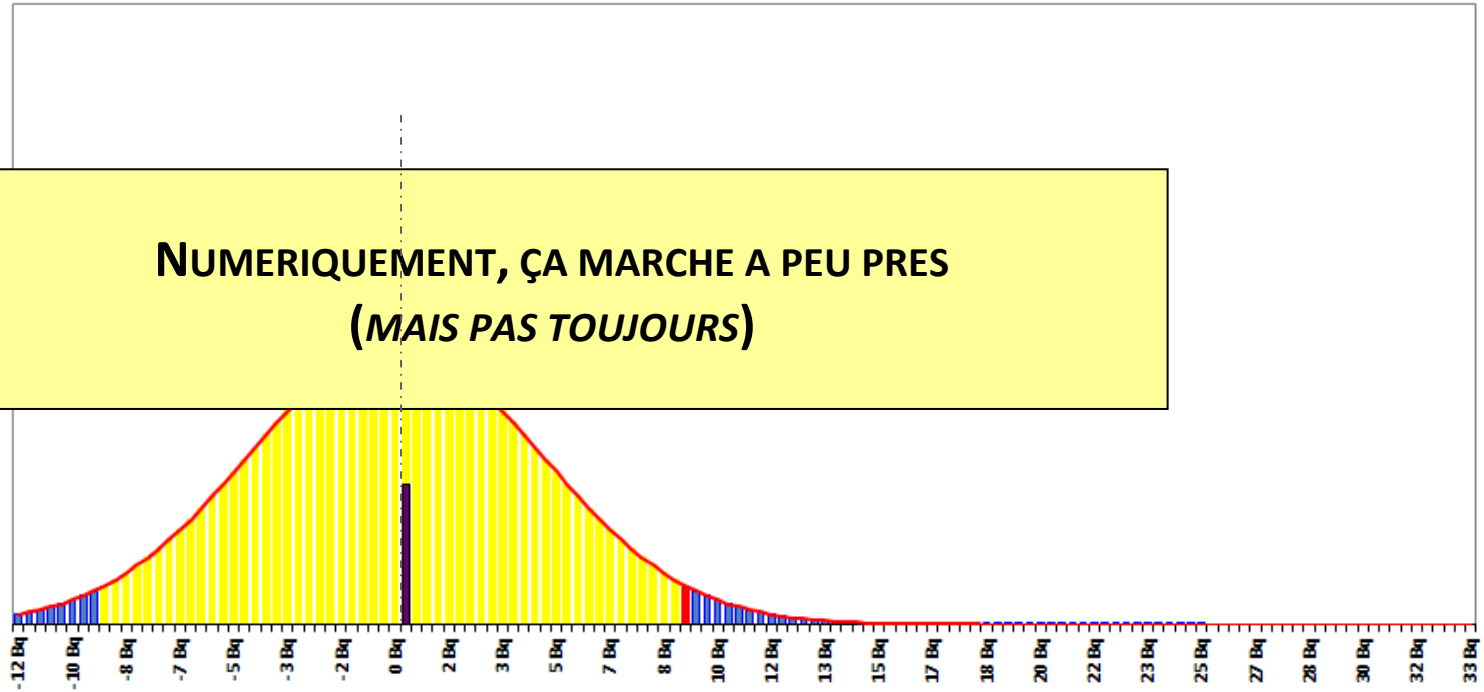
Mesure échantillon

Comptage brut	Activité mesurée
1024	0 Bq

Incertitude GUM

5 Bq	-9 Bq	0 Bq	9 Bq
u_y	$y - k\,u_y$	y	$y + k\,u_y$

NUMERIQUEMENT, ÇA MARCHE A PEU PRES
(*MAIS PAS TOUJOURS*)



SEUIL DE DECISION y*

Risque α = 2,54% ⇒ y*(Bq)= 9 Bq

Mesure échantillon

Comptage brut	Activité mesurée
1024	0 Bq

Incertitude GUM

5 Bq	-9 Bq	0 Bq	9 Bq
u_y	$y - k\,u_y$	y	$y + k\,u_y$

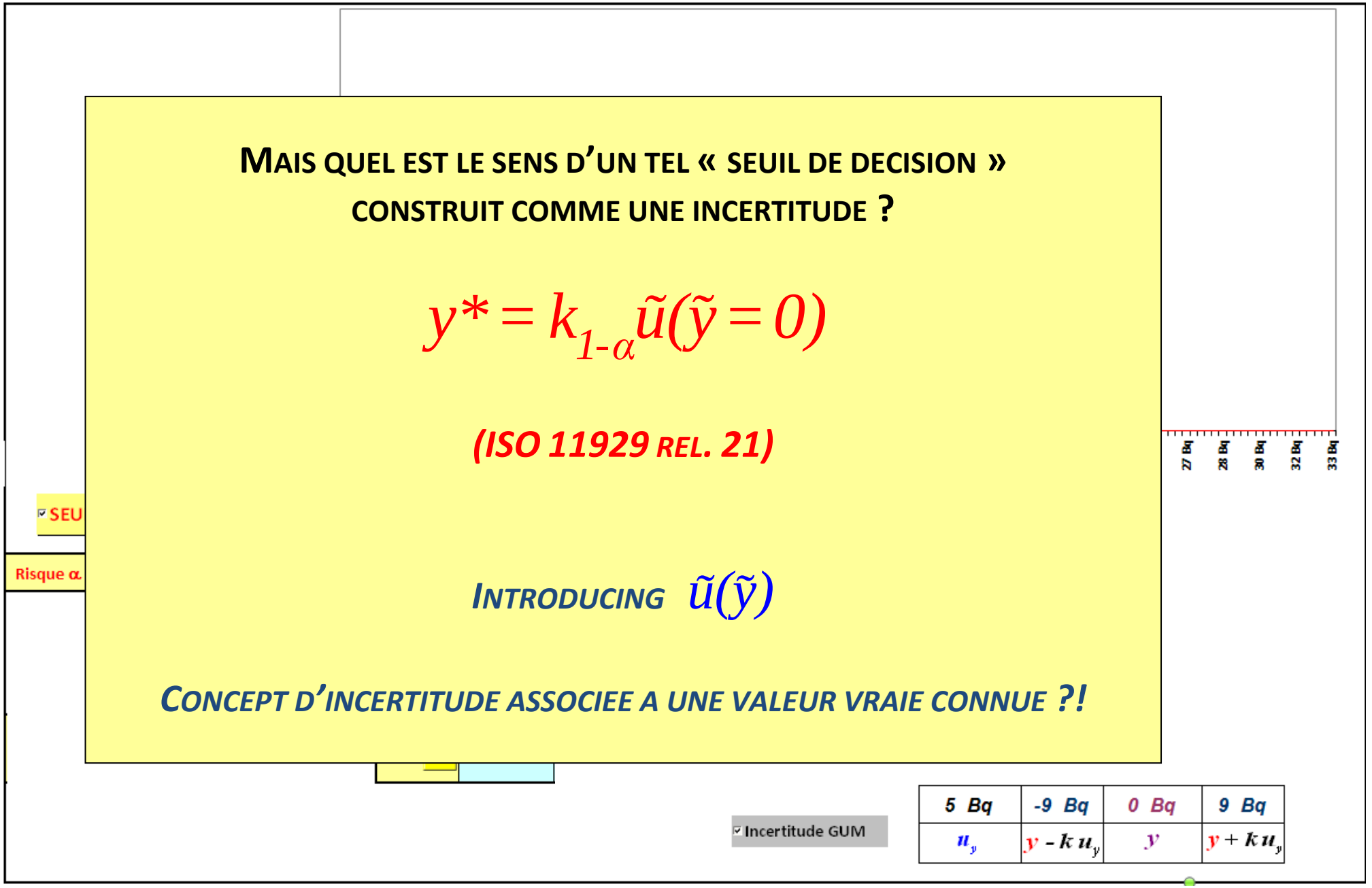
MAIS QUEL EST LE SENS D'UN TEL « SEUIL DE DECISION »
CONSTRUIT COMME UNE INCERTITUDE ?

$$y^* = k_{1-\alpha}\tilde{u}(\tilde{y} = 0)$$

(ISO 11929 REL. 21)

INTRODUCING $\tilde{u}(\tilde{y})$

CONCEPT D'INCERTITUDE ASSOCIEE A UNE VALEUR VRAIE CONNUE ?!

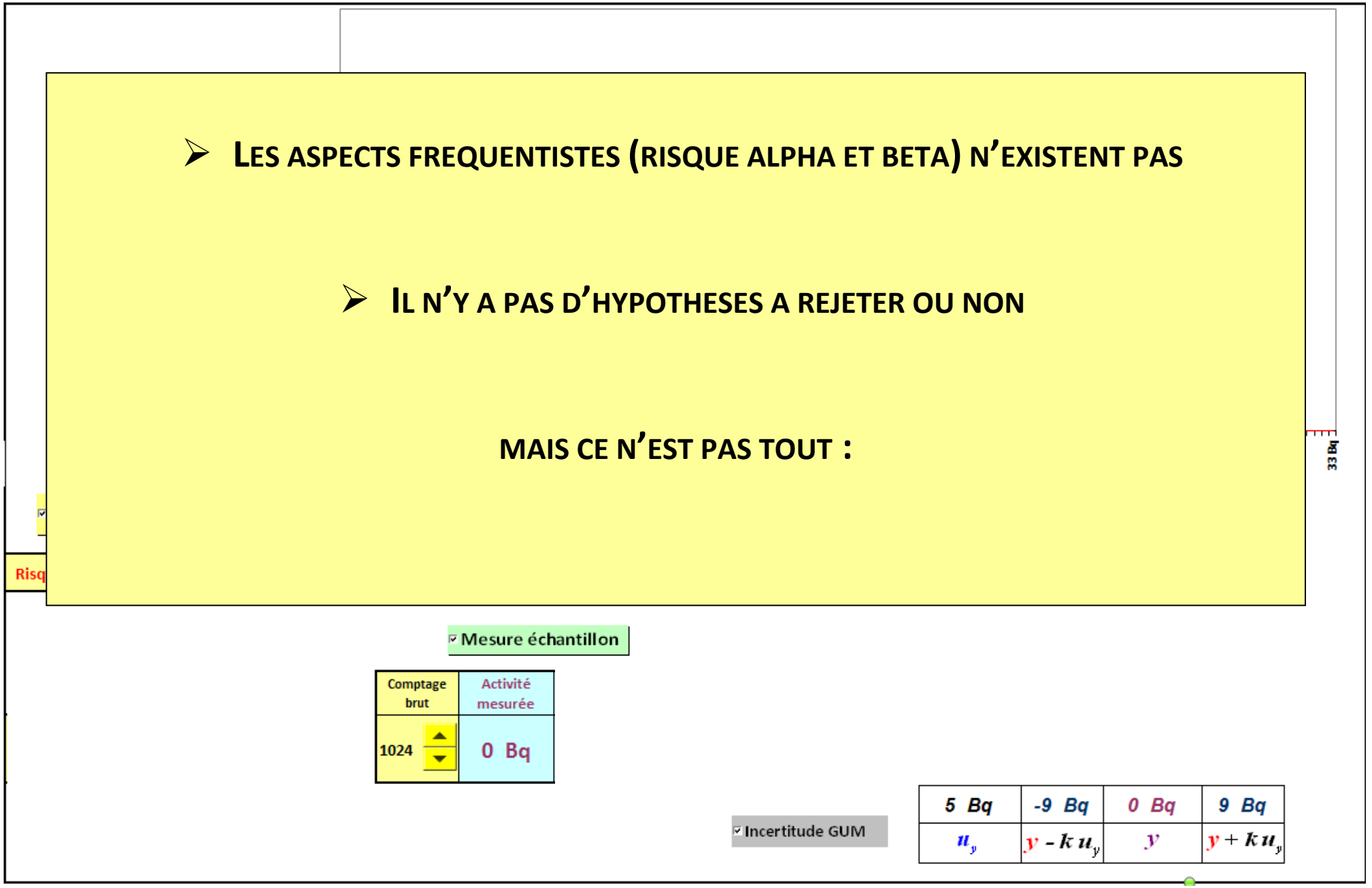


5 Bq	-9 Bq	0 Bq	9 Bq
u_y	$y - k\,u_y$	y	$y + k\,u_y$

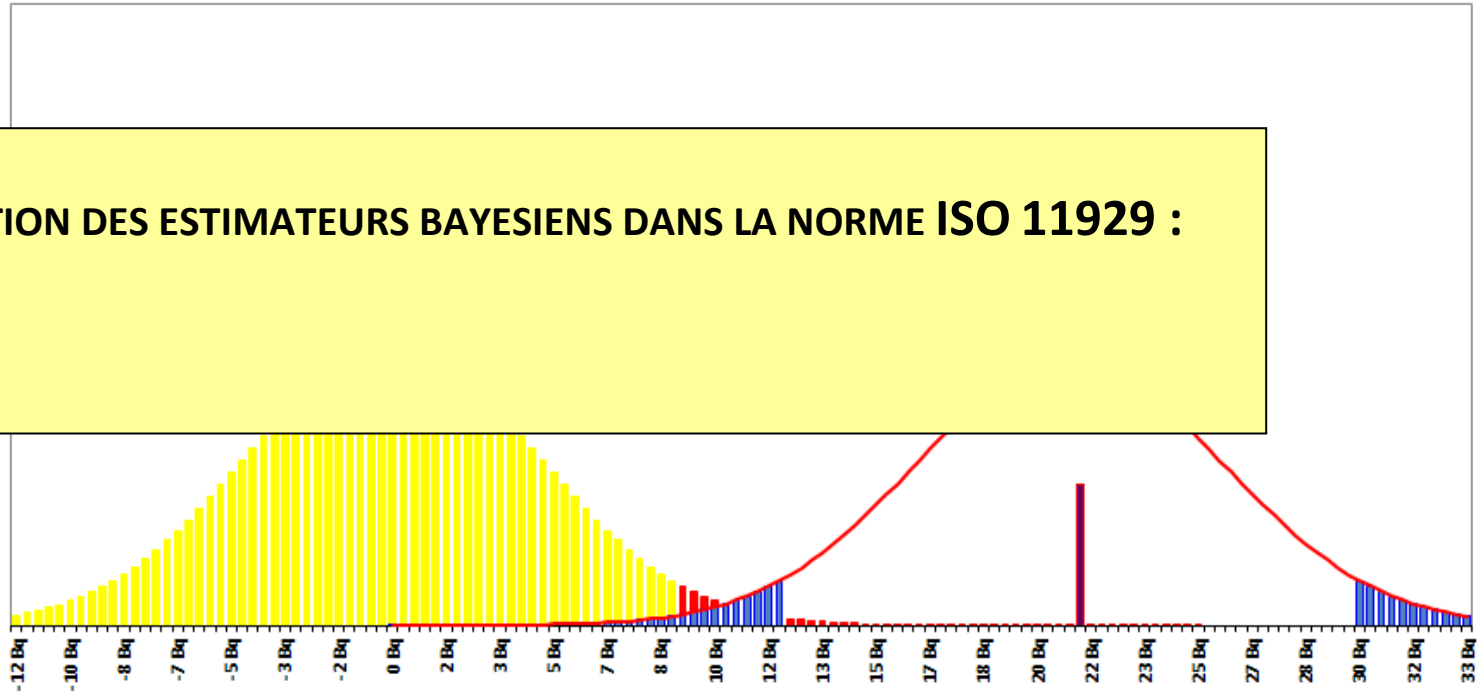
- **LES ASPECTS FREQUENTISTES (RISQUE ALPHA ET BETA) N'EXISTENT PAS**

- **IL N'Y A PAS D'HYPOTHESES A REJETER OU NON**

MAIS CE N'EST PAS TOUT :



GESTION DES ESTIMATEURS BAYESIENS DANS LA NORME ISO 11929 :



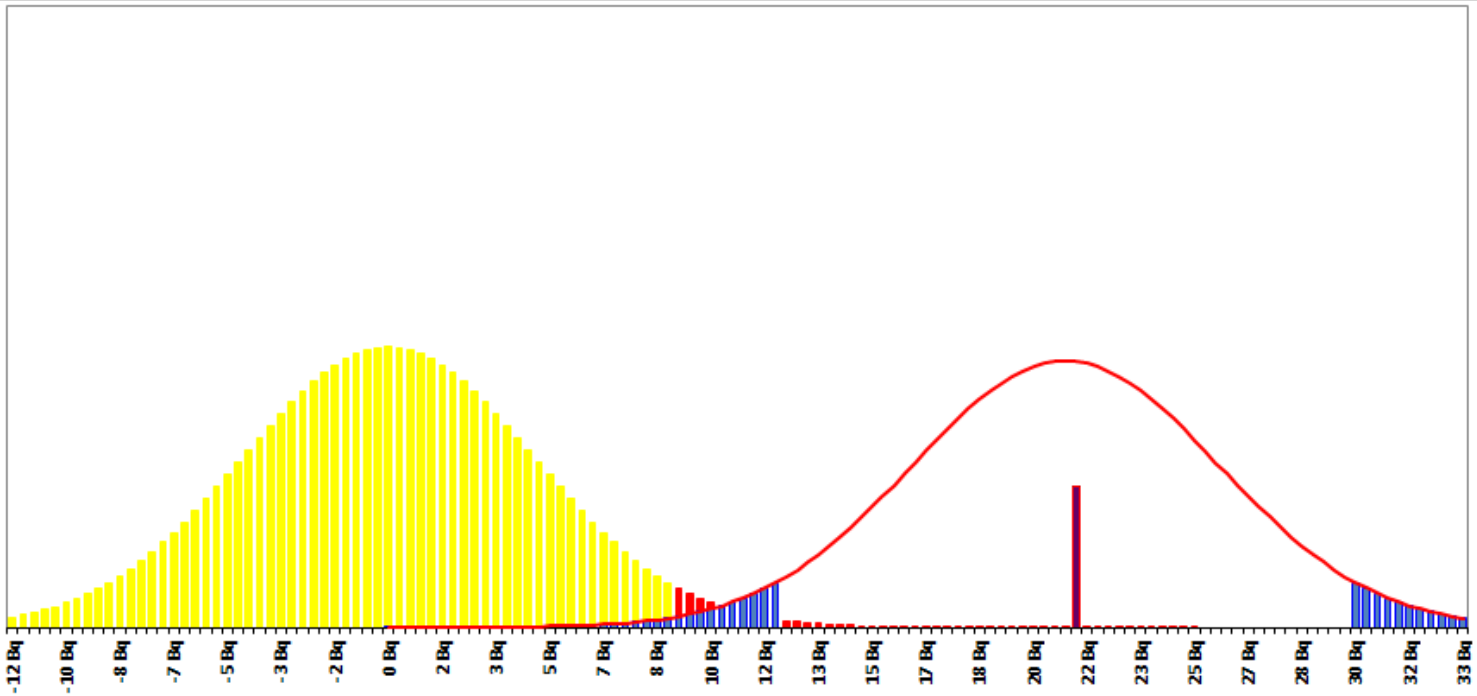
☑ SEUIL DE DECISION y*

Risque α = 2,54% ⇒ y*(Bq)= 9 Bq

☑ Mesure échantillon

☑ Estimateurs bayesiens

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion	$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
1234	21 Bq	*OUI*	Effet détecté		5 Bq	12,2 Bq	21,0 Bq	30 Bq	95,4%



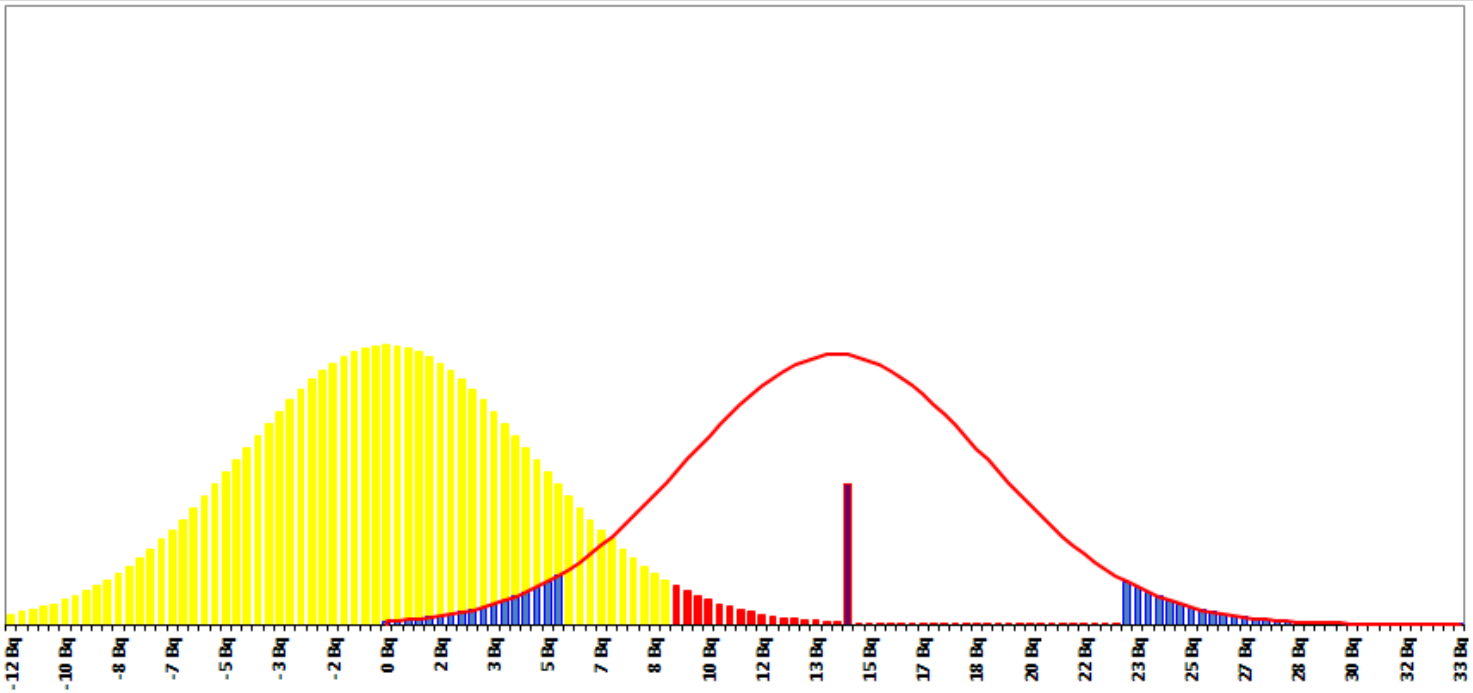
SEUIL DE DECISION y*

Risque α = 2,54% ⇒ y*(Bq)= 9 Bq

Mesure échantillon

Estimateurs bayesiens

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion	$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
1234	21 Bq	*OUI*	Effet détecté		5 Bq	12,2 Bq	21,0 Bq	30 Bq	95,4%



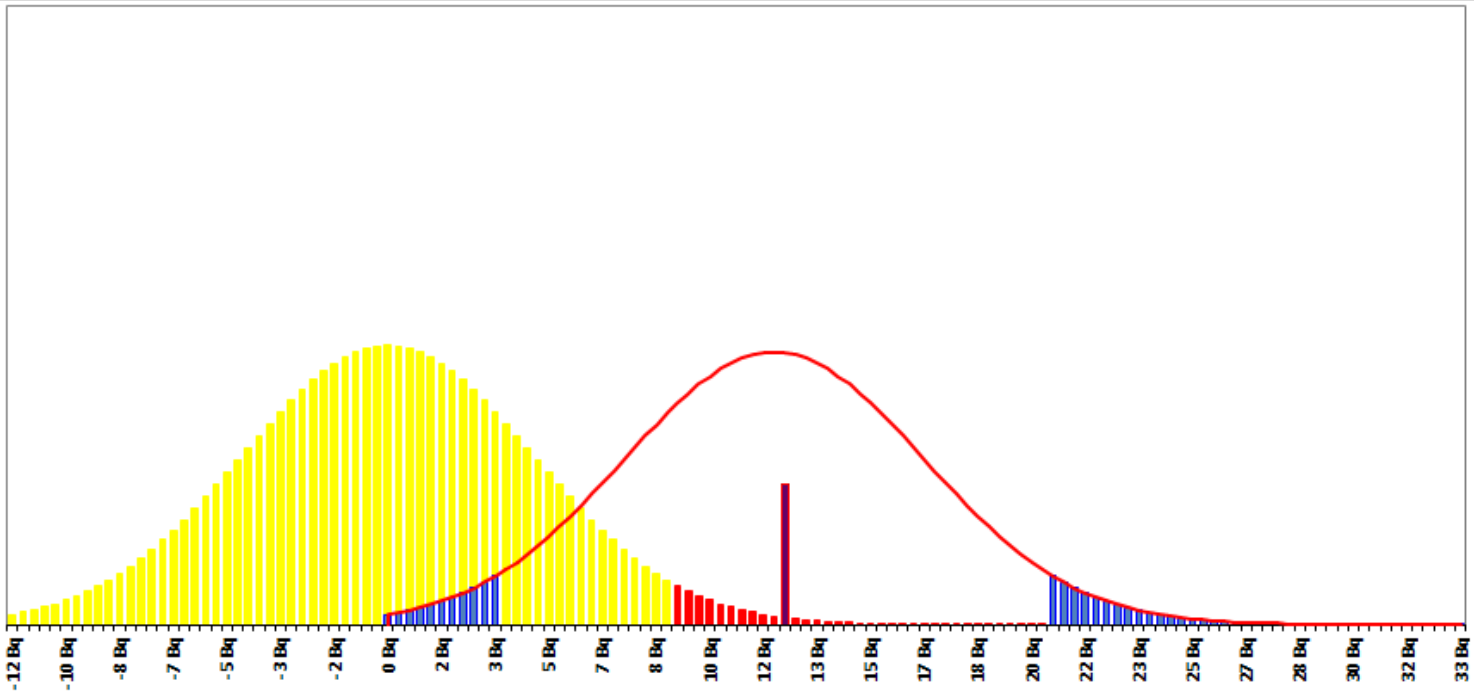
☑ SEUIL DE DECISION y*

Risque α = 2,54% ⇒ y*(Bq)= 9 Bq

☑ Mesure échantillon

☑ Estimateurs bayesiens

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion	$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
1164	14 Bq	*OUI*	Effet détecté		5 Bq	5,4 Bq	14,0 Bq	23 Bq	95,4%



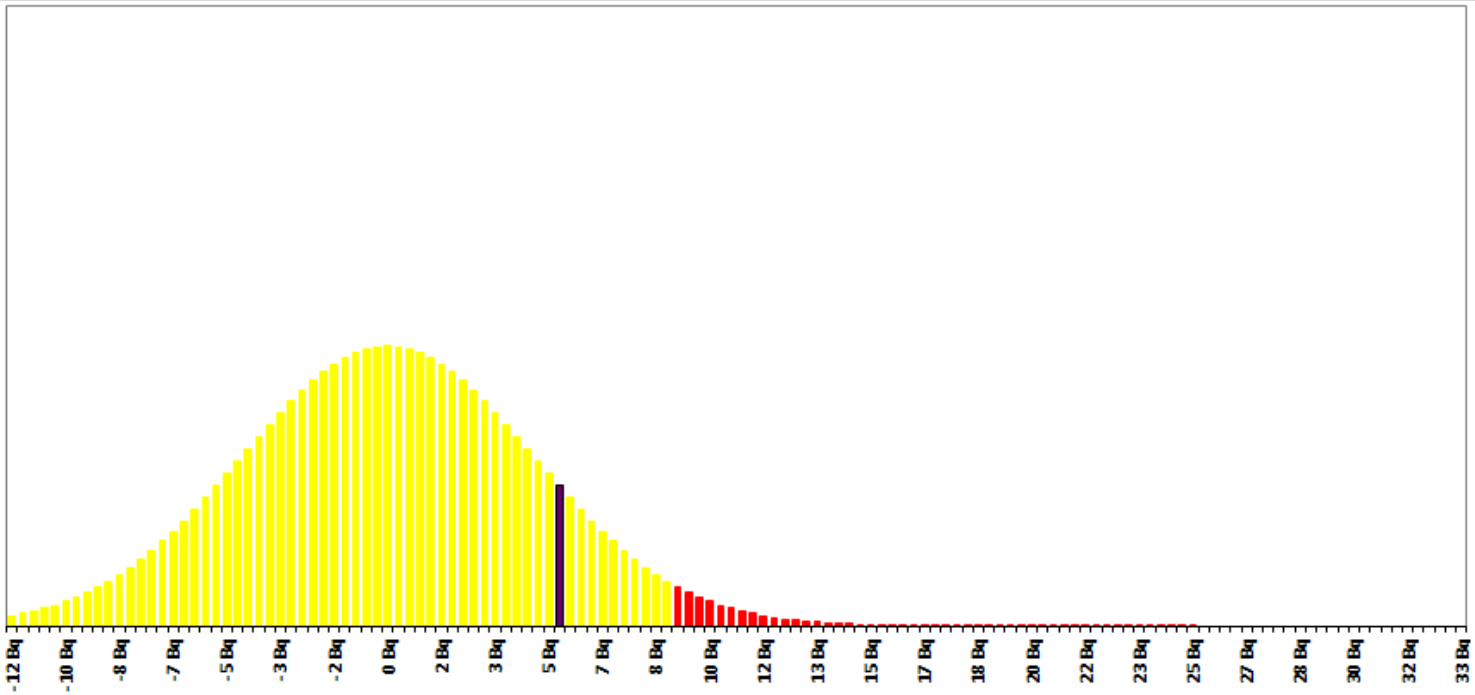
SEUIL DE DECISION y*

Risque α = 2,54% ⇒ y*(Bq)= 9 Bq

Mesure échantillon

Estimateurs bayesiens

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion	$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
1144	12 Bq	*OUI*	Effet détecté		5 Bq	3,7 Bq	12,1 Bq	21 Bq	95,4%



☑ SEUIL DE DECISION y*

Risque α = 2,54% ⇒ y*(Bq)= 9 Bq

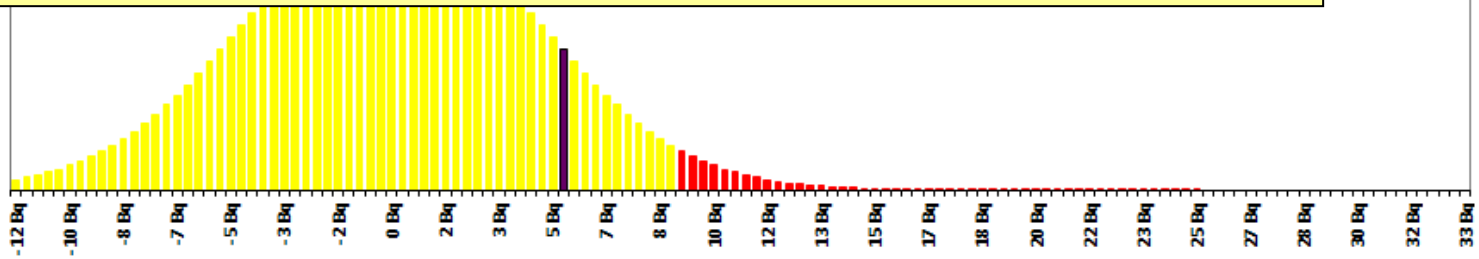
☑ Mesure échantillon

☑ Estimateurs bayesiens

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion	$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{\triangleleft}$	$\hat{y}$	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
1074	5 Bq	NON	Effet non-détecté		/	/	/	/	/

LA NORME PRECONISE DE N'UTILISER LES ESTIMATEURS BAYESIENS QUE LORSQUE LA MESURE > SD

I.E. LORSQUE LES ESTIMATEURS CLASSIQUES SONT IDENTIQUES



SEUIL DE DECISION y*

Risque α = 2,54% ⇒ y*(Bq)= 9 Bq

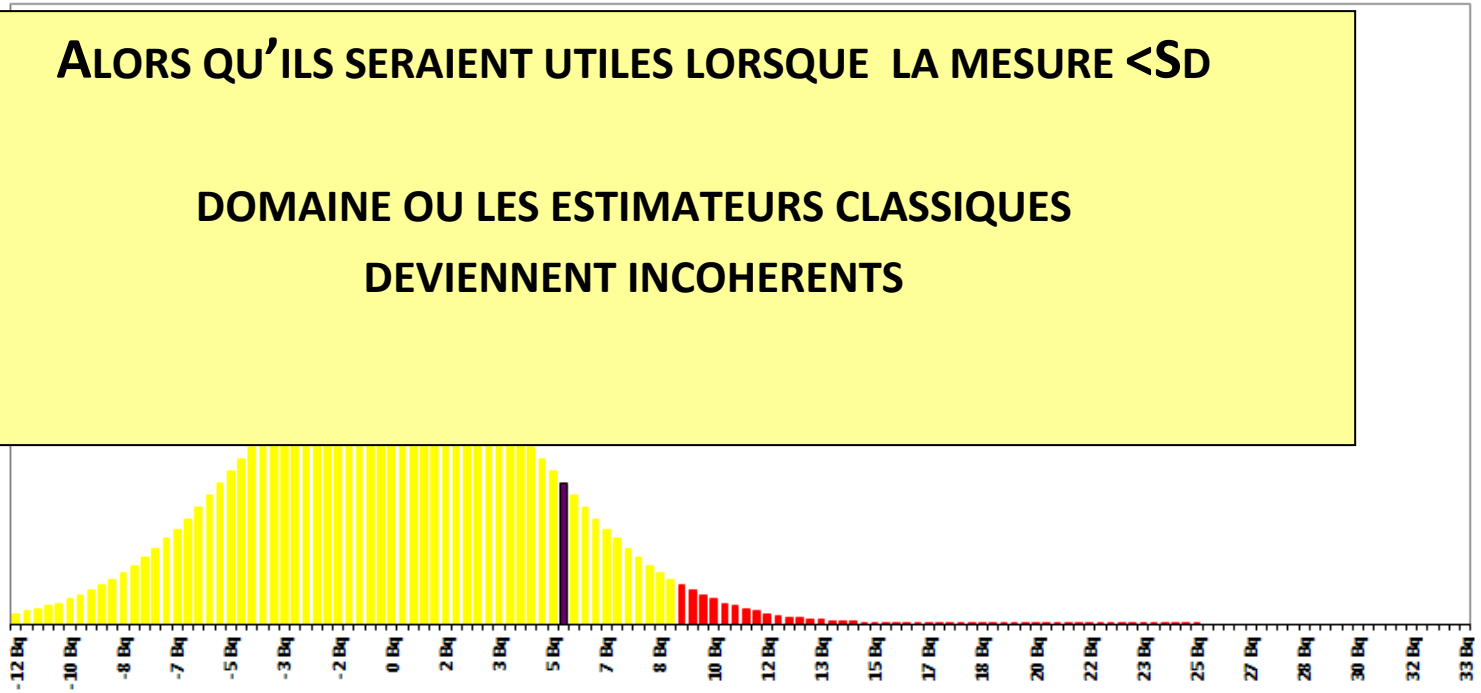
Mesure échantillon

Estimateurs bayesiens

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion	$P(H_0)$	u(ŷ)	$y^{\triangleleft}$	ŷ	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
1074	5 Bq	NON	Effet non-détecté		/	/	/	/	/

ALORS QU'ILS SERAIENT UTILES LORSQUE LA MESURE <SD

DOMAINE OU LES ESTIMATEURS CLASSIQUES DEVIENNENT INCOHERENTS



☑ SEUIL DE DECISION y*

Risque α = 2,54% ⇒ y*(Bq)= 9 Bq

☑ Mesure échantillon

☑ Estimateurs bayesiens

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion	$P(H_0)$	u(ŷ)	$y^{\triangleleft}$	ŷ	$y^{\triangleright}$	Niveau de confiance
1074	5 Bq	NON	Effet non-détecté		/	/	/	/	/

ACTE 3

3. COMPARAISON DES RESULTATS SUR 1 CAS CONCRET (MESURE < SD)

COMPARAISONS FINALE

POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 BQ < SD (9 BQ)

COMPARAISONS FINALE

POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 BQ < SD (9 BQ)

1) TESTS D'HYPOTHESES

COMPARAISONS FINALE

POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 BQ < SD (9 BQ)

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD $\Rightarrow$

COMPARAISONS FINALE

POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 BQ < SD (9 BQ)

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- **NON-REJET DE HO** : PROBABILITE ECHANTILLON NON-RADIOACTIF NON NEGLIGEABLE

COMPARAISONS FINALE

POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 BQ < SD (9 BQ)

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- **NON-REJET DE HO** : PROBABILITE ECHANTILLON NON-RADIOACTIF NON NEGLIGEABLE
- EFFET NON DETECTE

COMPARAISONS FINALE

POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 BQ < SD (9 BQ)

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- **NON-REJET DE HO** : PROBABILITE ECHANTILLON NON-RADIOACTIF NON NEGLIGEABLE
- EFFET NON DETECTE
- **REJET H1** : ACTIVITE VRAIE < LD=18 BQ (*LIMITE A PRIORI*)

COMPARAISONS FINALE

POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 BQ < SD (9 BQ)

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- **NON-REJET DE HO** : PROBABILITE ECHANTILLON NON-RADIOACTIF NON NEGLIGEABLE
- EFFET NON DETECTE
- **REJET H1** : ACTIVITE VRAIE < LD=18 BQ (*LIMITE A PRIORI*)

2) ESTIMATEURS BAYESIENS

COMPARAISONS FINALE

POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 BQ < SD (9 BQ)

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- **NON-REJET DE HO** : PROBABILITE ECHANTILLON NON-RADIOACTIF NON NEGLIGEABLE
- EFFET NON DETECTE
- **REJET H1** : ACTIVITE VRAIE < LD=18 BQ (*LIMITE A PRIORI*)

2) ESTIMATEURS BAYESIENS

- **P(H0)= 33 %** (CONFIRMATION NON-REJET H0)

COMPARAISONS FINALE

POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 BQ < SD (9 BQ)

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- **NON-REJET DE HO** : PROBABILITE ECHANTILLON NON-RADIOACTIF NON NEGLIGEABLE
- EFFET NON DETECTE
- **REJET H1** : ACTIVITE VRAIE < LD=18 BQ (*LIMITE A PRIORI*)

2) ESTIMATEURS BAYESIENS

- **P(H0)= 33 %** (CONFIRMATION NON-REJET H0)
- **ACTIVITE VRAIE < UL=12 BQ** (*LIMITE A POSTERIORI*) AVEC 98 % DE NIVEAU DE CONFIANCE

COMPARAISONS FINALE

POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 BQ < SD (9 BQ)

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- **NON-REJET DE HO** : PROBABILITE ECHANTILLON NON-RADIOACTIF NON NEGLIGEABLE
- EFFET NON DETECTE
- **REJET H1** : ACTIVITE VRAIE < LD=18 BQ (*LIMITE A PRIORI*)

2) ESTIMATEURS BAYESIENS

- **P(H0)= 33 %** (CONFIRMATION NON-REJET H0)
- **ACTIVITE VRAIE < UL=12 BQ** (*LIMITE A POSTERIORI*) AVEC 98 % DE NIVEAU DE CONFIANCE

CONFIRME LA LIMITE *A PRIORI*

COMPARAISONS FINALE

POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 BQ < SD (9 BQ)

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- **NON-REJET DE HO** : PROBABILITE ECHANTILLON NON-RADIOACTIF NON NEGLIGEABLE
- EFFET NON DETECTE
- **REJET H1** : ACTIVITE VRAIE < LD=18 BQ (*LIMITE A PRIORI*)

2) ESTIMATEURS BAYESIENS

- **P(H0)= 33 %** (CONFIRMATION NON-REJET H0)
- **ACTIVITE VRAIE < UL=12 BQ** (*LIMITE A POSTERIORI*) AVEC 98 % DE NIVEAU DE CONFIANCE

CONFIRME LA LIMITE *A PRIORI*

AVEC LA NORME ISO 11929

COMPARAISONS FINALE

POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 BQ < SD (9 BQ)

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- **NON-REJET DE HO** : PROBABILITE ECHANTILLON NON-RADIOACTIF NON NEGLIGEABLE
- EFFET NON DETECTE
- **REJET H1** : ACTIVITE VRAIE < LD=18 BQ (*LIMITE A PRIORI*)

2) ESTIMATEURS BAYESIENS

- **P(H0)= 33 %** (CONFIRMATION NON-REJET H0)
- **ACTIVITE VRAIE < UL=12 BQ** (*LIMITE A POSTERIORI*) AVEC 98 % DE NIVEAU DE CONFIANCE

CONFIRME LA LIMITE *A PRIORI*

AVEC LA NORME ISO 11929

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

COMPARAISONS FINALE

POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 BQ < SD (9 BQ)

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- **NON-REJET DE HO** : PROBABILITE ECHANTILLON NON-RADIOACTIF NON NEGLIGEABLE
- EFFET NON DETECTE
- **REJET H1** : ACTIVITE VRAIE < LD=18 BQ (*LIMITE A PRIORI*)

2) ESTIMATEURS BAYESIENS

- **P(H0)= 33 %** (CONFIRMATION NON-REJET H0)
- **ACTIVITE VRAIE < UL=12 BQ** (*LIMITE A POSTERIORI*) AVEC 98 % DE NIVEAU DE CONFIANCE

CONFIRME LA LIMITE *A PRIORI*

AVEC LA NORME ISO 11929

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- EFFET NON DETECTE

COMPARAISONS FINALE

POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 BQ < SD (9 BQ)

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- **NON-REJET DE HO** : PROBABILITE ECHANTILLON NON-RADIOACTIF NON NEGLIGEABLE
- EFFET NON DETECTE
- **REJET H1** : ACTIVITE VRAIE < LD=18 BQ (*LIMITE A PRIORI*)

2) ESTIMATEURS BAYESIENS

- **P(H0)= 33 %** (CONFIRMATION NON-REJET H0)
- **ACTIVITE VRAIE < UL=12 BQ** (*LIMITE A POSTERIORI*) AVEC 98 % DE NIVEAU DE CONFIANCE

CONFIRME LA LIMITE *A PRIORI*

AVEC LA NORME ISO 11929

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- EFFET NON DETECTE

DECLARATION AU CHOIX :

COMPARAISONS FINALE

POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 BQ < SD (9 BQ)

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- **NON-REJET DE HO** : PROBABILITE ECHANTILLON NON-RADIOACTIF NON NEGLIGEABLE
- EFFET NON DETECTE
- **REJET H1** : ACTIVITE VRAIE < LD=18 BQ (*LIMITE A PRIORI*)

2) ESTIMATEURS BAYESIENS

- **P(H0)= 33 %** (CONFIRMATION NON-REJET H0)
- **ACTIVITE VRAIE < UL=12 BQ** (*LIMITE A POSTERIORI*) AVEC 98 % DE NIVEAU DE CONFIANCE

CONFIRME LA LIMITE *A PRIORI*

AVEC LA NORME ISO 11929

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- EFFET NON DETECTE

DECLARATION AU CHOIX :

- « ACTIVITE MESUREE <9 BQ (SD) »

COMPARAISONS FINALE

POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 BQ < SD (9 BQ)

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- **NON-REJET DE HO** : PROBABILITE ECHANTILLON NON-RADIOACTIF NON NEGLIGEABLE
- EFFET NON DETECTE
- **REJET H1** : ACTIVITE VRAIE < LD=18 BQ (*LIMITE A PRIORI*)

2) ESTIMATEURS BAYESIENS

- **P(H0)= 33 %** (CONFIRMATION NON-REJET H0)
- **ACTIVITE VRAIE < UL=12 BQ** (*LIMITE A POSTERIORI*) AVEC 98 % DE NIVEAU DE CONFIANCE

CONFIRME LA LIMITE *A PRIORI*

AVEC LA NORME ISO 11929

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- EFFET NON DETECTE

DECLARATION AU CHOIX :

- « ACTIVITE MESUREE <9 BQ (SD) »

COMPARAISONS FINALE

POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 BQ < SD (9 BQ)

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- **NON-REJET DE HO** : PROBABILITE ECHANTILLON NON-RADIOACTIF NON NEGLIGEABLE
- EFFET NON DETECTE
- **REJET H1** : ACTIVITE VRAIE < LD=18 BQ (*LIMITE A PRIORI*)

2) ESTIMATEURS BAYESIENS

- **P(H0)= 33 %** (CONFIRMATION NON-REJET H0)
- **ACTIVITE VRAIE < UL=12 BQ** (*LIMITE A POSTERIORI*) AVEC 98 % DE NIVEAU DE CONFIANCE

CONFIRME LA LIMITE *A PRIORI*

AVEC LA NORME ISO 11929

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- EFFET NON DETECTE

DECLARATION AU CHOIX :

- « ACTIVITE MESUREE <9 BQ (SD) »

OU

- « ACTIVITE MESUREE <18 BQ (LD)»

COMPARAISONS FINALE

POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 BQ < SD (9 BQ)

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

- **NON-REJET DE** [illegible]
  RADIOACTIF NO
- EFFET NON DET
- **REJET H1** : ACT
  PRIORI)

2) ESTIMATEURS BAYESIENS

- **P(H0)= 33 %** (CONFIRMATION NON-REJET H0)
- **ACTIVITE VRAIE < UL=12 BQ** (*LIMITE A POSTERIORI*)
  AVEC 98 % DE NIVEAU DE CONFIANCE

CONFIRME LA LIMITE *A PRIORI*

ON EST BIEN AU DELA D'UNE SIMPLIFICATION PEDAGOGIQUE

AVEC LA NORME ISO 11929

ACTIVITE MESUREE < SD ⇒

DECLARATION AU CHOIX :

- « ACTIVITE MESUREE <9 BQ (SD) »
  OU
- « ACTIVITE MESUREE <18 BQ (LD)»

OBJECTIF : MODIFIER LA NORME

- ✓ **POUR S'APPUYER SUR DES FONDAMENTAUX PLUS RIGOUREUX (*TESTS D'HYPOTHESE*)**

- ✓ **POUR UNE MEILLEURE COMPREHENSION**

- ✓ **POUR UNE REELLE PLUS-VALUE**

BONUS GRATUIT

INTERET ET COHERENCE DES TESTS D'HYPOTHESES VS INCERTITUDES

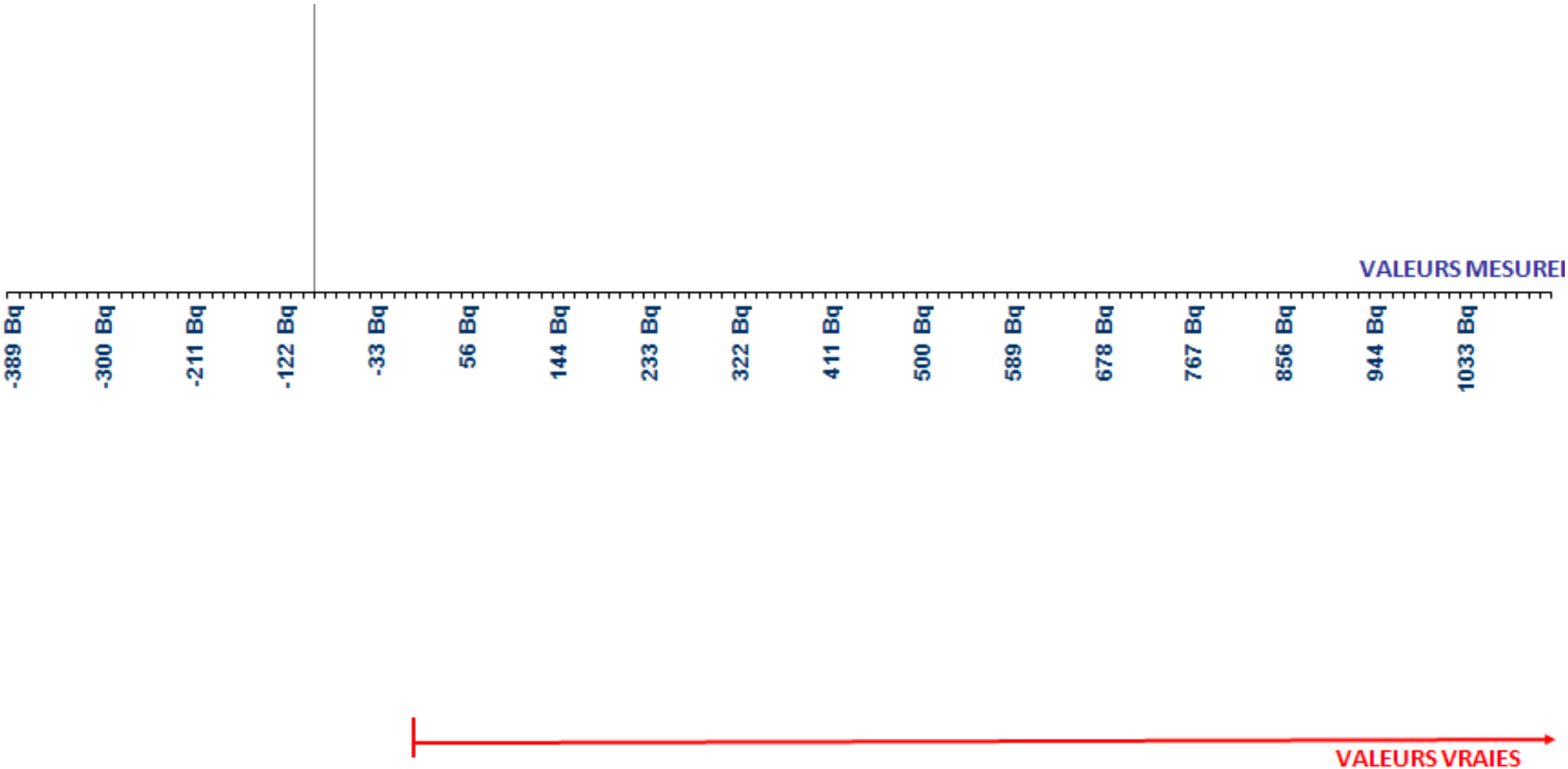
PUISSANCE DU TEST

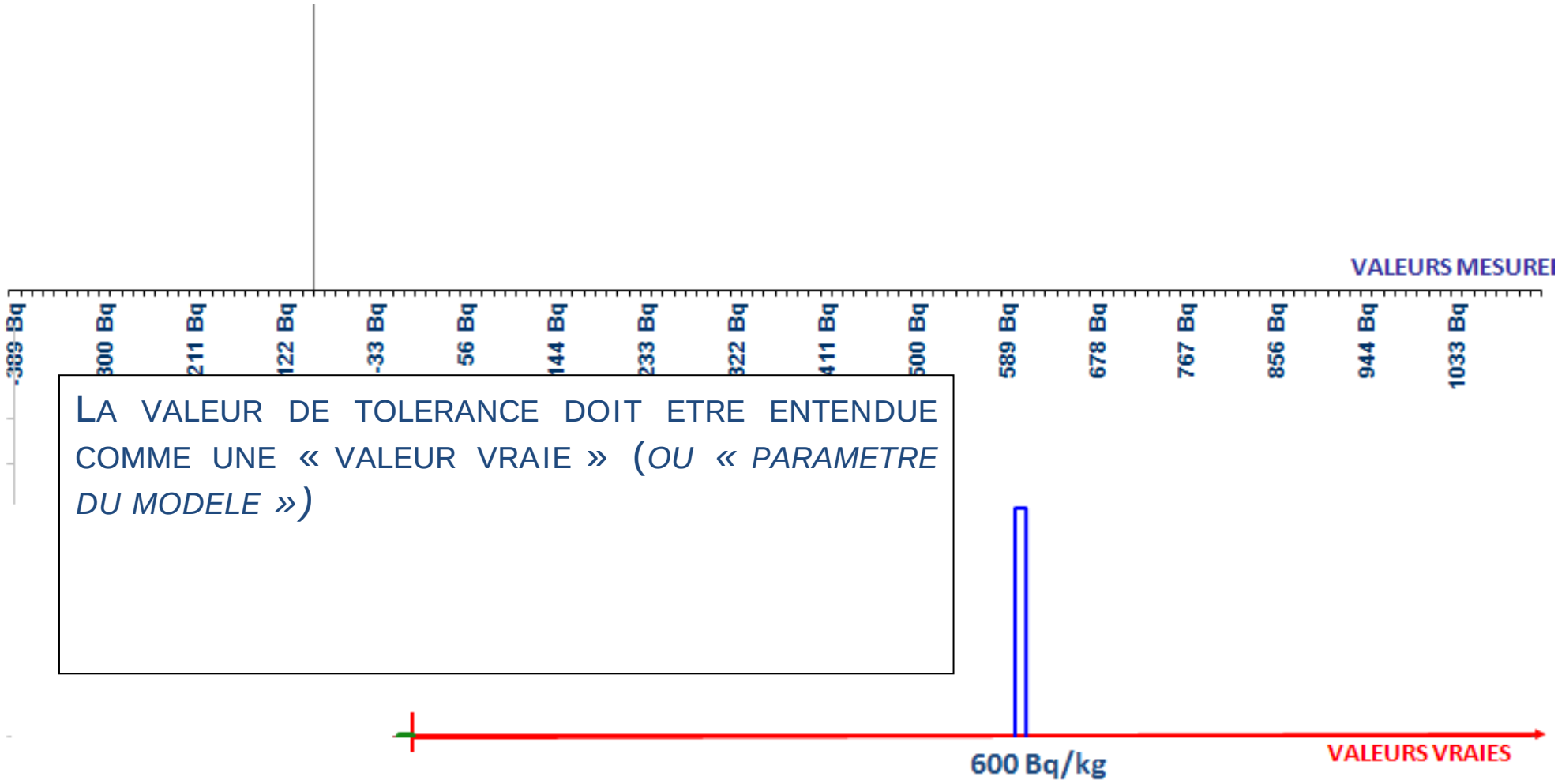
EXEMPLE D'UTILISATION REGLEMENTAIRE

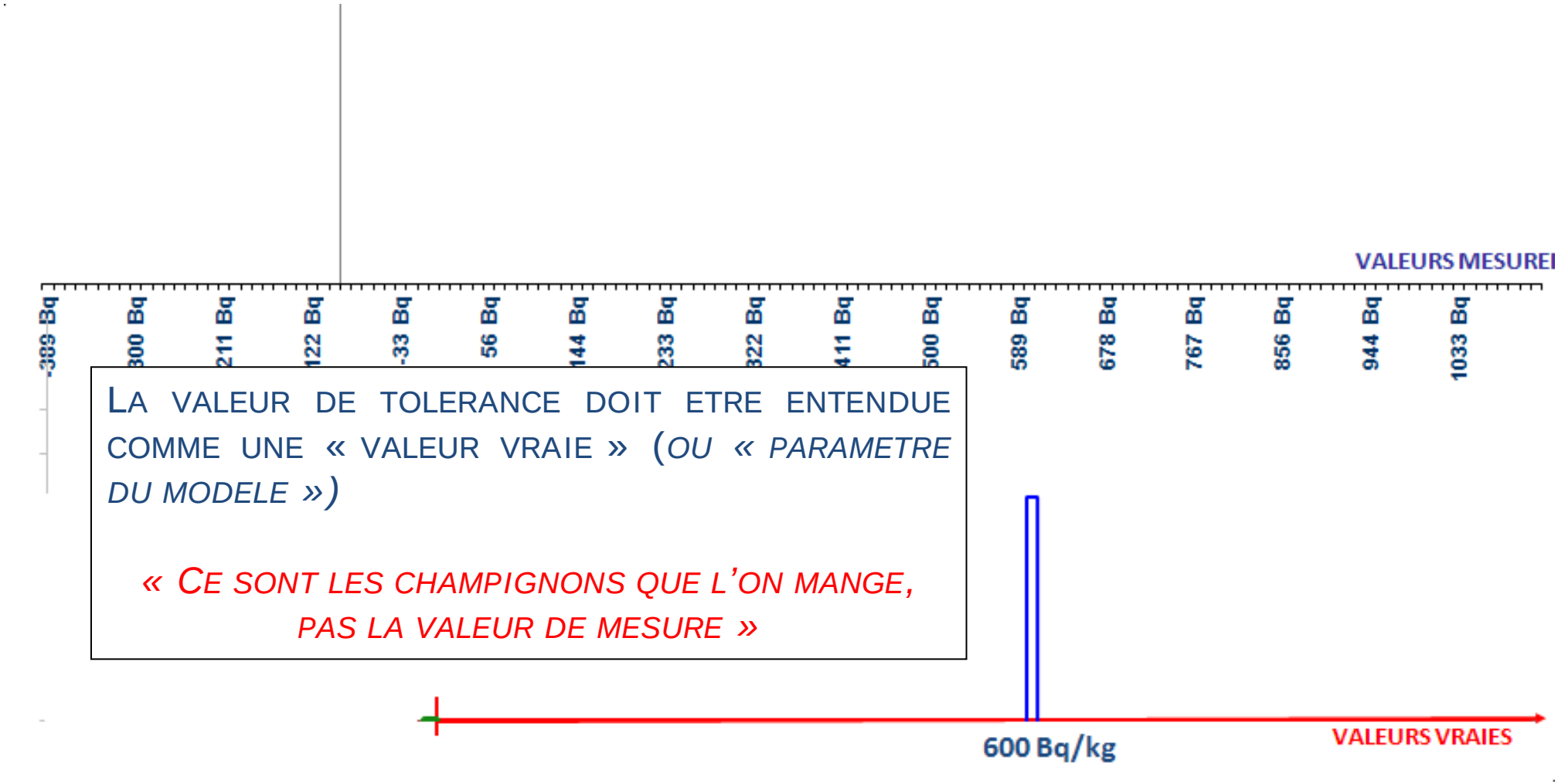
TOLERANCE CONSOMMATION CHAMPIGNONS EN ACTIVITE SPECIFIQUE CS 134 ET CS137 :

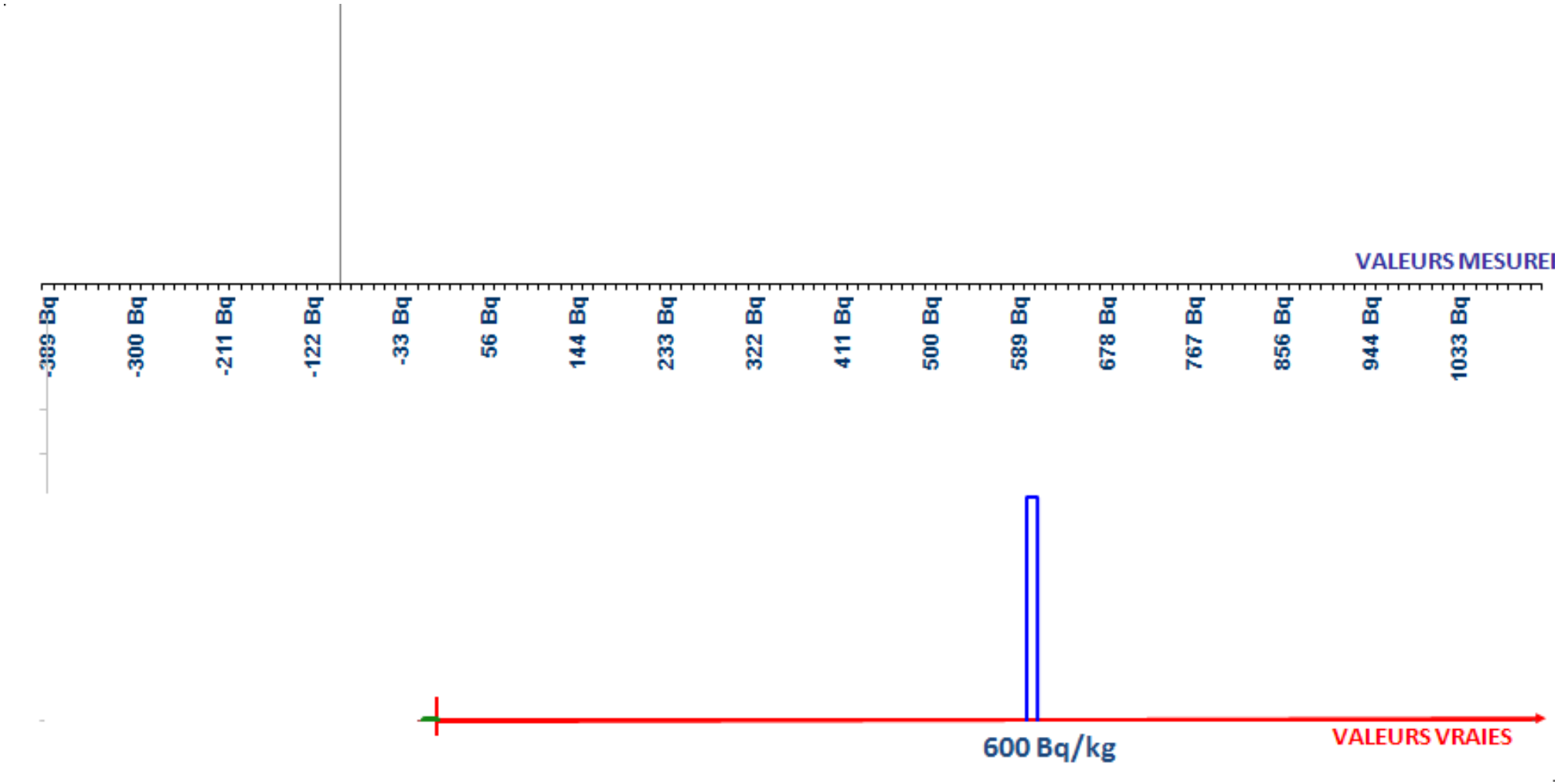
600 $BQ.KG^{-1}$

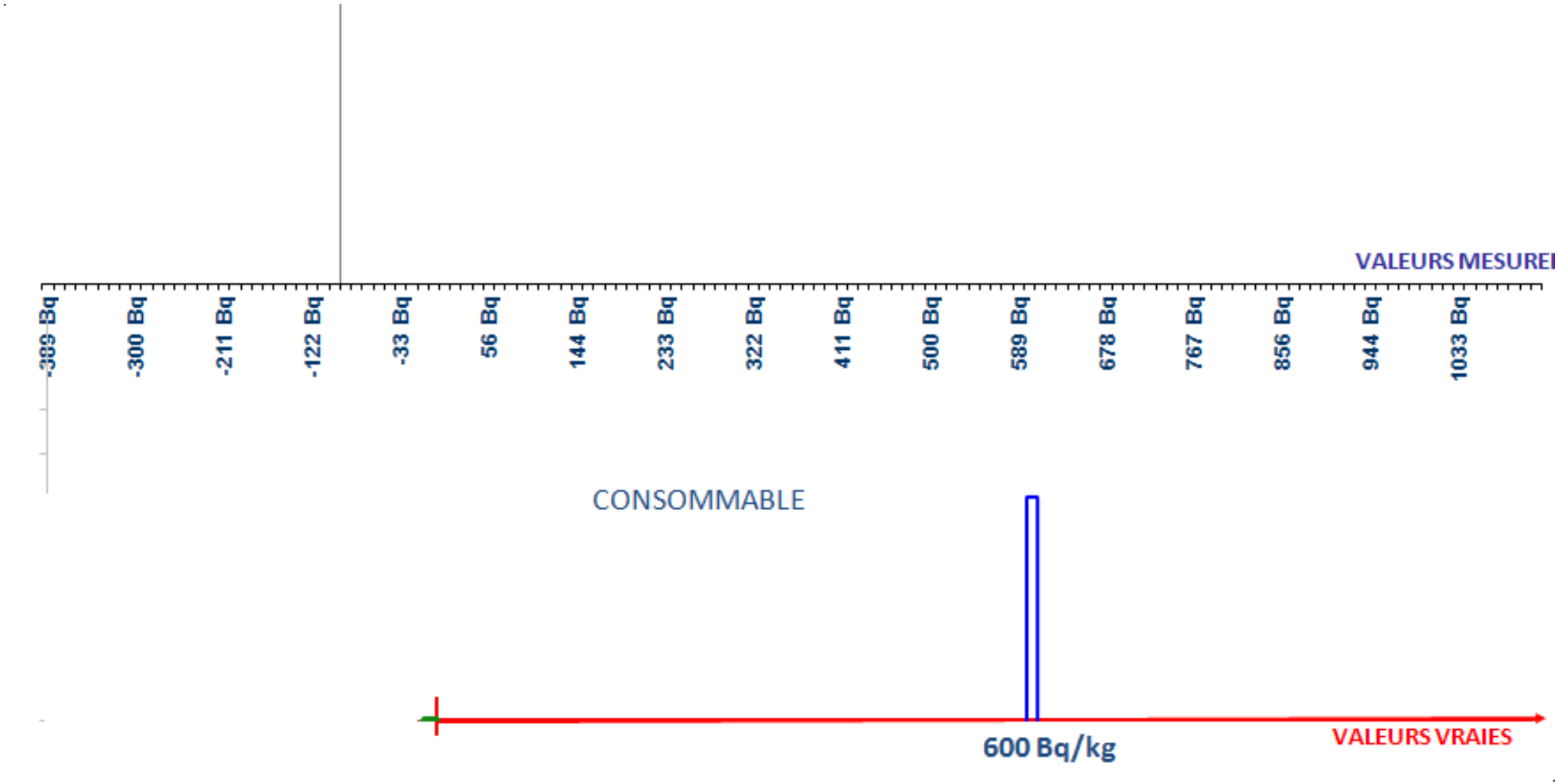
RÈGLEMENT (CE) NO 1635/2006 DE LA COMMISSION DU 6 NOVEMBRE 2006

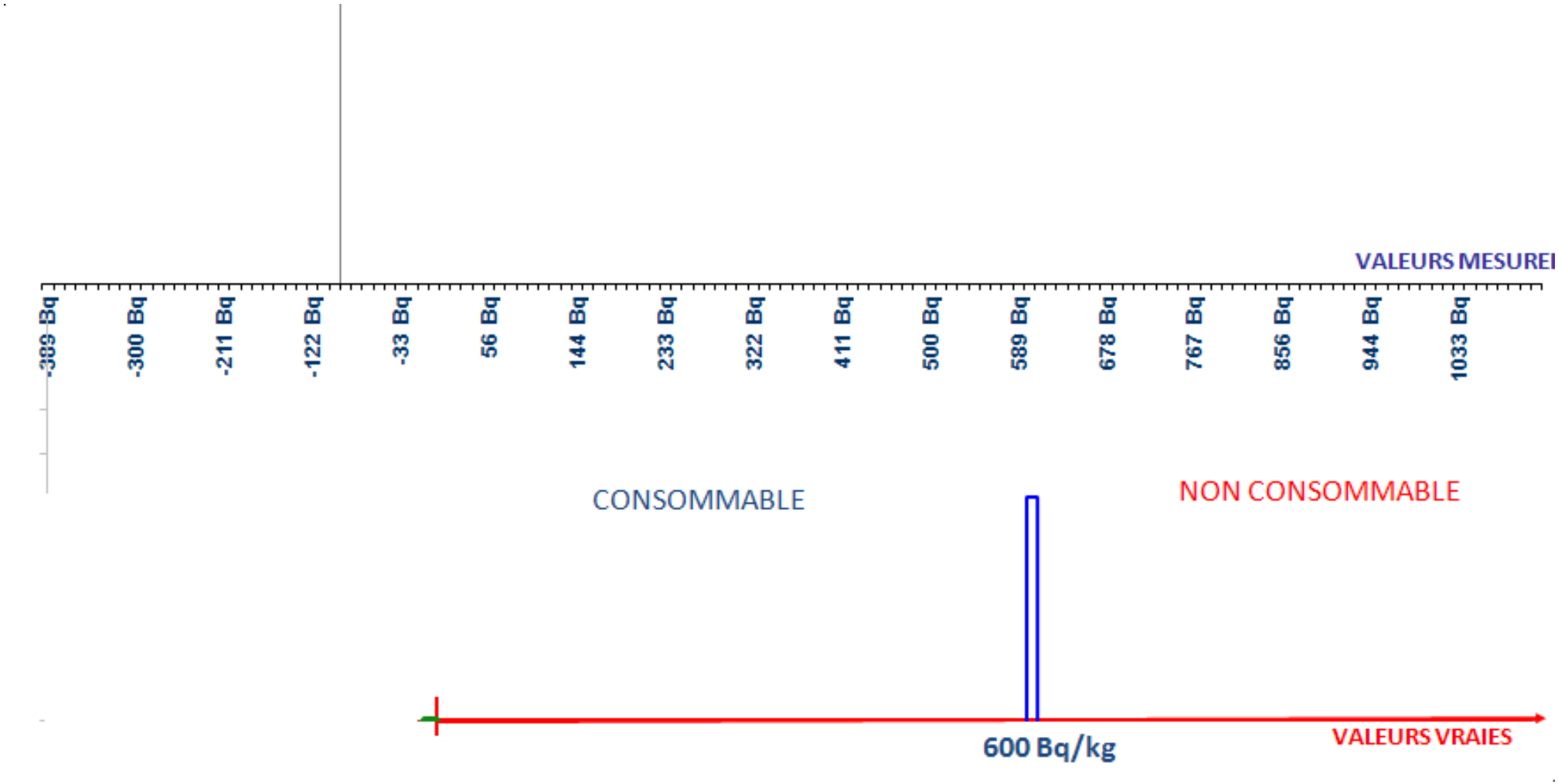

VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
VALEURS VRAIES


VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
LA VALEUR DE TOLERANCE DOIT ETRE ENTENDUE COMME UNE « VALEUR VRAIE » (*OU « PARAMETRE DU MODELE »*)
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES

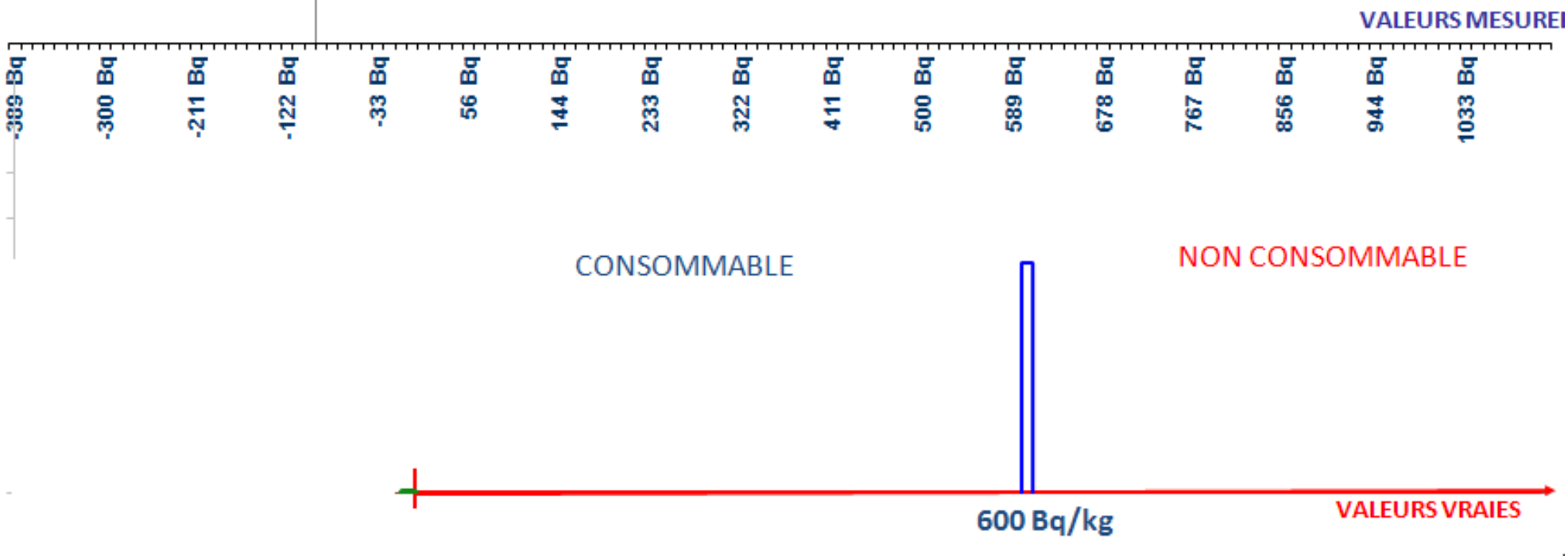

VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
LA VALEUR DE TOLERANCE DOIT ETRE ENTENDUE COMME UNE « VALEUR VRAIE » (*OU « PARAMETRE DU MODELE »*)
« CE SONT LES CHAMPIGNONS QUE L'ON MANGE, PAS LA VALEUR DE MESURE »
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES


VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES

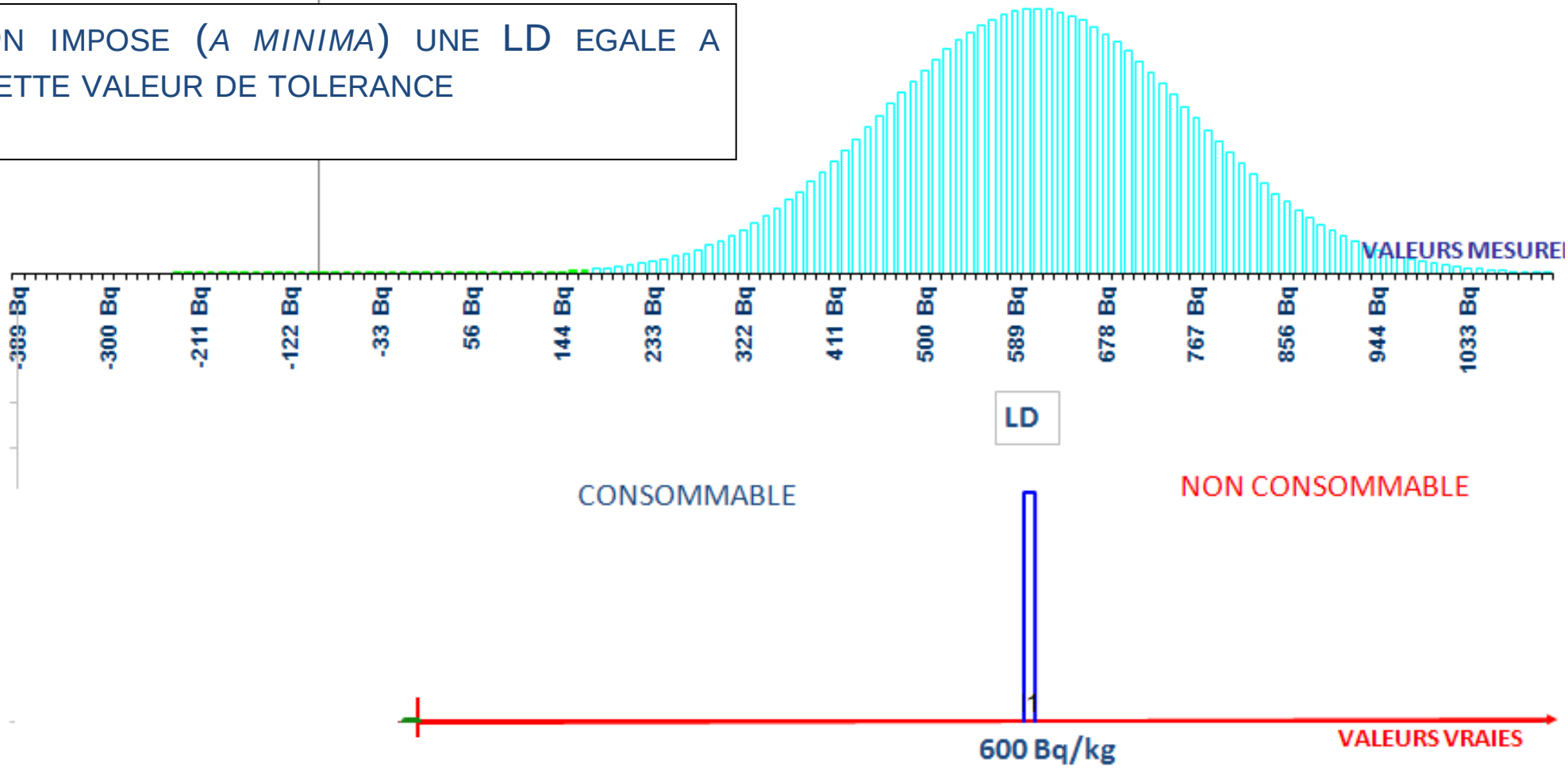

VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
CONSOMMABLE
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES

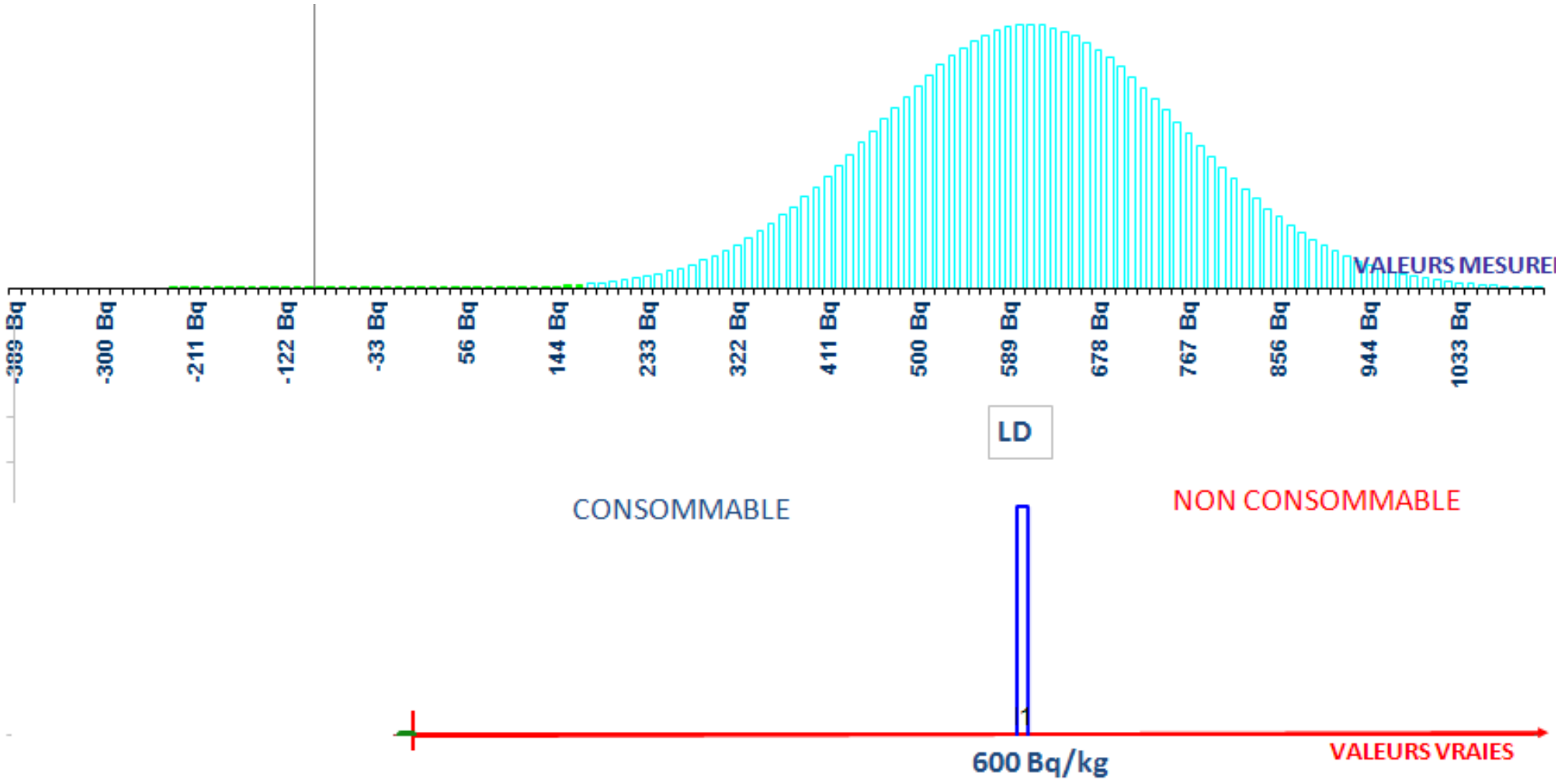

VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
CONSOMMABLE
NON CONSOMMABLE
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES

ON IMPOSE (*A MINIMA*) UNE LD EGALE A CETTE VALEUR DE TOLERANCE

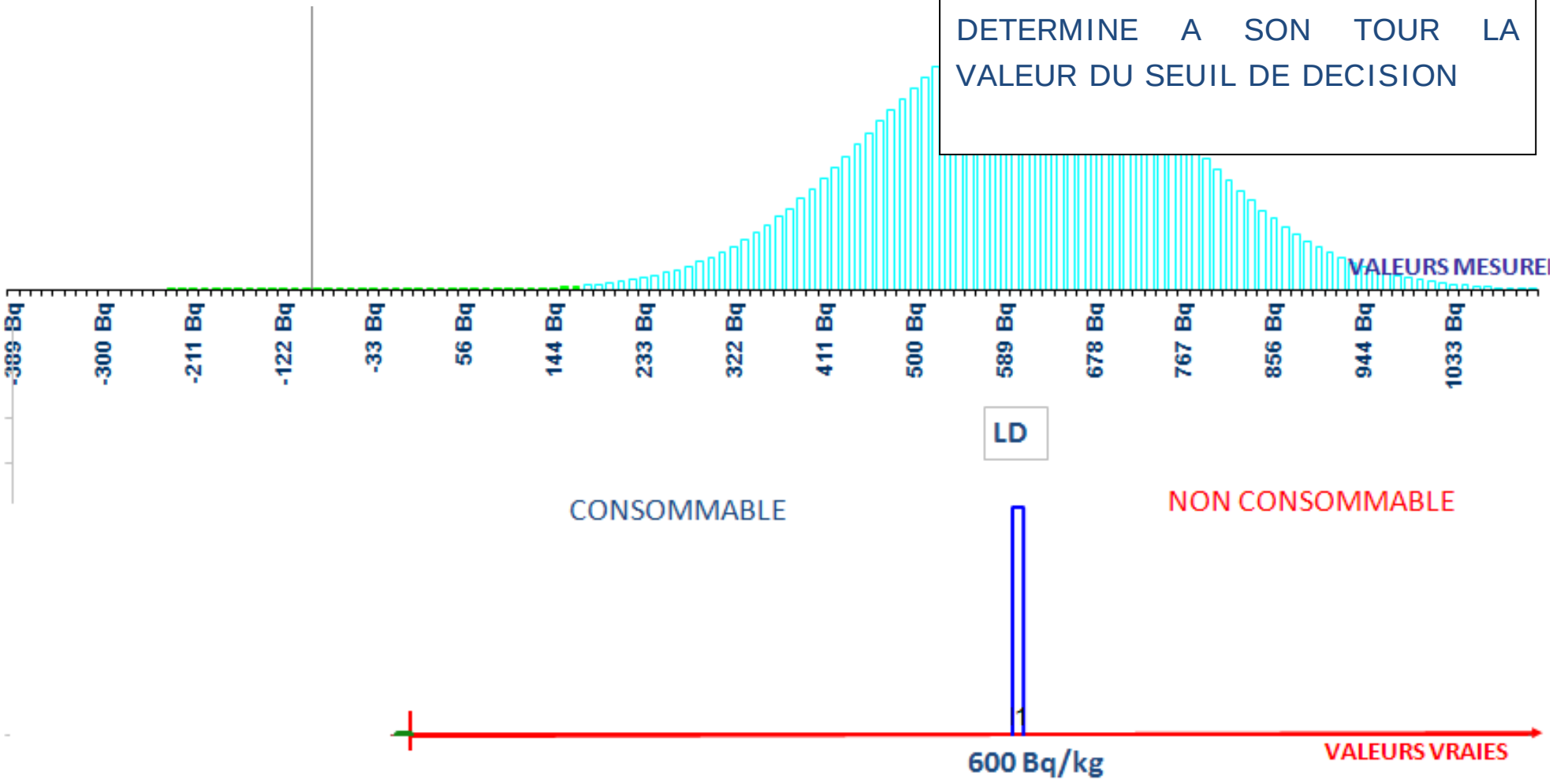


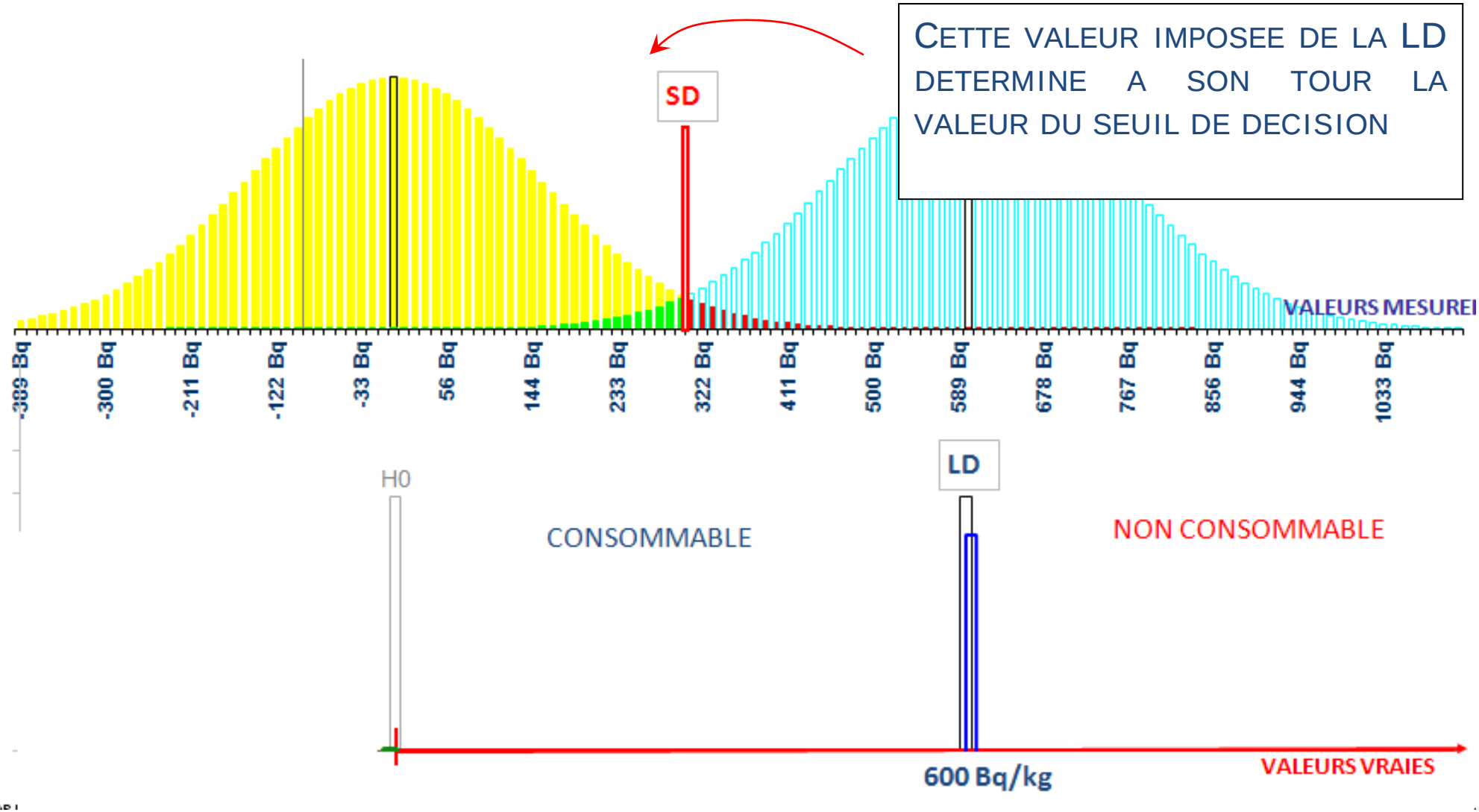
ON IMPOSE (*A MINIMA*) UNE LD EGALE A CETTE VALEUR DE TOLERANCE

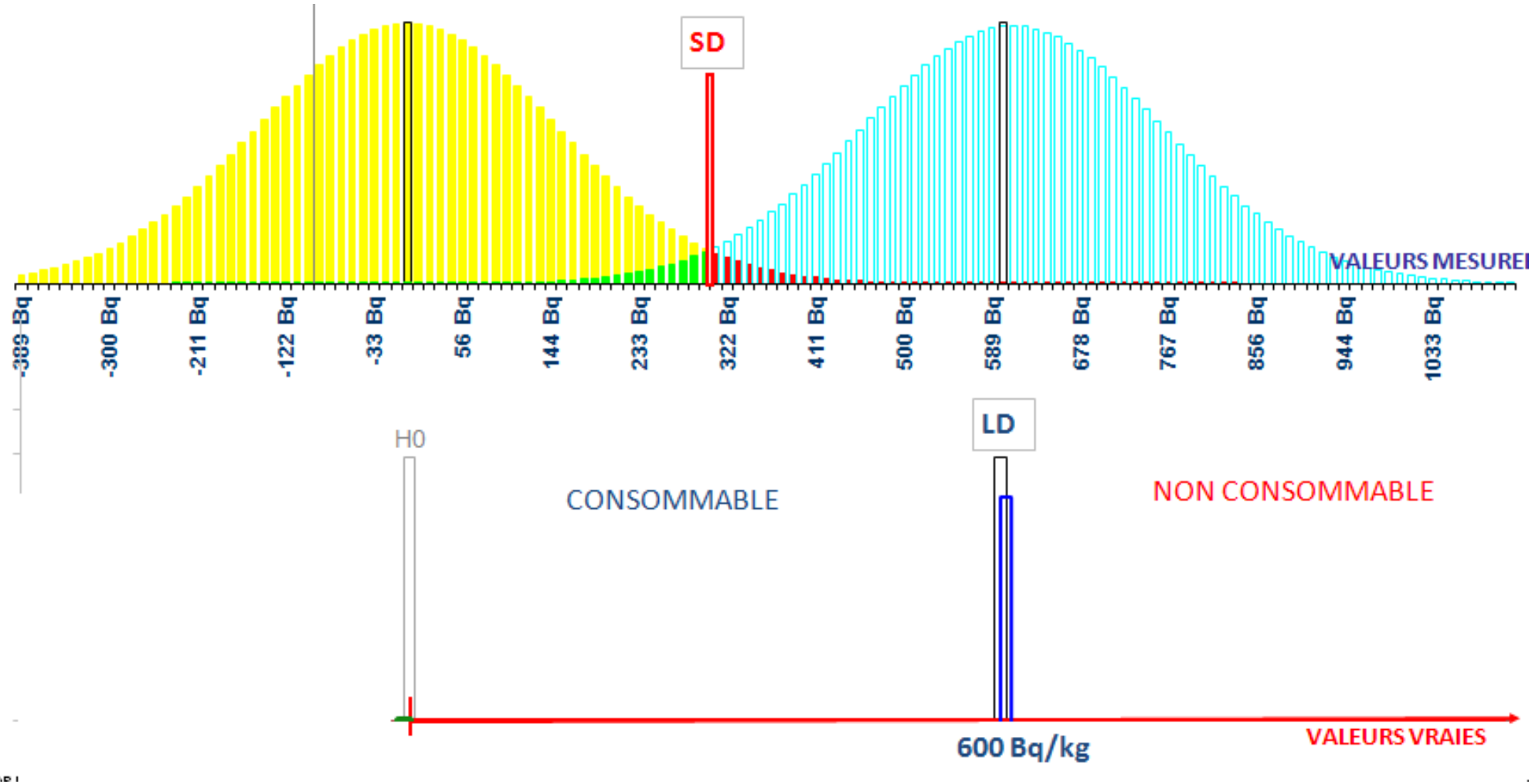


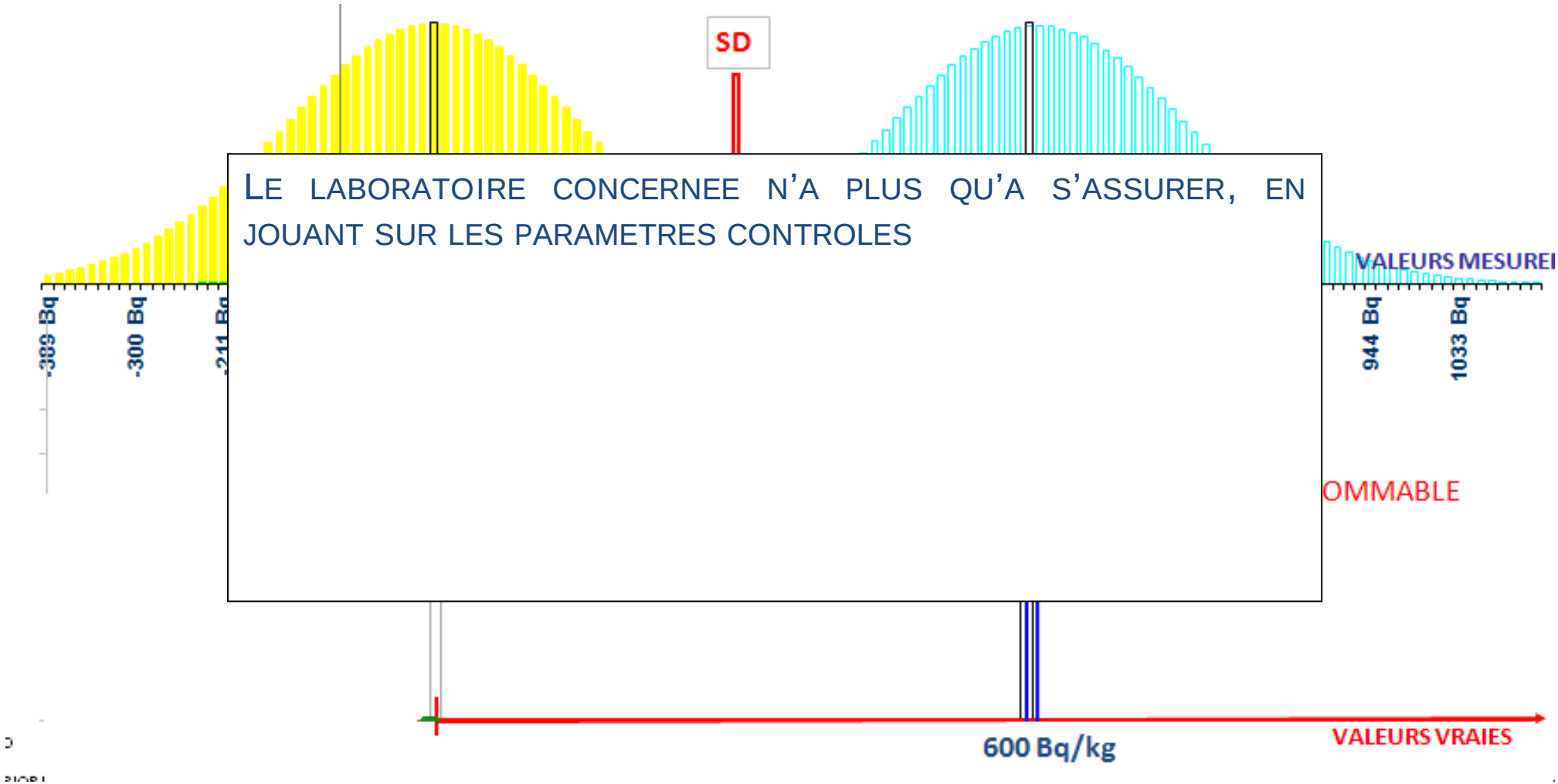

VALEURS MESUREE
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
LD
CONSOMMABLE
NON CONSOMMABLE
1
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES

CETTE VALEUR IMPOSEE DE LA LD DETERMINE A SON TOUR LA VALEUR DU SEUIL DE DECISION

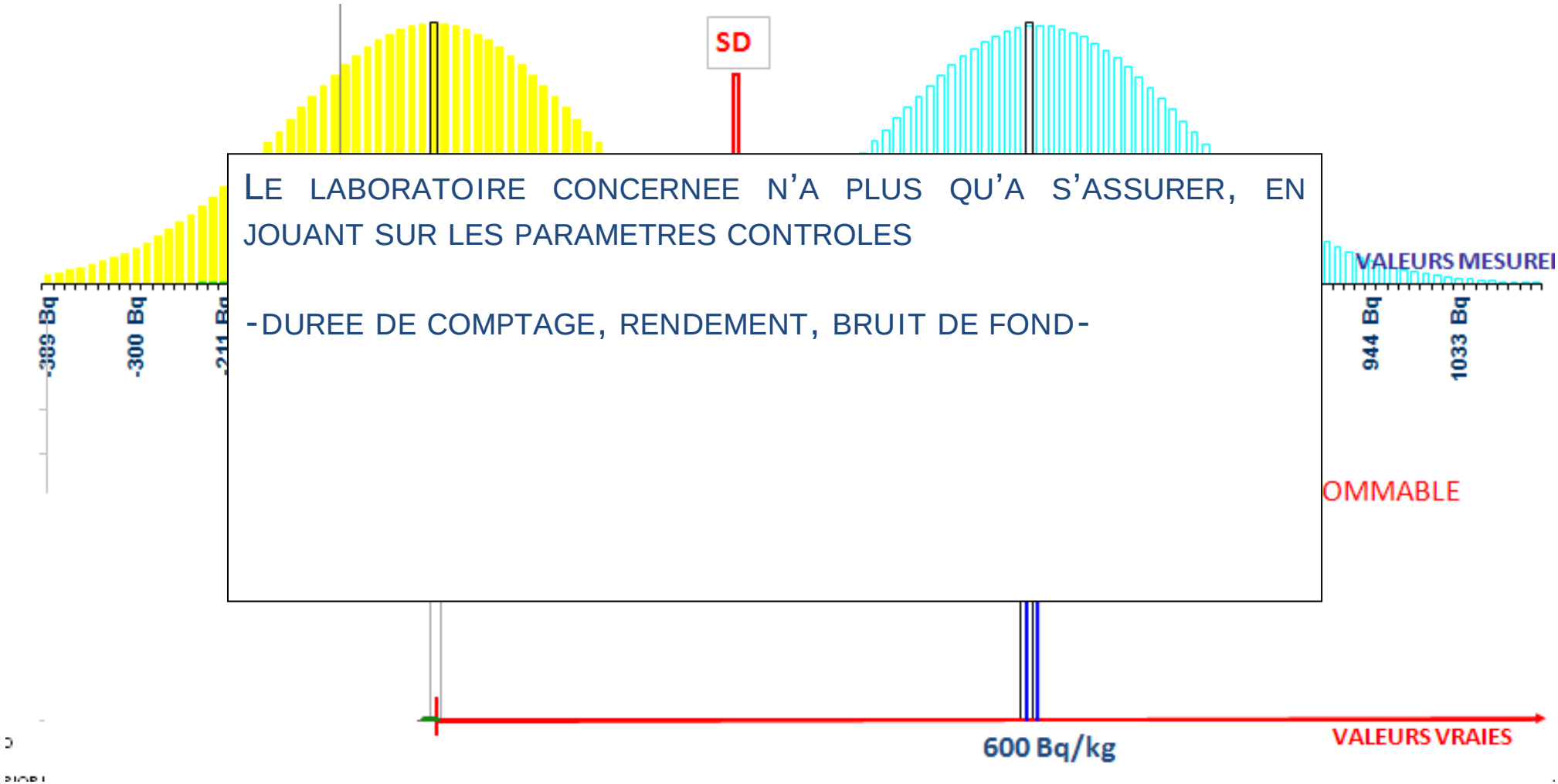



CETTE VALEUR IMPOSEE DE LA LD DETERMINE A SON TOUR LA VALEUR DU SEUIL DE DECISION
SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
H0
LD
CONSOMMABLE
NON CONSOMMABLE
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES


SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
H0
LD
CONSOMMABLE
NON CONSOMMABLE
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES

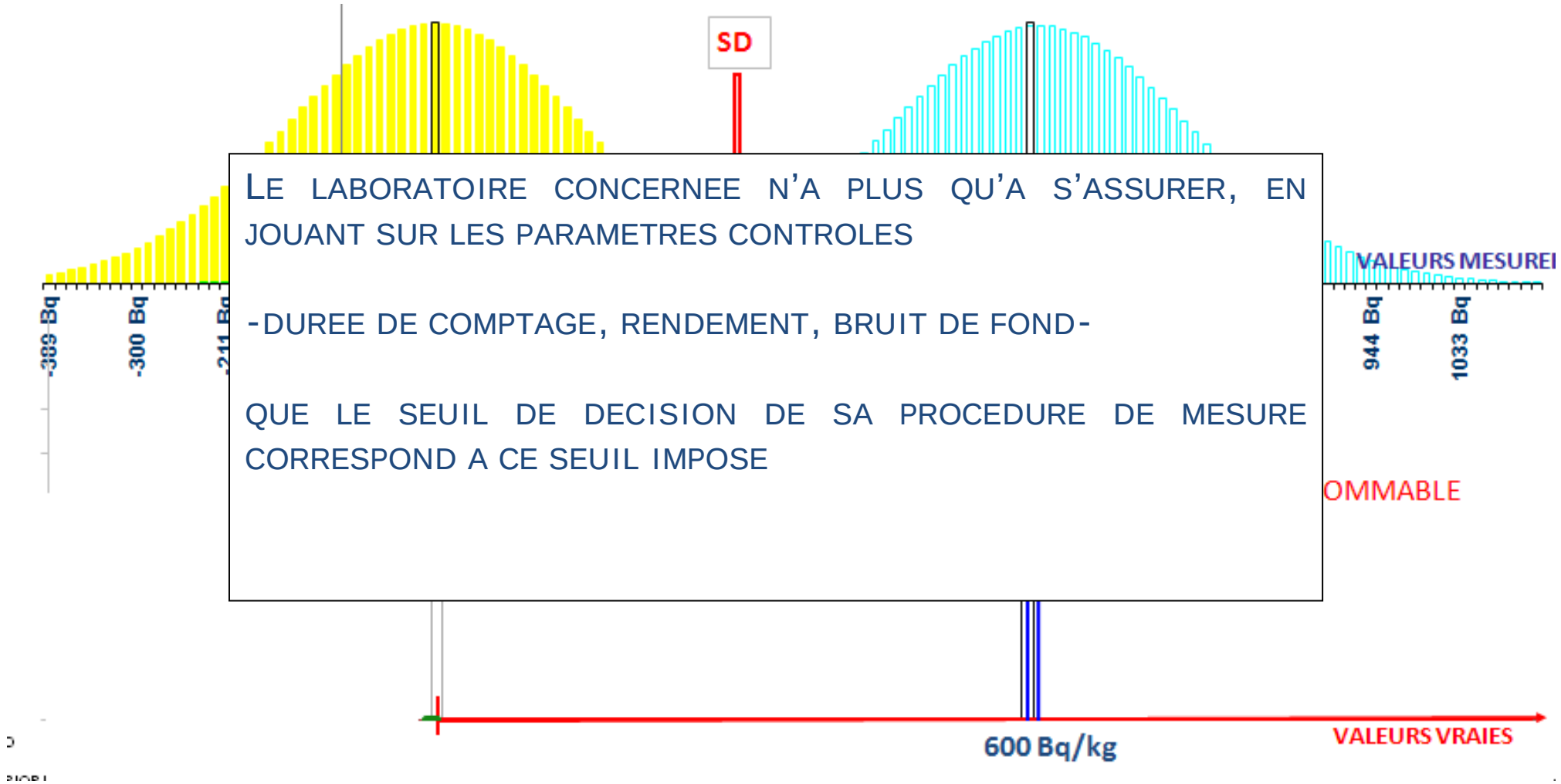


LE LABORATOIRE CONCERNEE N'A PLUS QU'A S'ASSURER, EN JOUANT SUR LES PARAMETRES CONTROLES



LE LABORATOIRE CONCERNEE N'A PLUS QU'A S'ASSURER, EN JOUANT SUR LES PARAMETRES CONTROLES

-DUREE DE COMPTAGE, RENDEMENT, BRUIT DE FOND-

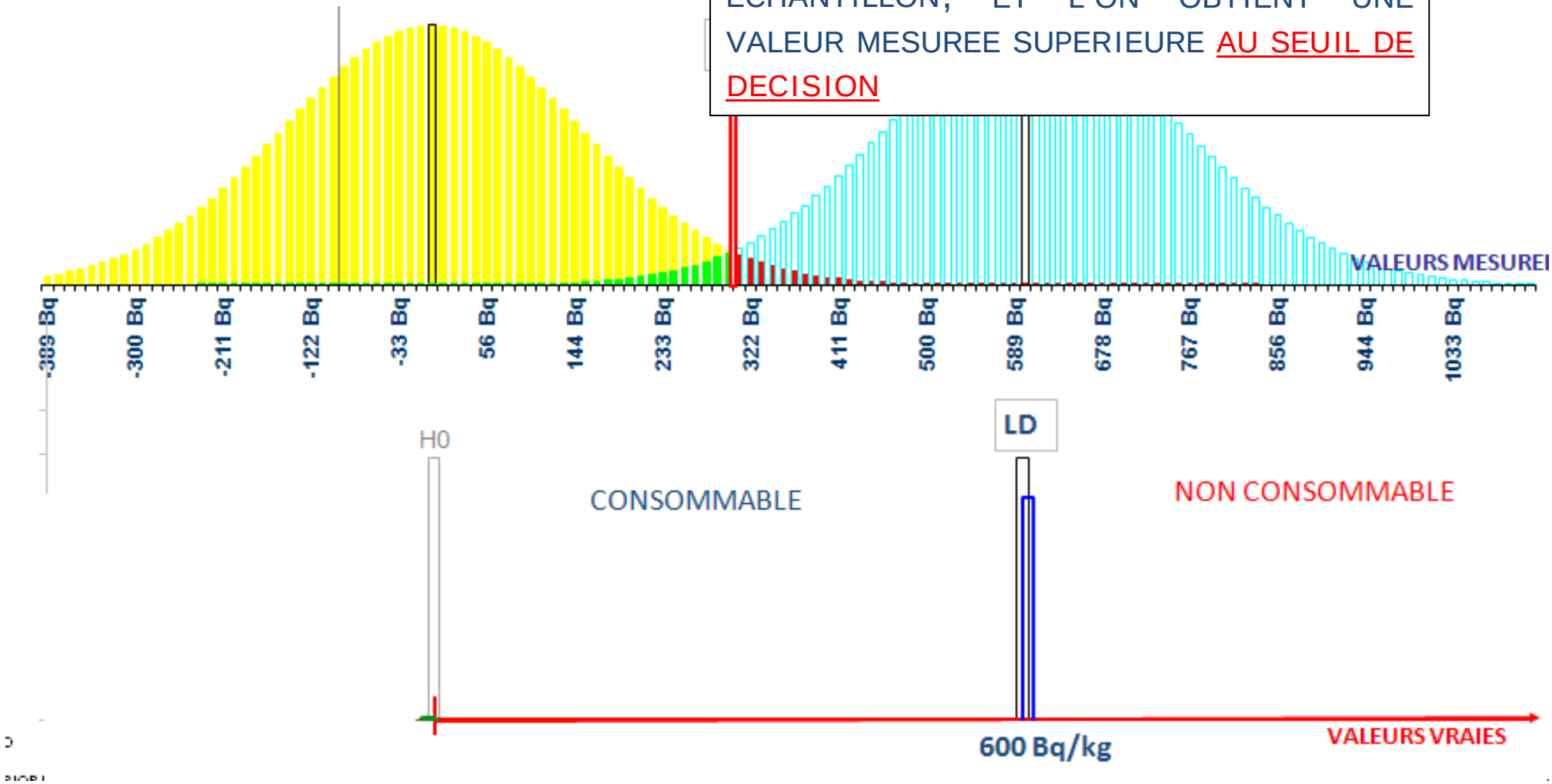


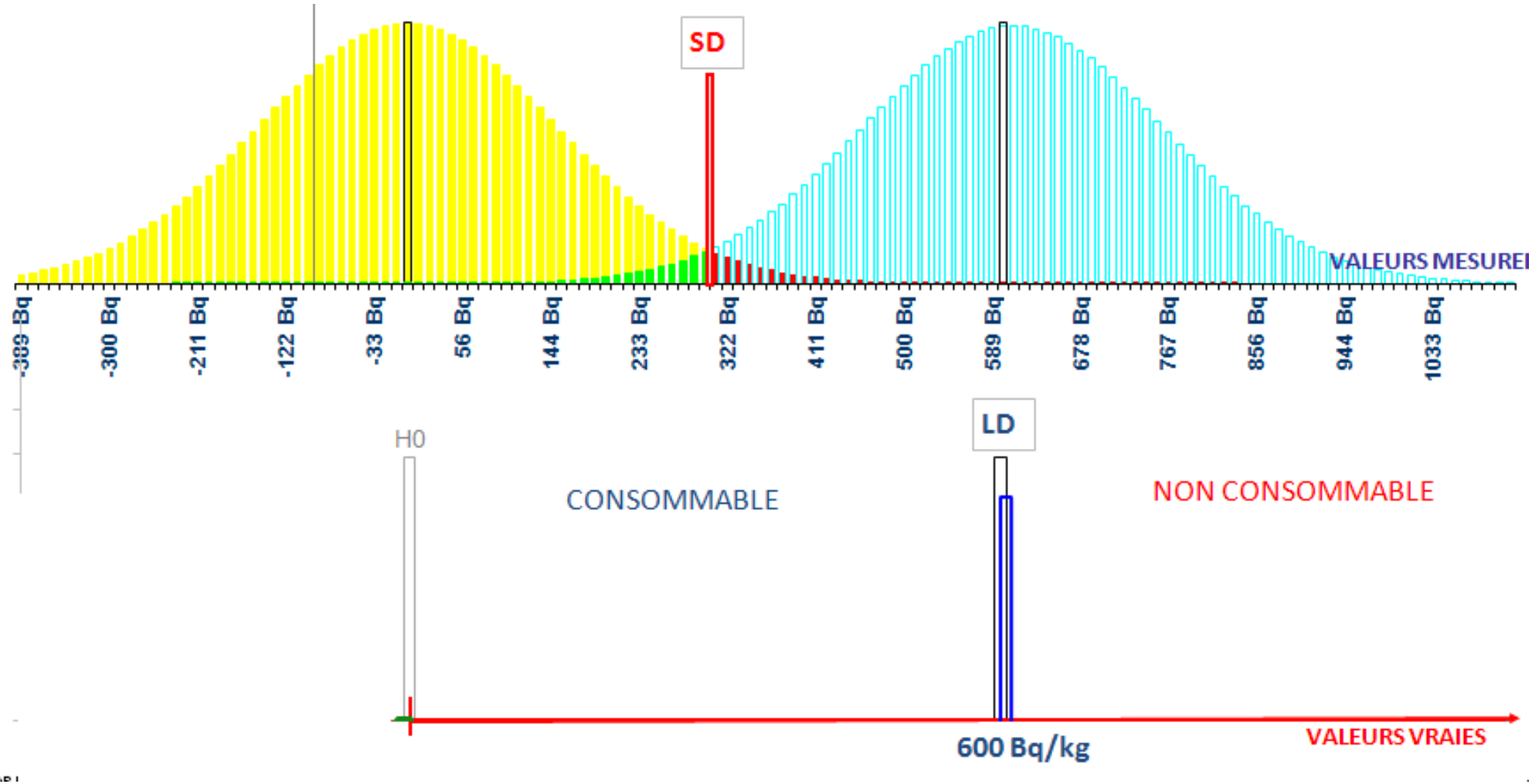
LE LABORATOIRE CONCERNEE N'A PLUS QU'A S'ASSURER, EN JOUANT SUR LES PARAMETRES CONTROLES

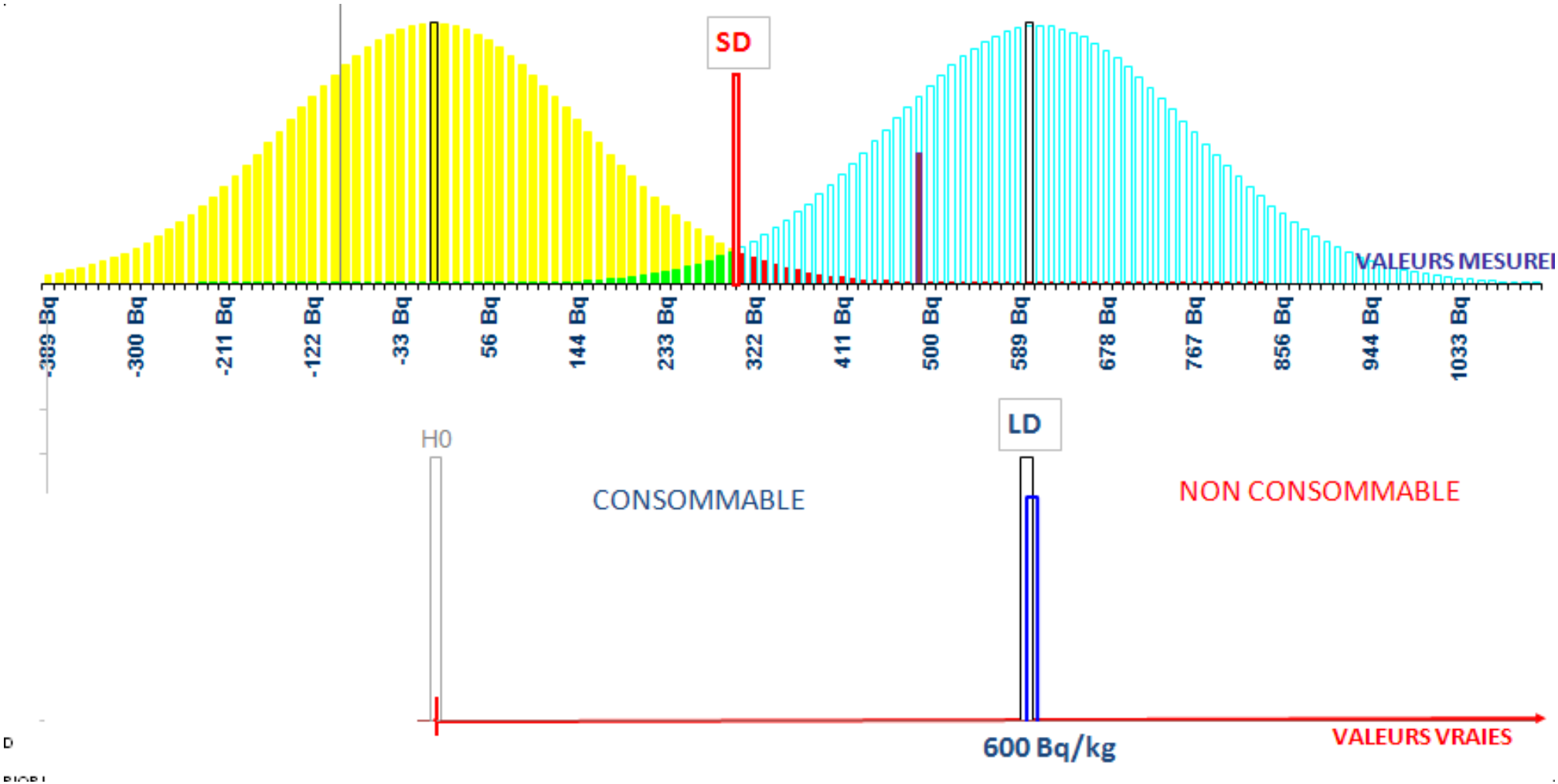
-DUREE DE COMPTAGE, RENDEMENT, BRUIT DE FOND-

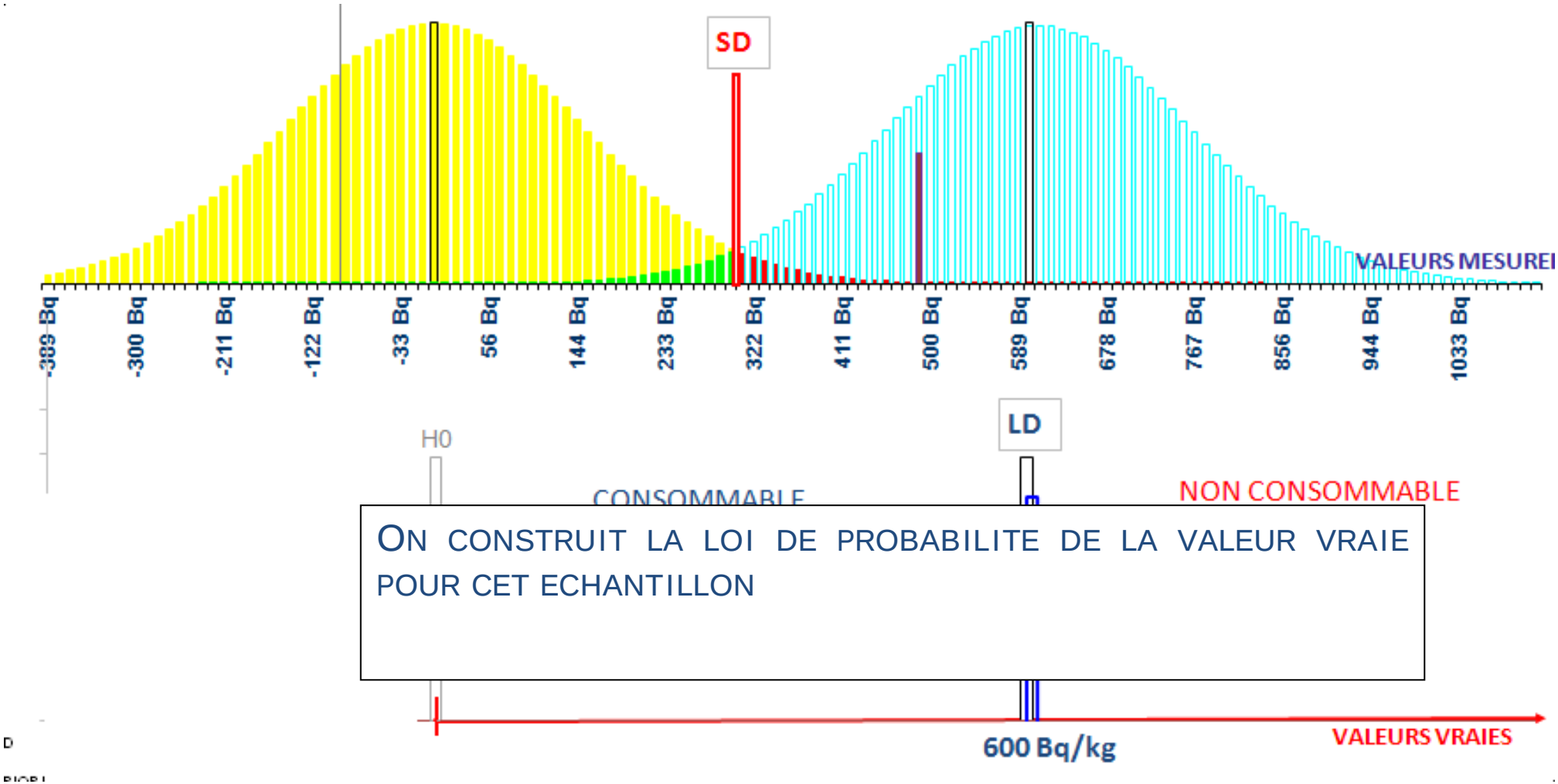
QUE LE SEUIL DE DECISION DE SA PROCEDURE DE MESURE CORRESPOND A CE SEUIL IMPOSE

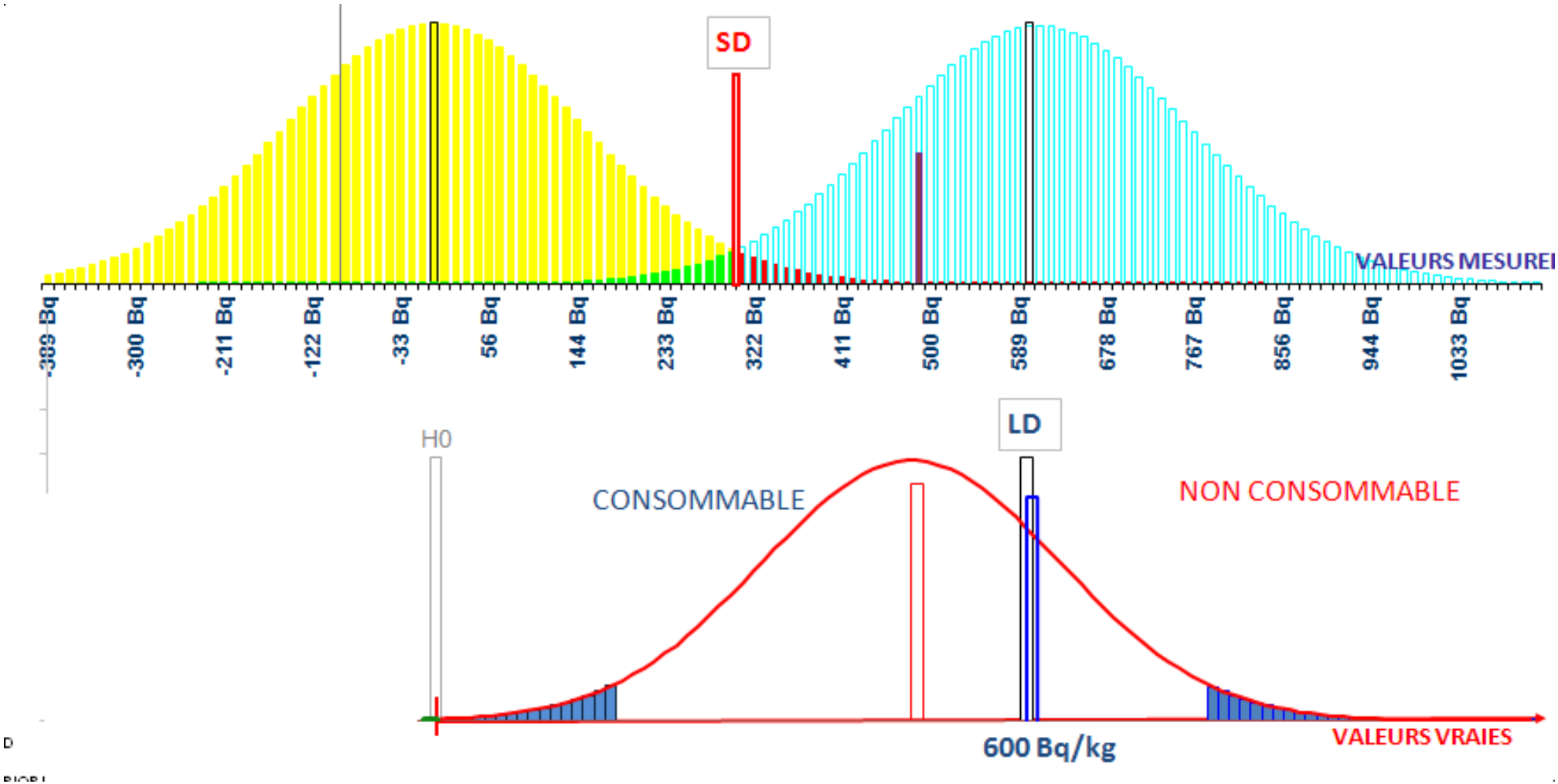
On mesure maintenant un echantillon, et l'on obtient une valeur mesuree superieure au seuil de decision

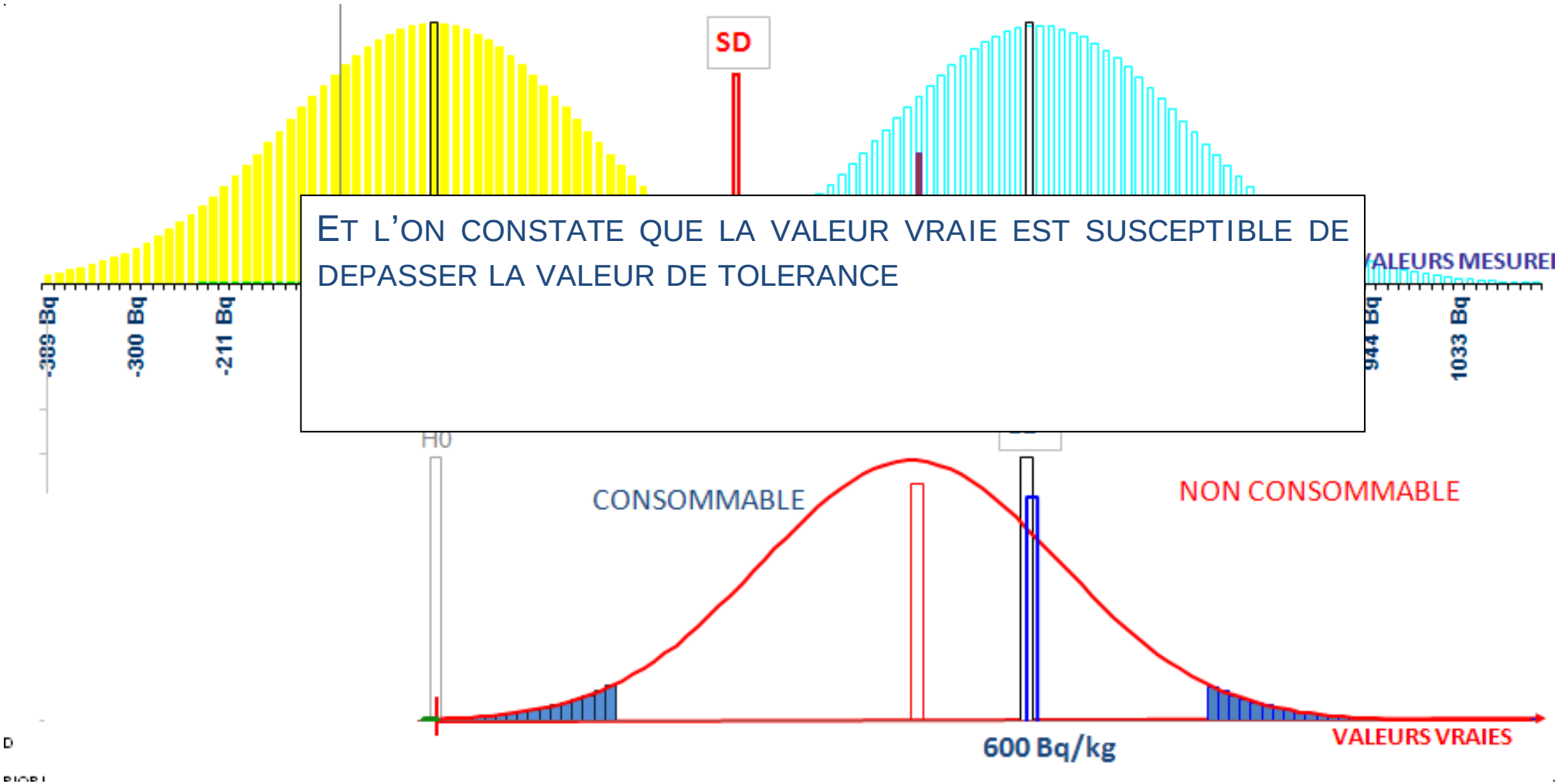



SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
H0
LD
CONSOMMABLE
NON CONSOMMABLE
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES

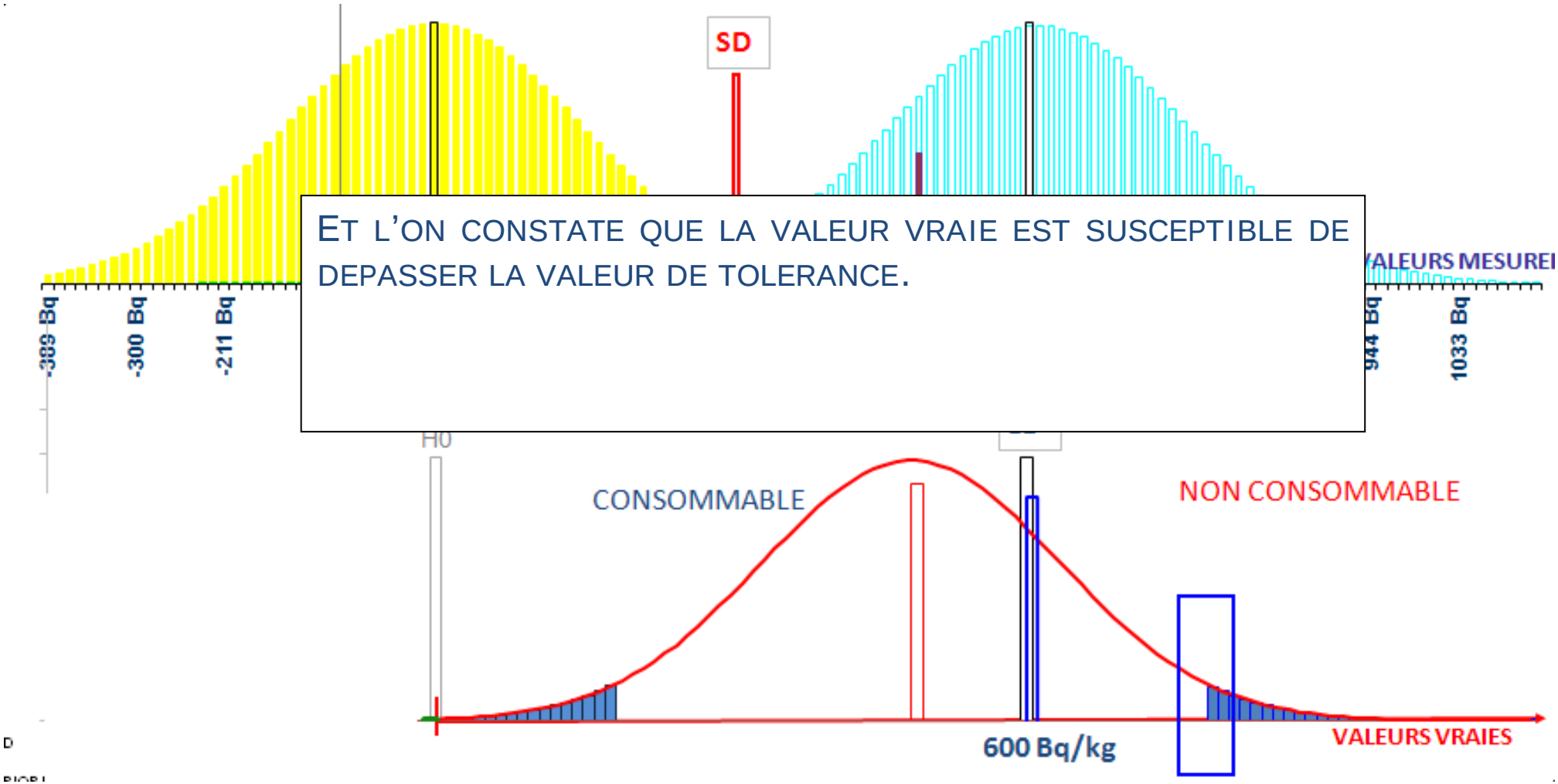

SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
H0
LD
CONSOMMABLE
NON CONSOMMABLE
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES


SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
H0
LD
CONSOMMABLE
NON CONSOMMABLE
ON CONSTRUIT LA LOI DE PROBABILITE DE LA VALEUR VRAIE POUR CET ECHANTILLON
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES

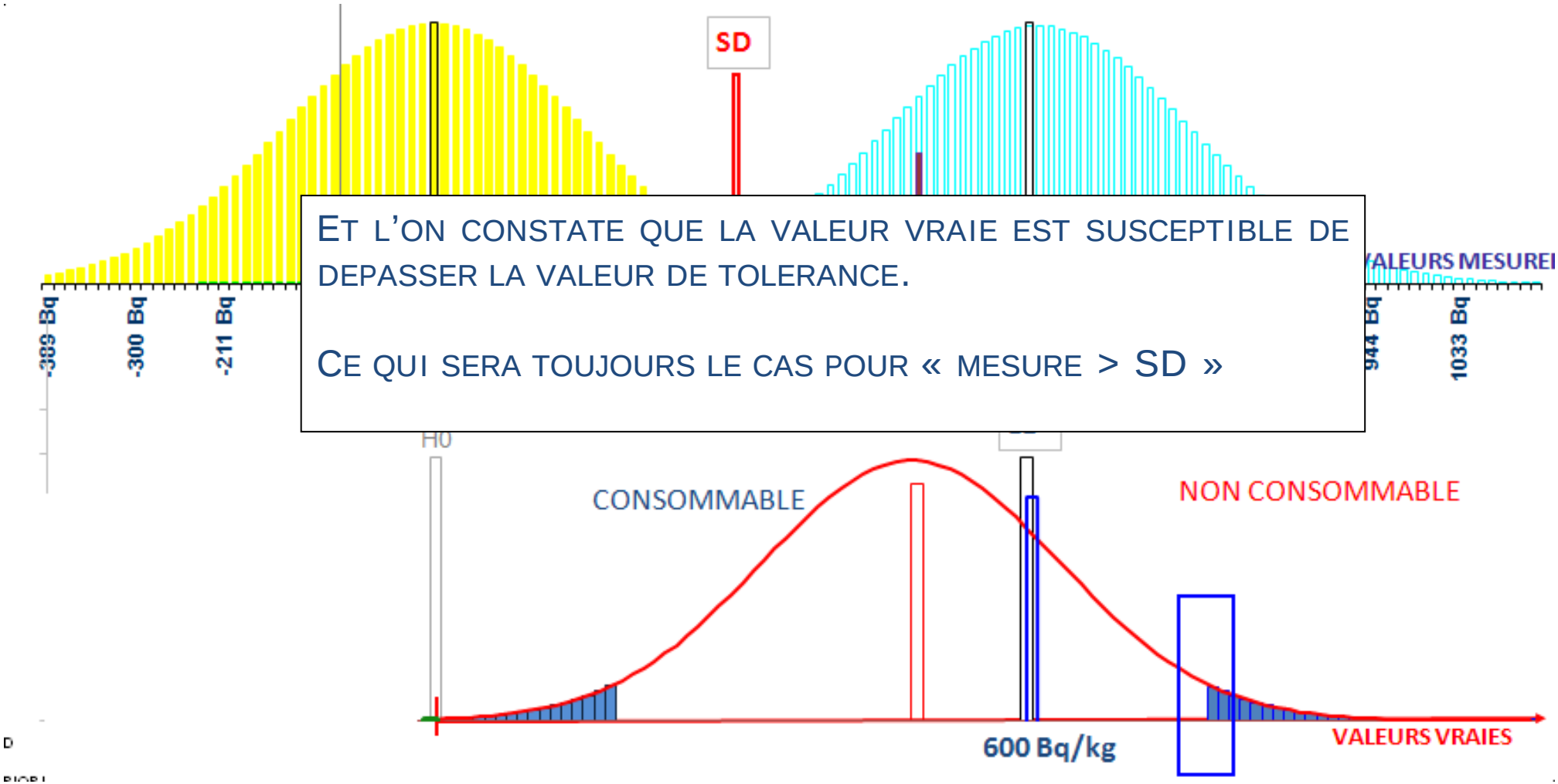

SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
H0
LD
CONSOMMABLE
NON CONSOMMABLE
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES



ET L'ON CONSTATE QUE LA VALEUR VRAIE EST SUSCEPTIBLE DE DEPASSER LA VALEUR DE TOLERANCE

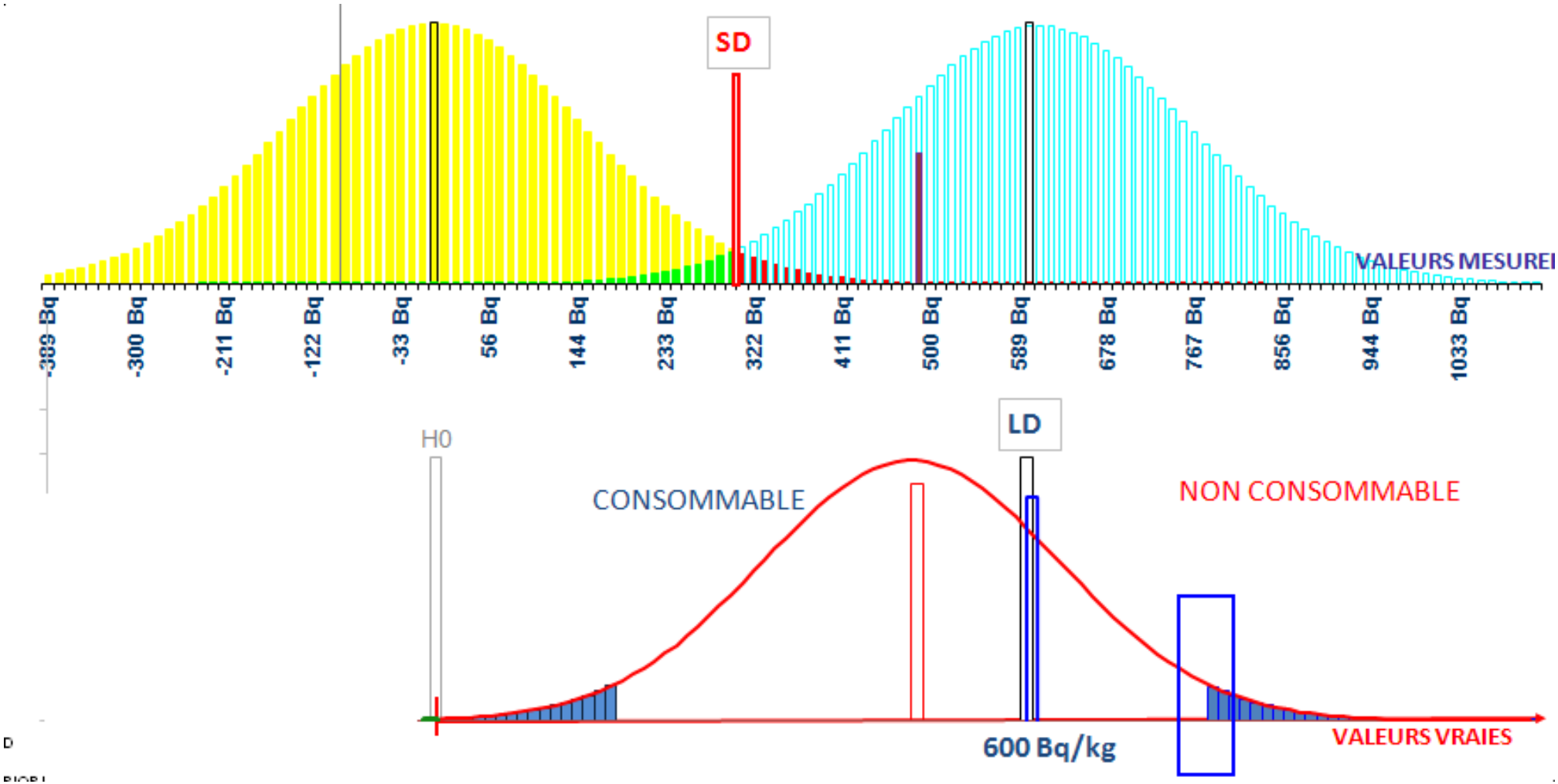


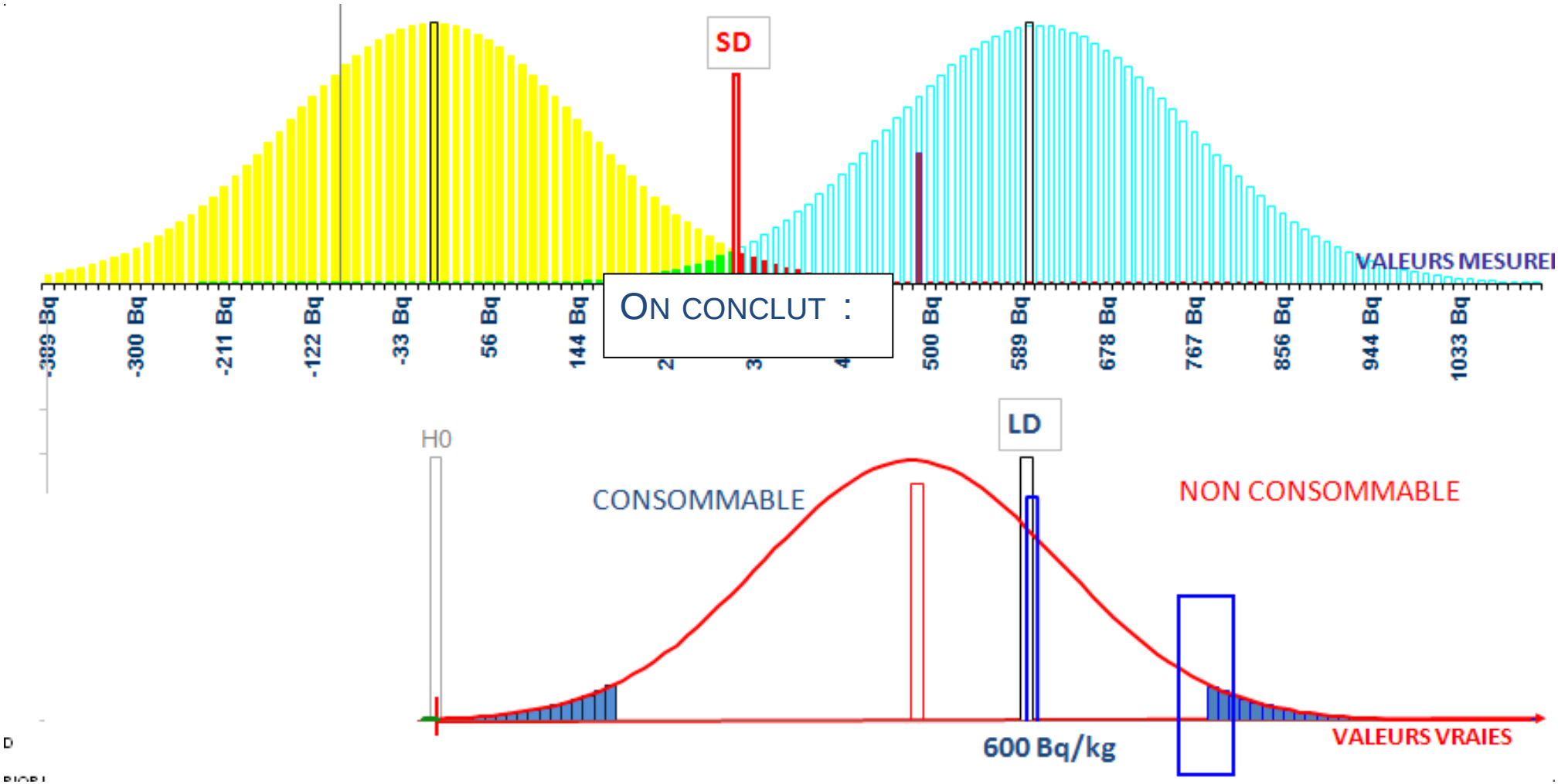
ET L'ON CONSTATE QUE LA VALEUR VRAIE EST SUSCEPTIBLE DE DEPASSER LA VALEUR DE TOLERANCE.

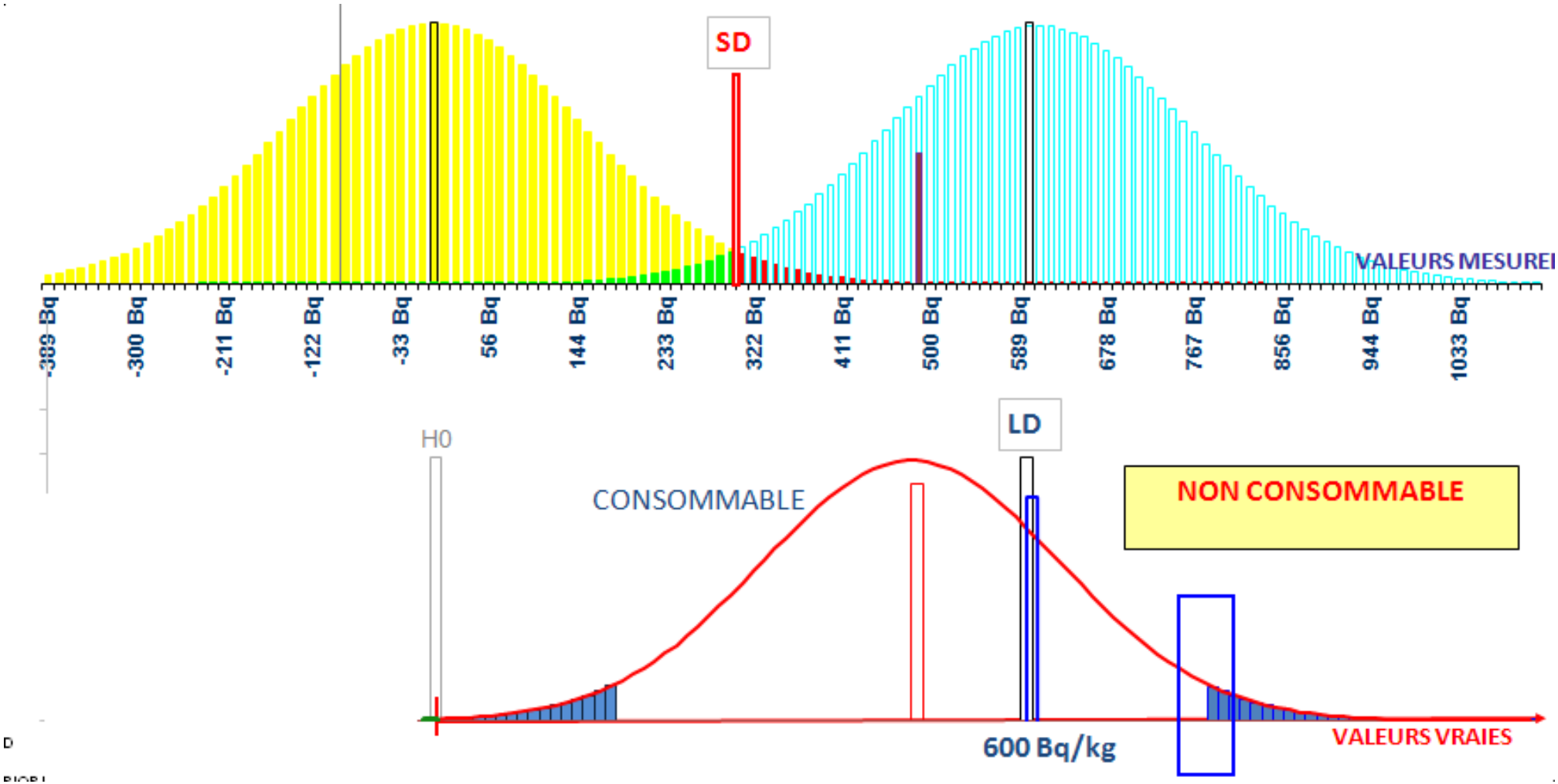


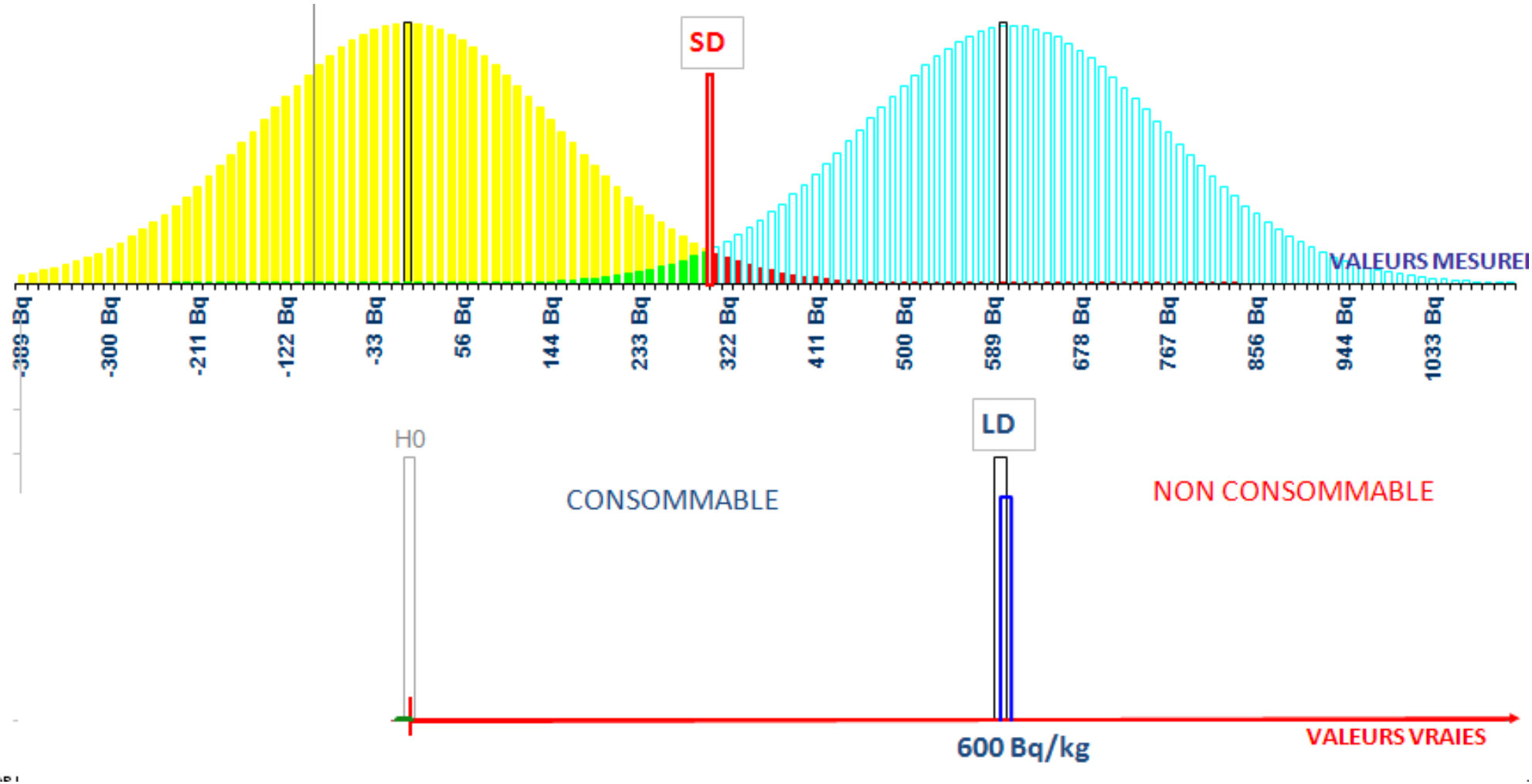
ET L'ON CONSTATE QUE LA VALEUR VRAIE EST SUSCEPTIBLE DE DEPASSER LA VALEUR DE TOLERANCE.

CE QUI SERA TOUJOURS LE CAS POUR « MESURE > SD »

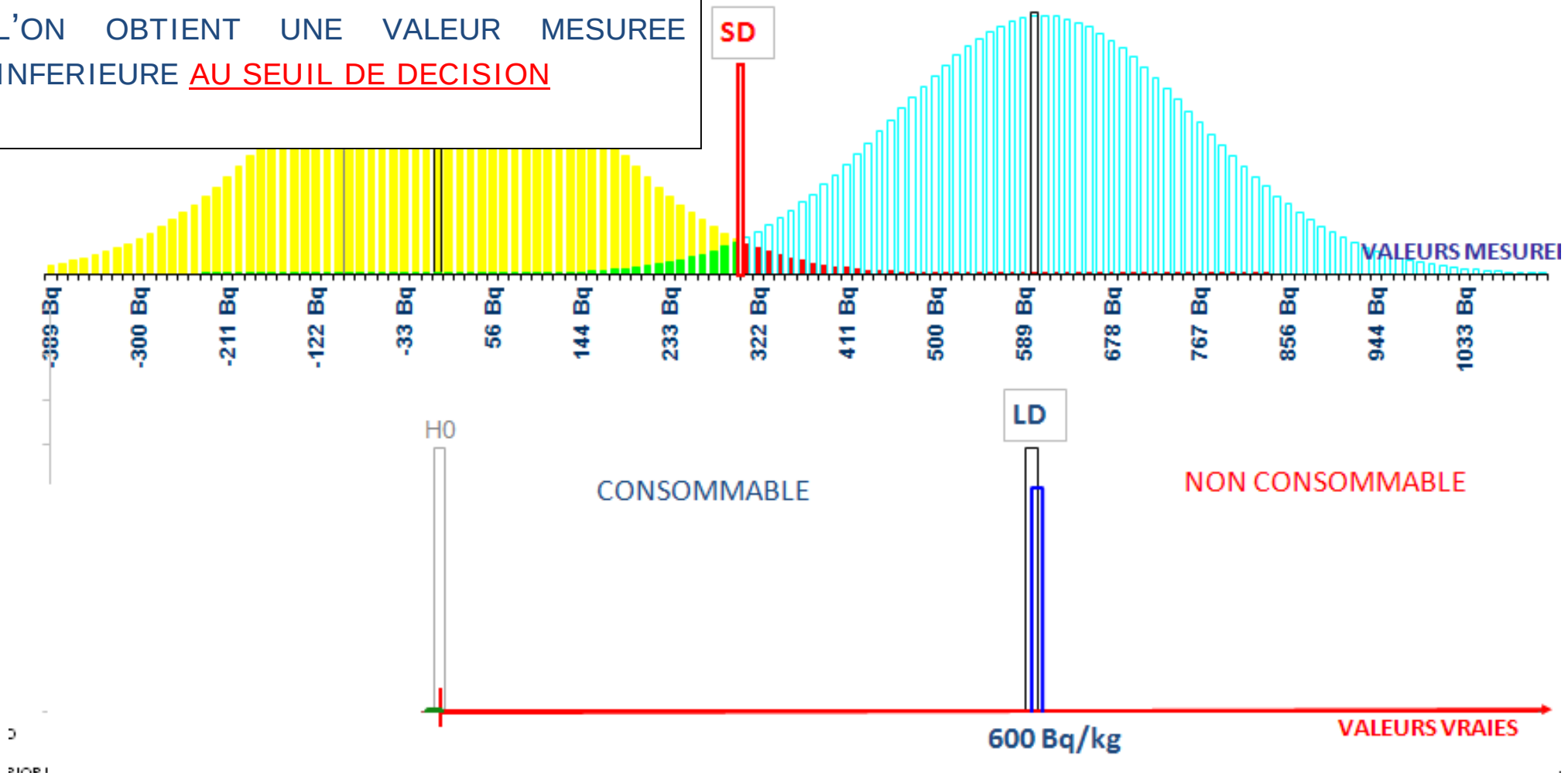

SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
H0
LD
CONSOMMABLE
NON CONSOMMABLE
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES

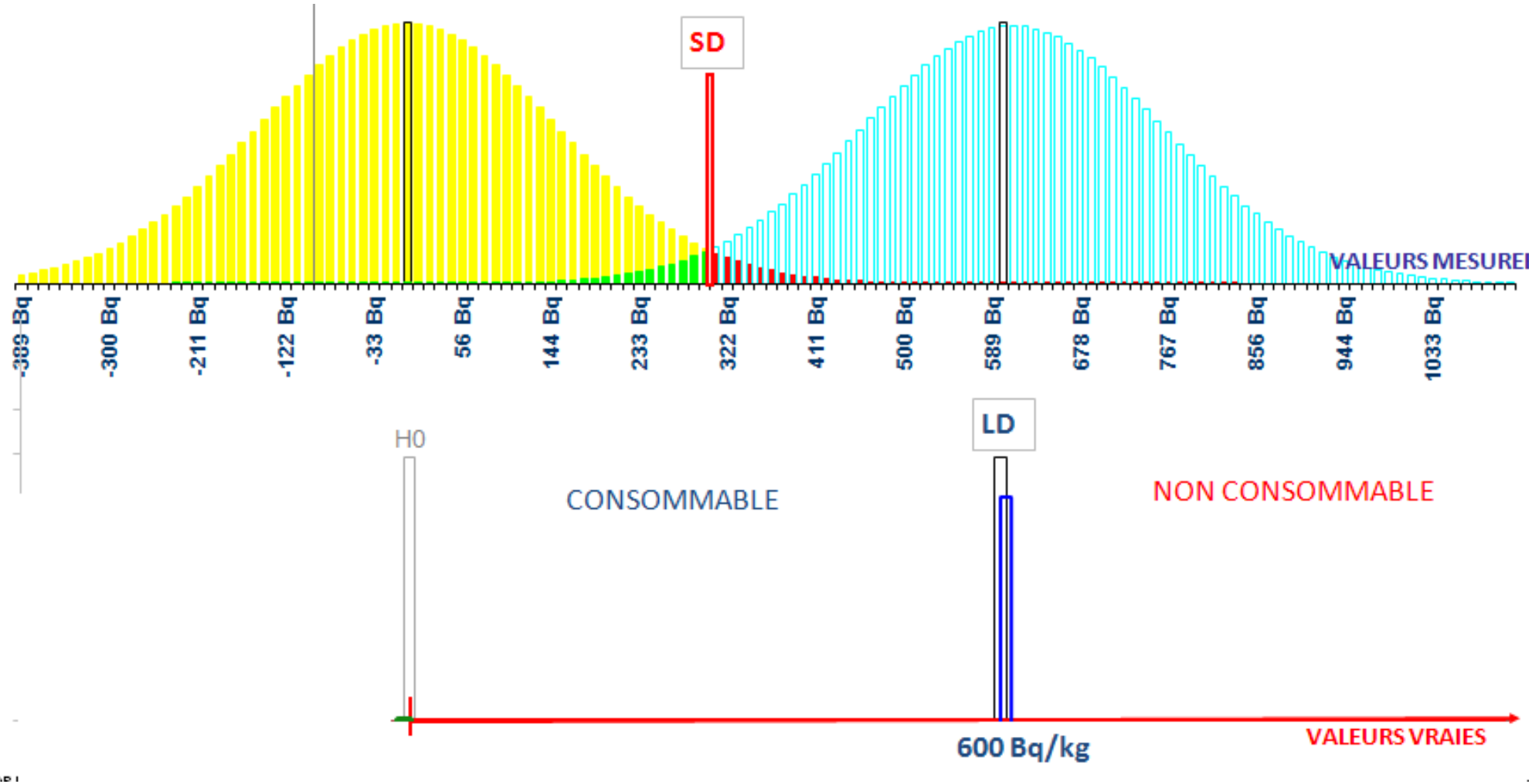

SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
ON CONCLUT :
H0
LD
CONSOMMABLE
NON CONSOMMABLE
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES

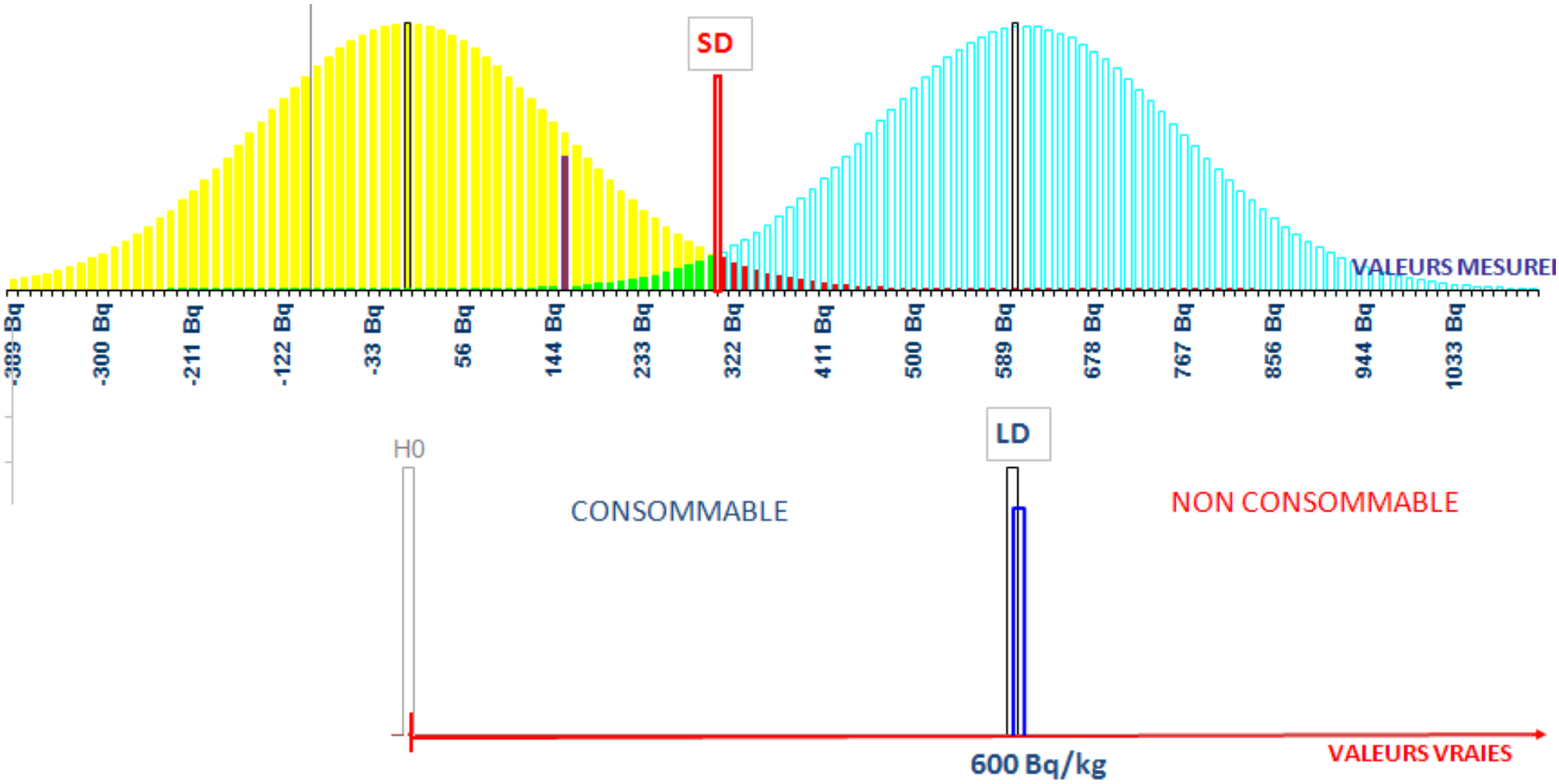

SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
H0
LD
CONSOMMABLE
NON CONSOMMABLE
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES

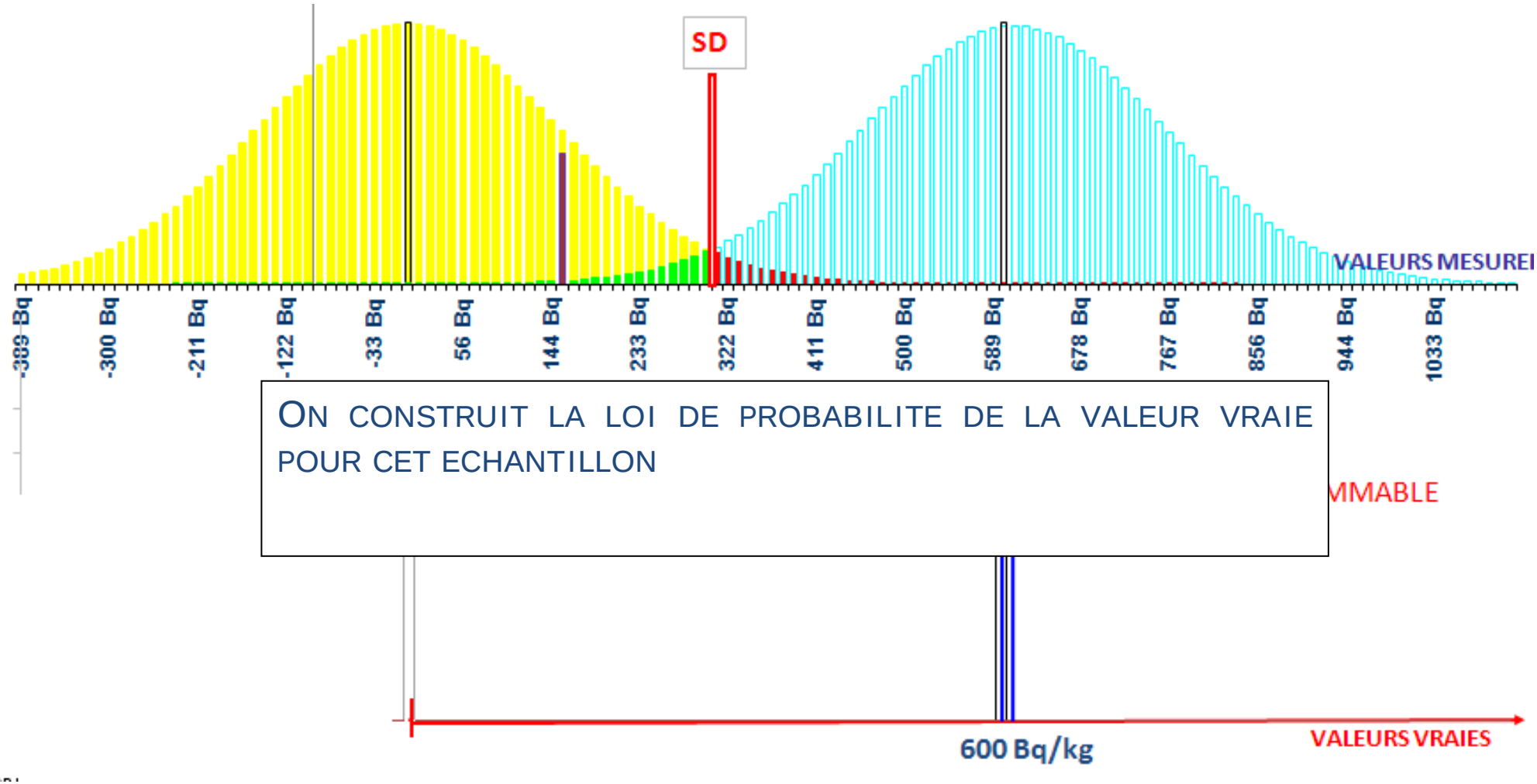

SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
H0
LD
CONSOMMABLE
NON CONSOMMABLE
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES

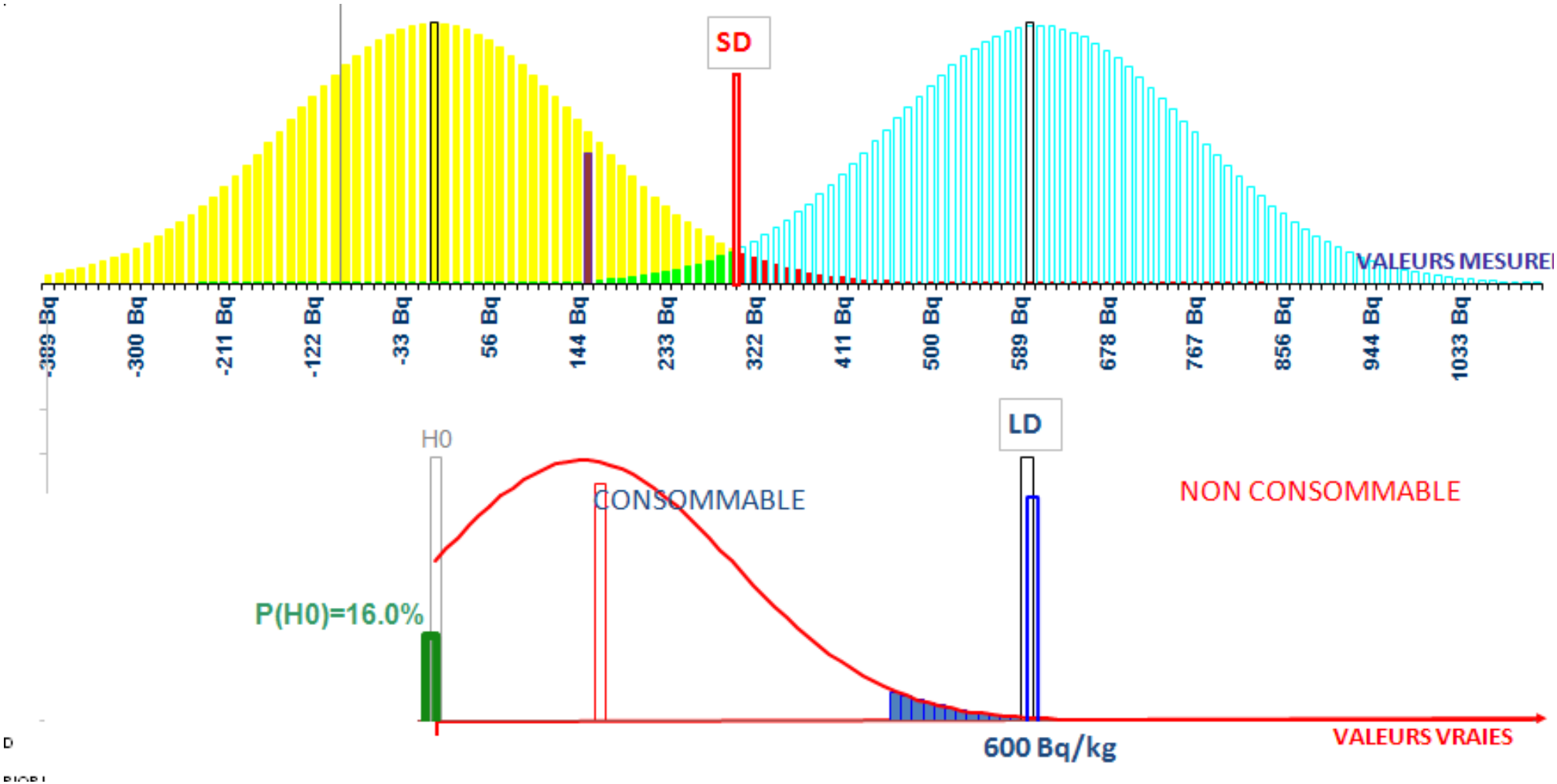
On mesure ensuite un echantillon, et l'on obtient une valeur mesuree inferieure au seuil de decision

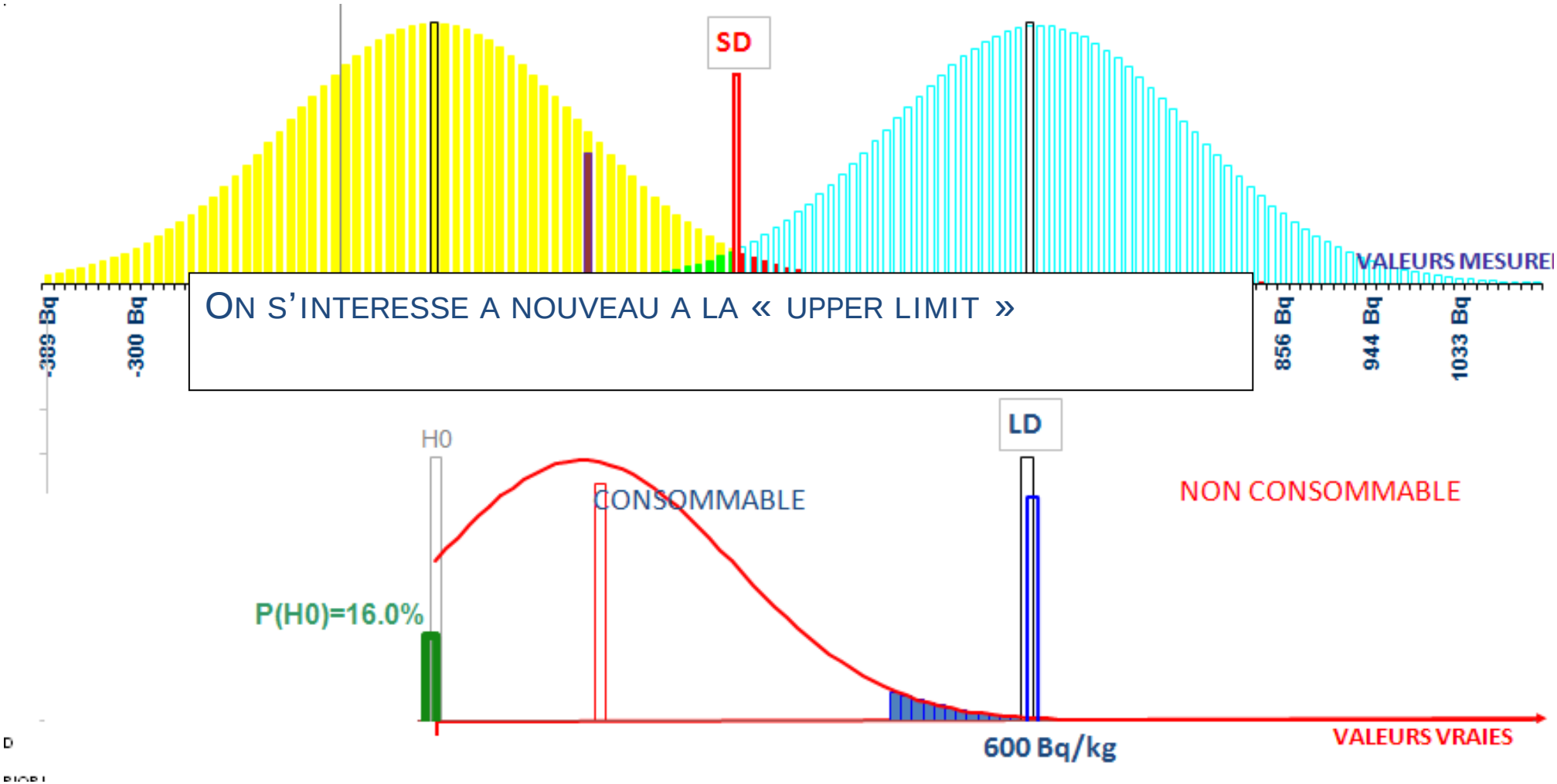


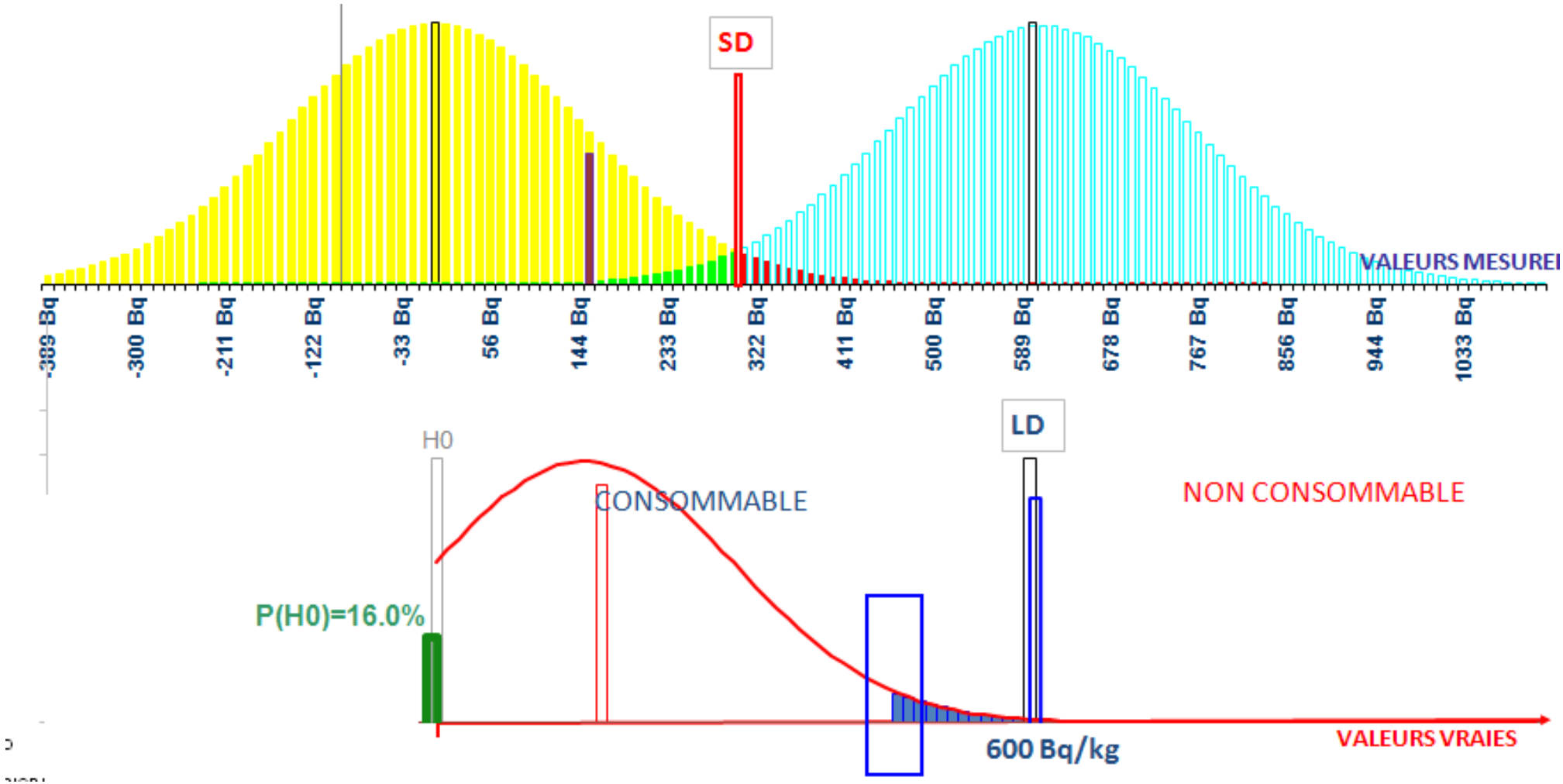

SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
H0
LD
CONSOMMABLE
NON CONSOMMABLE
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES

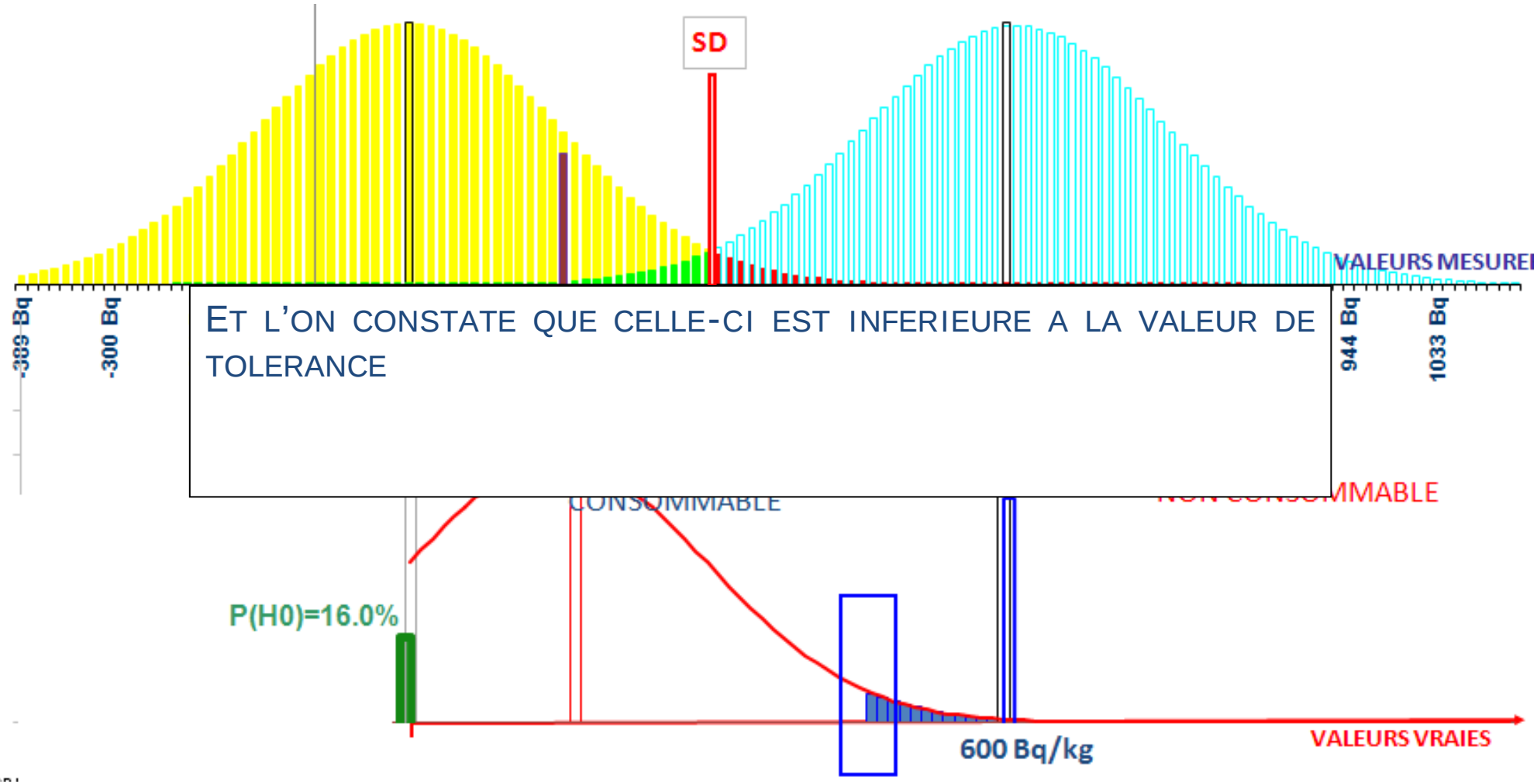

SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
H0
LD
CONSOMMABLE
NON CONSOMMABLE
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES

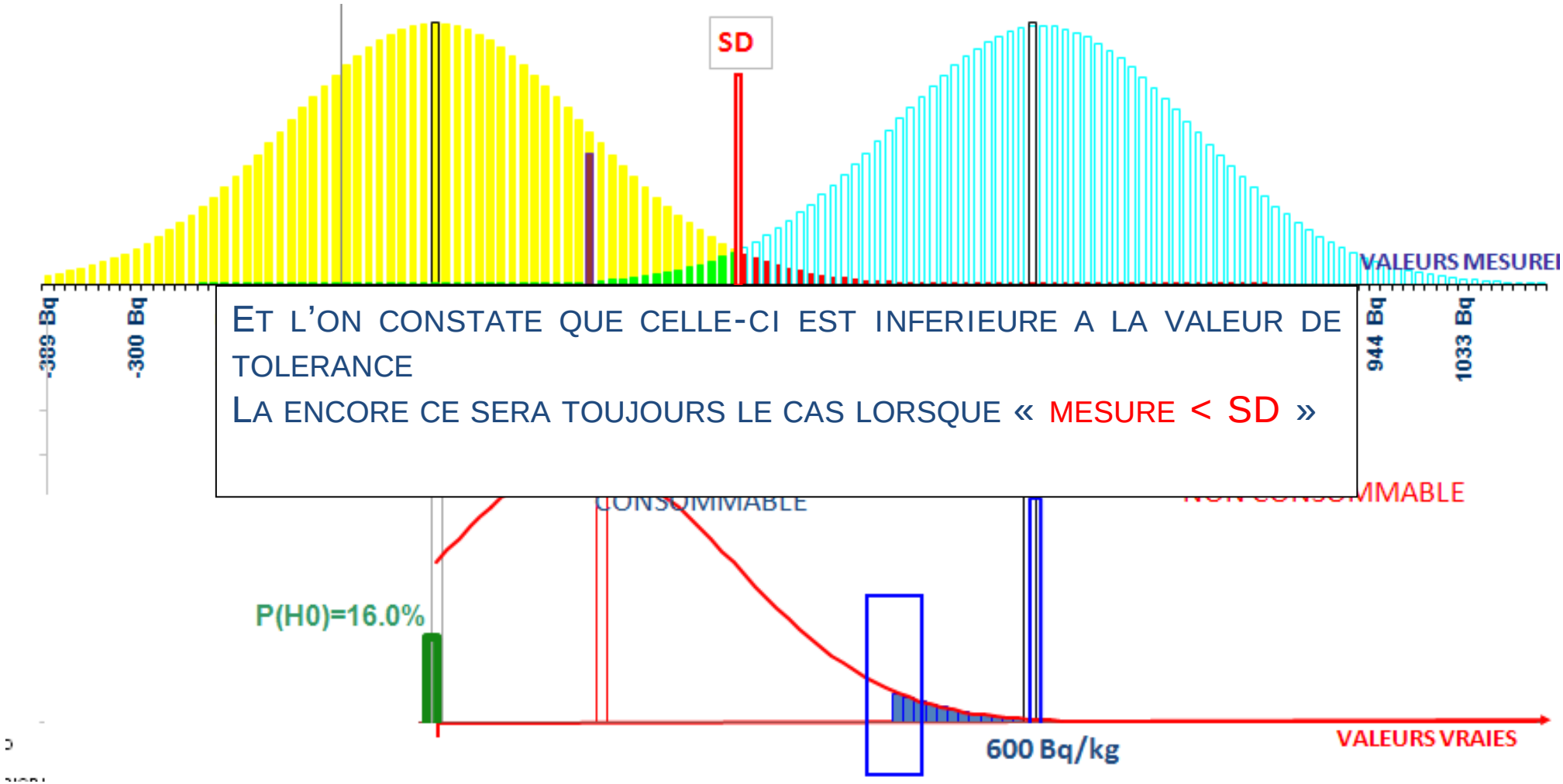

SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
ON CONSTRUIT LA LOI DE PROBABILITE DE LA VALEUR VRAIE POUR CET ECHANTILLON
MMABLE
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES


SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
H0
LD
CONSOMMABLE
NON CONSOMMABLE
P(H0)=16.0%
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES


SD
VALEURS MESURE
-389 Bq
-300 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
ON S'INTERESSE A NOUVEAU A LA « UPPER LIMIT »
H0
LD
CONSOMMABLE
NON CONSOMMABLE
P(H0)=16.0%
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES

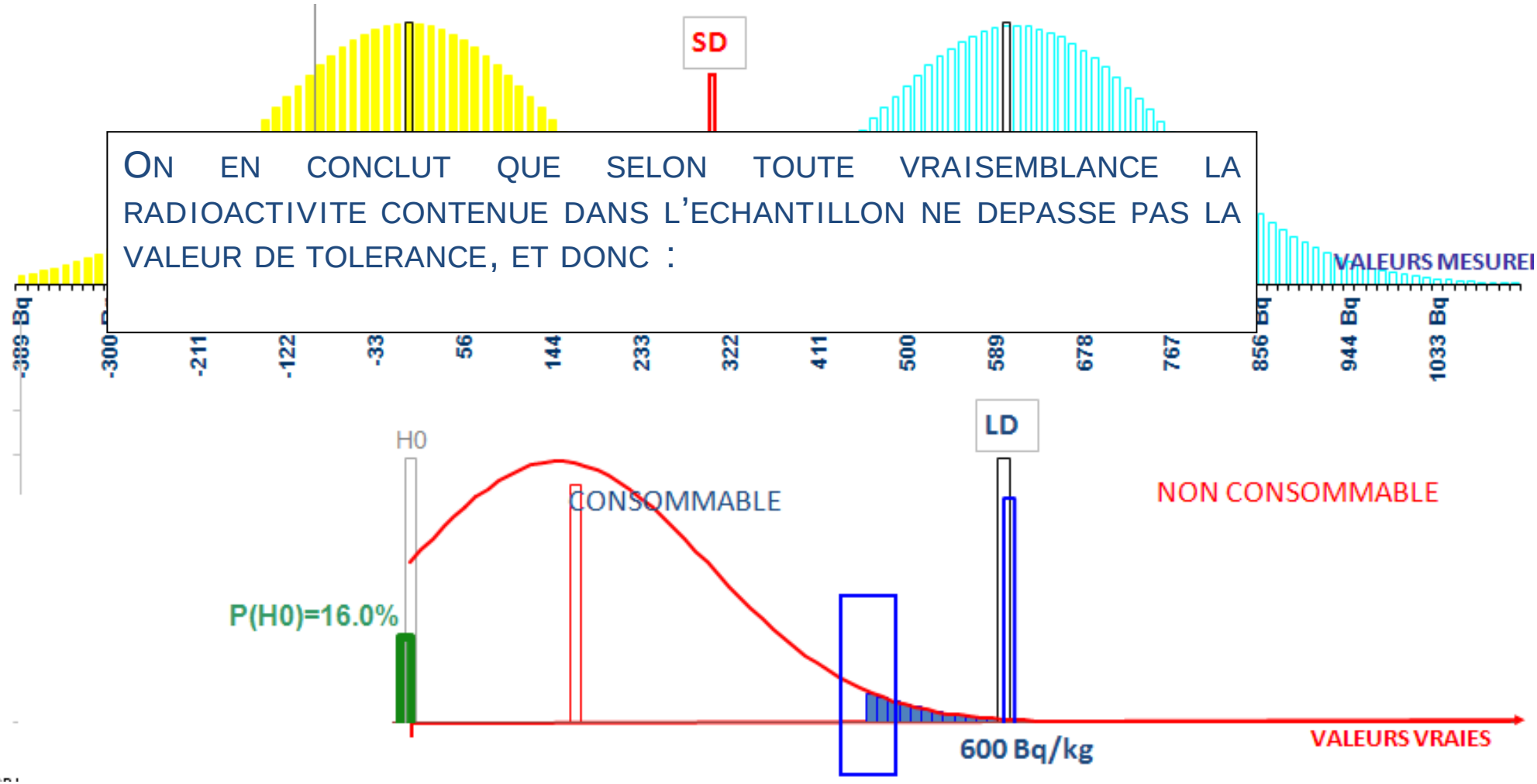

SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
H0
LD
CONSOMMABLE
NON CONSOMMABLE
P(H0)=16.0%
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES


SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
944 Bq
1033 Bq
ET L'ON CONSTATE QUE CELLE-CI EST INFERIEURE A LA VALEUR DE TOLERANCE
MMABLE
P(H0)=16.0%
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES

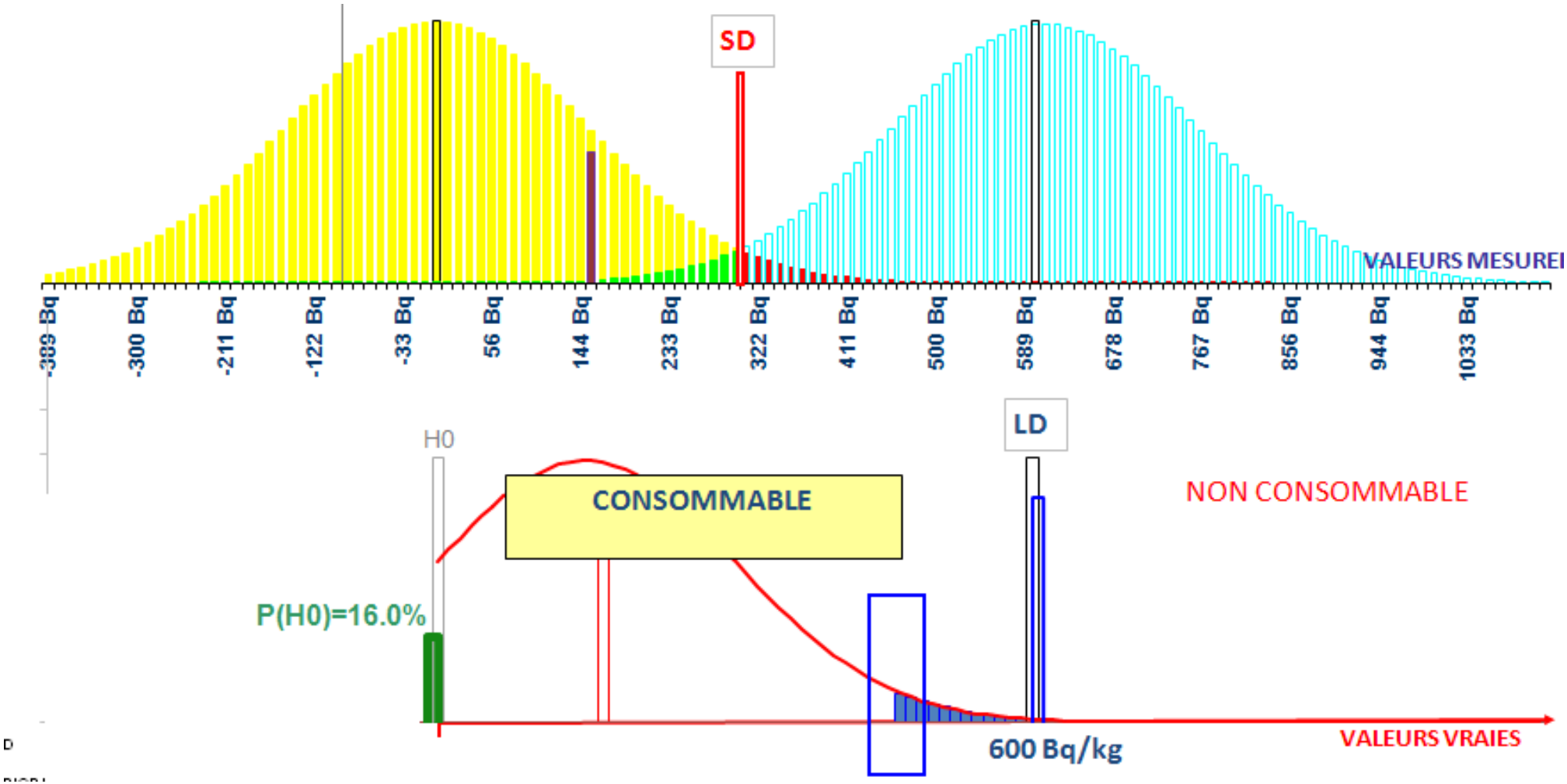


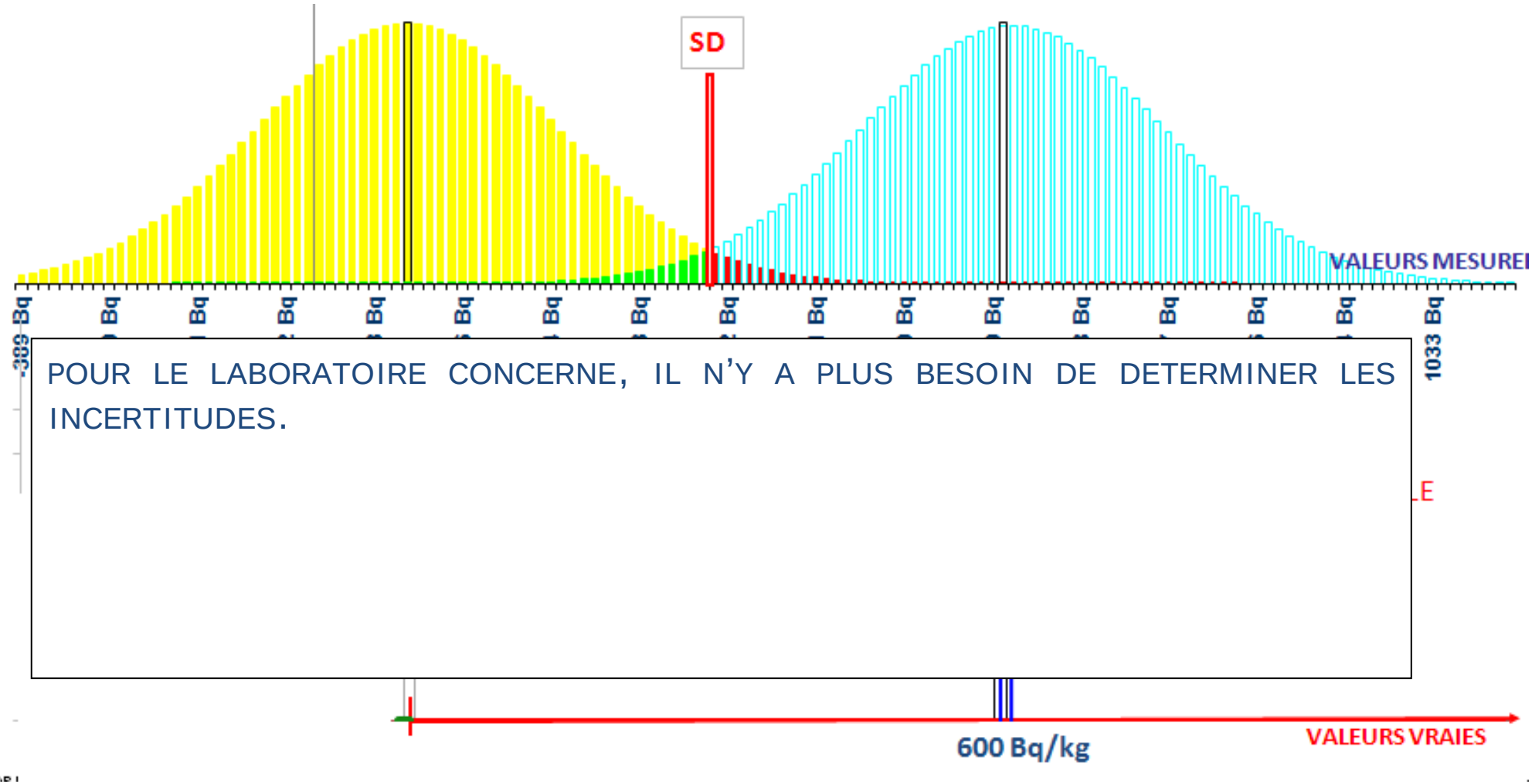
ET L'ON CONSTATE QUE CELLE-CI EST INFERIEURE A LA VALEUR DE TOLERANCE

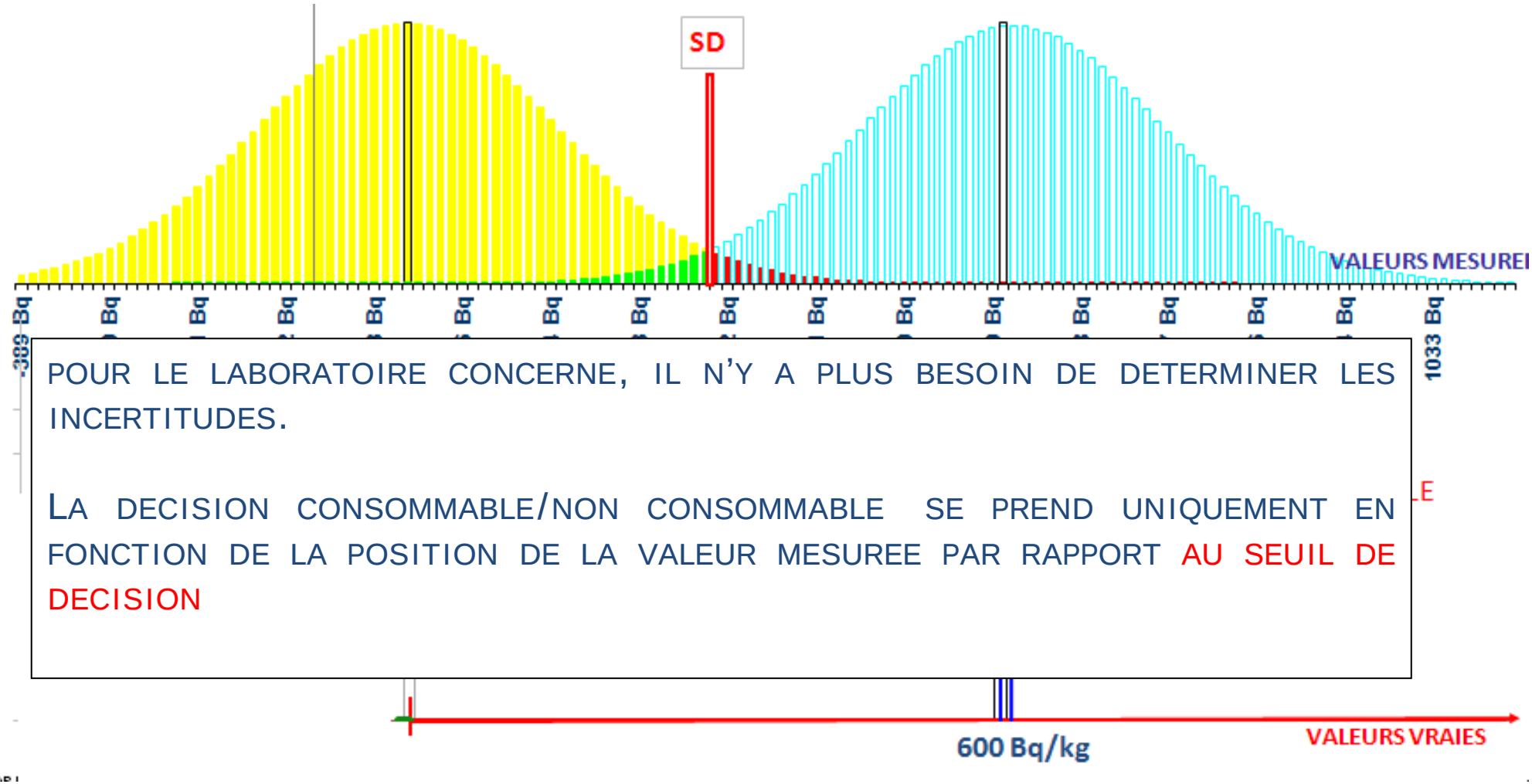
LA ENCORE CE SERA TOUJOURS LE CAS LORSQUE « MESURE < SD »



ON EN CONCLUT QUE SELON TOUTE VRAISEMBLANCE LA RADIOACTIVITE CONTENUE DANS L'ECHANTILLON NE DEPASSE PAS LA VALEUR DE TOLERANCE, ET DONC :

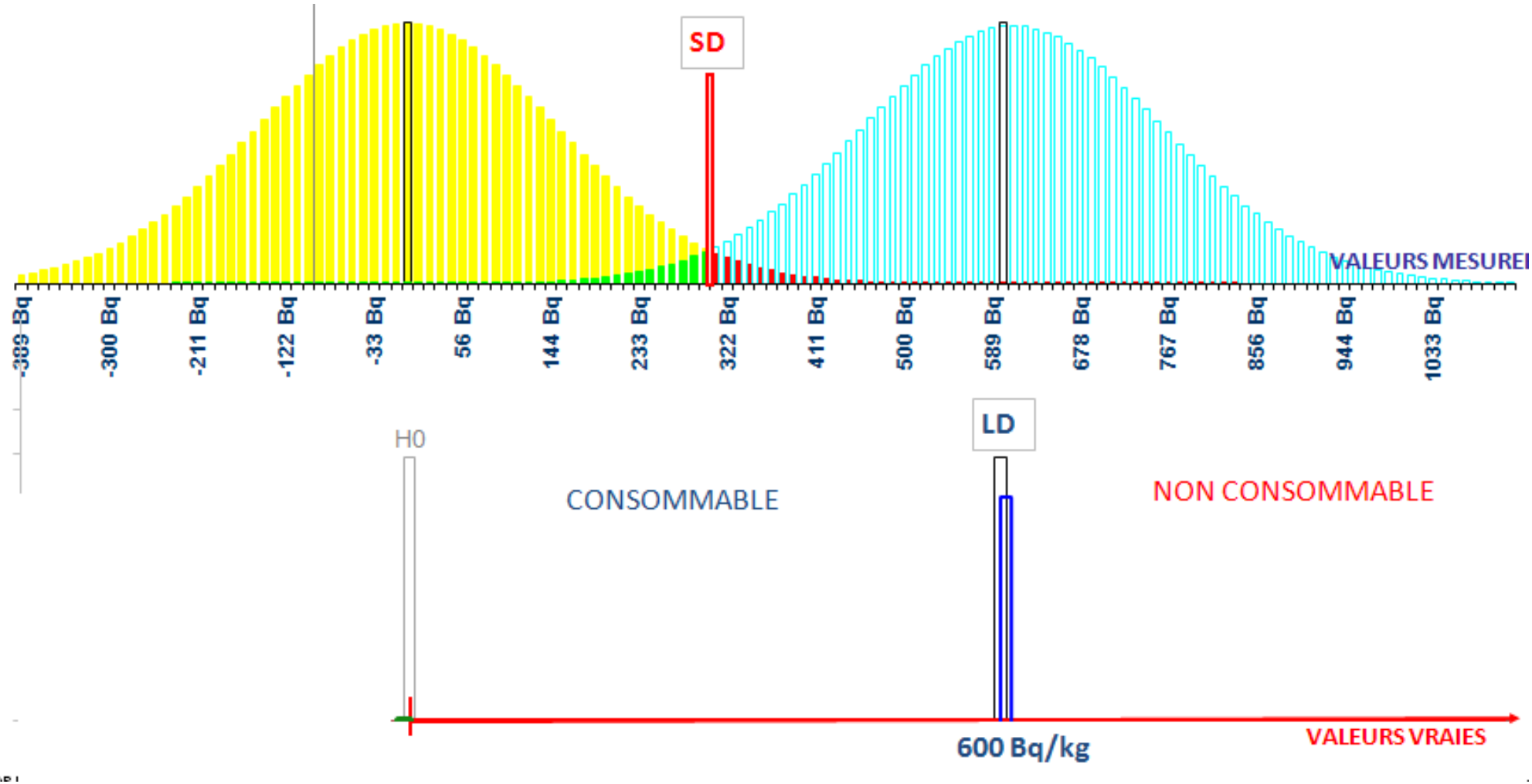

SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
H0
LD
CONSOMMABLE
NON CONSOMMABLE
P(H0)=16.0%
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES

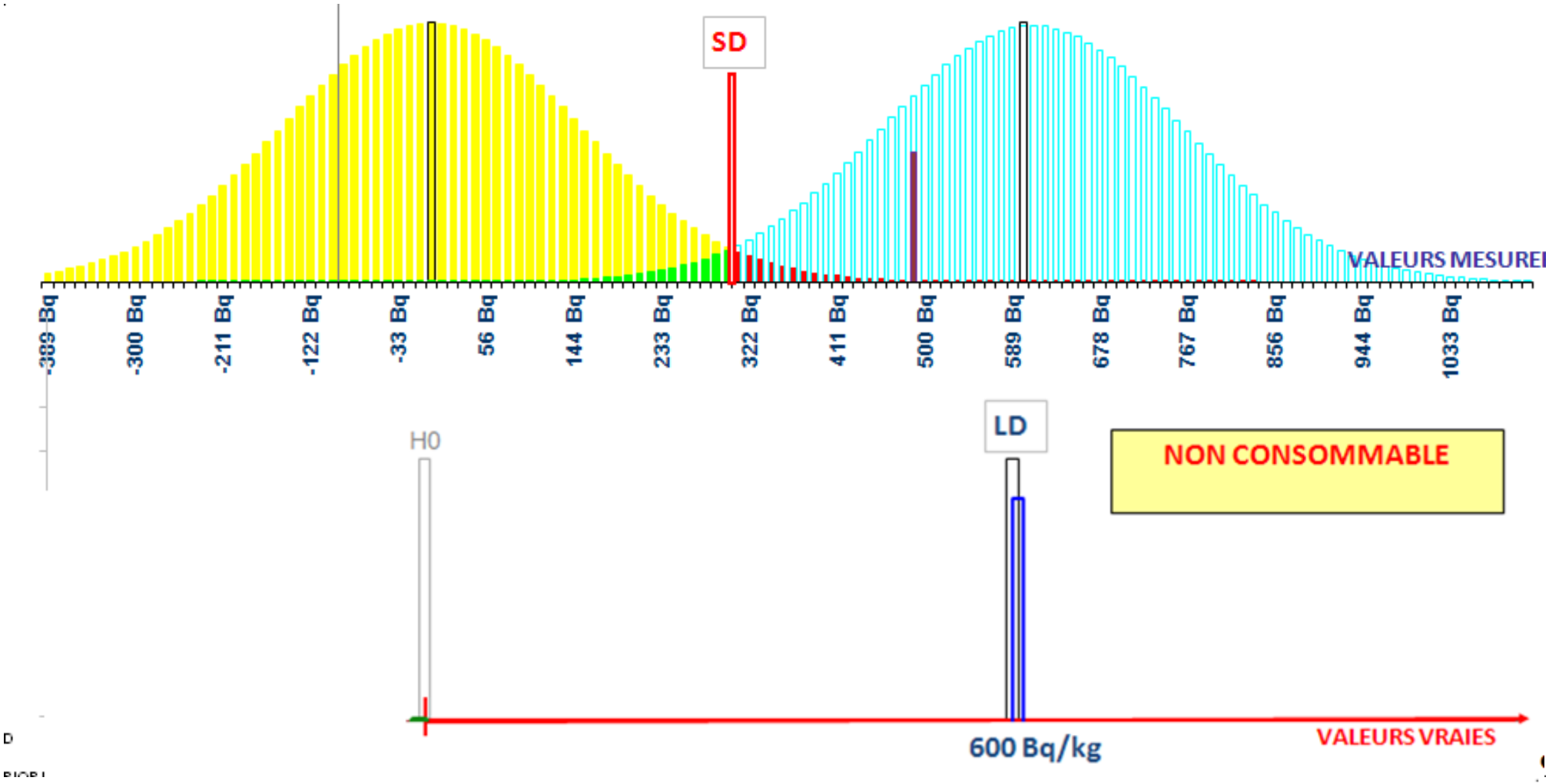

SD
VALEURS MESUREI
1033 Bq
POUR LE LABORATOIRE CONCERNE, IL N'Y A PLUS BESOIN DE DETERMINER LES INCERTITUDES.
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES

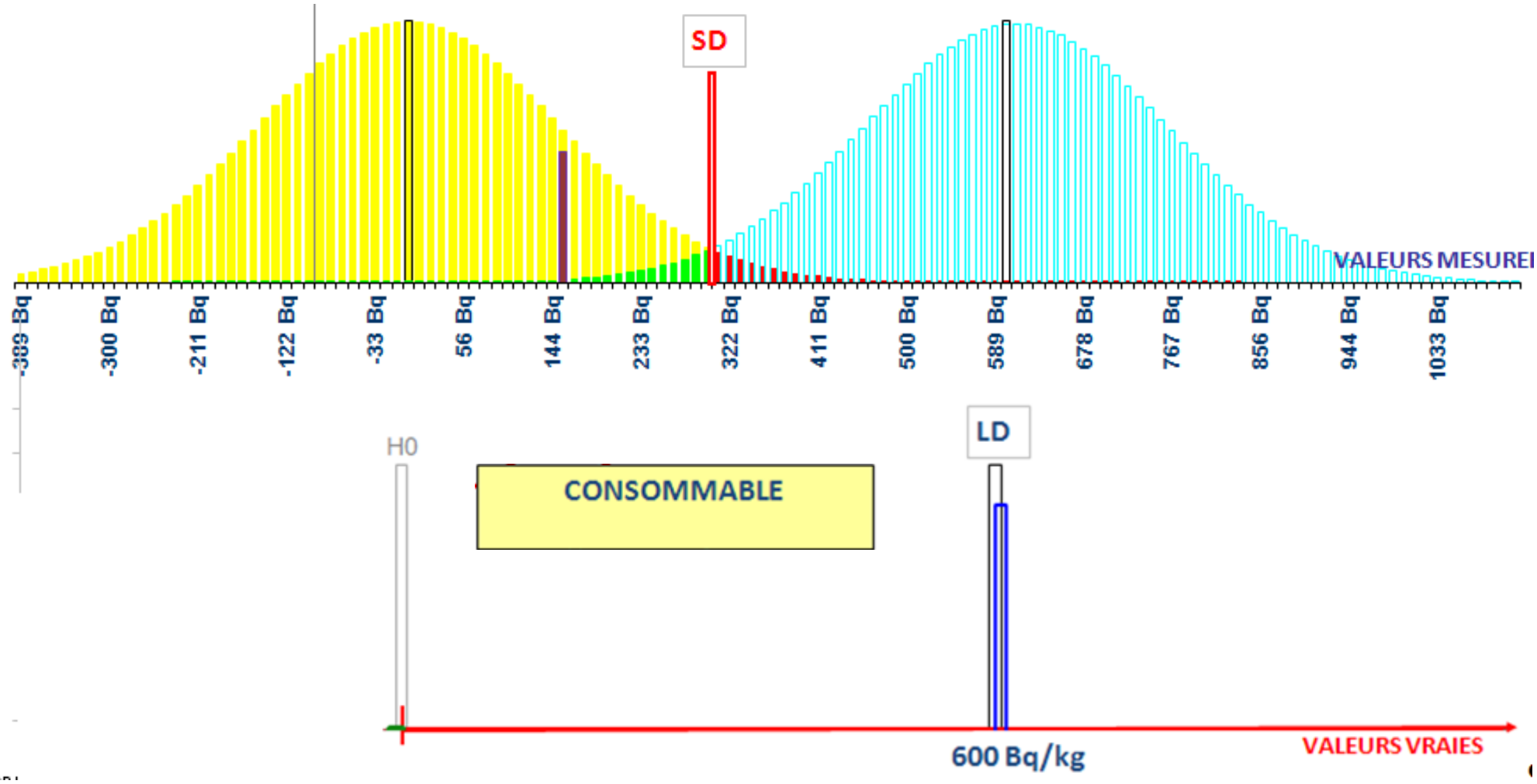


POUR LE LABORATOIRE CONCERNE, IL N'Y A PLUS BESOIN DE DETERMINER LES INCERTITUDES.

LA DECISION CONSOMMABLE/NON CONSOMMABLE SE PREND UNIQUEMENT EN FONCTION DE LA POSITION DE LA VALEUR MESUREE PAR RAPPORT AU SEUIL DE DECISION


SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
H0
LD
CONSOMMABLE
NON CONSOMMABLE
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES


SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
H0
LD
NON CONSOMMABLE
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES


SD
VALEURS MESUREI
-389 Bq
-300 Bq
-211 Bq
-122 Bq
-33 Bq
56 Bq
144 Bq
233 Bq
322 Bq
411 Bq
500 Bq
589 Bq
678 Bq
767 Bq
856 Bq
944 Bq
1033 Bq
H0
LD
CONSOMMABLE
600 Bq/kg
VALEURS VRAIES

3. VERS UNE NOUVELLE NORME (?)

LA FUITE EN AVANT DES AUTEURS DE LA NORME:



UNE TENTATIVE DE CONTRE FEU CONTRE –FEU (*A PARAITRE*)

ANALYSE PROBABILISTE DES MESURES NUCLEAIRES A BAS NIVEAU

- **ARTICLE 1 :APPROCHE BAYESIENNE SOUS HYPOTHESE POISSONIENNE**

- **ARTICLE 2: CRITIQUE RAISONNEE DE LA NORME ISO 11929-2011**

A.VIVIER[1], S.PUYDARRIEUX[2], G.MANIFICAT[3], M.MOKILI[4], C.RIVIER[5] L.TENAILLEAU[6], J.P. DUVAIL[7], B.THAUREL[8] M.CROZET[9], R.LE MEIGNEN[10], E.BOHAUD[11], V.BRUEL[12] G.LE PETIT[13], J.AUPIAIS[13], H.GUEGAN[14], C.COSSONNET[15], J. GUO[16], , P. TRANCHANT[17], J.FAZILEABASSE[18], X. MICHEL[19]

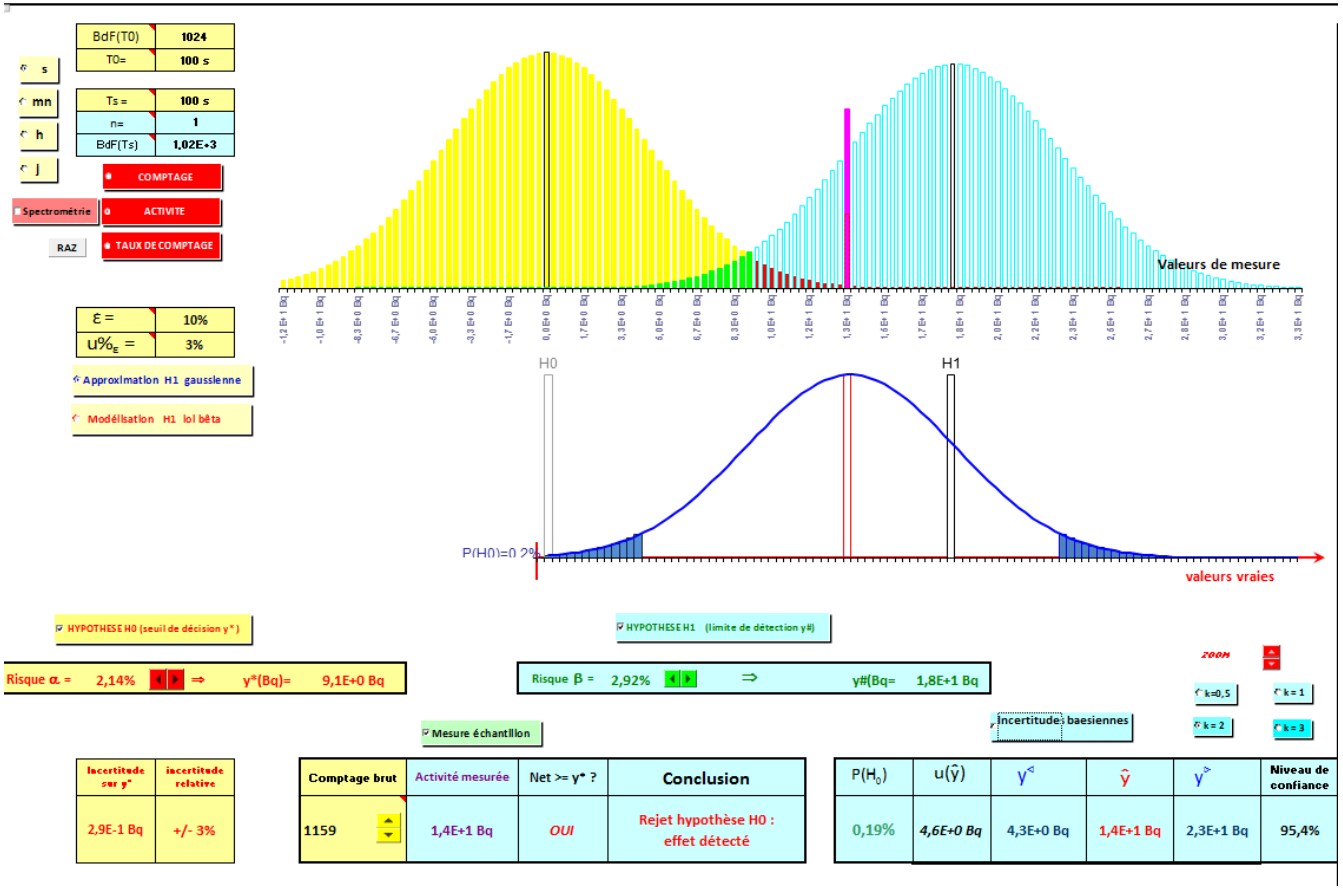
[1] *Institut National des Sciences et Techniques nucléaires CEA/Saclay 91191 Gif sur Yvette Cedex, France.*
[2] *AREVA-NC/La Hague/ Etudes Procédés et Statistiques – 50444 Beaumont Hague cedex, France*
[3] *IRSN, Direction de l'environnement et de l'Intervention*
[4] *Laboratoire SUBATECH – UMR 6457: Ecole des Mines de Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes*
[5] *CEA Marcoule DEN/DRCP/CETAMA - BP 17171, 30207 Bagnols-sur-Cèze cedex, France*
[6] *Groupe d'Etudes Atomique/ Marine Nationale 50100 Cherbourg-Octeville*
[7] *LASEM/LSR/ BCRM - BP61 83800 Toulon cedex 09*
[8] *RSN PDS-DEND/SATE Fontenay-aux-Roses*
[9] *CEA/DEN/DRCP/SERZ/LED*
[10] *EDF - DIN - CEIDRE, Département Laboratoires/CNPE de Chinon, BP 23, 37420 Avoine, France*
[11] *ANDRA DI/CA/LAC, BP7, 10200 Soulaines dhuys*
[12] *AREVA-NC/Pierrelatte, SET/DG/IPE, Site du Tricastin, 26700 Pierrelatte Cedex*
[13] *CEA, DAM, DIF , F-91297 Arpajon, France*
[14] *Centre d'Etude Nucléaire de Bordeaux-Gradignan, CNRS/IN2P3 Bordeaux, France*
[15] *IRSN Laboratoire de mesure de la radioactivité dans l'environnement Orsay, France*
[16] *ORTEC-AMETEK Inc, 801 S. Illinois Ave., Oak Ridge, TN 37830, USA.*
[17] *Techman Industrie 7 rue des Boisses 37500 Chinon France*
[18] *EDF/ DPN /GPRE - Ingénierie Radio Protection1 Place Pleyel 93282 St Denis Cedex*
[19] *Service de protection radiologique des armées, Clamart*

MAIS SURTOUT :

UN PROJET POUR UNE REFONTE EN PROFONDEUR SOUS L'EGIDE DU BNEN :

3 PRESENTATION D'UN UTILITAIRE DE CALCUL

CALCUL SD ET LD _ 2014 _ IND1.XLS



MERCI DE VOTRE ATTENTION

MERCI DE VOTRE ATTENTION

ET ENCORE UN GRAND MERCI A YVES ET A MAURICE D'AVOIR ACCEPTE DE JOUER LEURS PROPRES ROLES





Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Centre de Saclay | 91191 Gif-sur-Yvette Cedex
T. +33 (0)1 69 08 26 56| F. +33 (0)1 69 08 57 53

Direction DRHRS
Département INSTN
Service UETSR