

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea



**APPROCHE CRITIQUE RAISONNEE DE LA NORME ISO 11929
PORTANT SUR LE SEUIL DE DECISION ET LA LIMITE DE DETECTION**

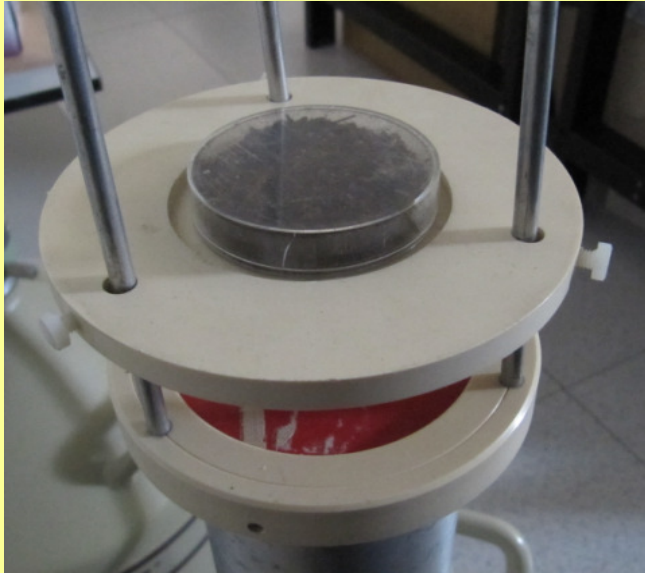
LA NORME ISO 11929 A-T-ELLE PERDU LE SENS DE LA MESURE ?

**Alain VIVIER
INSTN/CEA/SACLAY**

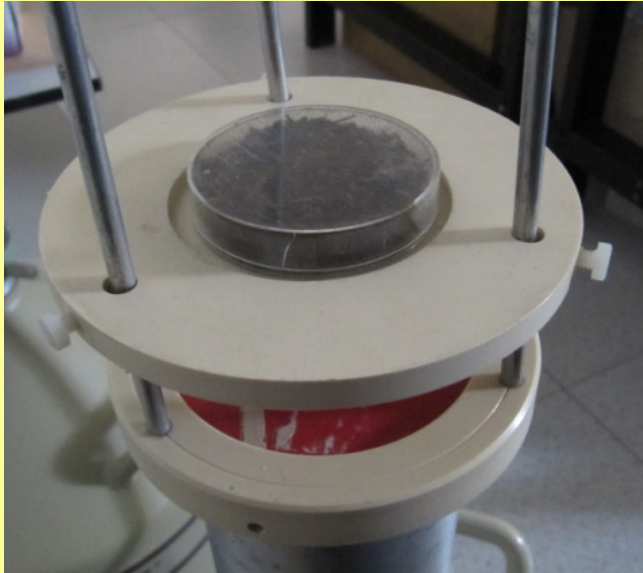
PREALABLE INDISPENSABLE :

- **DESCRIPTION DE L'ACTE DE MESURE EN TERMES DE CAUSALITE**





MESURANDE :
ACTIVITE REELLEMENT CONTENUE DANS
L'ECHANTILLON

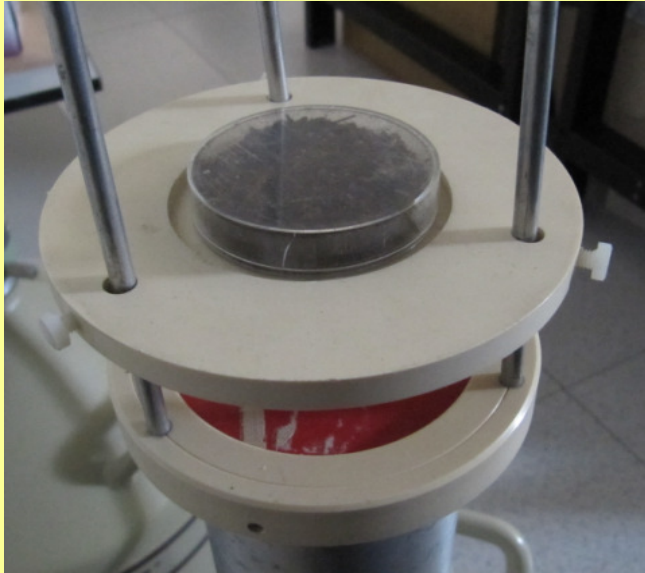


MESURANDE :

***ACTIVITE REELLEMENT CONTENUE DANS
L'ECHANTILLON***



MESURAGE



MESURANDE :
*ACTIVITE REELLEMENT CONTENUE DANS
L'ECHANTILLON*

MESURAGE

VALEUR MESUREE





MESURANDE :
*ACTIVITE REELLEMENT CONTENUE DANS
L'ECHANTILLON*

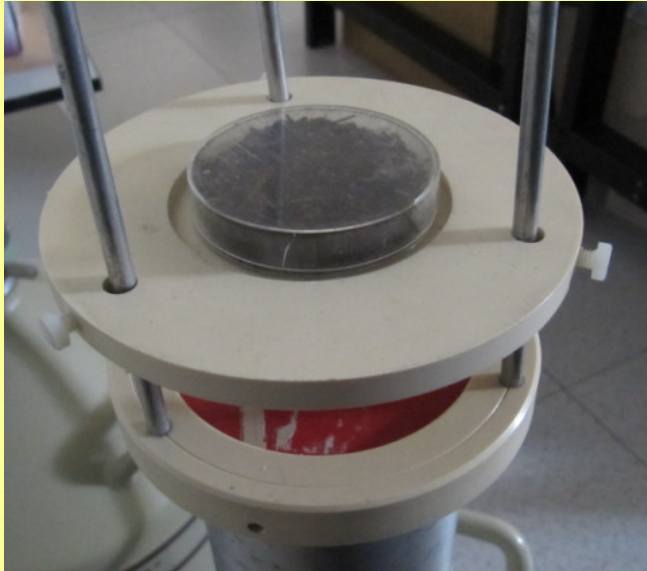
MESURAGE

VALEUR MESUREE

EFFETS



CAUSE



MESURANDE :

*ACTIVITE REELLEMENT CONTENUE DANS
L'ECHANTILLON*

MESURAGE

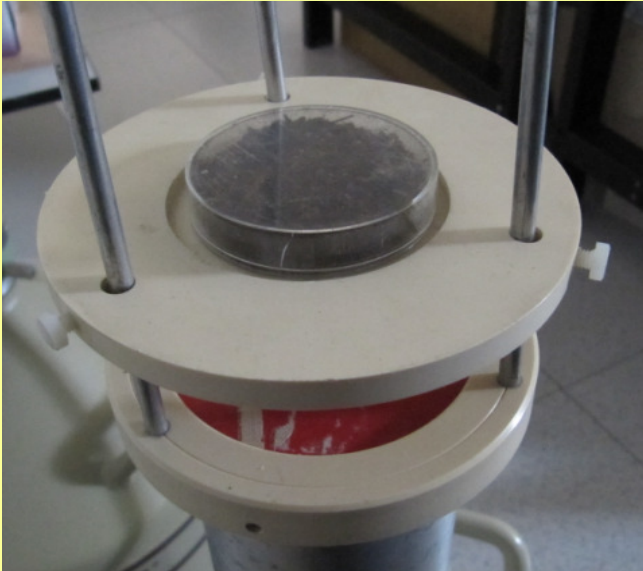
EFFETS



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



MESURANDE :

*ACTIVITE REELLEMENT CONTENUE DANS
L'ECHANTILLON*

2 ESPACES DISTINCTS



2 SENS DISTINCTS

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



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



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



**INTERET DE MESURER SI ACTIVITE CONNUE ?
(ON NE « MESURE » PAS UN ETALON)**

➤ **ÉTALONNAGE**

MAIS AUSSI :

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 (ACTIVITE)

- E
- HY



SENS DIRECT

C'EST DANS CE SENS (TESTS D'HYPOTHESES)

QUE SONT DETERMINES :

- SEUIL DE DECISION
- LIMITE DE DETECTION :

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



E LA DISPERSION (σ)

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



CAUSE (ACTIV)

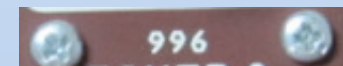
- E
- HY



SENS DIRECT

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



PROBABILITE « FREQUENTISTES »
DES EFFETS SACHANT LES CAUSES



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

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

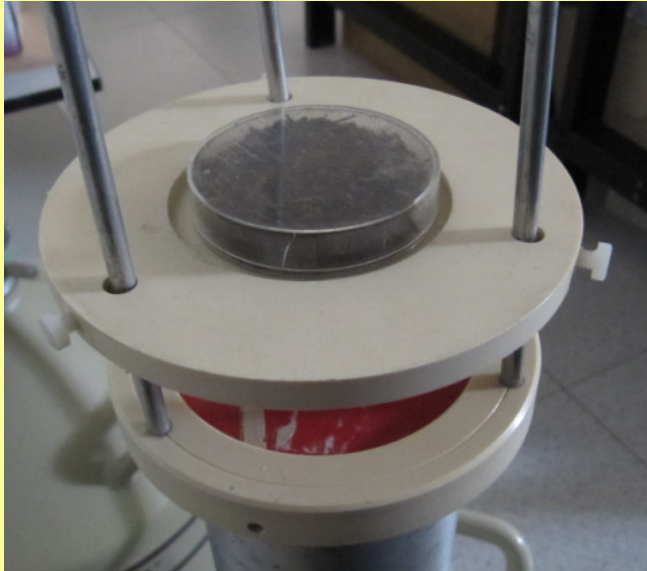
ESPACE DES VALEURS DE MESURES



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'ACTIVITE



SENS INVERSE

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

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



ACTIVITE MESUREE

CAUSE

ESPACE DES VALEURS VRAIES



PROBABILITE « BAYESIENNE » DES
CAUSES SACHANT LES EFFETS



SENS INVERSE

EFFETS

ESPACE DES VALEURS DE MESURES



ESTIMATION DE L'ACTIVITE

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

ACTIVITE MESUREE

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 !!

PLAN DE L'EXPOSE

PLAN DE L'EXPOSE

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

PLAN DE L'EXPOSE

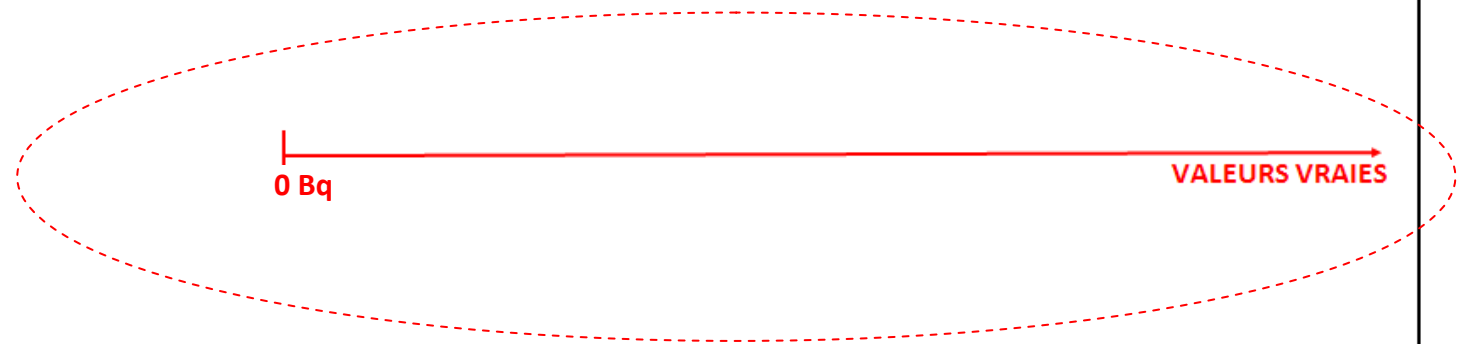
1. PRESENTATION DE LA METHODE CLASSIQUE DES TESTS D'HYPOTHESE
(SEUIL DE DECISION , LIMITE DE DETECTION)
+ ESTIMATEURS BAYESIENS DE L'INCERTITUDE

2. METHODE PRECONISEE PAR L'ISO 11929

PLAN DE L'EXPOSE

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)

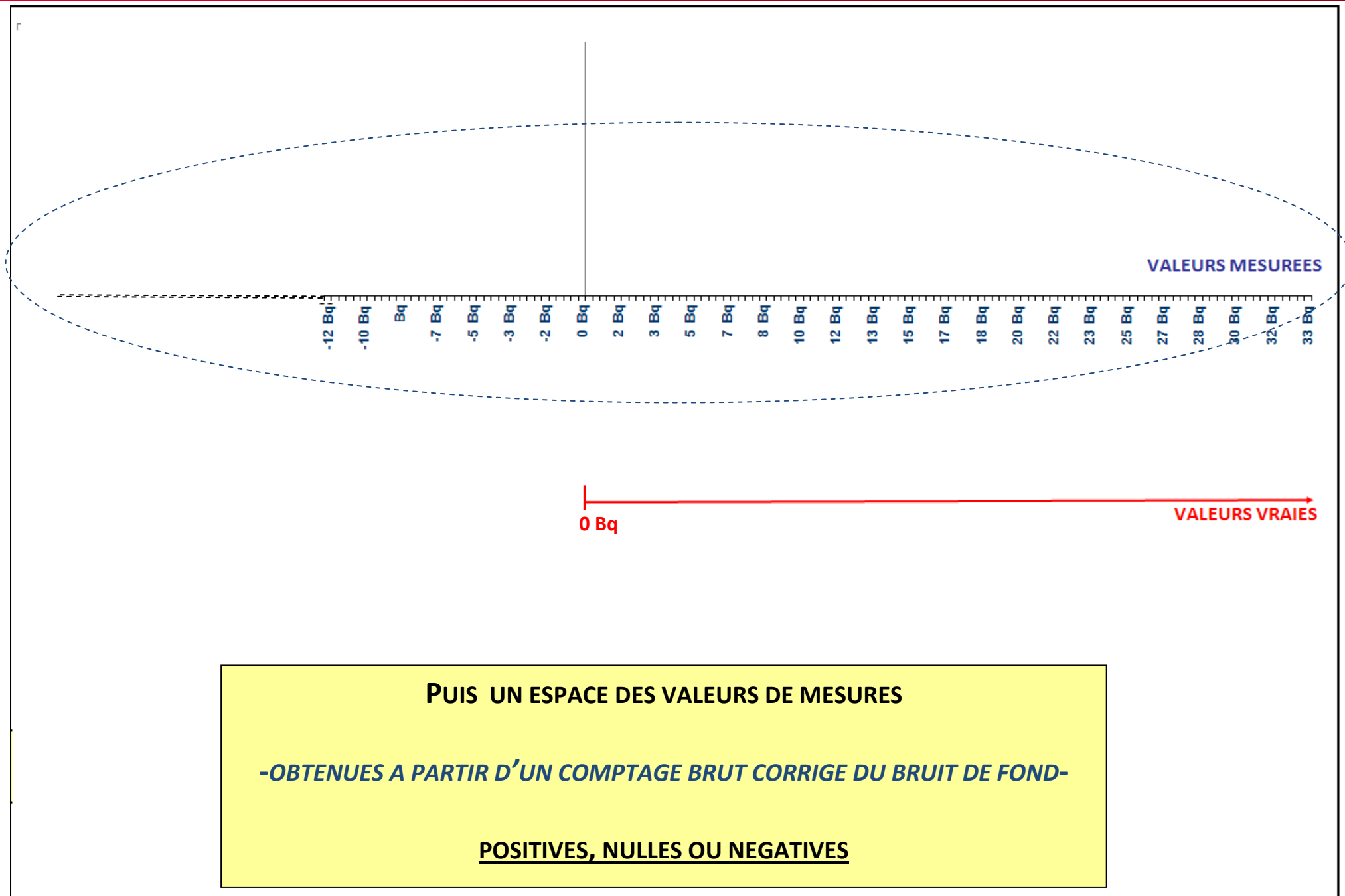
1. PRESENTATION DE LA METHODE CLASSIQUE DES TESTS D'HYPOTHESE
(SEUIL DE DECISION , LIMITE DE DETECTION)
+ *ESTIMATEURS BAYESIENS DE L'INCERTITUDE*



ON COMMENCE PAR CONSIDERER UN ESPACE DES VALEURS VRAIES POSSIBLES

-ACTIVITE REELLEMENT CONTENUE DANS L'ECHANTILLON-

NULLES OU POSITIVES



MODELE DE LA MESURE :

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

$$\varepsilon = 10 \%$$

$$t_s = 100 \text{ s}$$

VALEURS MESUREES

-12 Bq

-10 Bq

20 Bq

22 Bq

23 Bq

25 Bq

27 Bq

28 Bq

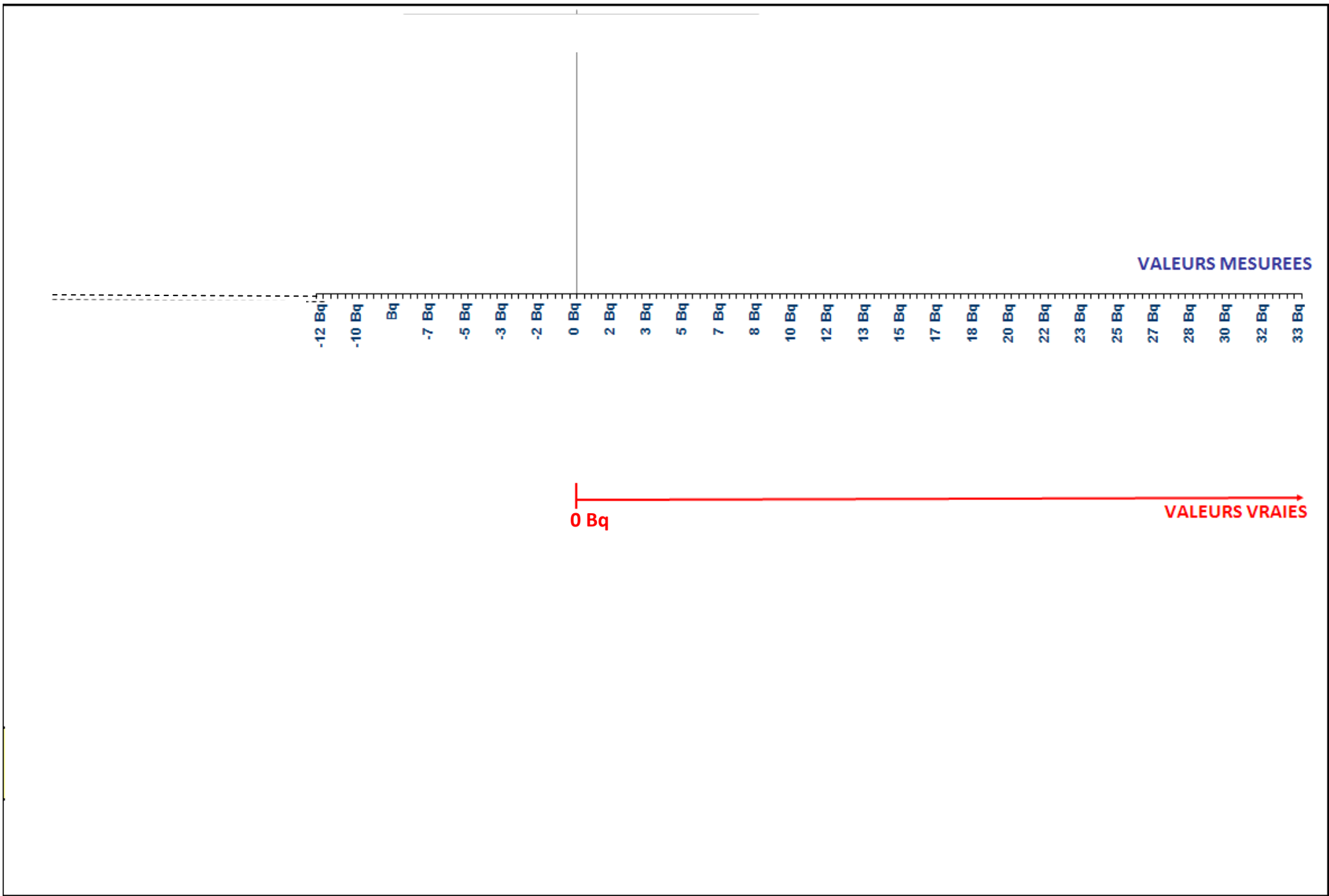
30 Bq

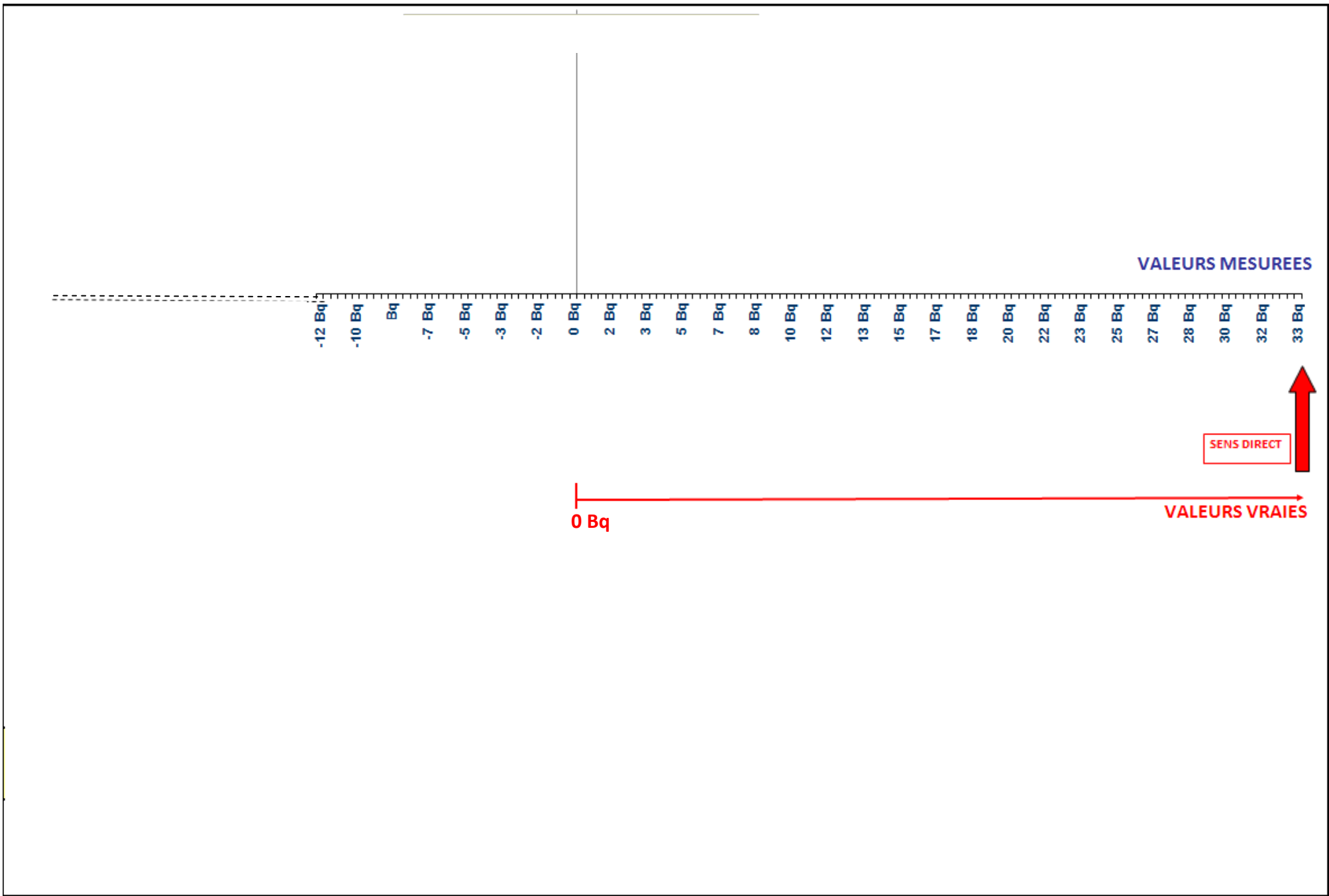
32 Bq

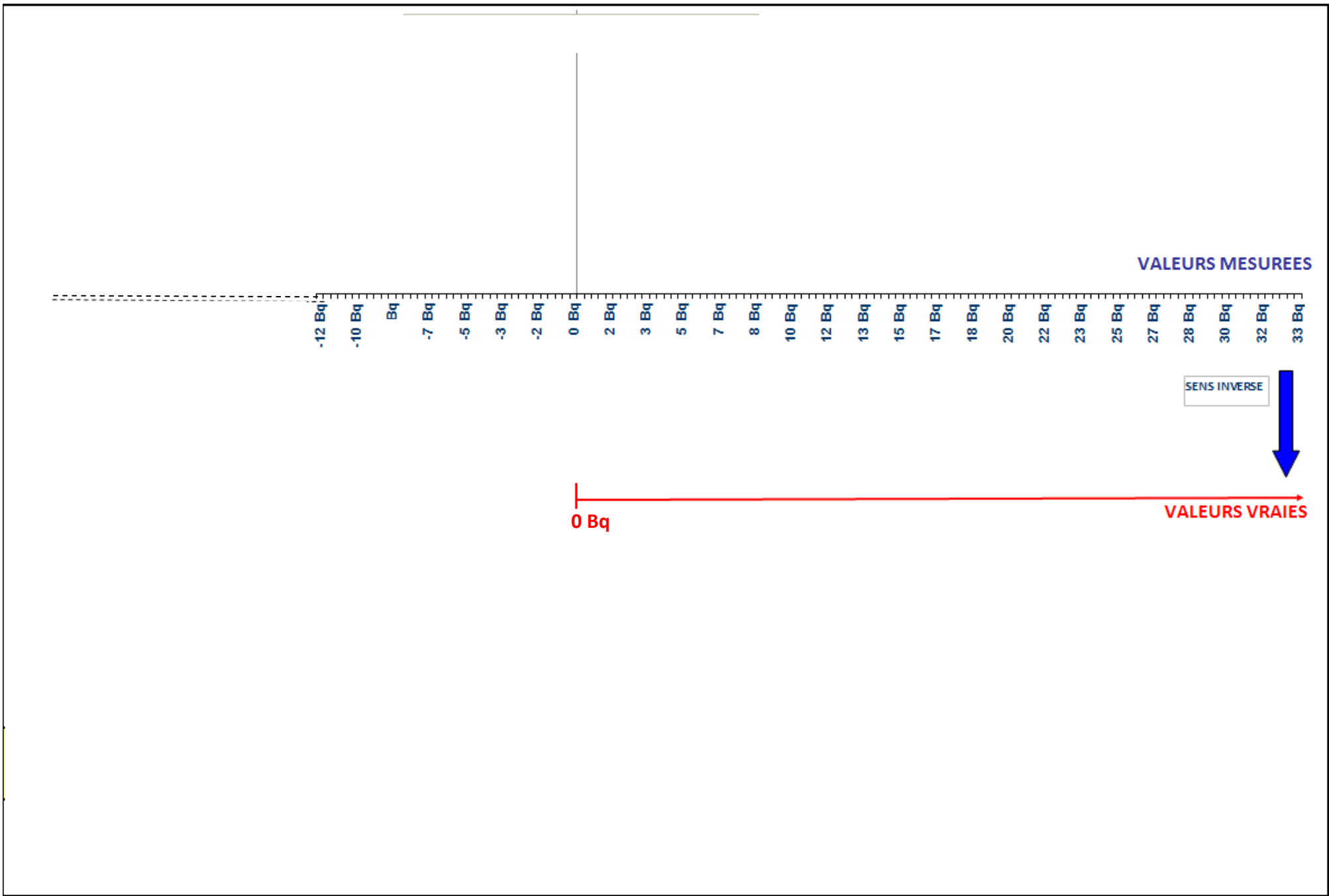
33 Bq

0 Bq

VALEURS VRAIES

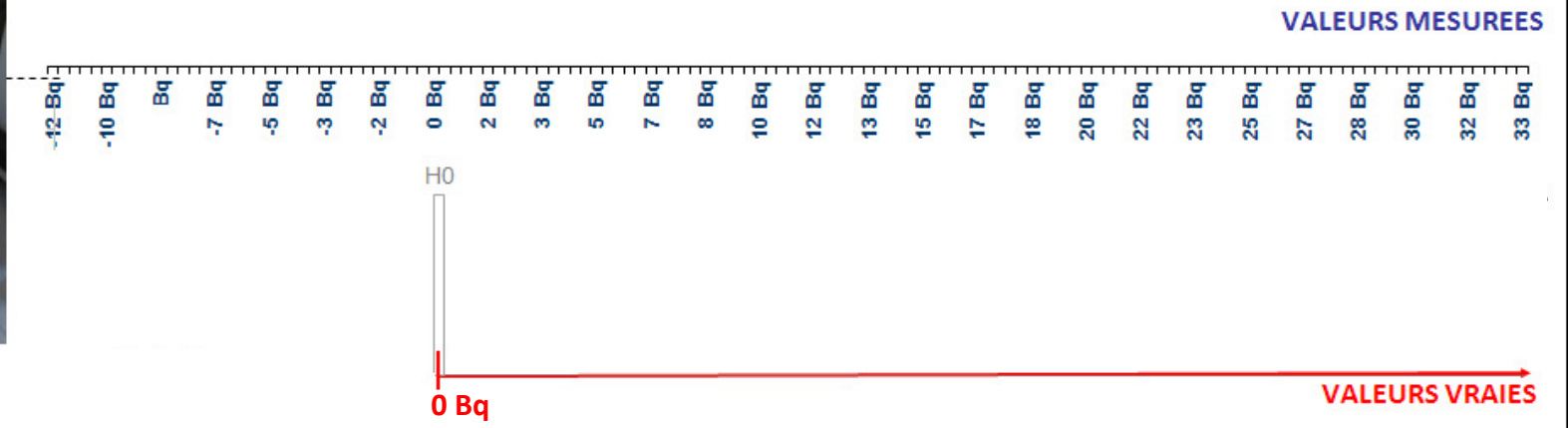


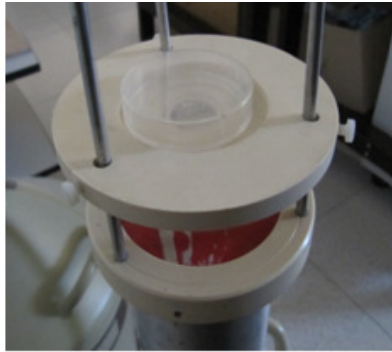






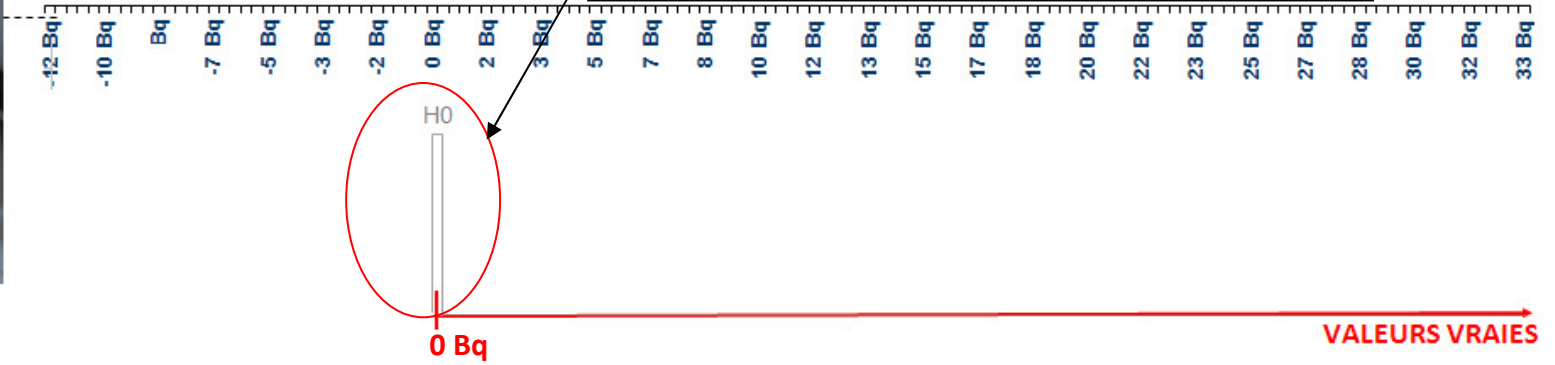
HYPOTHESE H_0





HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H0 :
↔
ECHANTILLON NON RADIOACTIF
↔
VALEUR VRAIE NULLE



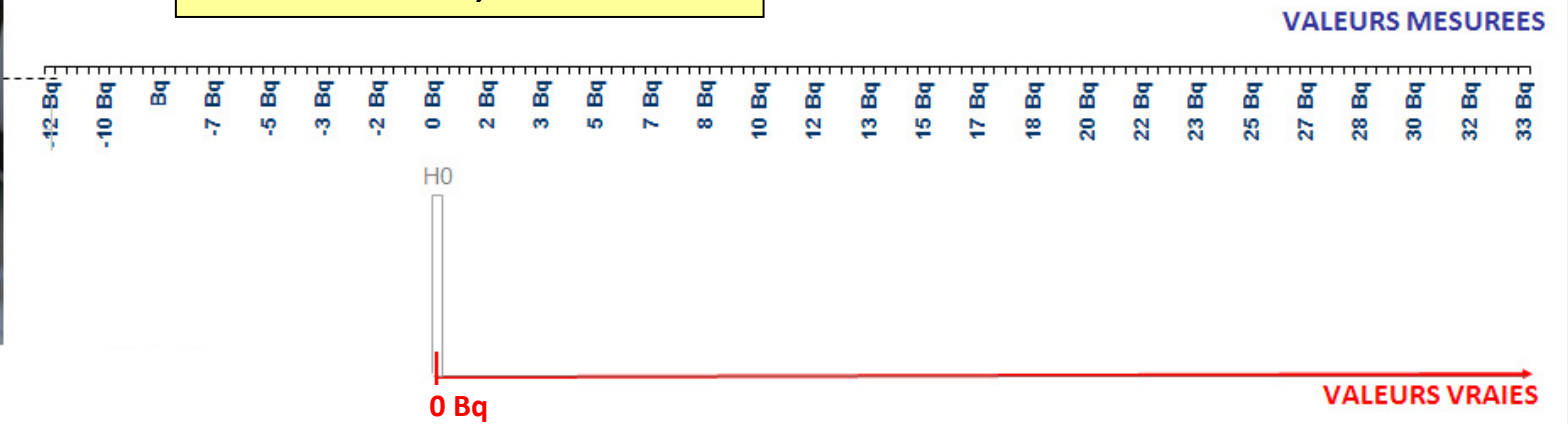


**1 MESURE DE BRUIT DE FOND
+
HYPOTHESE POISSONNIENNE**

⇓

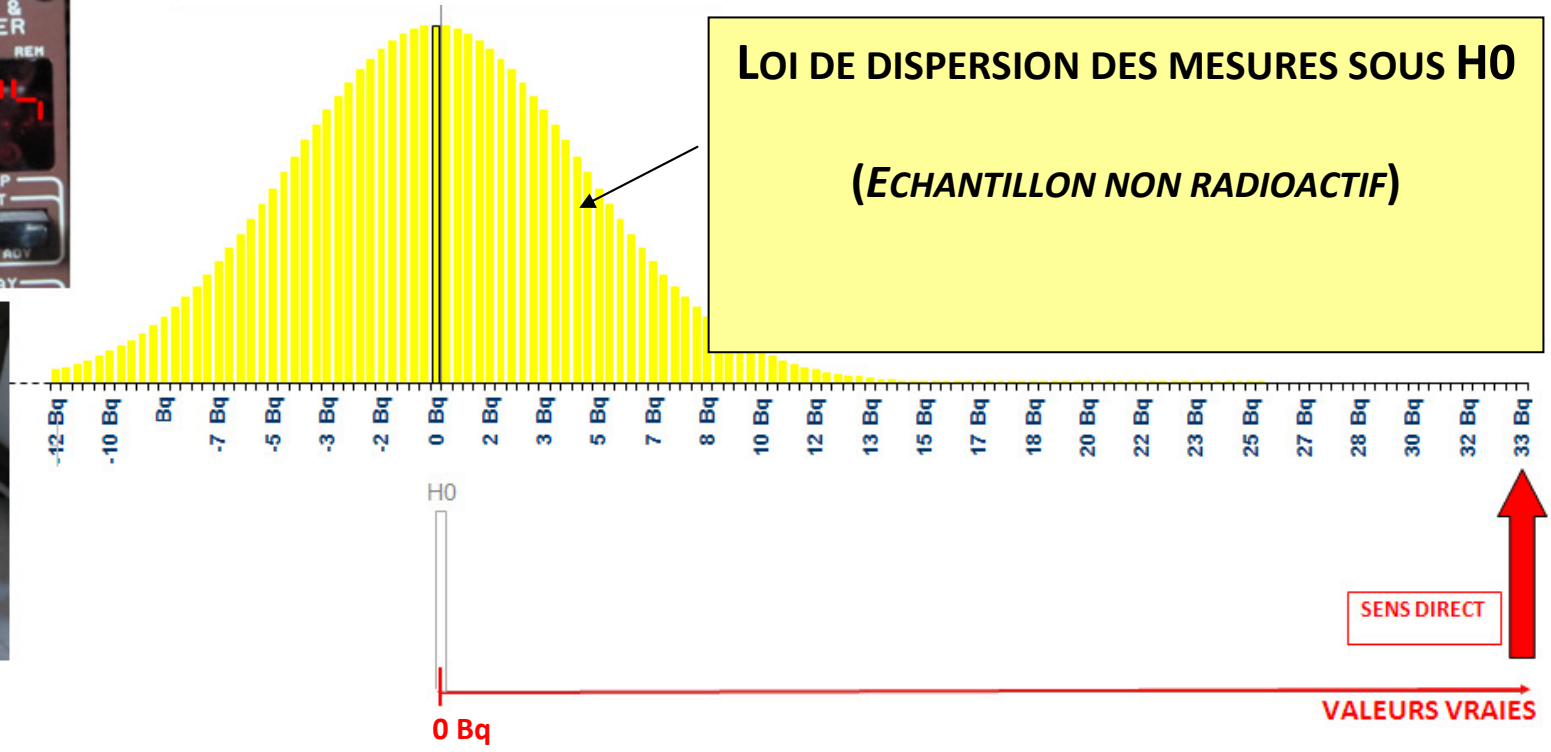


HYPOTHESE H0



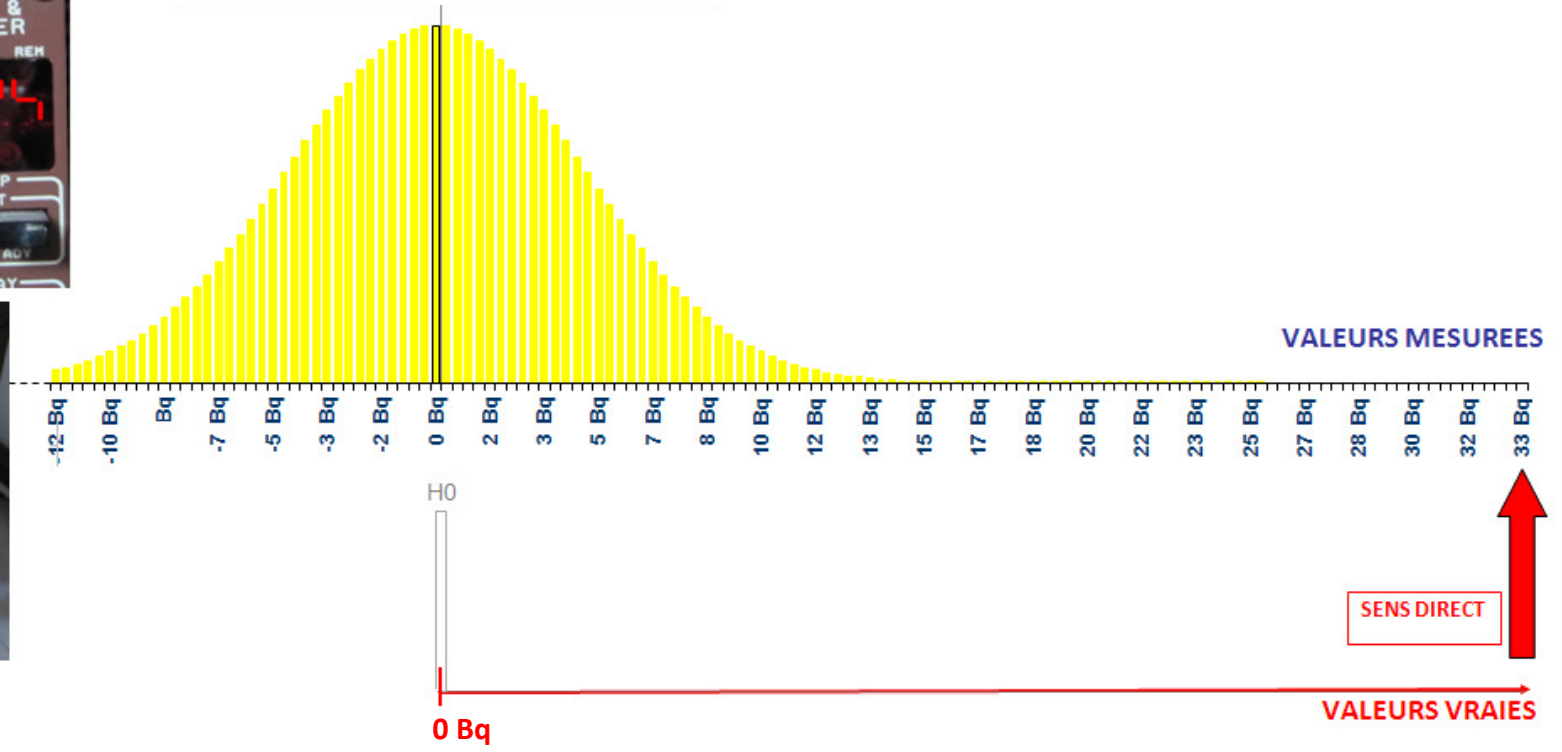


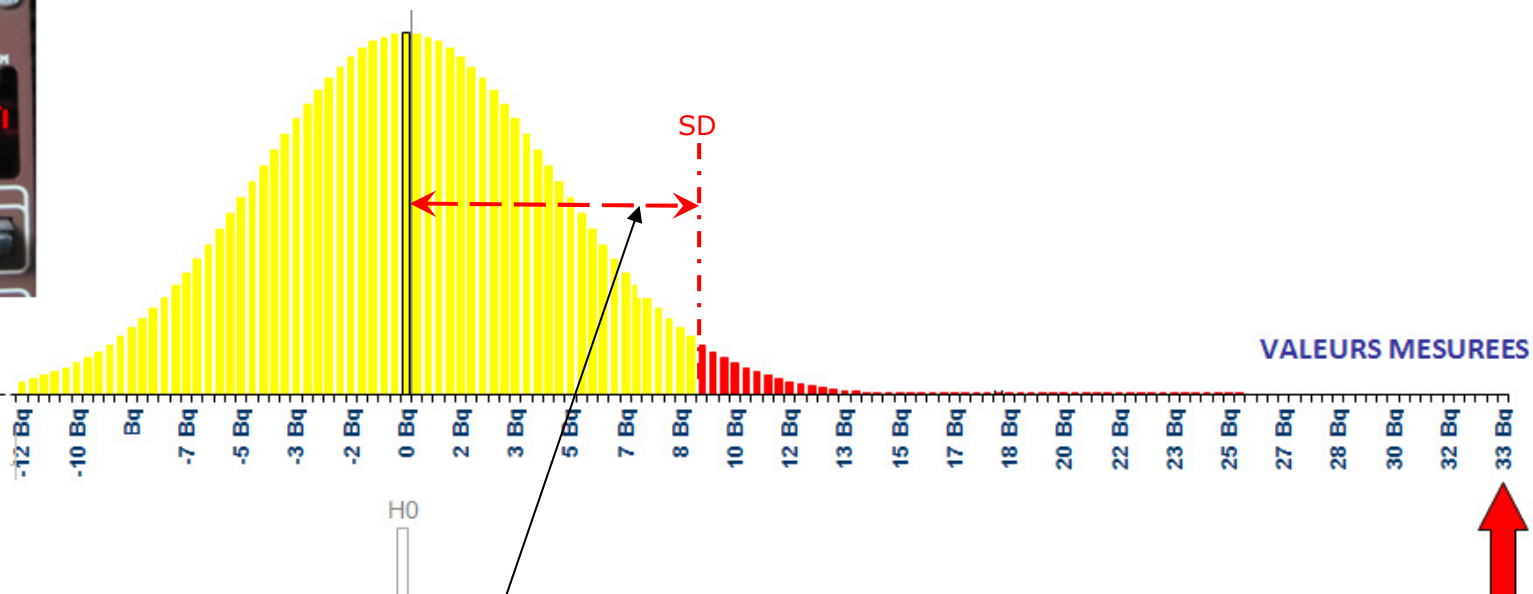
HYPOTHESE H0





HYPOTHESE H0



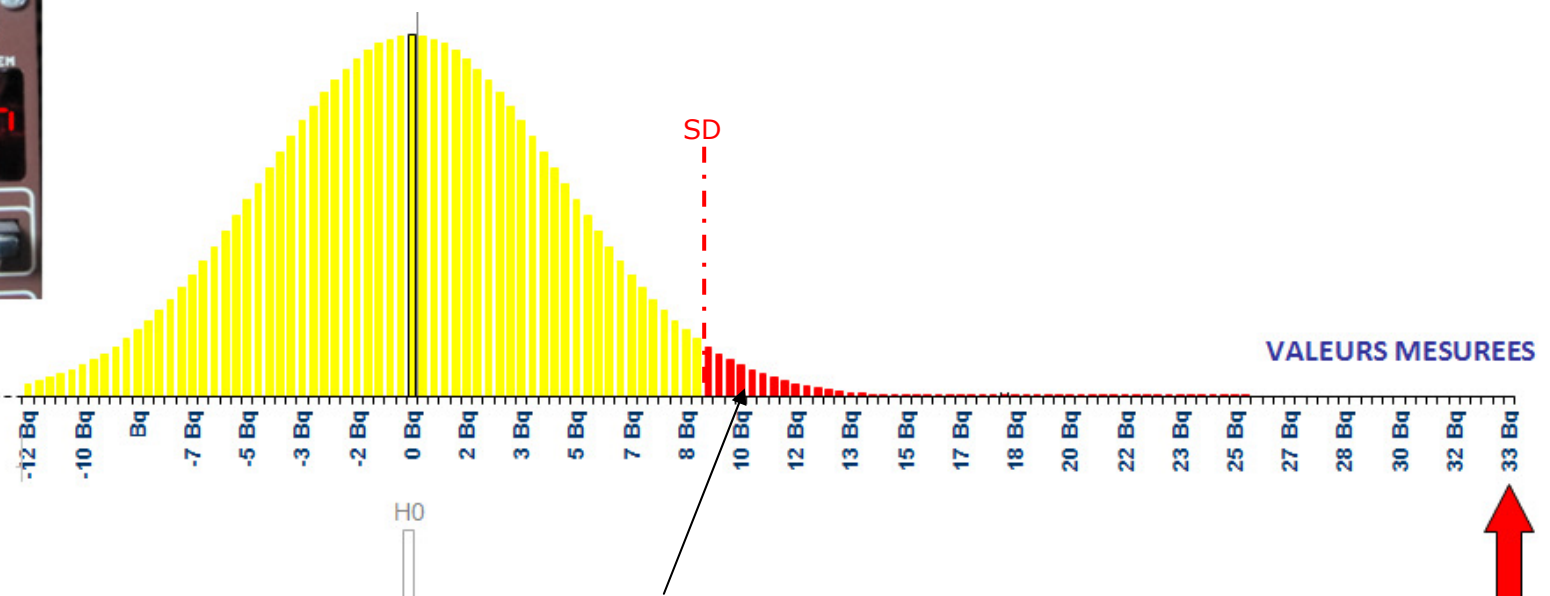


HYPOTHESE H0

Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow SD(Bq) = 9,0 Bq
 $\mu_{SD} = \pm 0,28 \text{ Bq}$

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

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

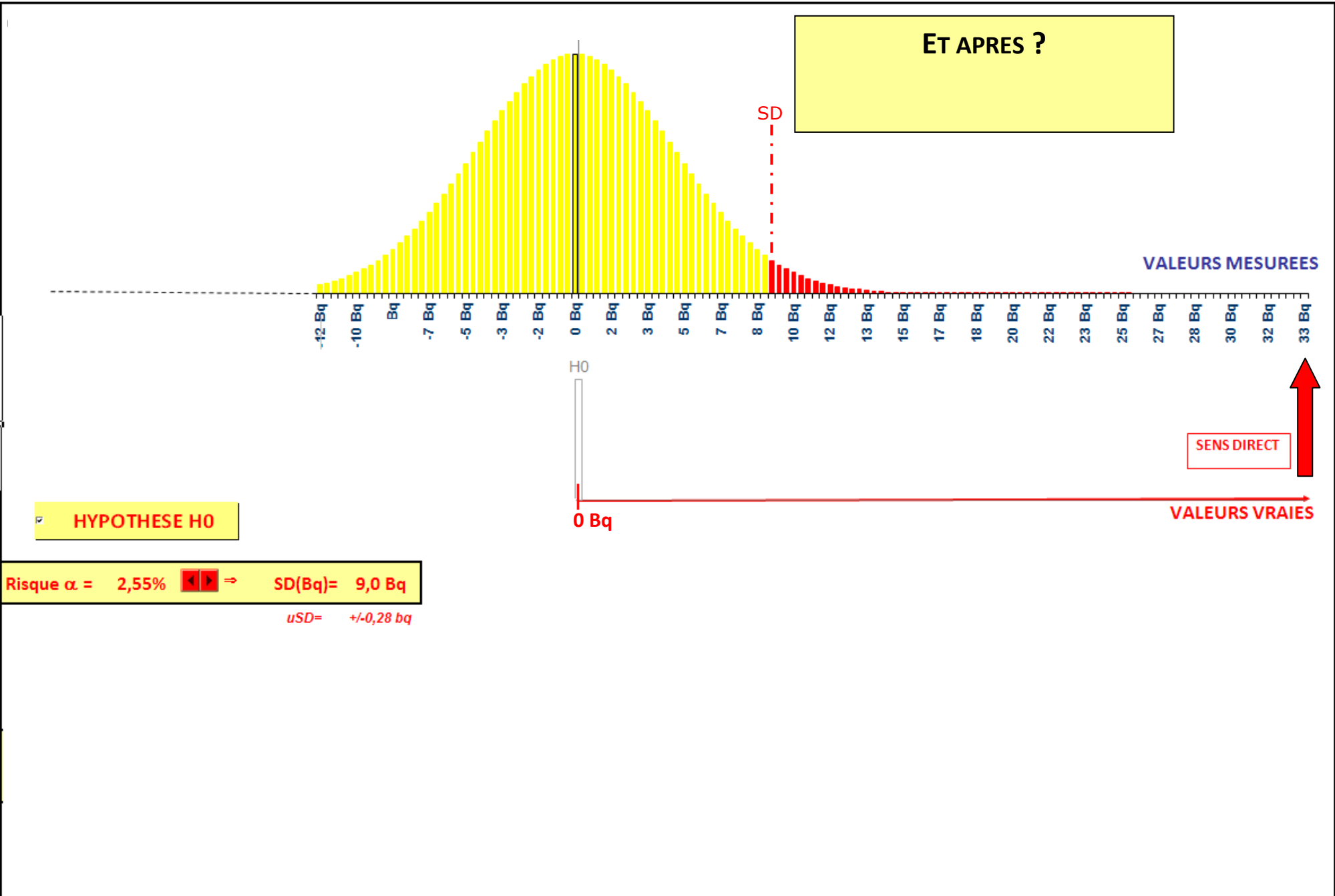


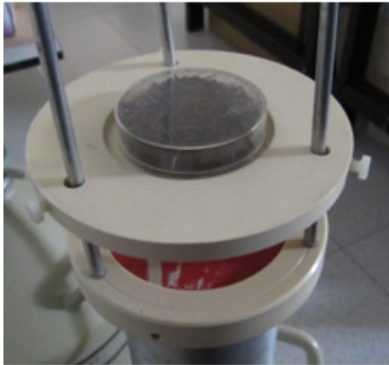
HYPOTHESE H0

Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow SD(Bq)= 9,0 Bq
uSD= +/-0,28 bq

UTILISATION SD A PRIORI :
RISQUE ALPHA : TAUX ATTENDU DE FAUX POSITIF
(CONCEPT FREQUENTISTE)

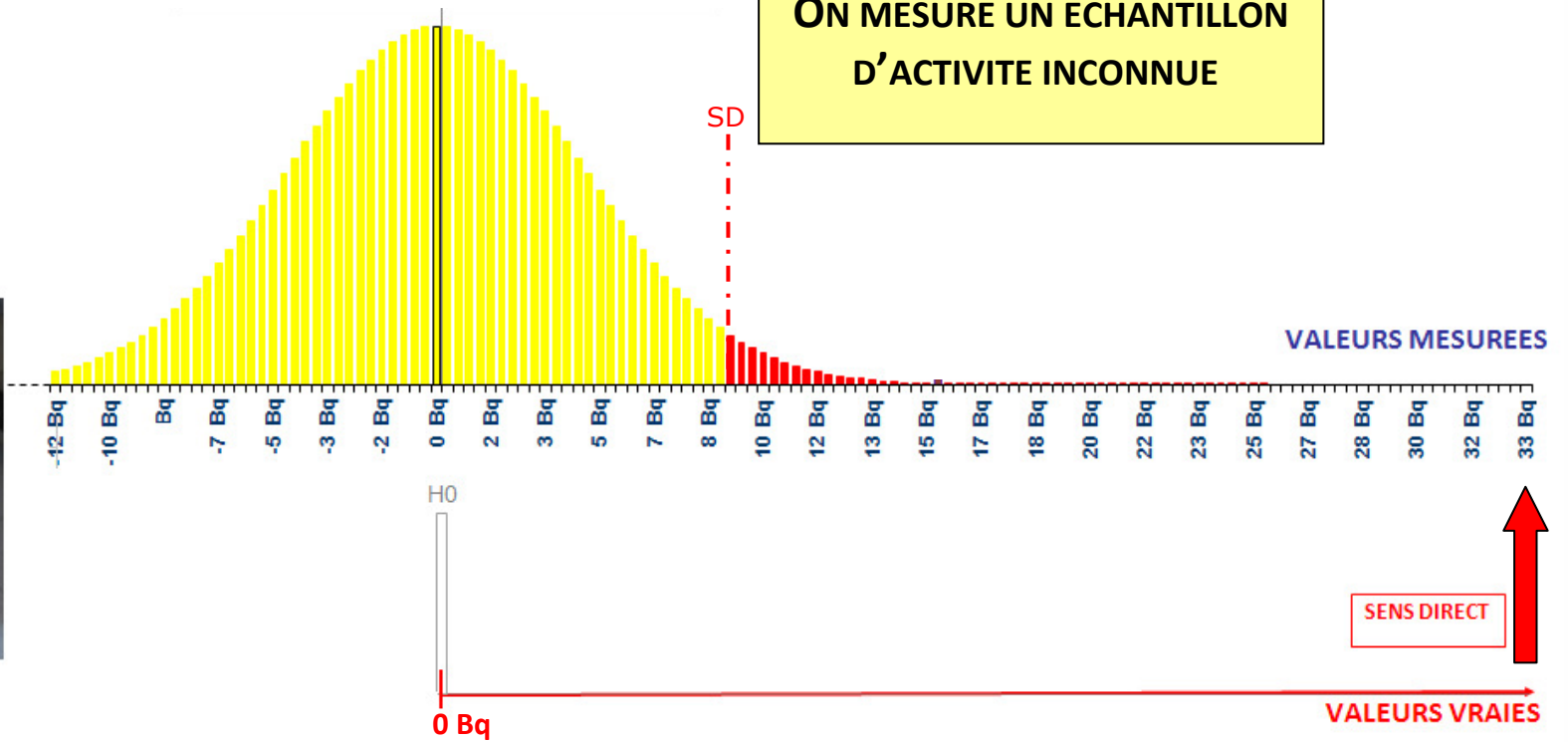
SENS DIRECT
VALEURS VRAIES





HYPOTHESE H0

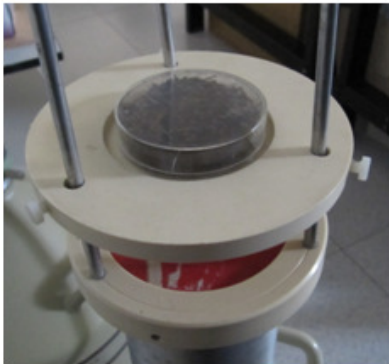
ON MESURE UN ECHANTILLON D'ACTIVITE INCONNUE



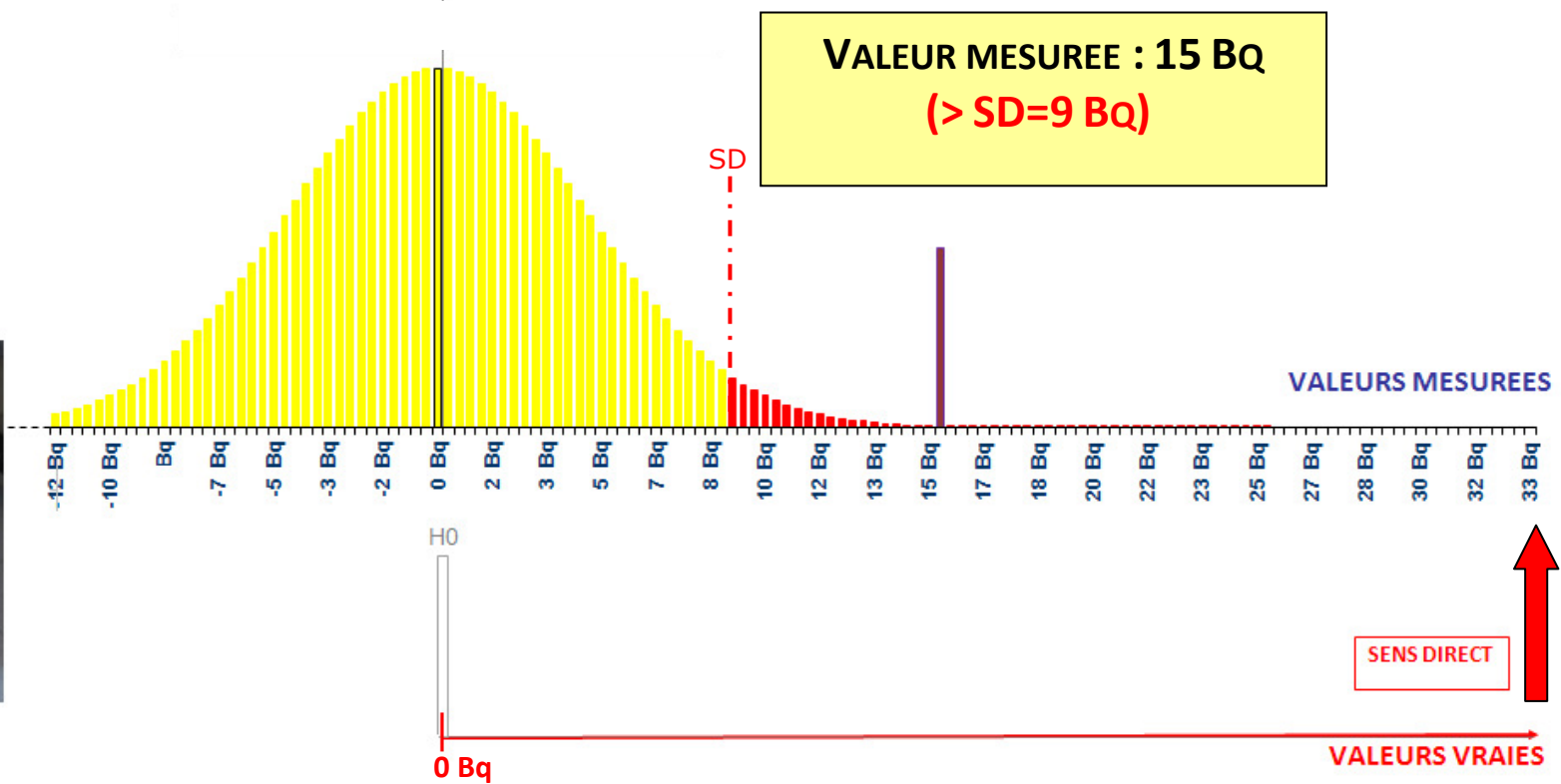
Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow SD(Bq)= 9,0 Bq

$uSD = \pm 0,28$ bq

MESURE ECHANTILLON



HYPOTHESE H0

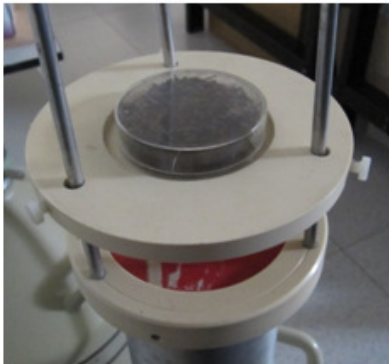


Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$

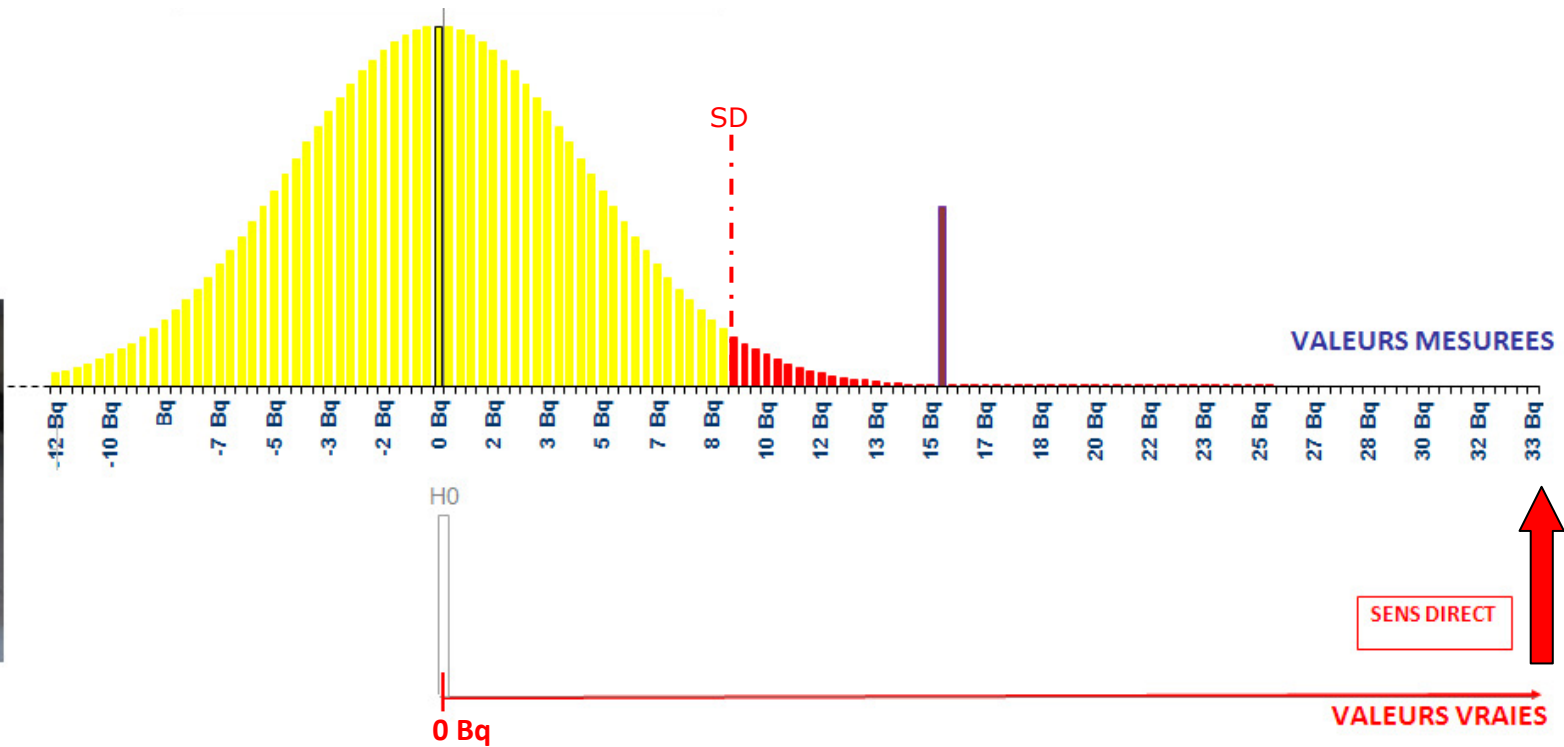
$uSD = \pm 0,28 Bq$

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?
1174	15 Bq	OUI



HYPOTHESE H0



Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$

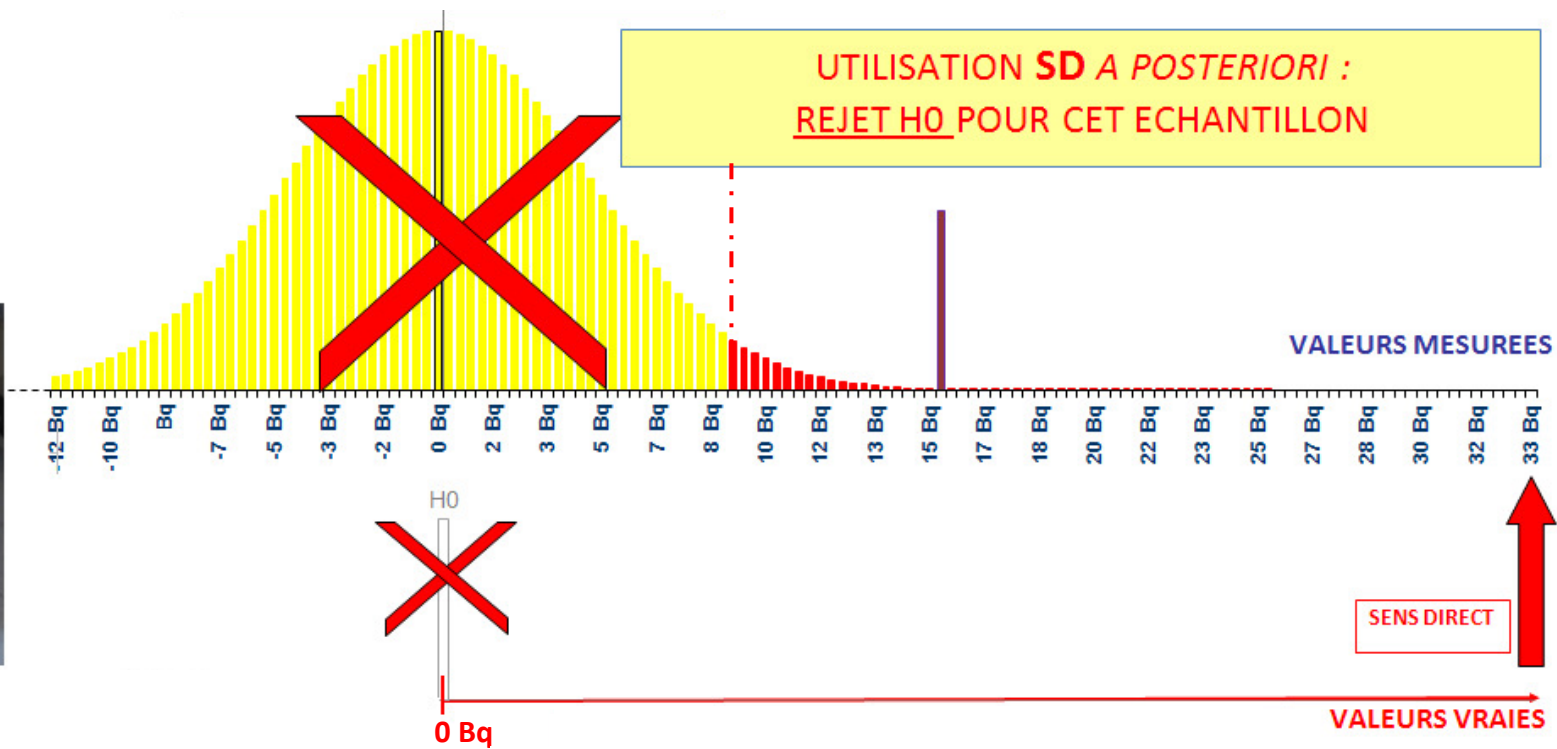
$uSD = \pm 0,28 Bq$

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?
1174 <input type="button" value="▲"/> <input type="button" value="▼"/>	15 Bq	OUI



HYPOTHESE H₀



Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow SD(Bq) = 9,0 Bq

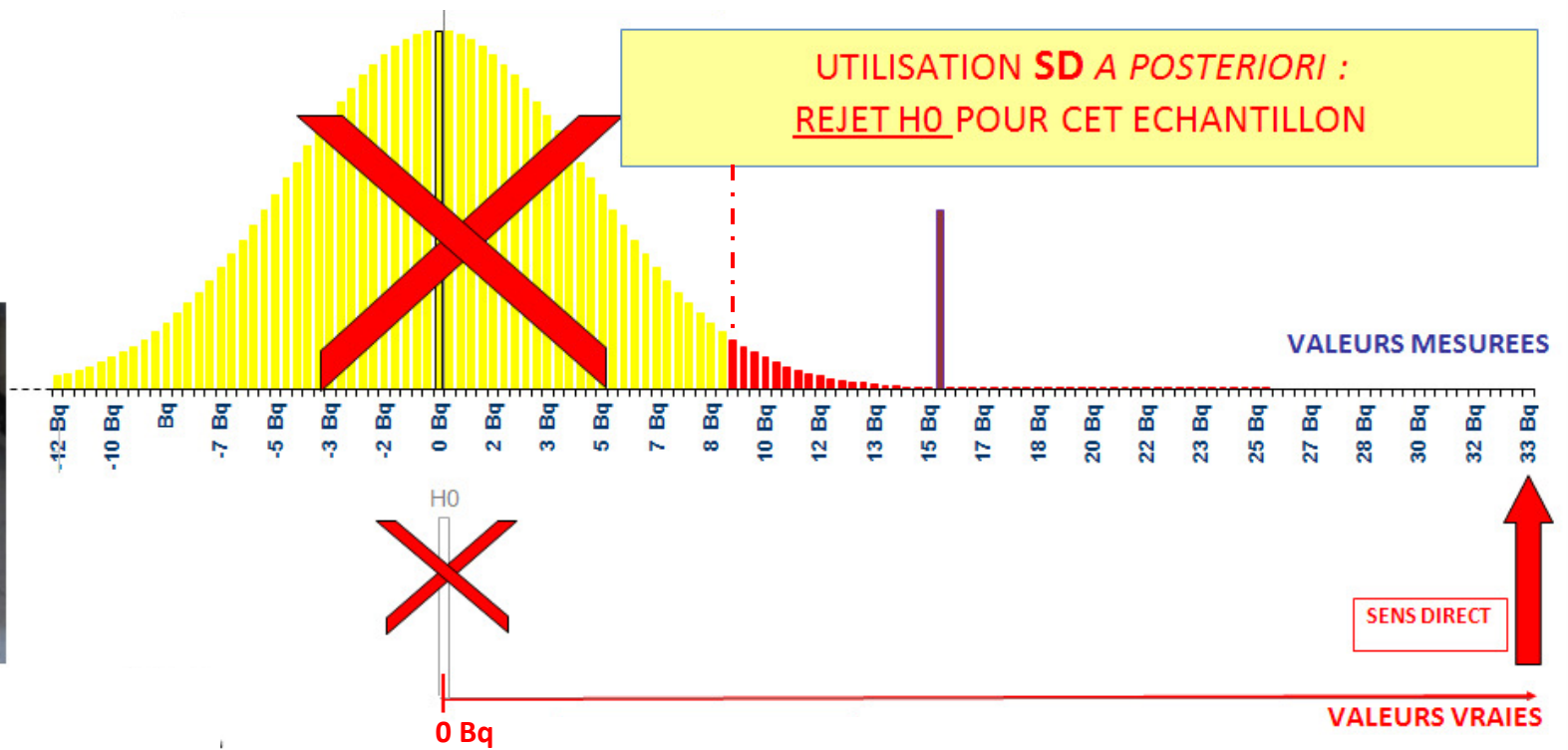
$uSD = \pm 0,28$ bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?
1174	15 Bq	OUI



HYPOTHESE H0

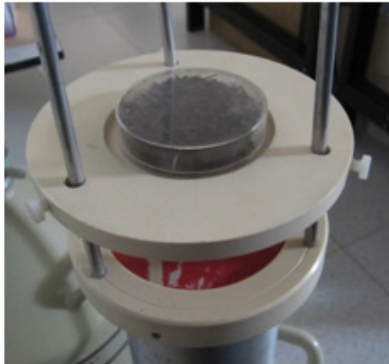


Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$

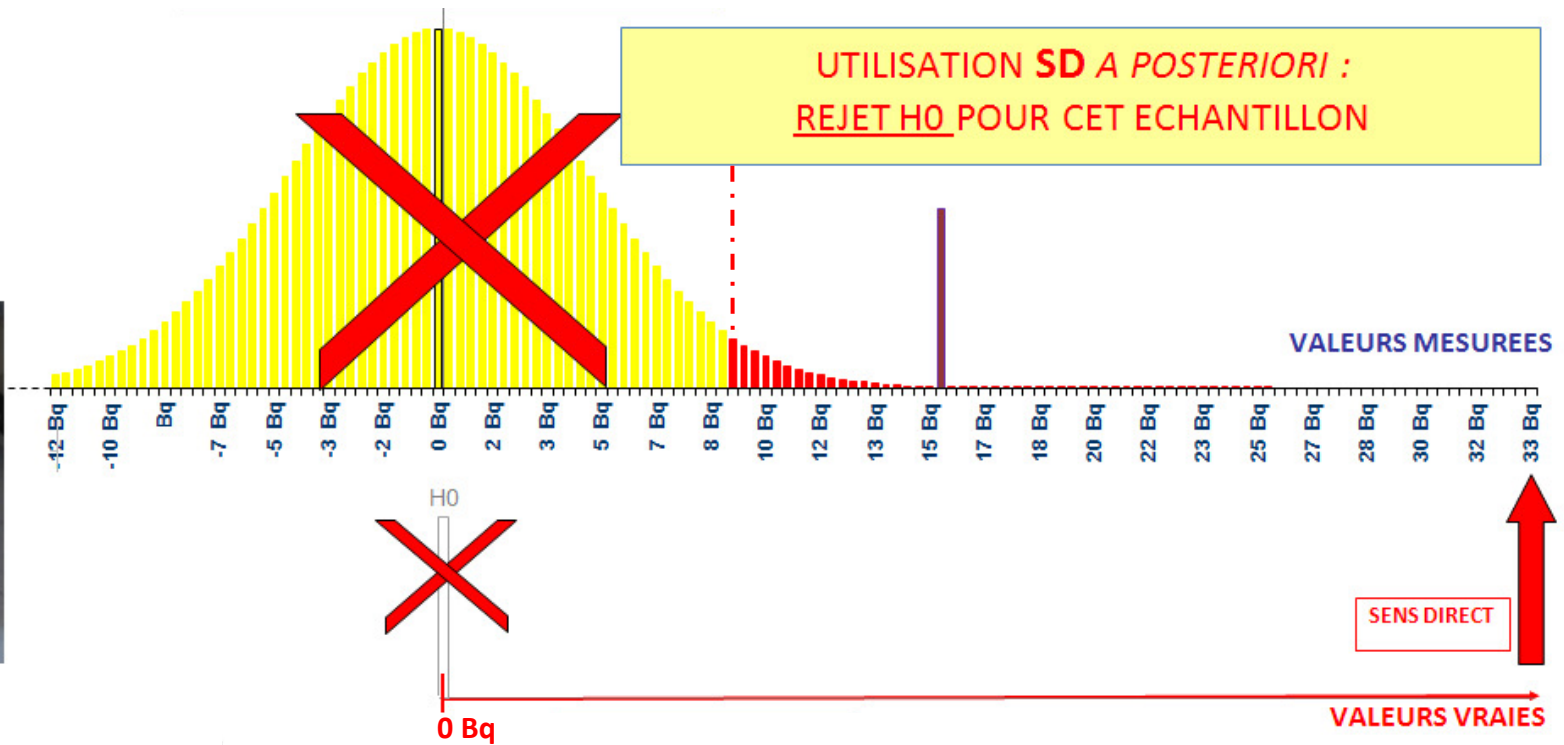
$uSD = \pm 0,28 Bq$

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1174	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté



HYPOTHESE H0



Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$

$uSD = +/-0,28 bq$

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1174	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

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

SEUIL DE DECISION (VALEUR DE MESURE):

- o **RÔLE1** (*a priori*): QUANTIFICATION DU RISQUE STATISTIQUE DE FAUX POSITIFS
- o **RÔLE2** (*a posteriori*): CONFIRMATION RADIOACTIVITE DANS L'ECHANTILLON

HYPOTHESE H0

0 Bq

VALEURS VRAIES

Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow SD(Bq)= 9,0 Bq

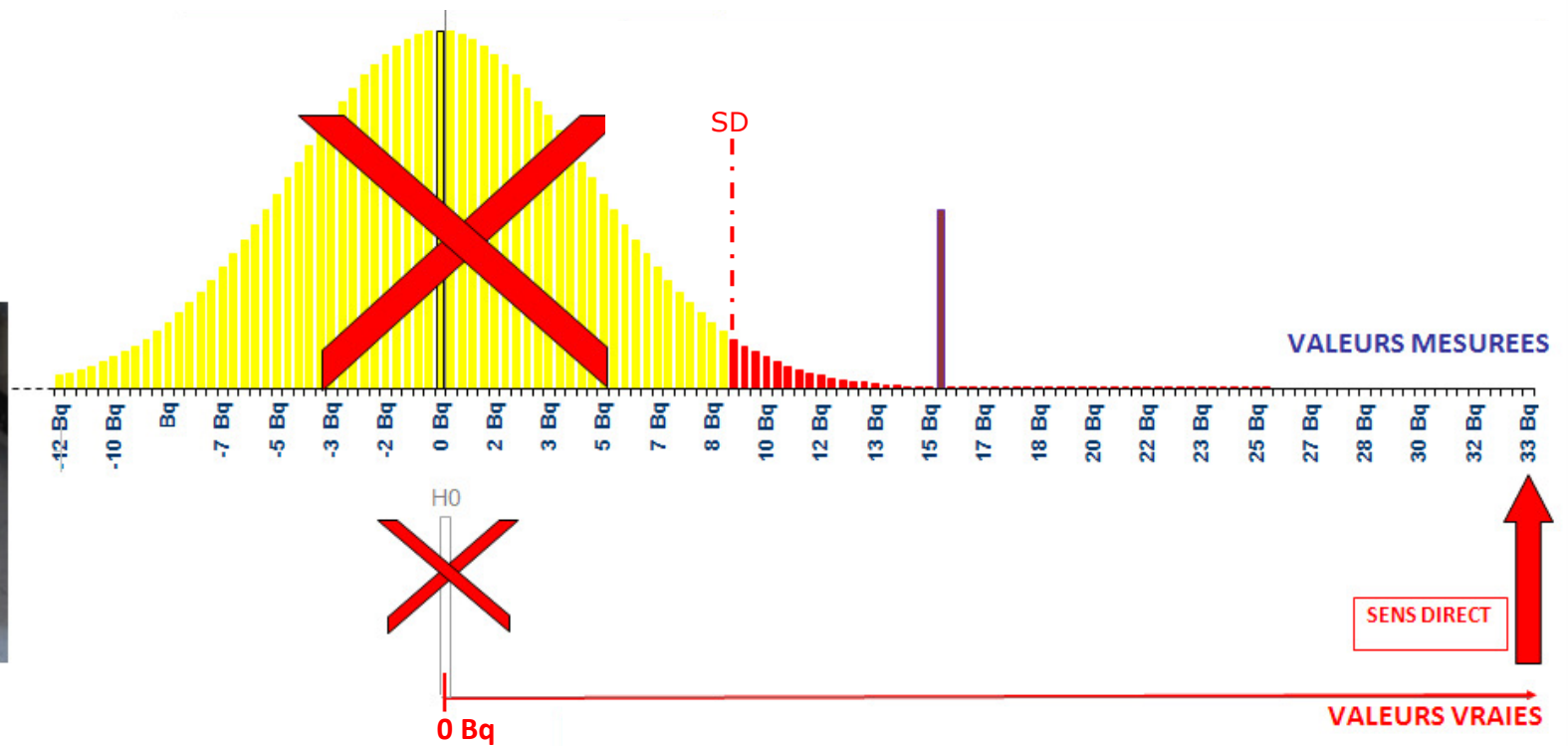
$uSD = \pm 0,28$ Bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq \gamma^*$?	Conclusion
1174	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté



HYPOTHESE H0

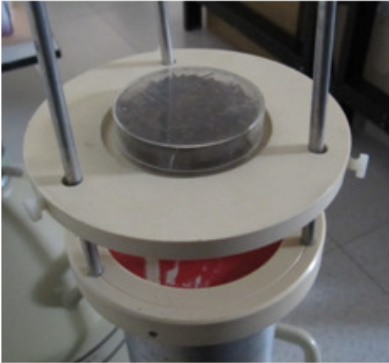


Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(\text{Bq}) = 9,0 \text{ Bq}$

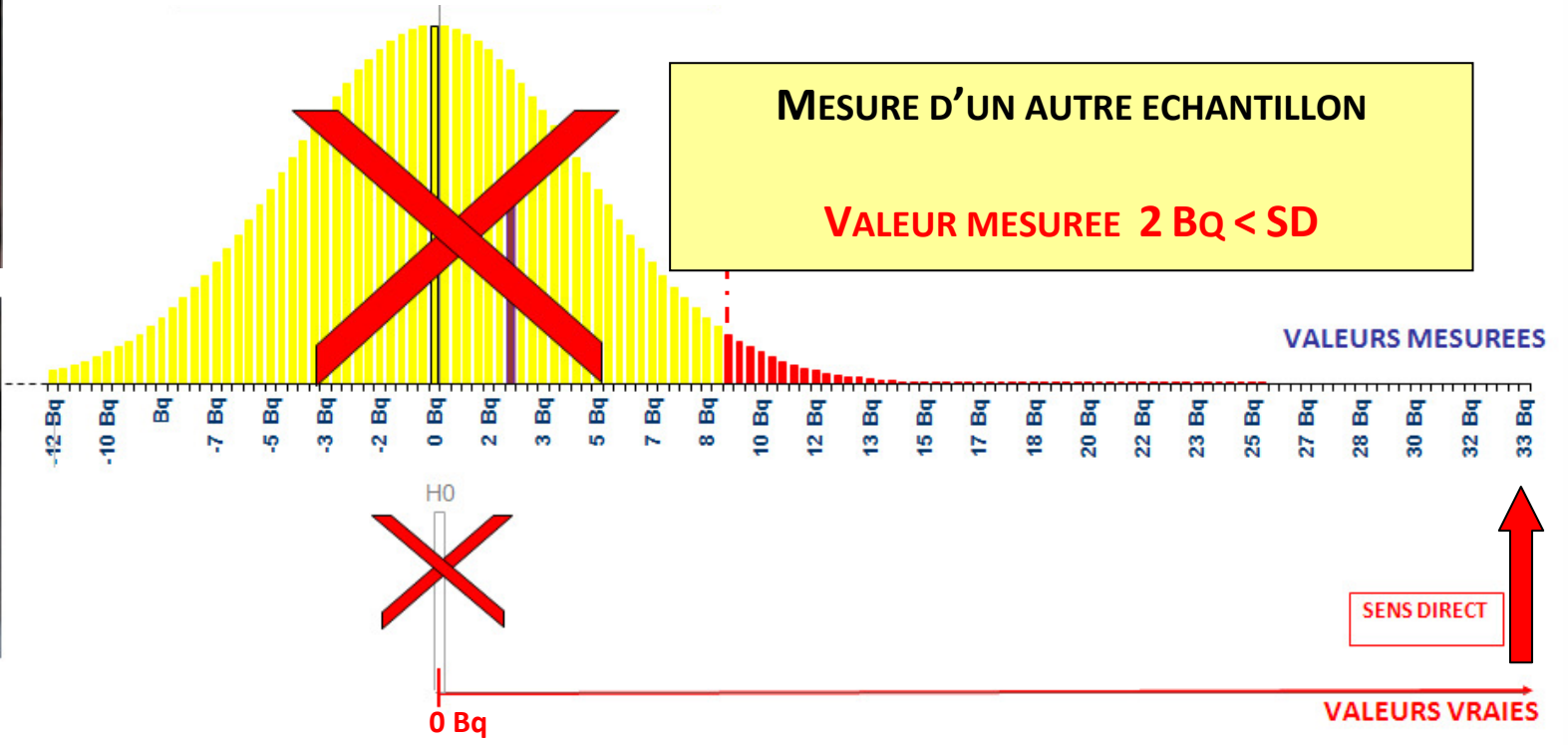
$uSD = \pm 0,28 \text{ bq}$

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1174	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté



HYPOTHESE H0



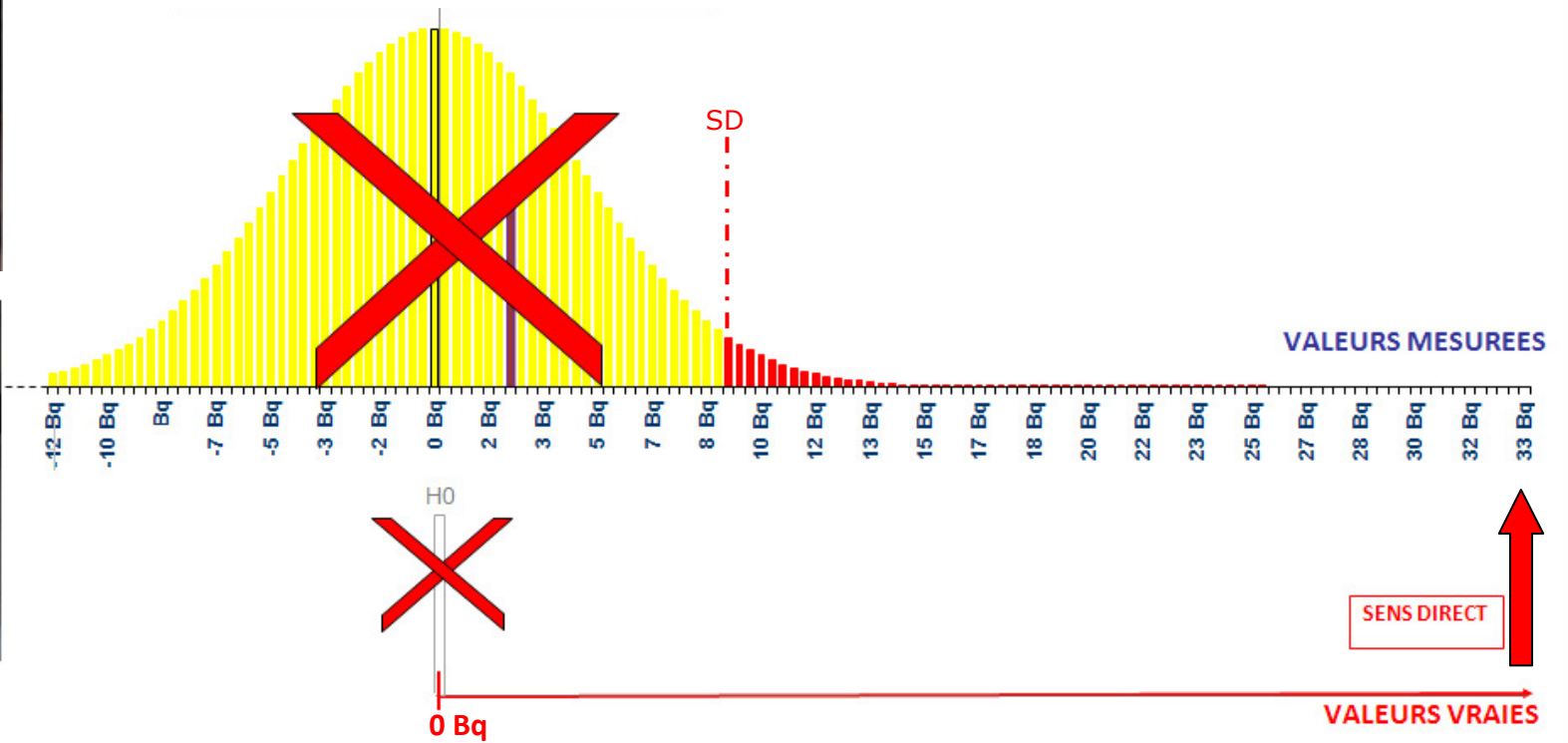
Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$
 $uSD = +/-0,28 bq$

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?
1044	2 Bq	NON



HYPOTHESE H0

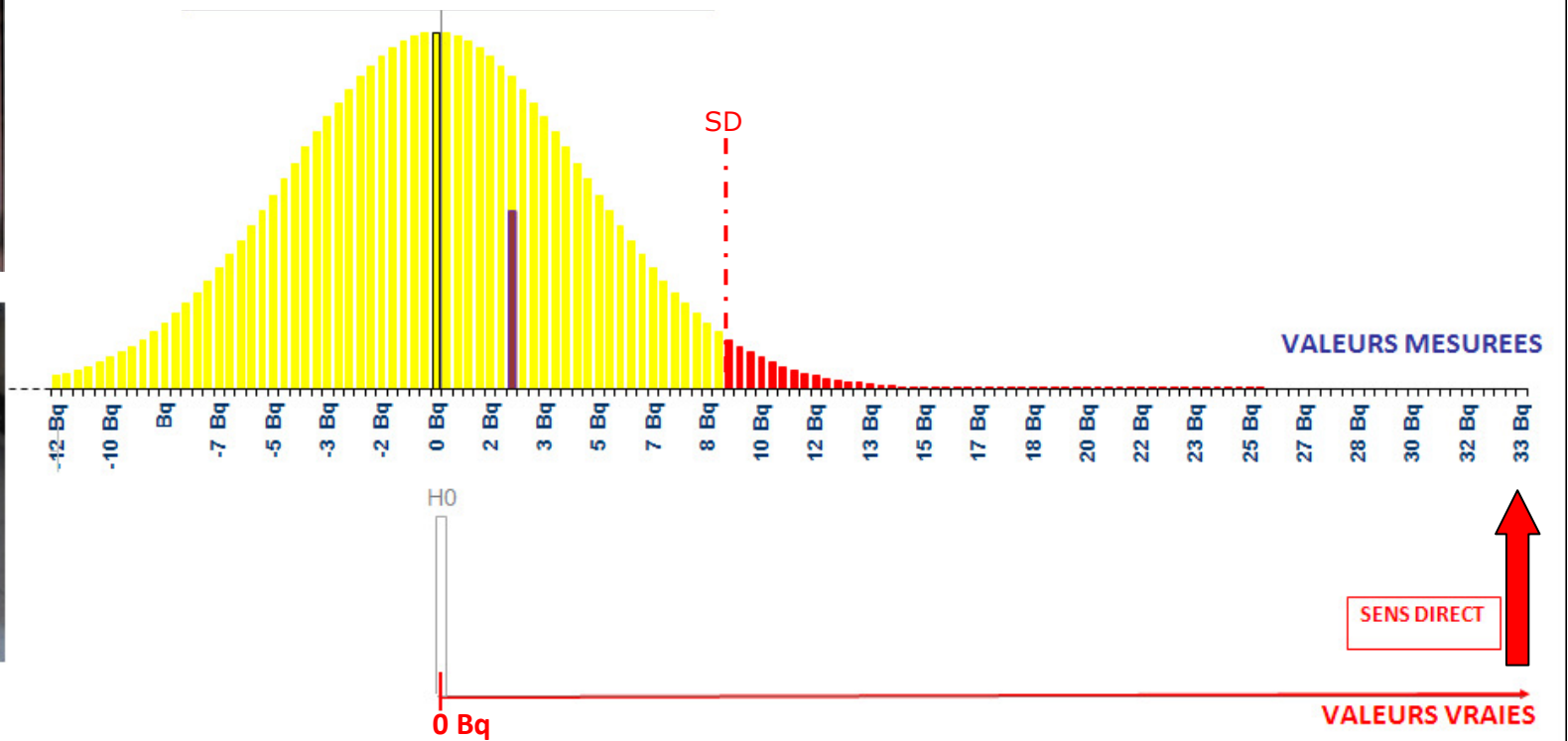
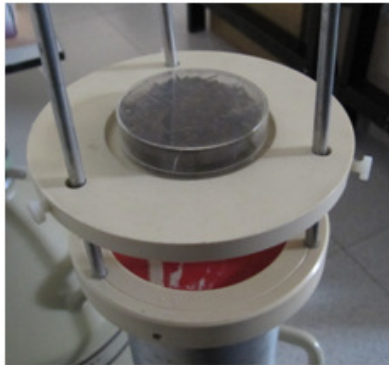


Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$

$uSD = \pm 0,28 Bq$

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	?

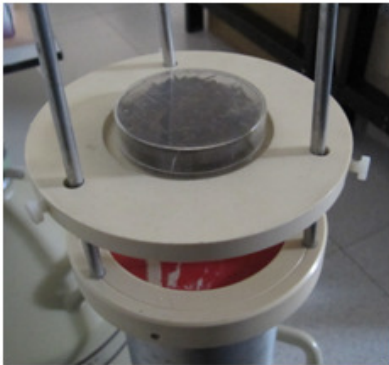


HYPOTHESE H0

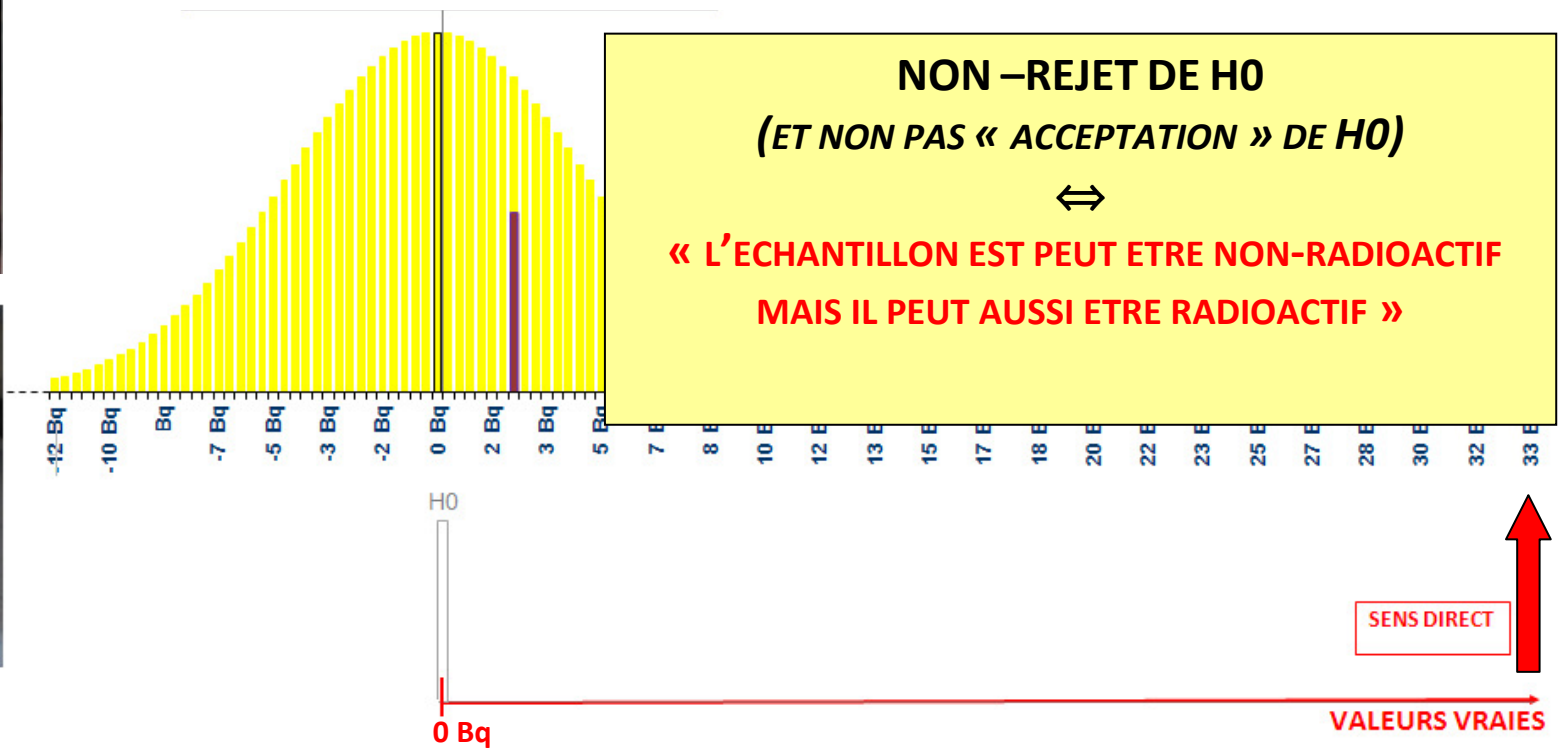
Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$
 $uSD = +/-0,28 bq$

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	?



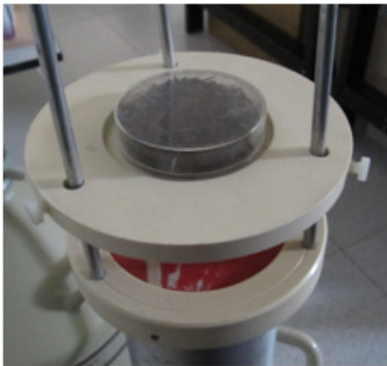
HYPOTHESE H0



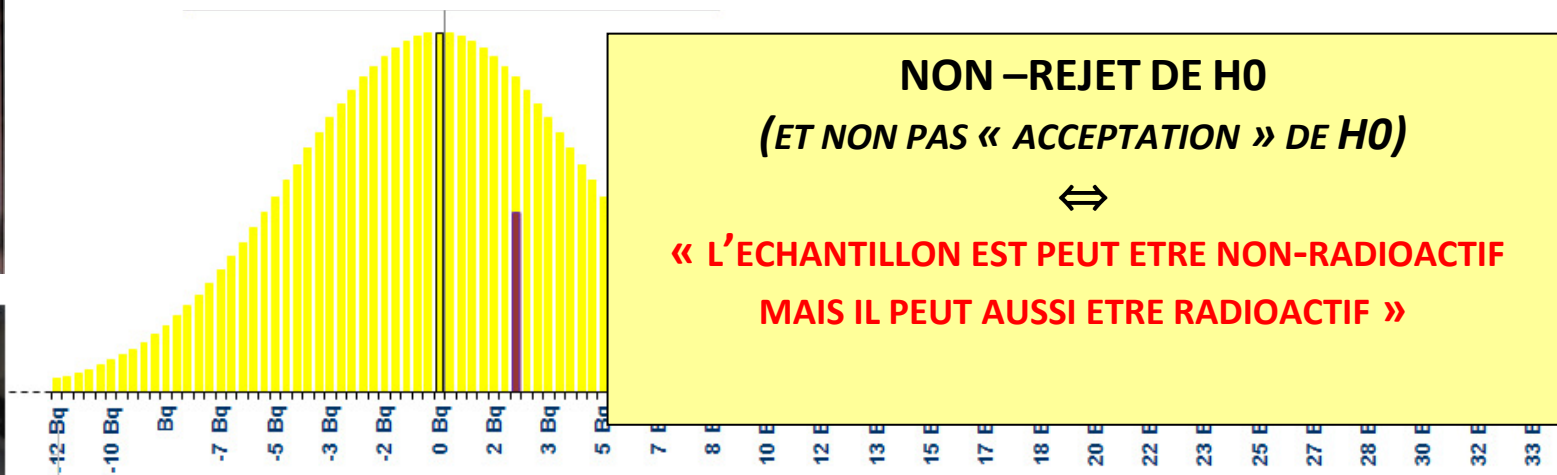
Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow SD(Bq)= 9,0 Bq
 $uSD = +/-0,28$ bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	?



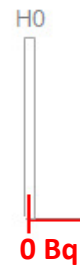
HYPOTHESE H_0



NON –REJET DE H_0
(ET NON PAS « ACCEPTATION » DE H_0)



« 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)

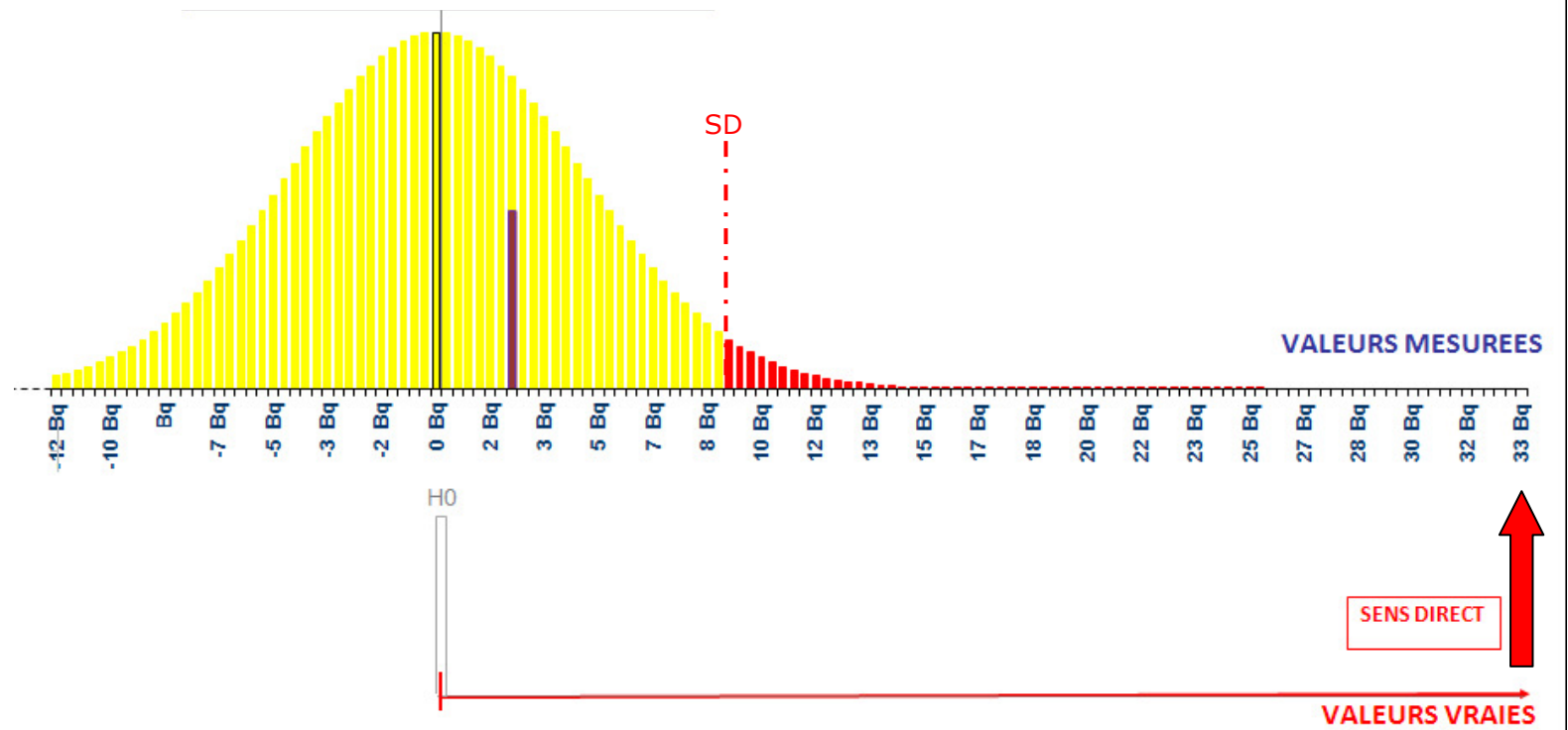
**MAIS ON N'A AUCUNE INFORMATION SUR LA PRESENCE
OU L'ABSENCE DE LA CAUSE**

Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(\text{Bq}) = 9,0 \text{ Bq}$

$uSD = \pm 0,28 \text{ bq}$

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	?



HYPOTHESE H0

Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(\text{Bq}) = 9,0 \text{ Bq}$

$uSD = \pm 0,28 \text{ bq}$

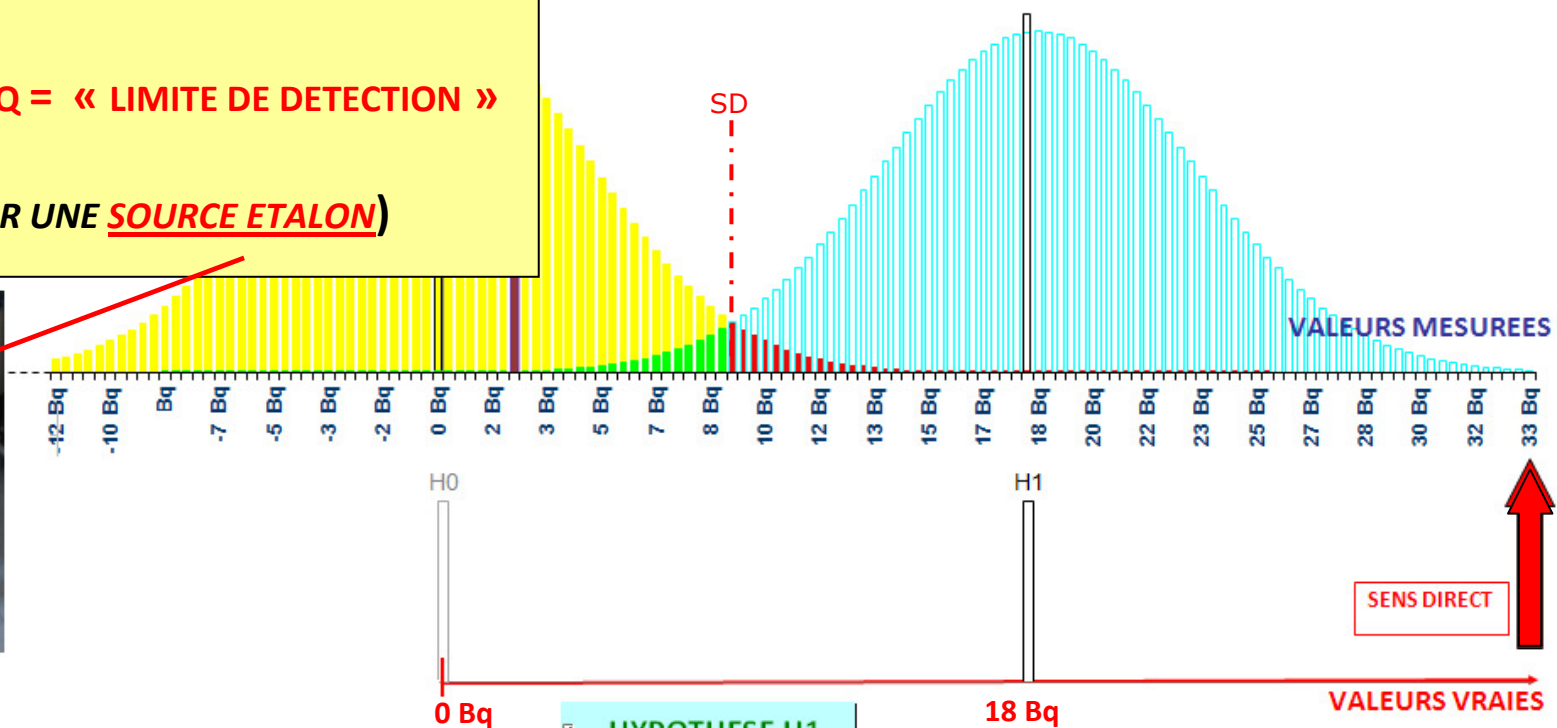
MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	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% \Rightarrow SD(Bq) = 9,0 Bq

$uSD = \pm 0,28$ bq

Risque β = 2,49% \Rightarrow LD(Bq) = 18,3 Bq

☑ MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	?

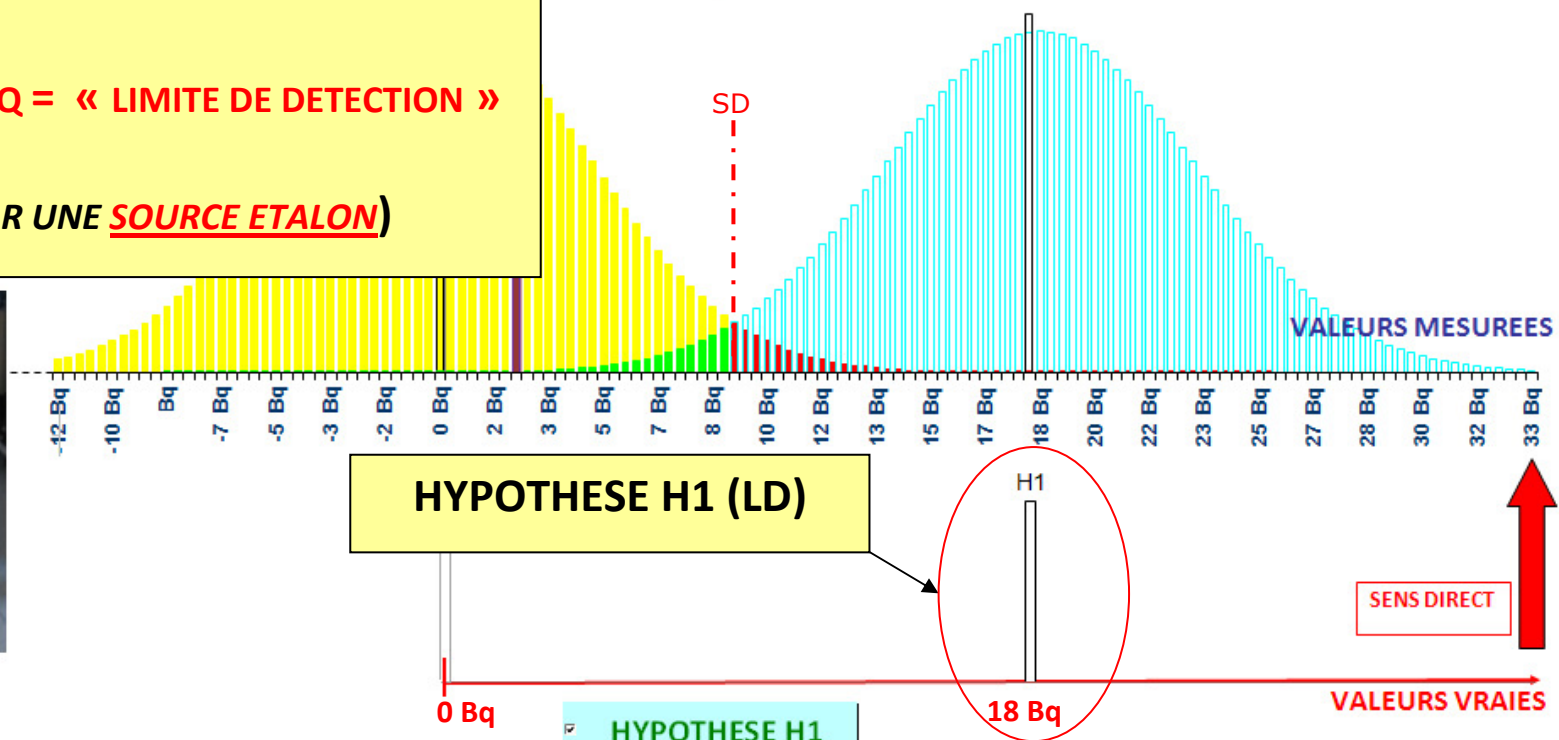
ON FAIT APPEL A UNE HYPOTHESE ALTERNATIVE H1 :

ACTIVITE VRAIE = 18 Bq = « LIMITE DE DETECTION »

(SYMBOLISEE PAR UNE SOURCE ETALON)



HYPOTHESE H0



Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$

$uSD = +/-0,28 Bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

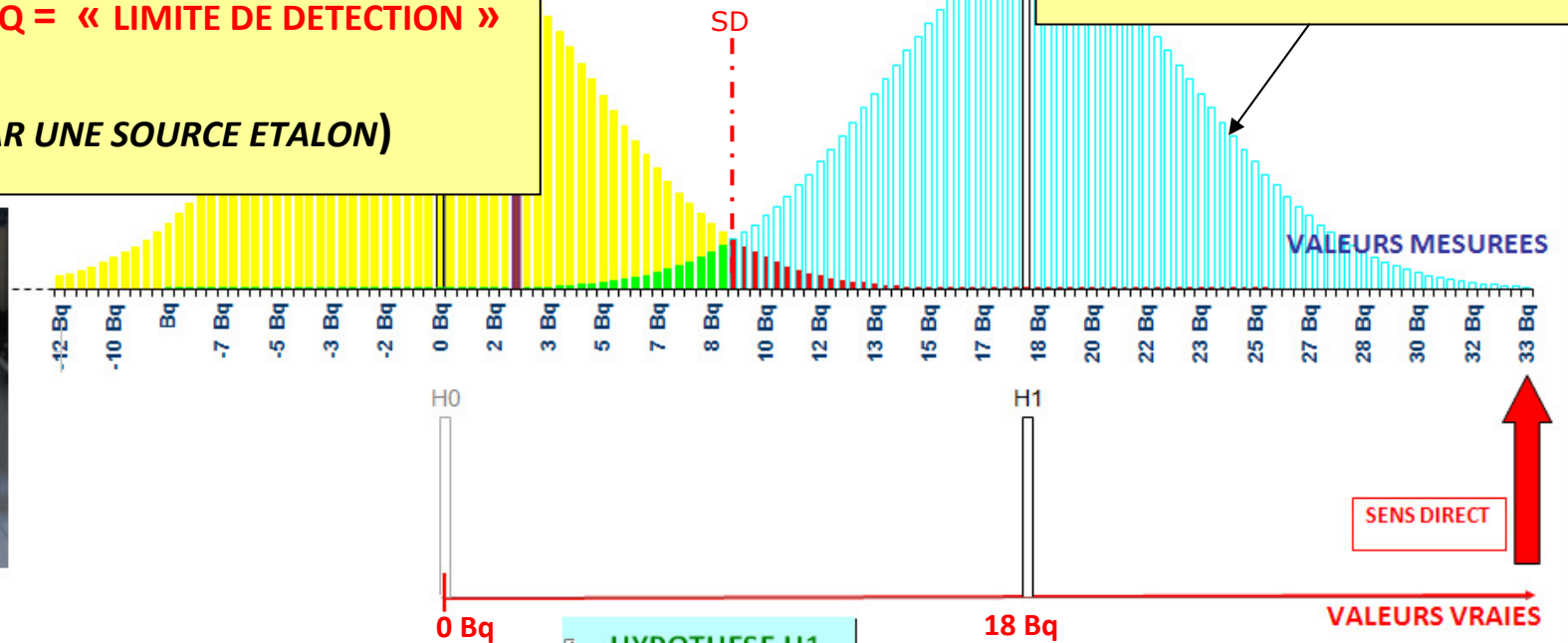
Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	?

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 $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow SD(Bq) = 9,0 Bq

$uSD = \pm 0,28$ bq

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow LD(Bq) = 18,3 Bq

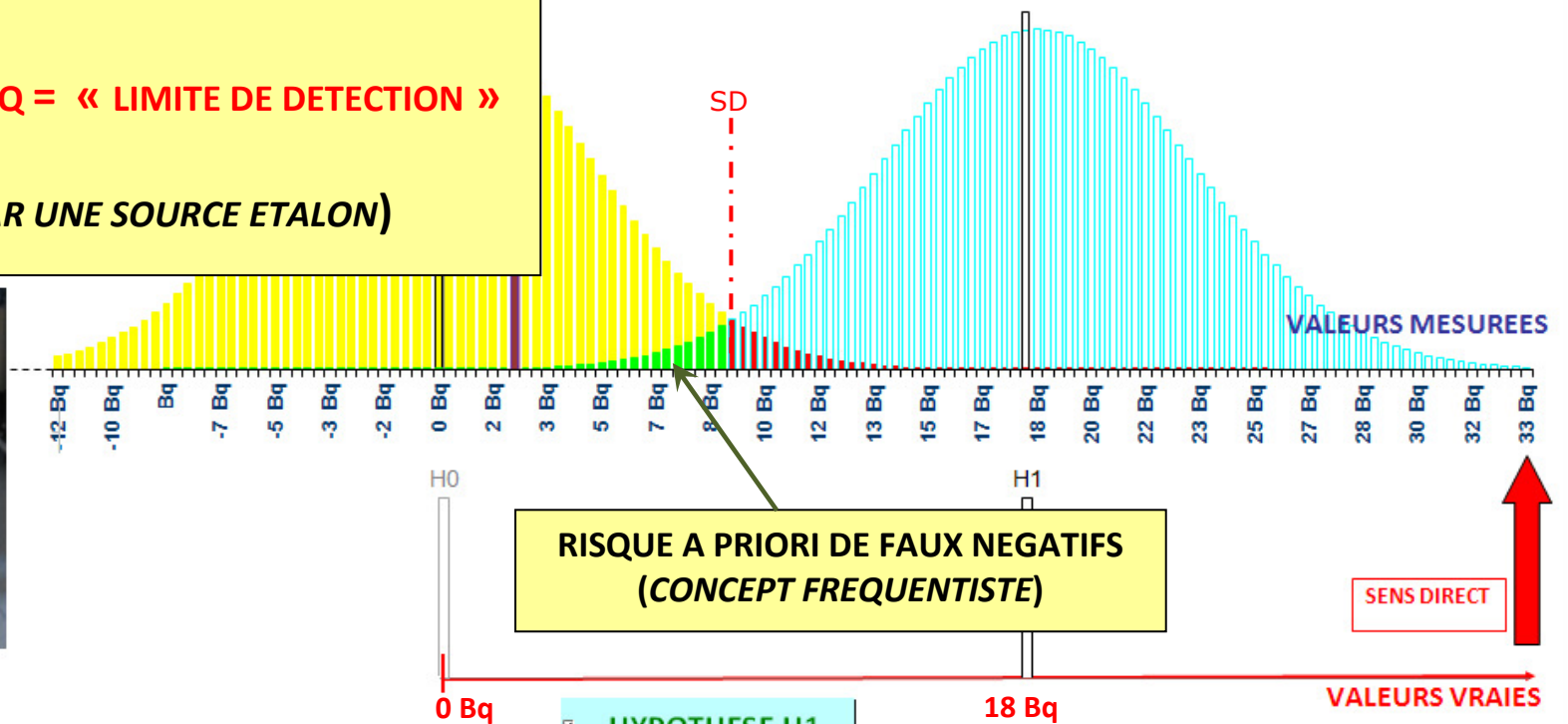
MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	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

RISQUE A PRIORI DE FAUX NEGATIFS
(CONCEPT FREQUENTISTE)

SENS DIRECT

0 Bq

☑ HYPOTHESE H1

18 Bq

VALEURS VRAIES

Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow SD(Bq) = 9,0 Bq

$\pm 1SD = \pm 0,28$ bq

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow LD(Bq) = 18,3 Bq

☑ MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	?

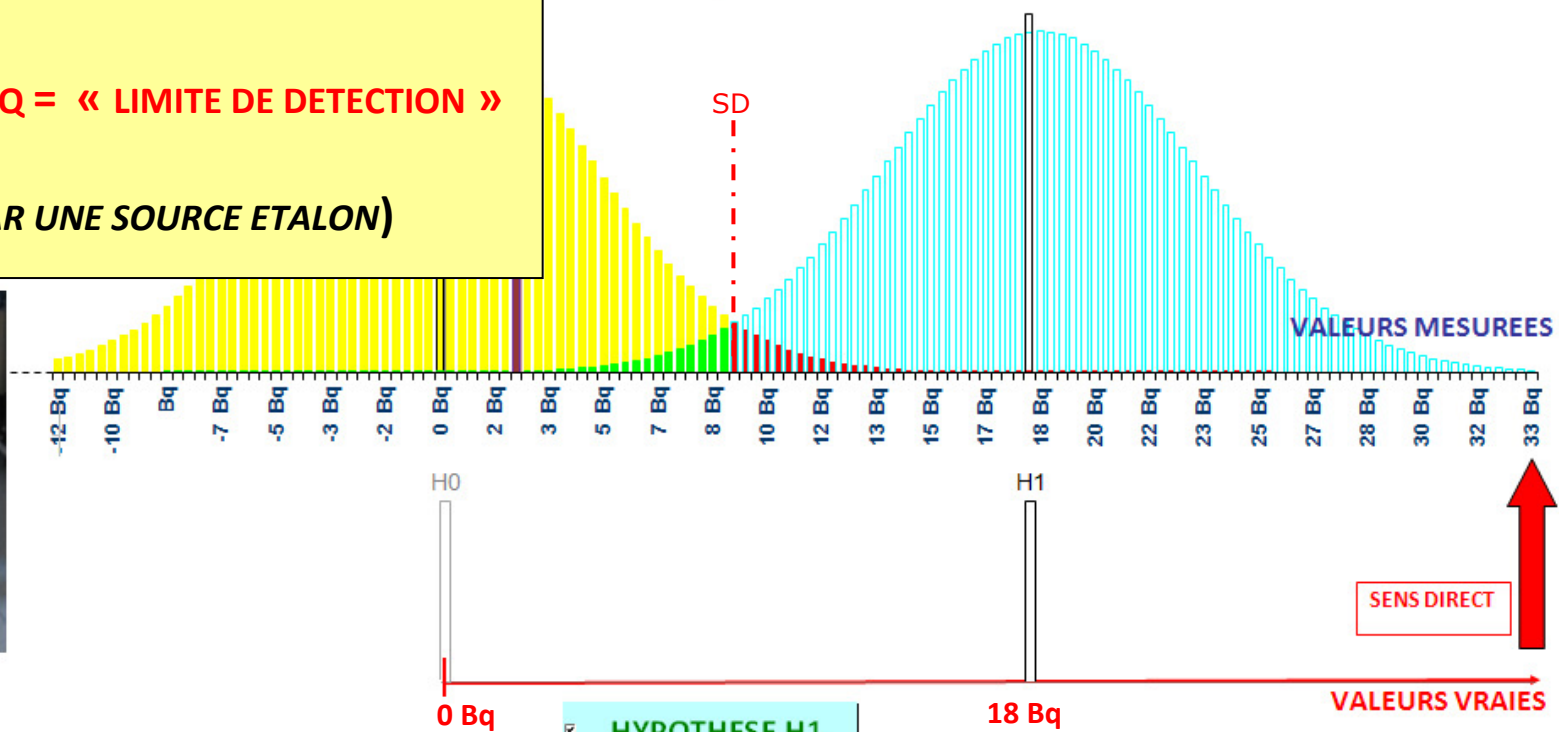
ON FAIT APPEL A UNE HYPOTHESE ALTERNATIVE **H1** :

ACTIVITE VRAIE = 18 Bq = « LIMITE DE DETECTION »

(SYMBOLISEE PAR UNE SOURCE ETALON)



HYPOTHESE H0



HYPOTHESE H1

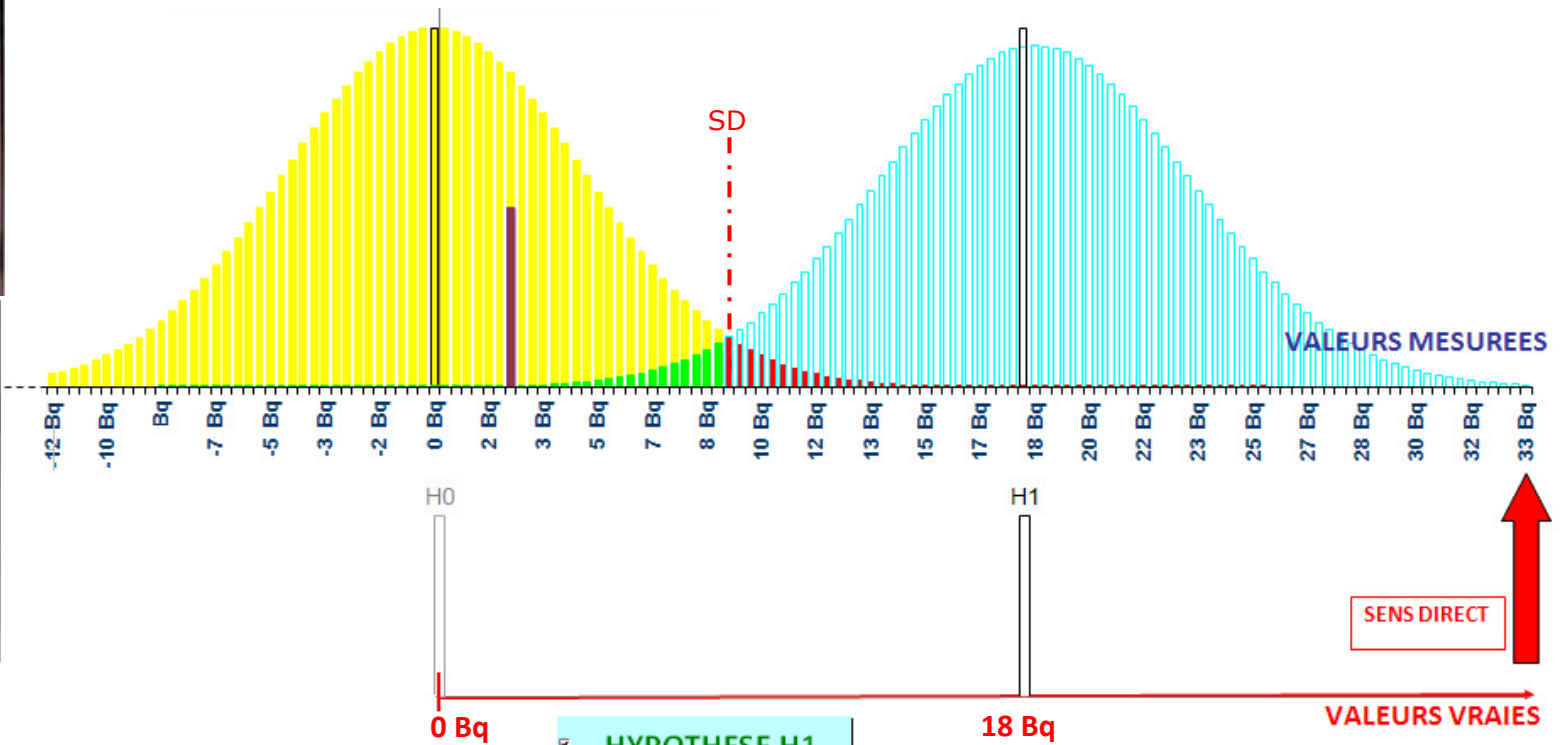
Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$

$uSD = \pm 0,28 Bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1044 <input type="button" value="▲"/> <input type="button" value="▼"/>	2 Bq	NON	?



HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

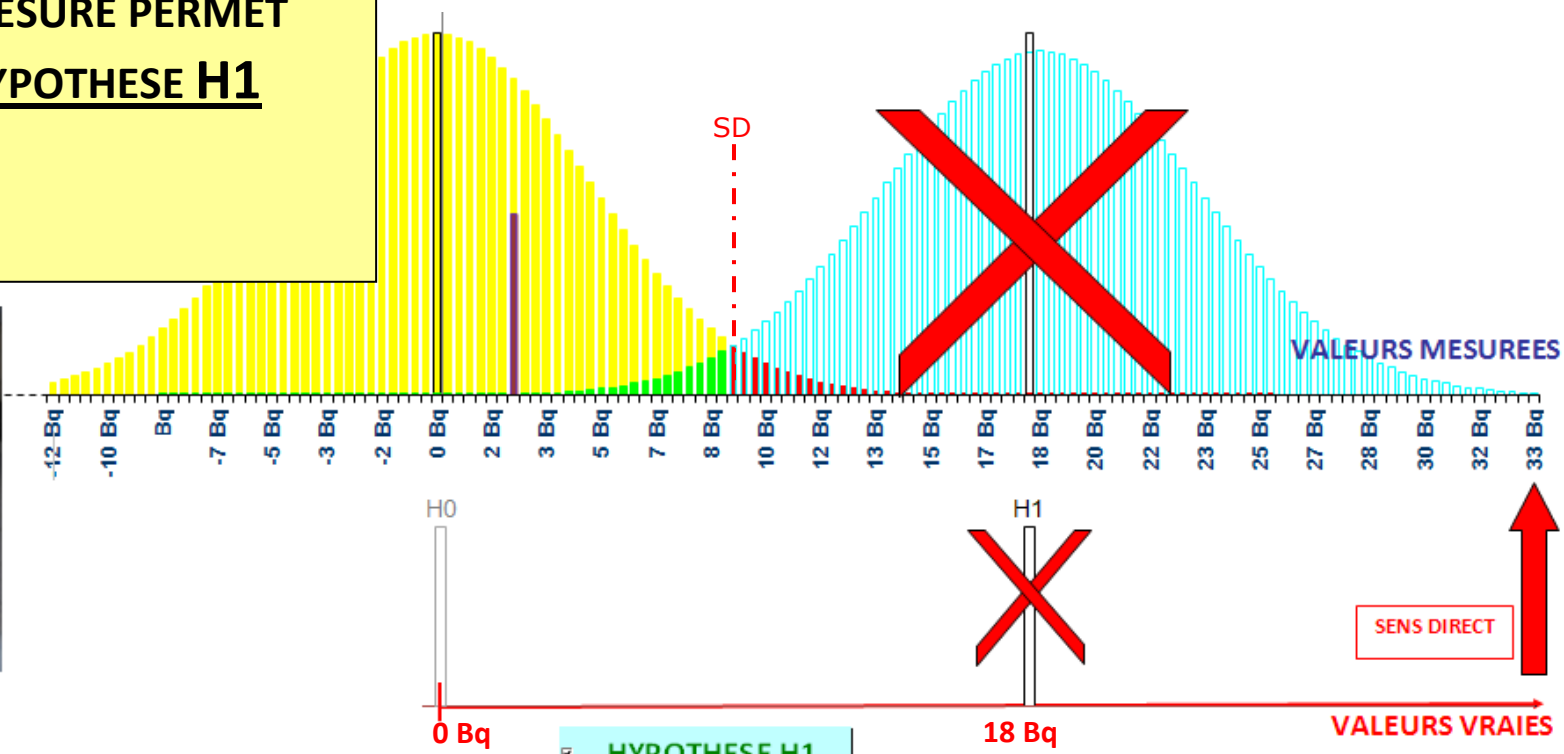
Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$
 $uSD = +/-0,28 Bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq \gamma^*$?	Conclusion
1044 <input type="button" value="▲"/> <input type="button" value="▼"/>	2 Bq	NON	?

LA VALEUR DE MESURE PERMET DE REJETER L'HYPOTHESE H1



HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

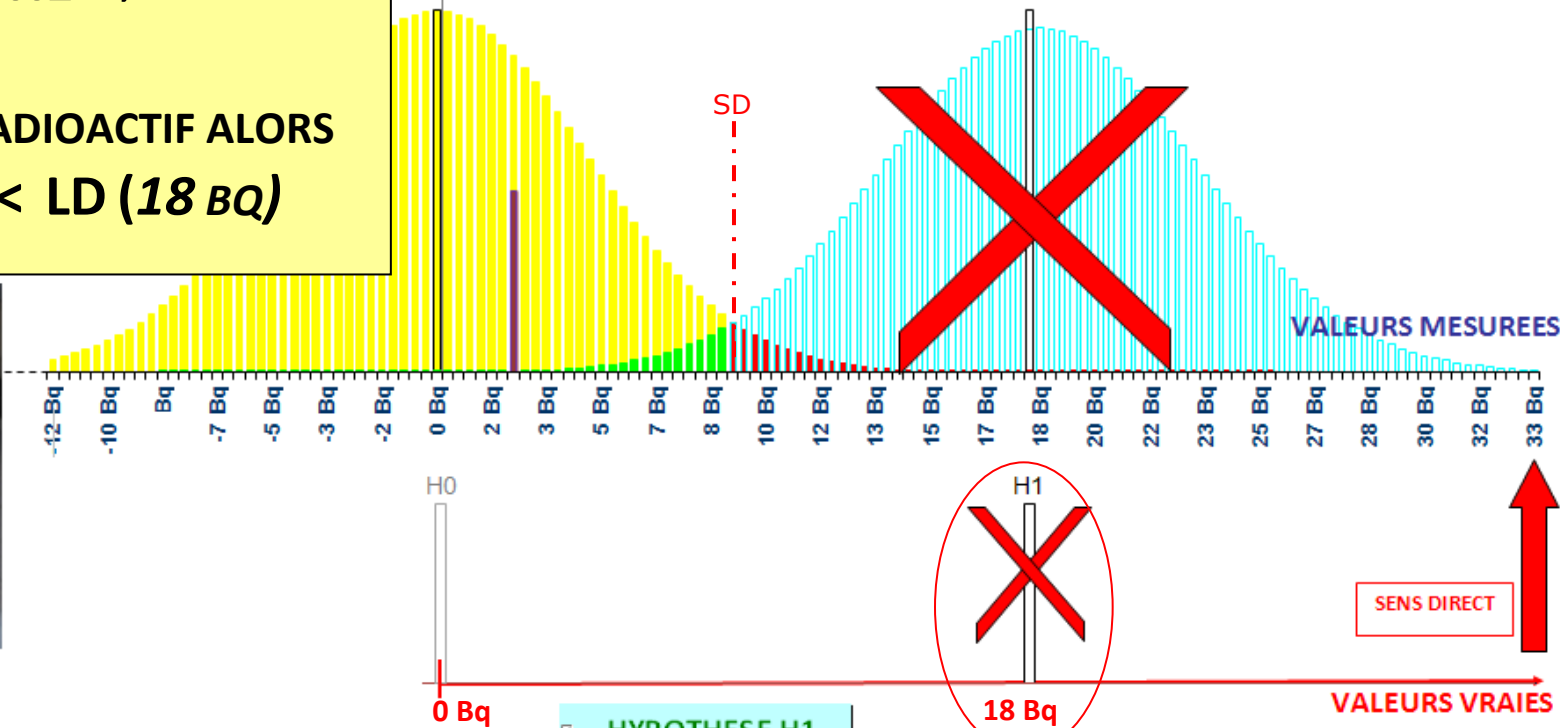
$uSD = \pm 0,14 Bq$

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	Non-rejet hypothèse H0 : effet non-déecté 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

Risque β = 2,49% ⇒ LD(Bq) = 18,3 Bq

SD = ±0,14 Bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net >= y* ?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	Non-rejet hypothèse H0 : effet non-déecté 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)

Risque $\alpha = 2,33\%$ = 3 σ Bq

Risque $\beta = 2,33\%$ LD (Bq) = 18,3 Bq

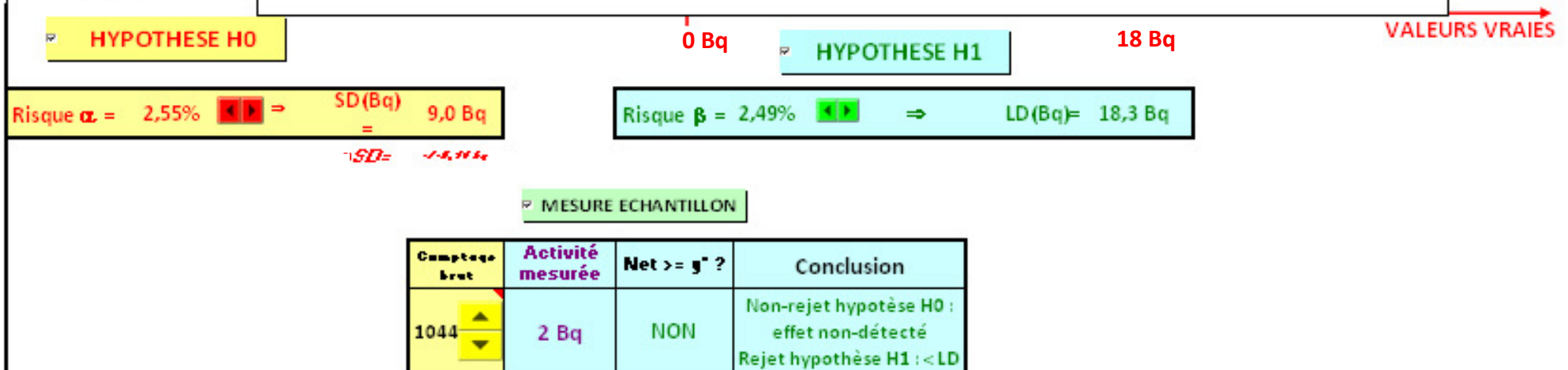
$-1SD = -1,96\sigma$

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq g^*$?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	Non-rejet hypothèse H_0 : effet non-défecté Rejet hypothèse H_1 : < LD

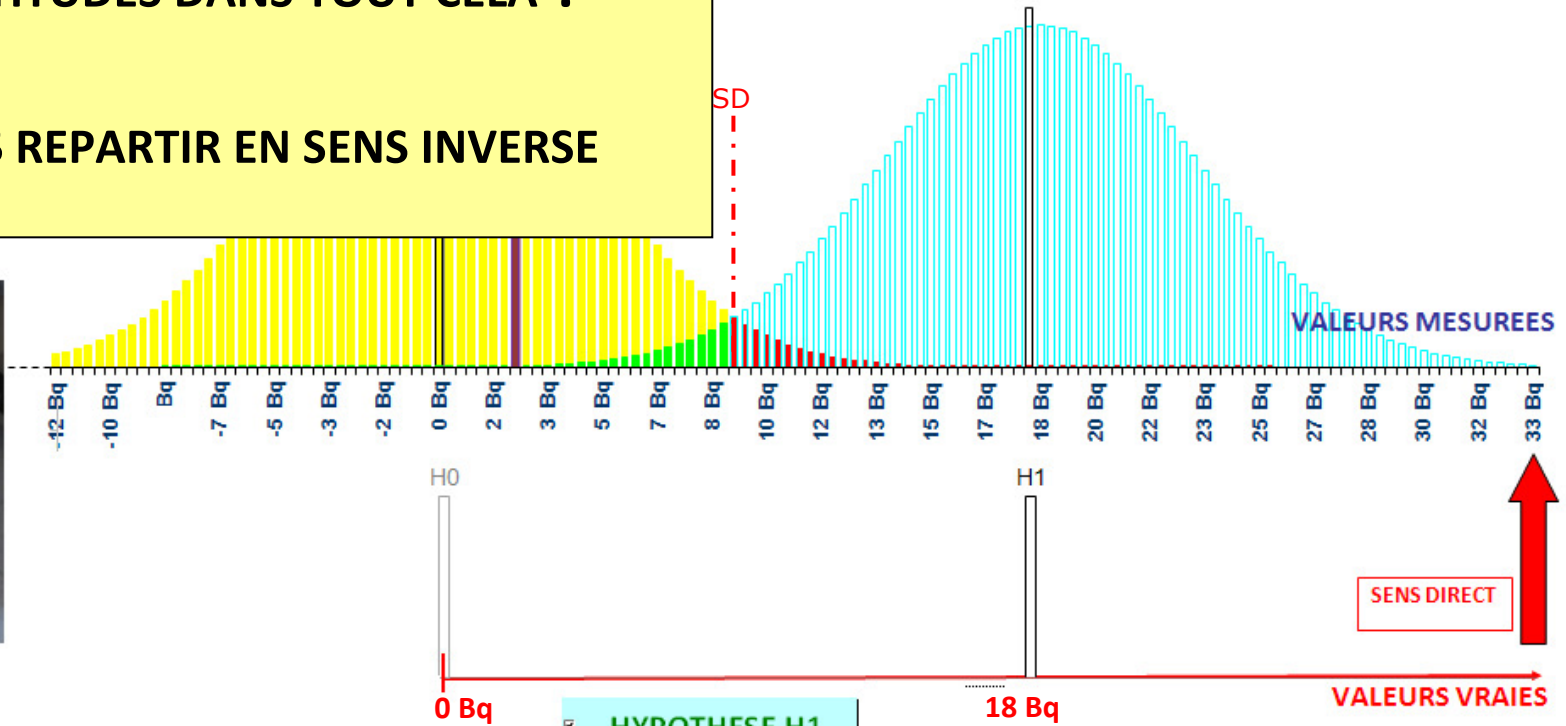
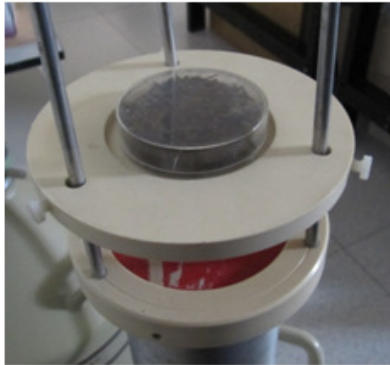
LIMITE DE DÉTECTION (VALEUR VRAIE):

- o RÔLE 1 (*a priori*): LIMITE BASSE DE DÉTECTION QUASI-CERTAINE (FAIBLE RISQUE β)
- o 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

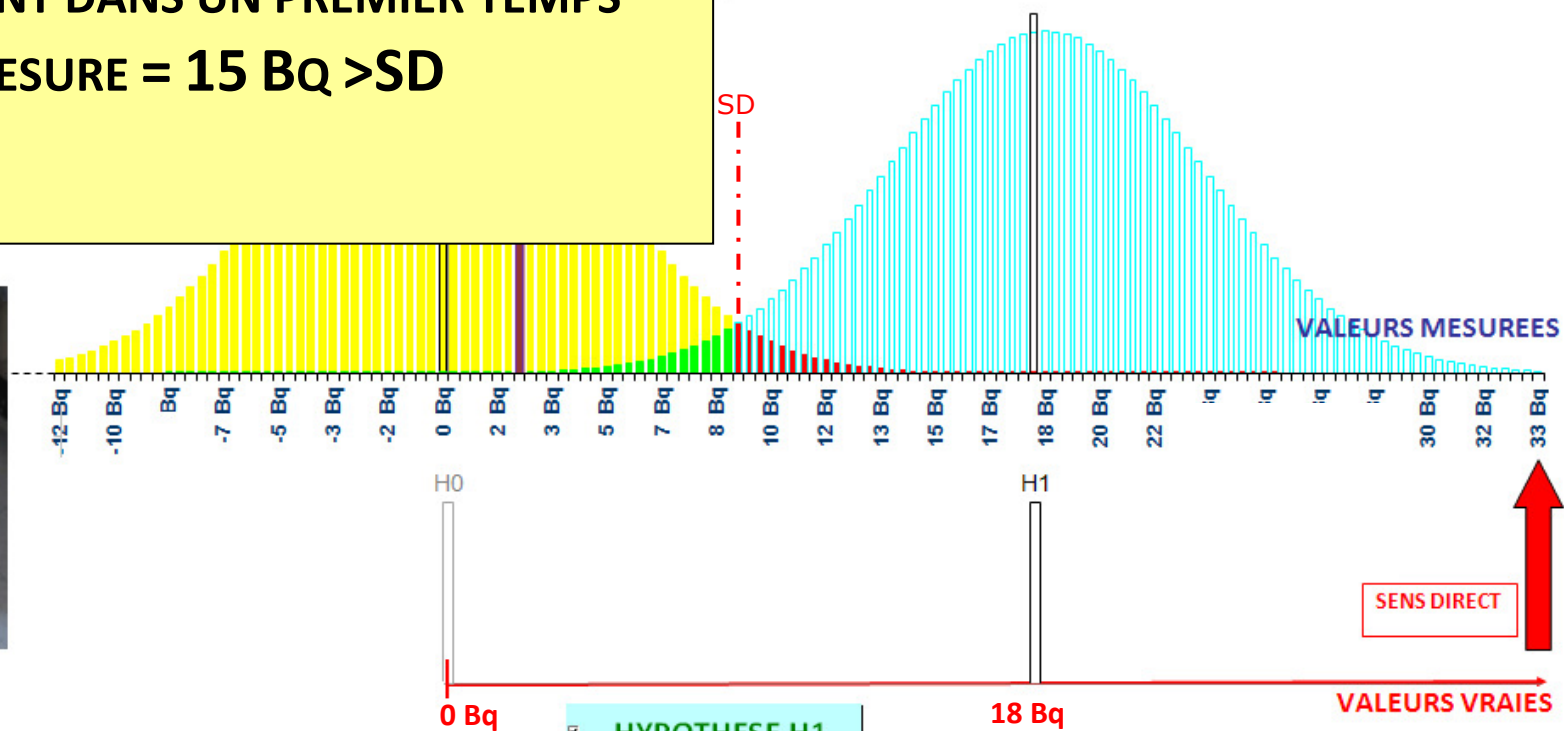
Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$
 $\ast SD = \pm 0,28 Bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

	Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
> SD				
	1044	2 Bq	NON	Non-rejet hypothèse H0 : effet non-détecté
< SD				Rejet hypothèse H1 : < LD

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



HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque α = 2,55% \Rightarrow SD(Bq) = 9,0 Bq

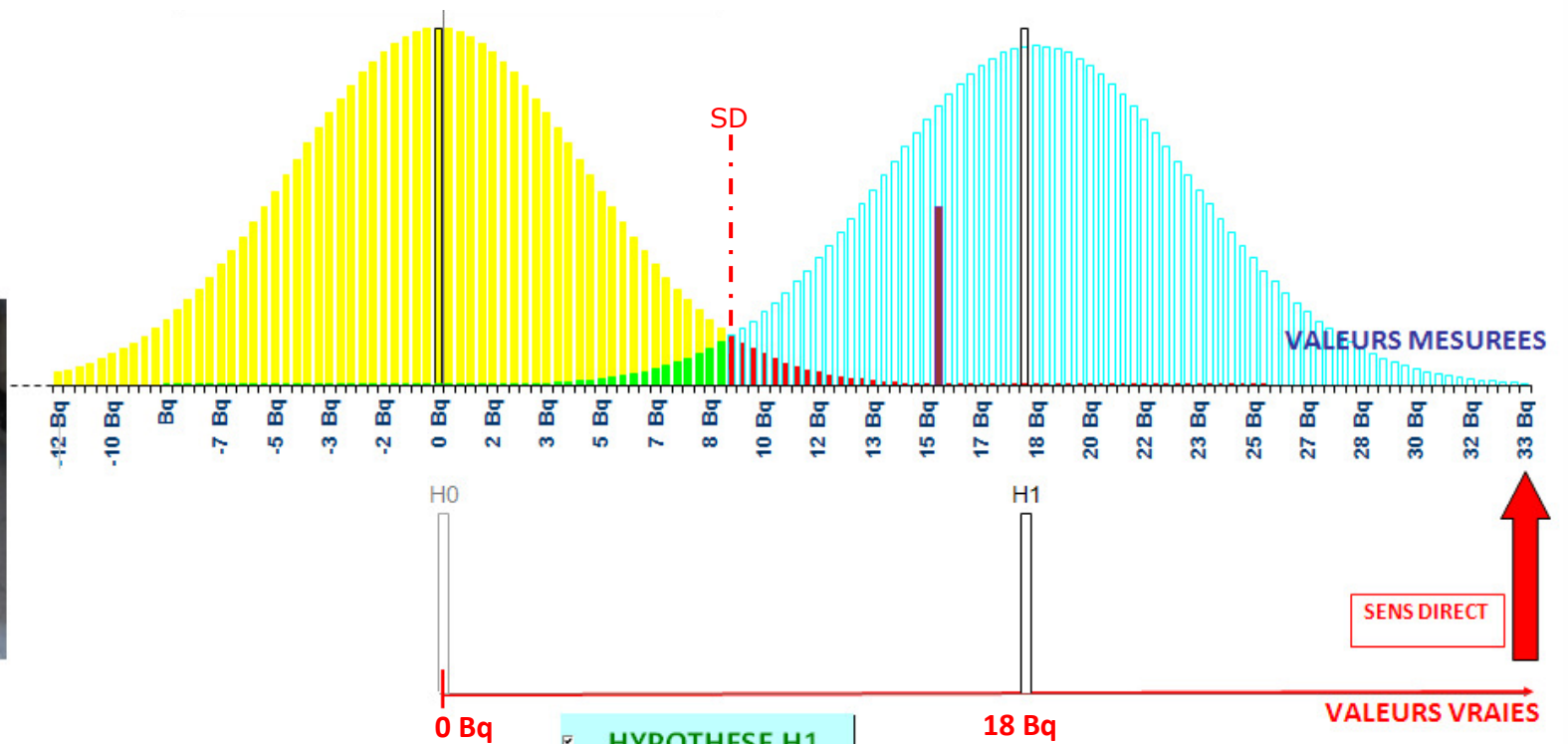
**SD= +/-0,28 bq

Risque β = 2,49% \Rightarrow LD(Bq) = 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	Non-rejet hypothèse H0 : effet non-déecté Rejet hypothèse H1 : < LD

Mc



HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

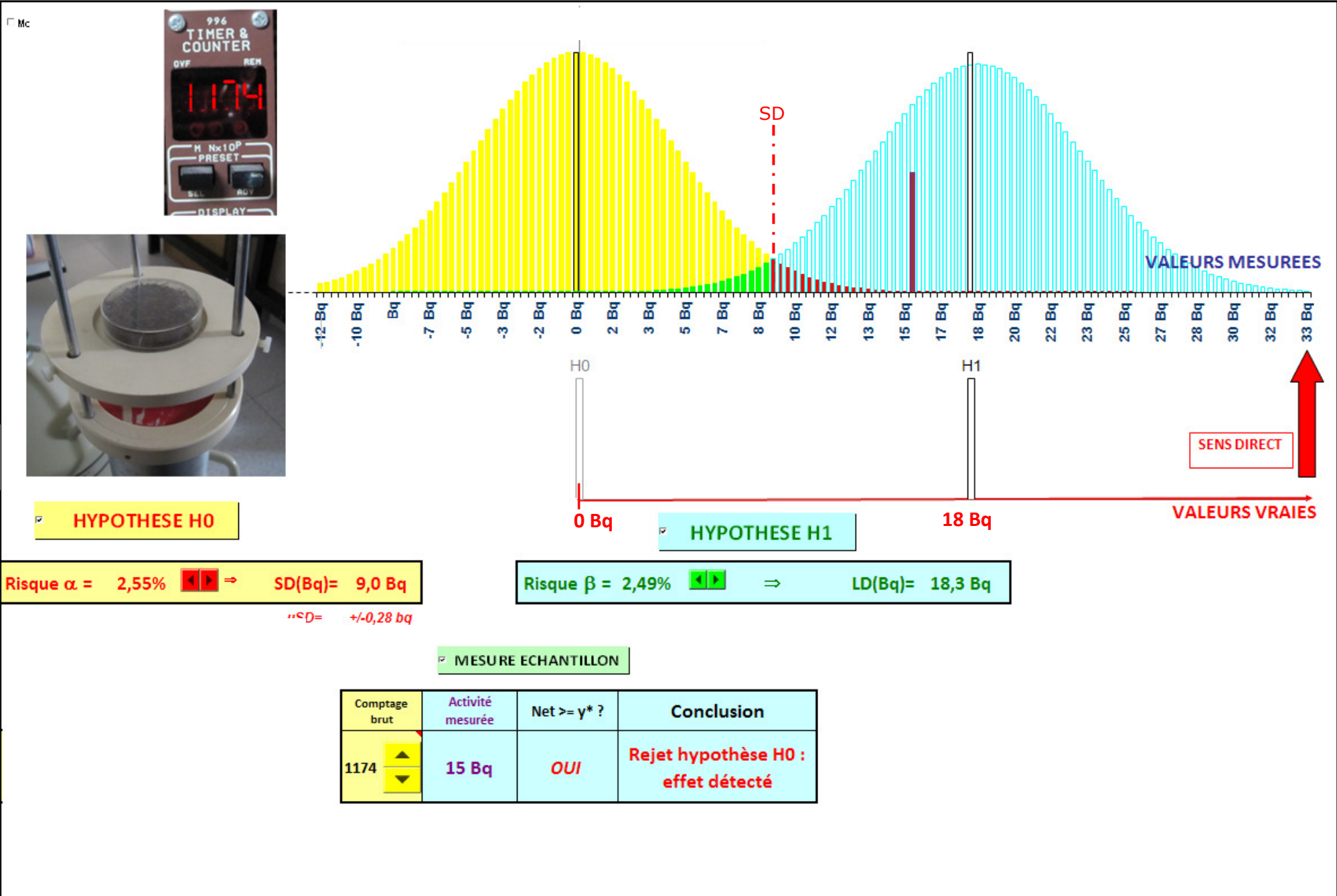
Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow SD(Bq) = 9,0 Bq

*SD = +/-0,28 bq

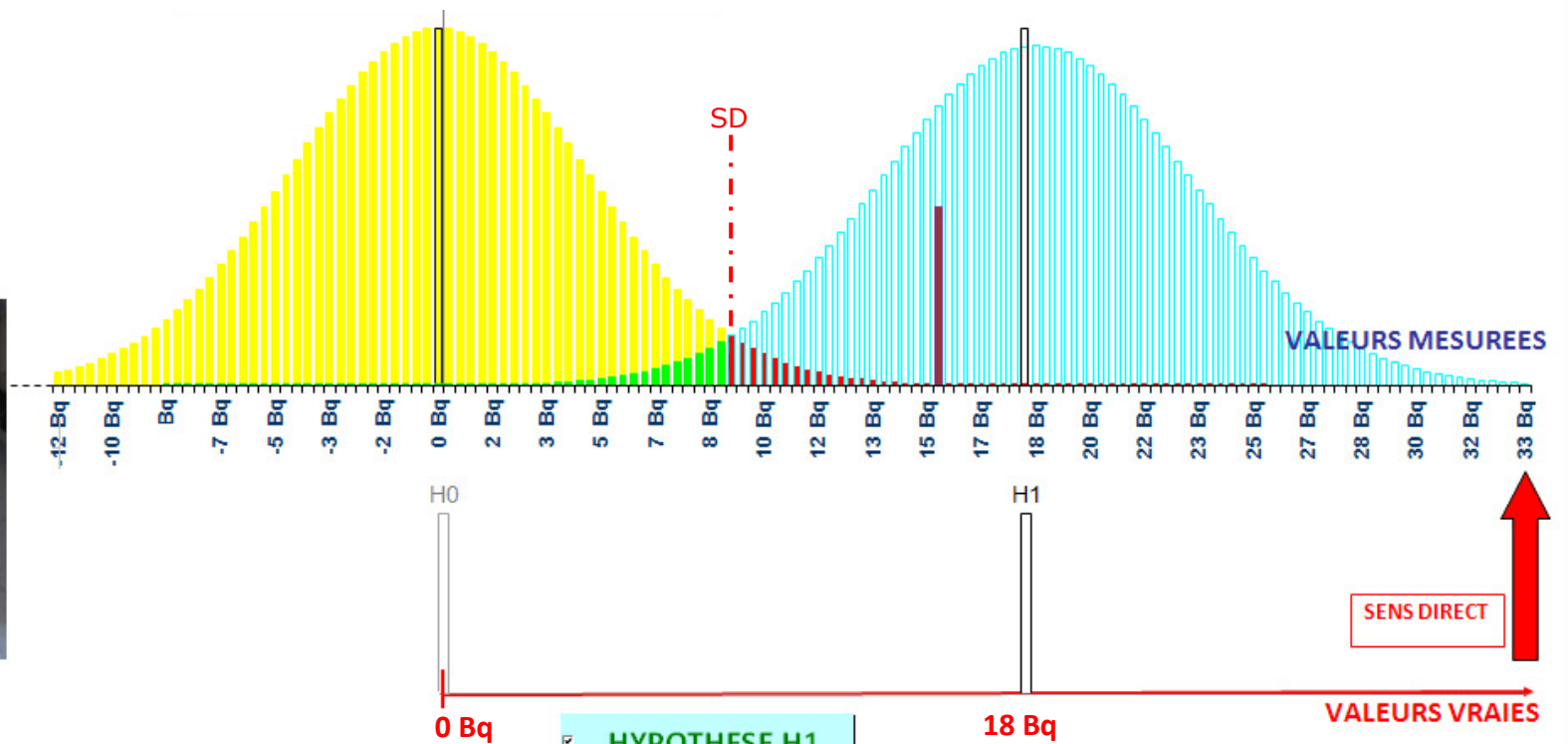
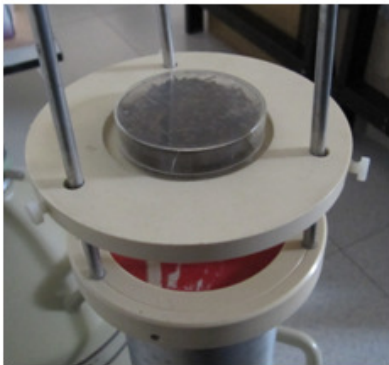
Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow LD(Bq) = 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq \gamma^*$?	Conclusion
1174	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté



Mc


 HYPOTHESE H0

 HYPOTHESE H1

 Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow SD(Bq)= 9,0 Bq

**SD= +/-0,28 bq

 Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow LD(Bq)= 18,3 Bq

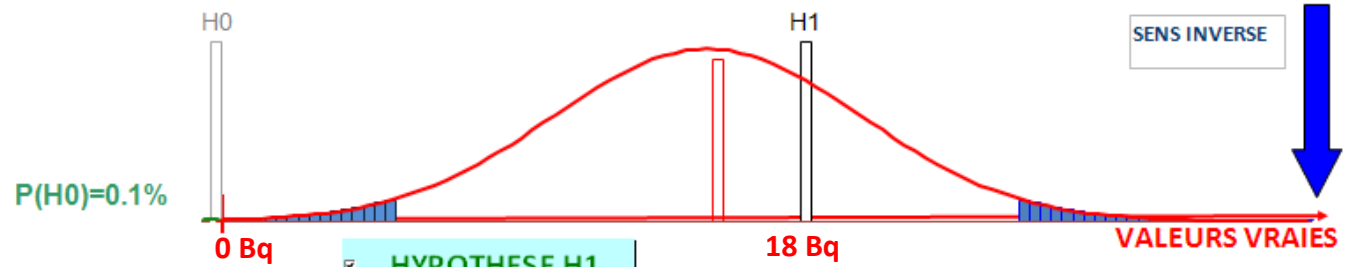
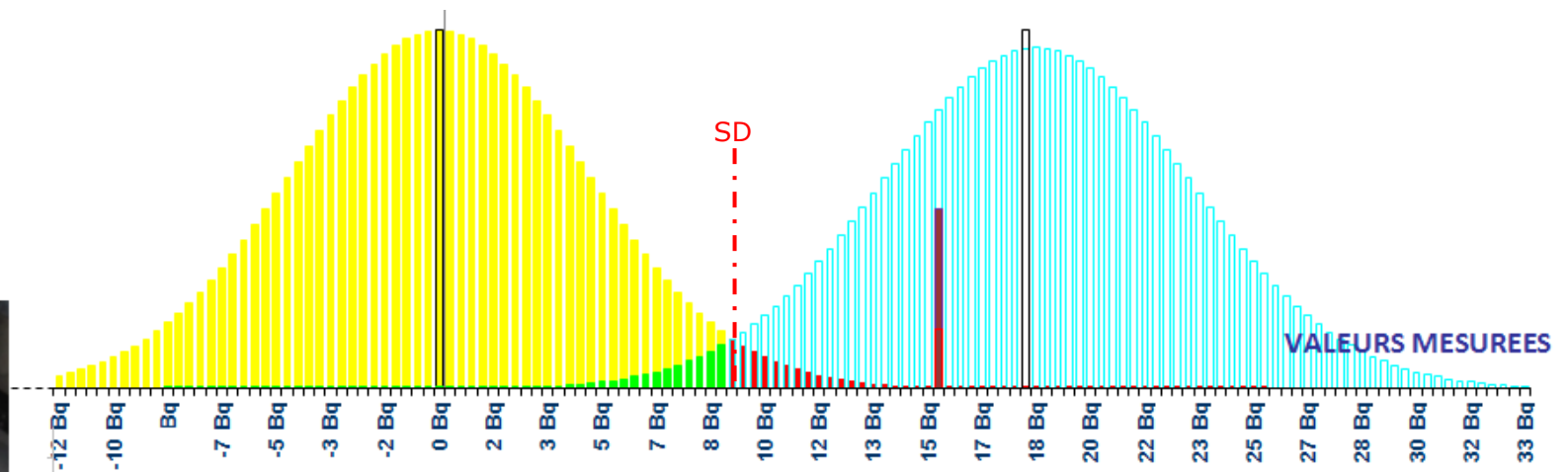
 MESURE ECHANTILLON

 ESTIMATEURS BAYESIENS

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1174 <input type="button" value="▲"/> <input type="button" value="▼"/>	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté



HYPOTHESE H0



Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow SD(Bq)= 9,0 Bq

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

ESTIMATEURS BAYESIENS

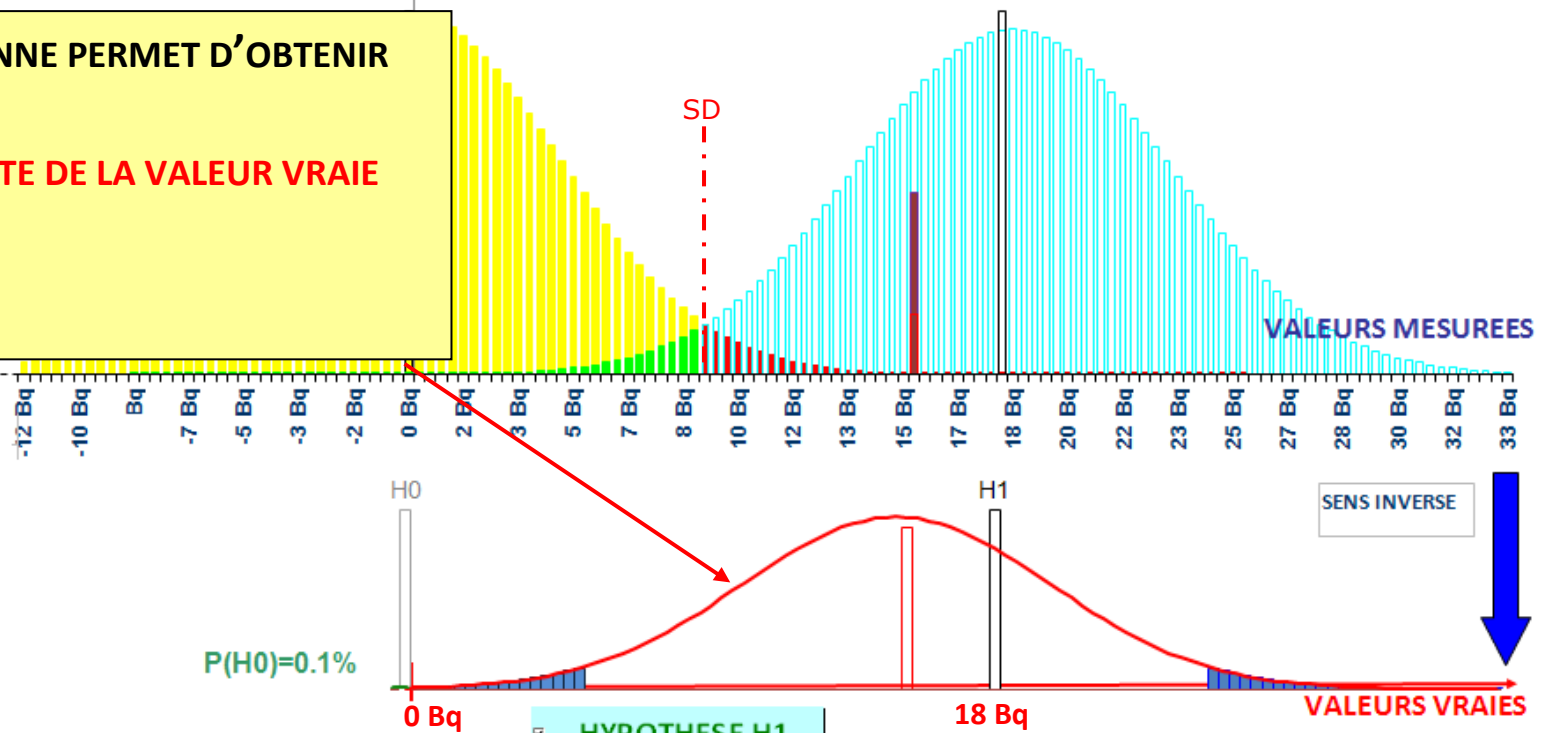
Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1174 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

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

996
TIMER &
COUNTER

L'APPROCHE BAYESIENNE PERMET D'OBTENIR

LA LOI DE PROBABILITE DE LA VALEUR VRAIE



HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow SD(Bq) = 9,0 Bq

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow LD(Bq) = 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

ESTIMATEURS BAYESIENS

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1174	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

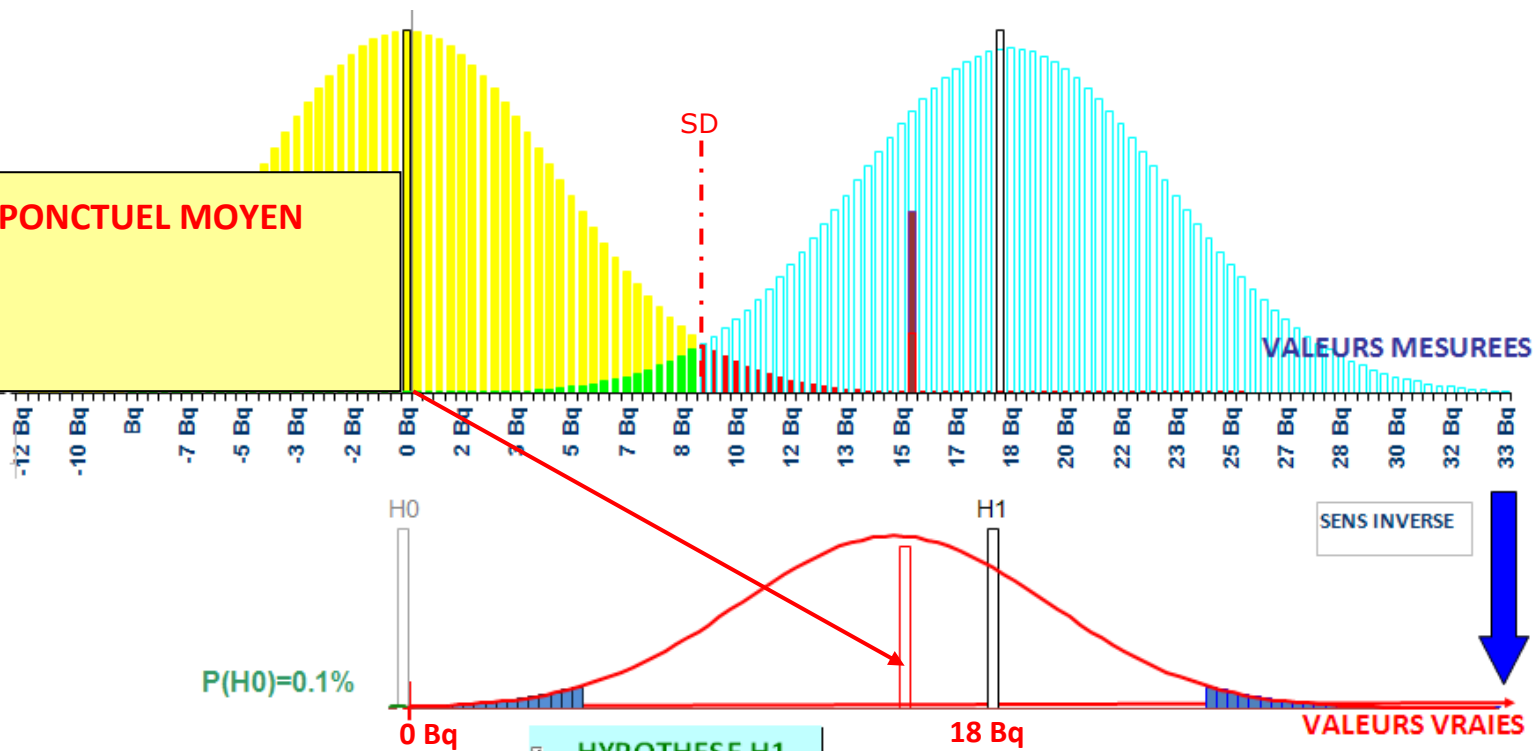
$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{-1}	\hat{y}	y^{+1}	Niveau de confiance
0,1%	5 Bq	6 Bq	15,0 Bq	24 Bq	95,4%



ESTIMATEUR PONCTUEL MOYEN



HYPOTHESE H0



Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow SD(Bq) = 9,0 Bq

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow LD(Bq) = 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

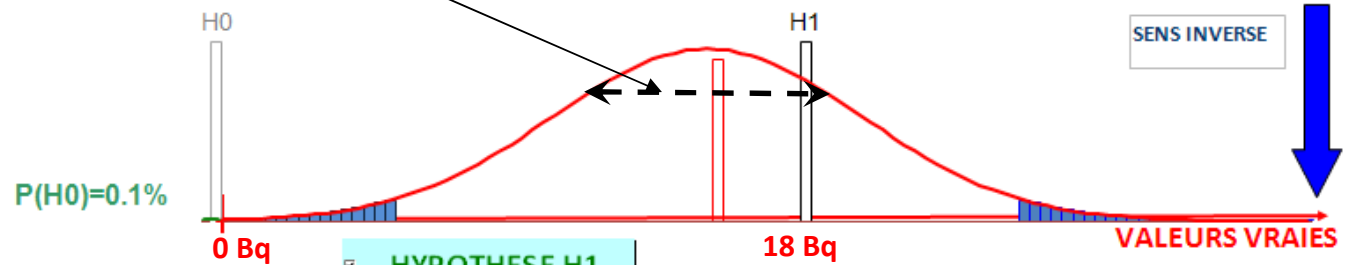
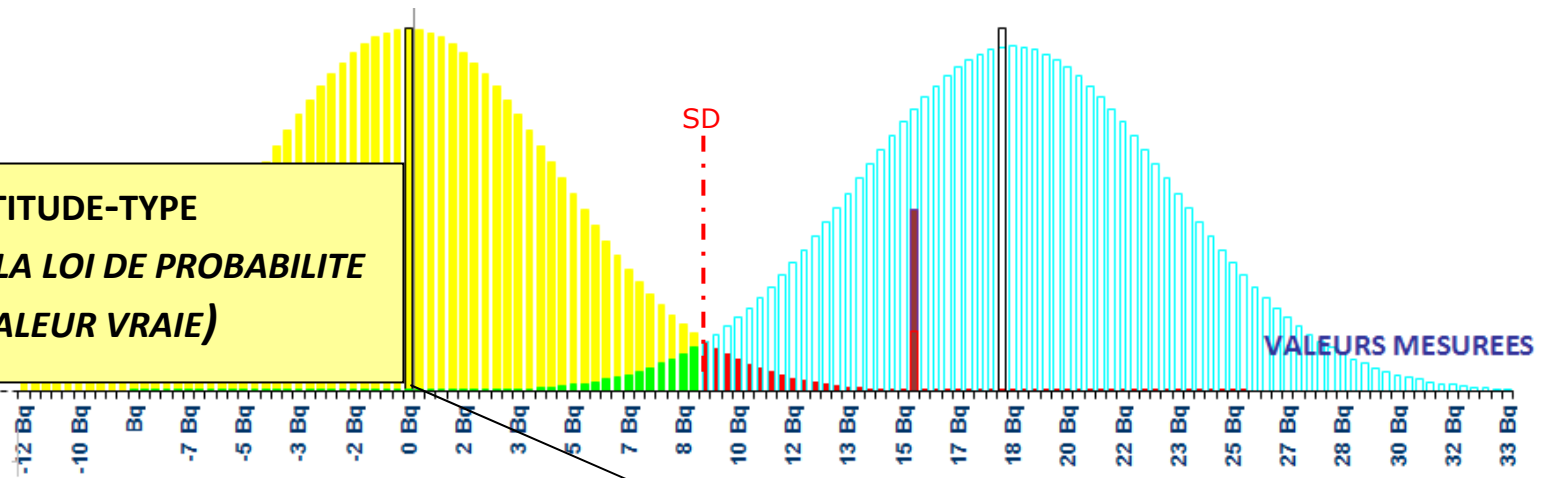
Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1174 <input type="checkbox"/>	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{-1}	\hat{y}	y^{+1}	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% \Rightarrow SD(Bq)= 9,0 Bq

Risque β = 2,49% \Rightarrow LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1174 <input type="button" value="▲"/> <input type="button" value="▼"/>	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

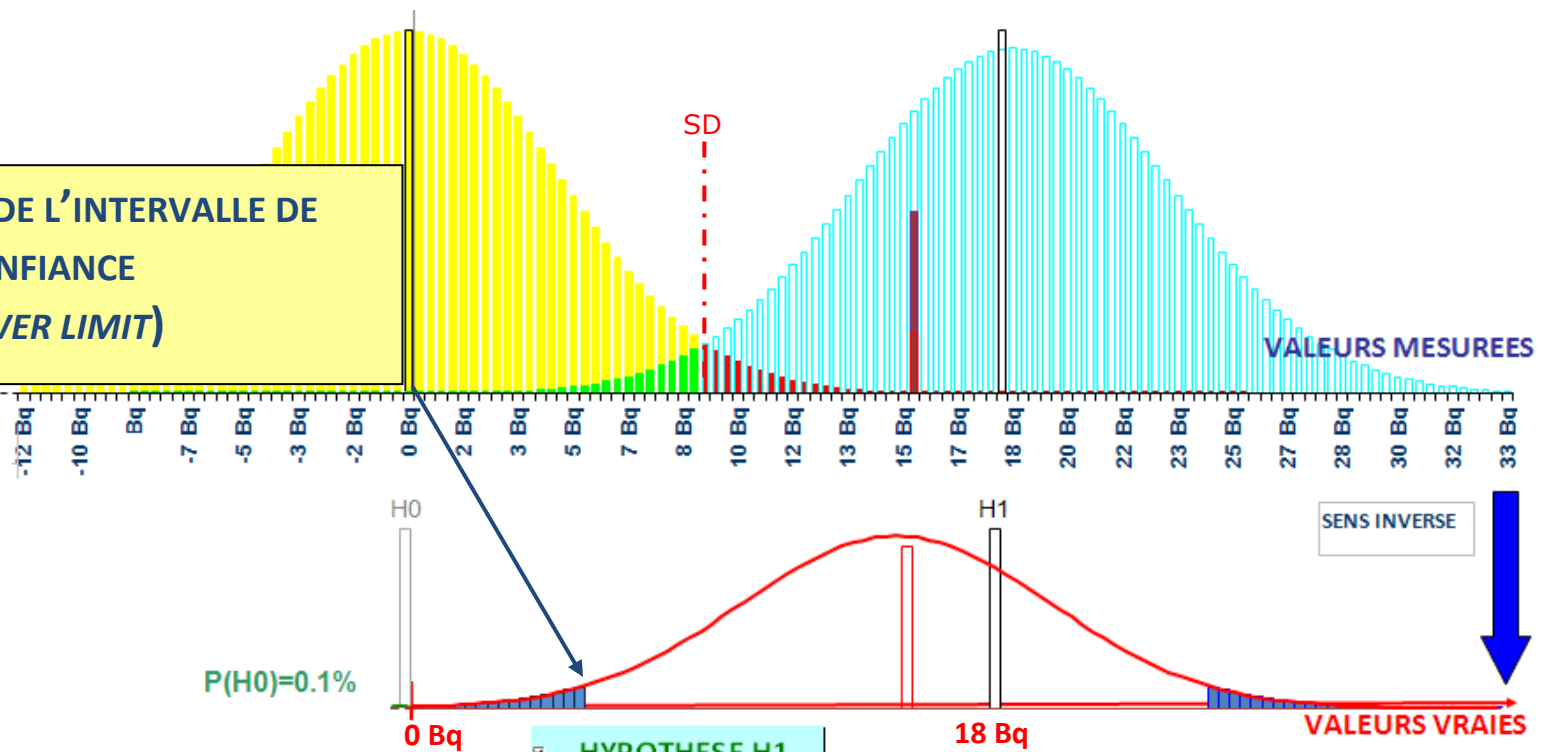
$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{-1}	\hat{y}	y^{+1}	Niveau de confiance
0,1%	5 Bq	6 Bq	15,0 Bq	24 Bq	95,4%



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



HYPOTHESE H0



Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(\text{Bq}) = 9,0 \text{ Bq}$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(\text{Bq}) = 18,3 \text{ Bq}$

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1174	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

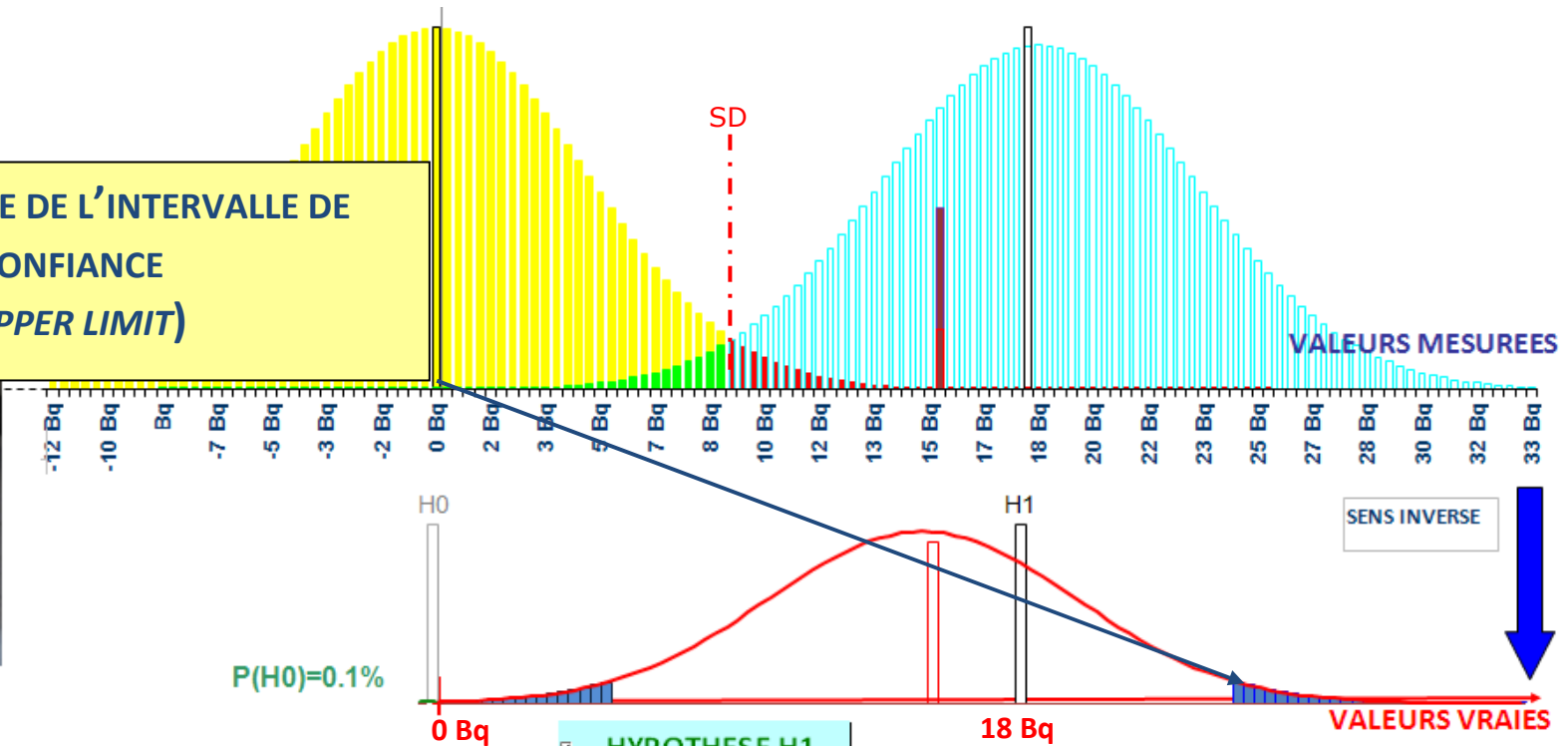
$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{-1}	\hat{y}	y^{+}	Niveau de confiance
0,1%	5 Bq	6 Bq	15,0 Bq	24 Bq	95,4%



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



HYPOTHESE H0



Risque α = 2,55% \Rightarrow SD(Bq)= 9,0 Bq

Risque β = 2,49% \Rightarrow LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

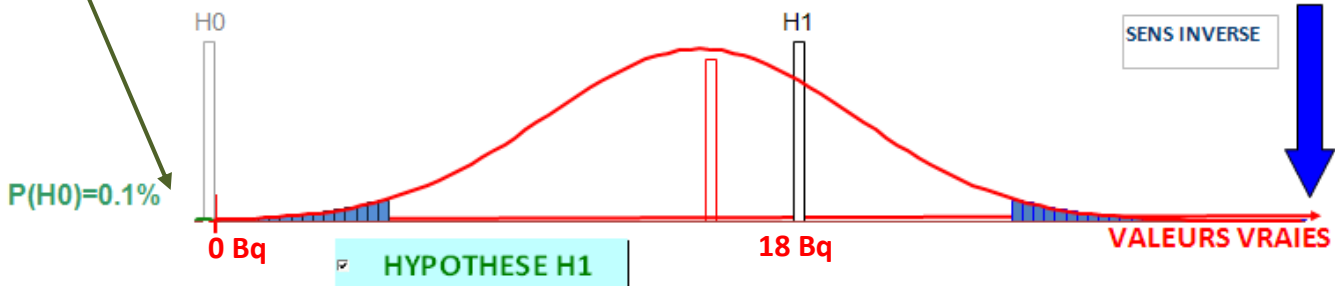
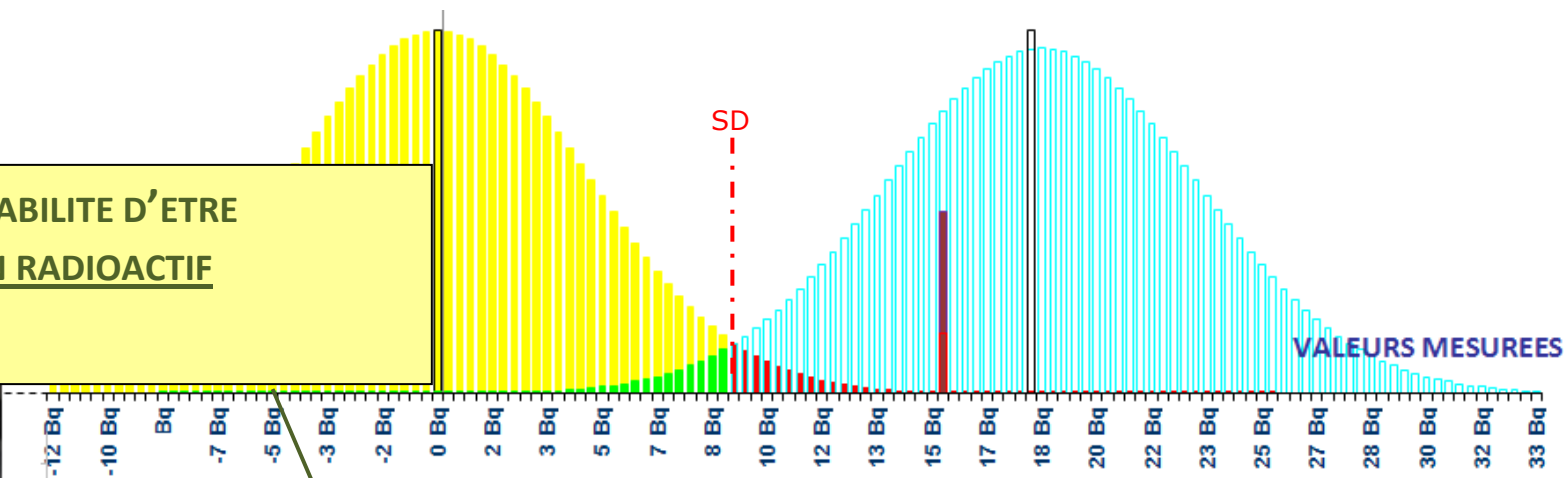
ESTIMATEURS BAYESIENS

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1174	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{-1}	\hat{y}	y^{D+}	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% \Rightarrow SD(Bq)= 9,0 Bq

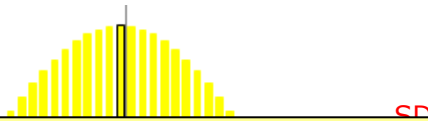
Risque β = 2,49% \Rightarrow LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

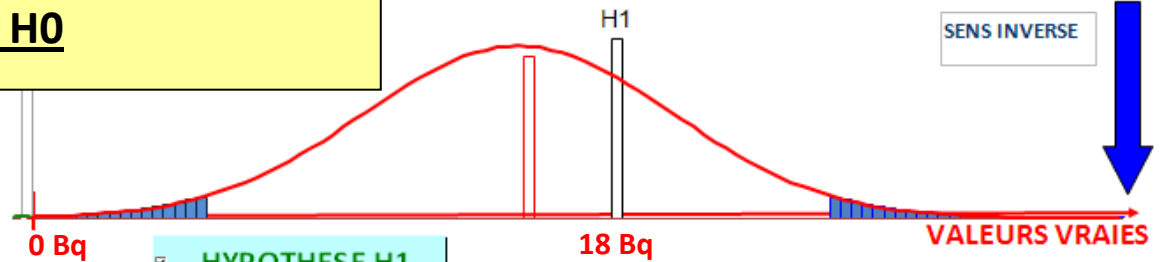
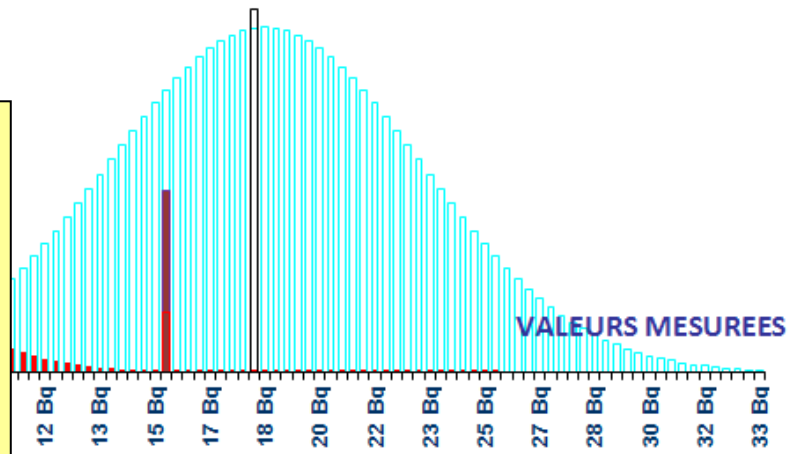
ESTIMATEURS BAYESIENS

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1174 <input type="button" value="▲"/> <input type="button" value="▼"/>	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{-1}	\hat{y}	y^{+1}	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 $\alpha = 2,55\%$ ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq

Risque $\beta = 2,49\%$ ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

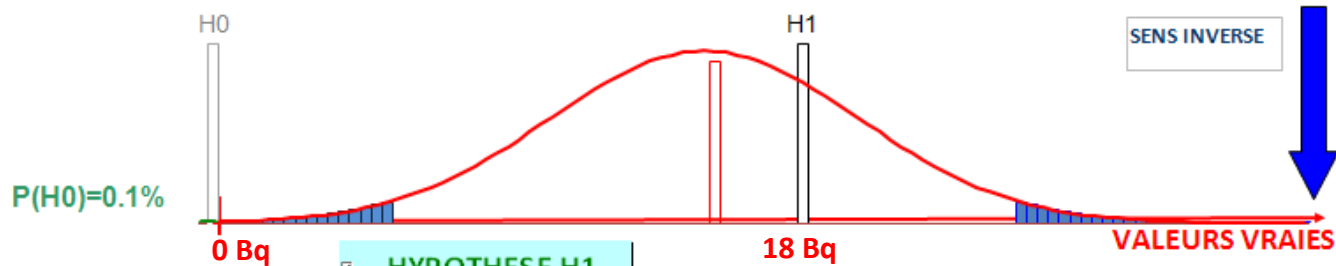
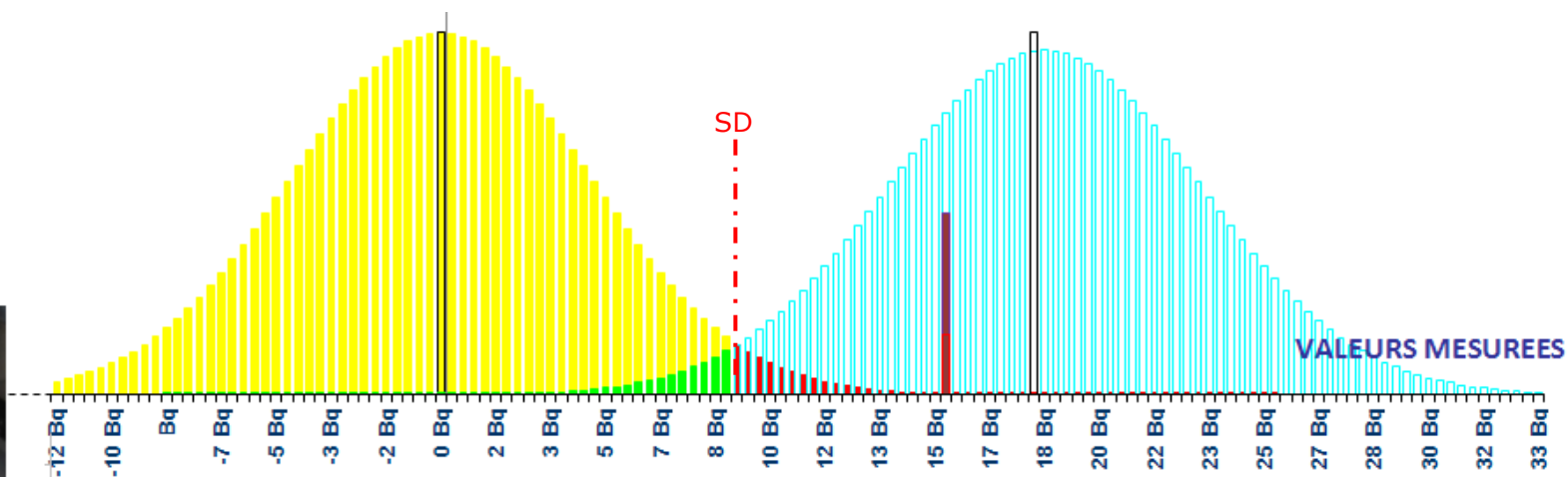
ESTIMATEURS BAYESIENS

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1174	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{-1}	\hat{y}	y^{+2}	Niveau de confiance
0,1%	5 Bq	6 Bq	15,0 Bq	24 Bq	95,4%



HYPOTHESE H0



Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(\text{Bq}) = 9,0 \text{ Bq}$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(\text{Bq}) = 18,3 \text{ Bq}$

MESURE ECHANTILLON

ESTIMATEURS BAYESIENS

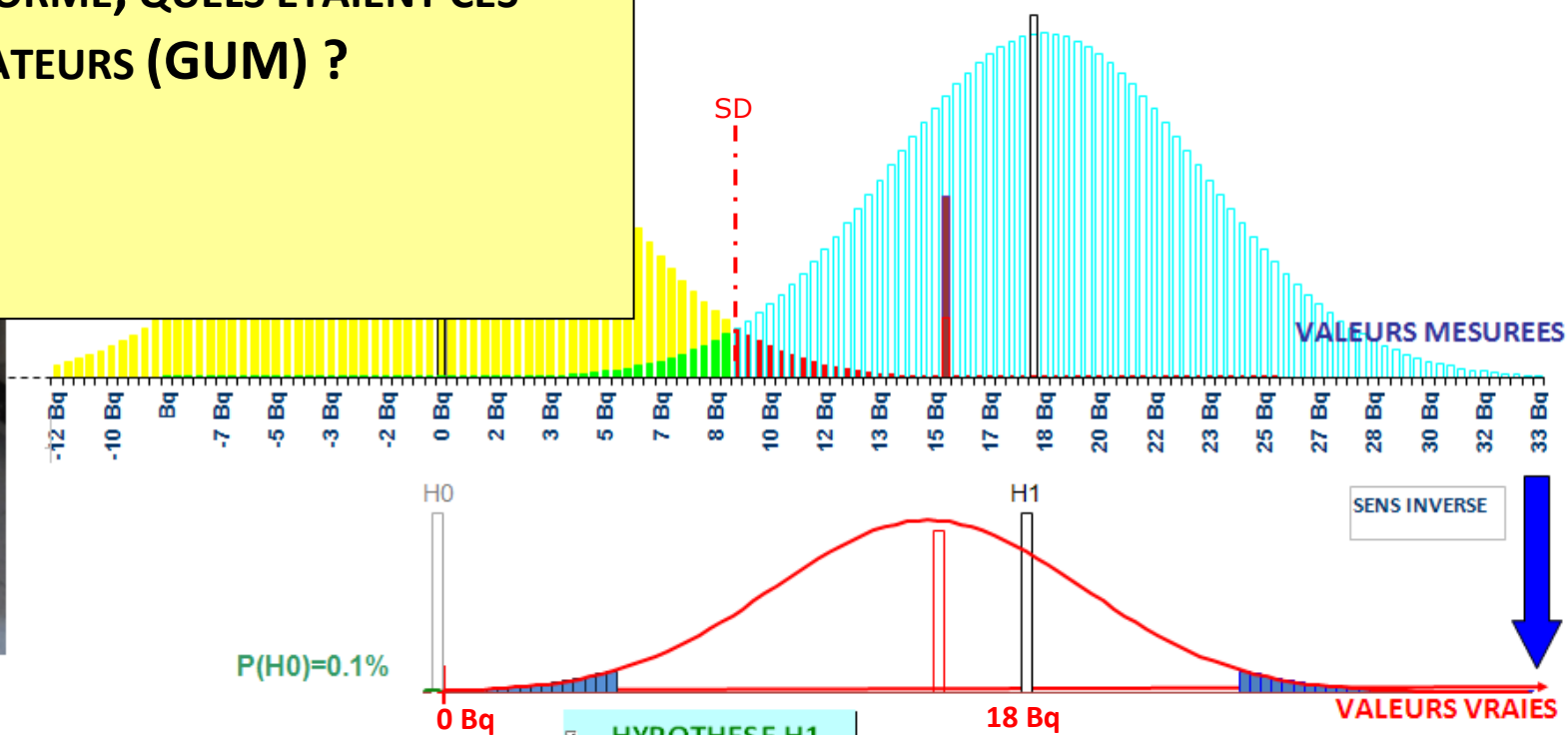
Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1174 <input type="checkbox"/>	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{-1}	\hat{y}	y^{+1}	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 $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$

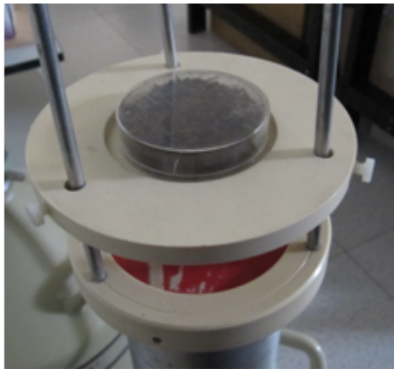
Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

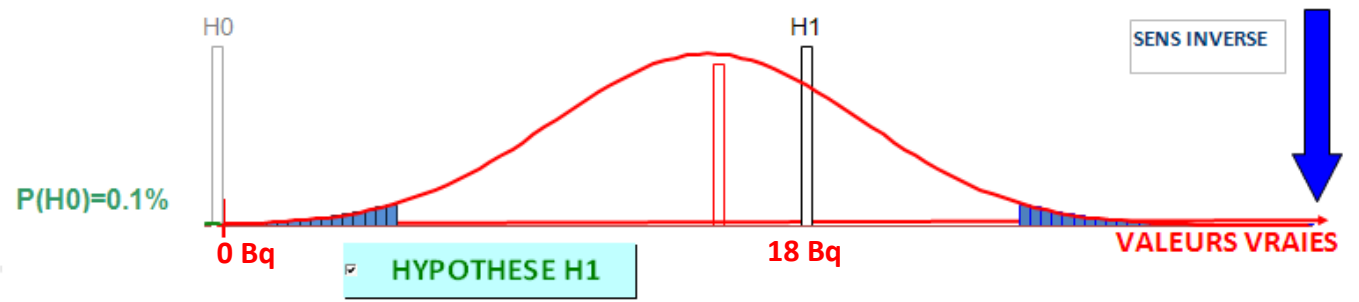
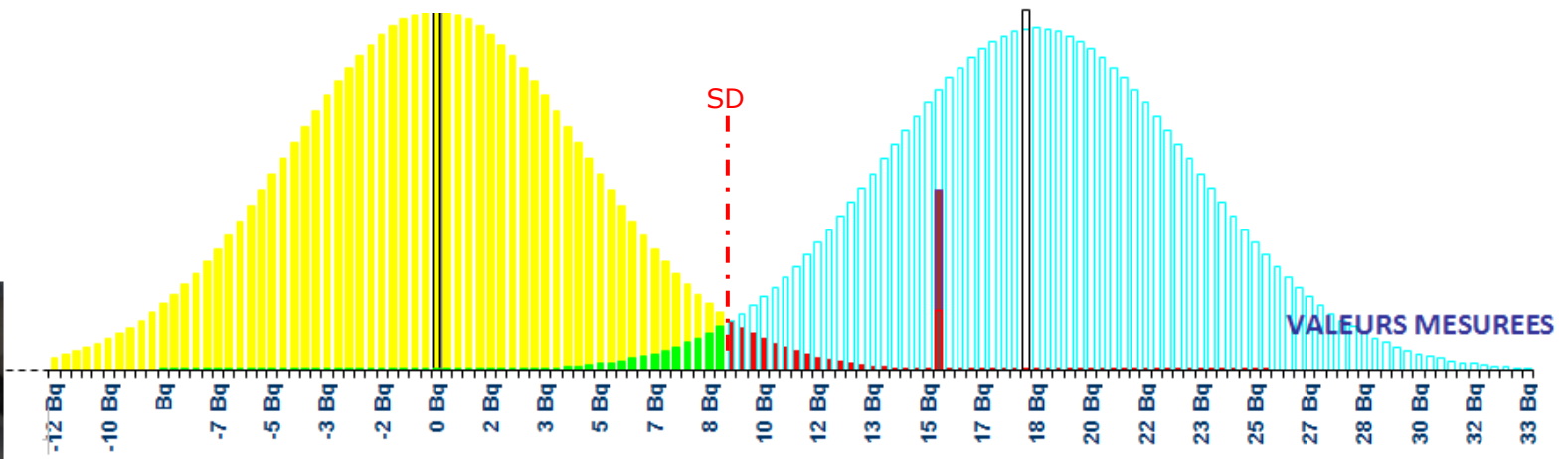
ESTIMATEURS BAYESIENS

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1174	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

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



HYPOTHESE H0



Risque α = 2,55% \Rightarrow SD(Bq)= 9,0 Bq

Risque β = 2,49% \Rightarrow LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

ESTIMATEURS BAYESIENS

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1174	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

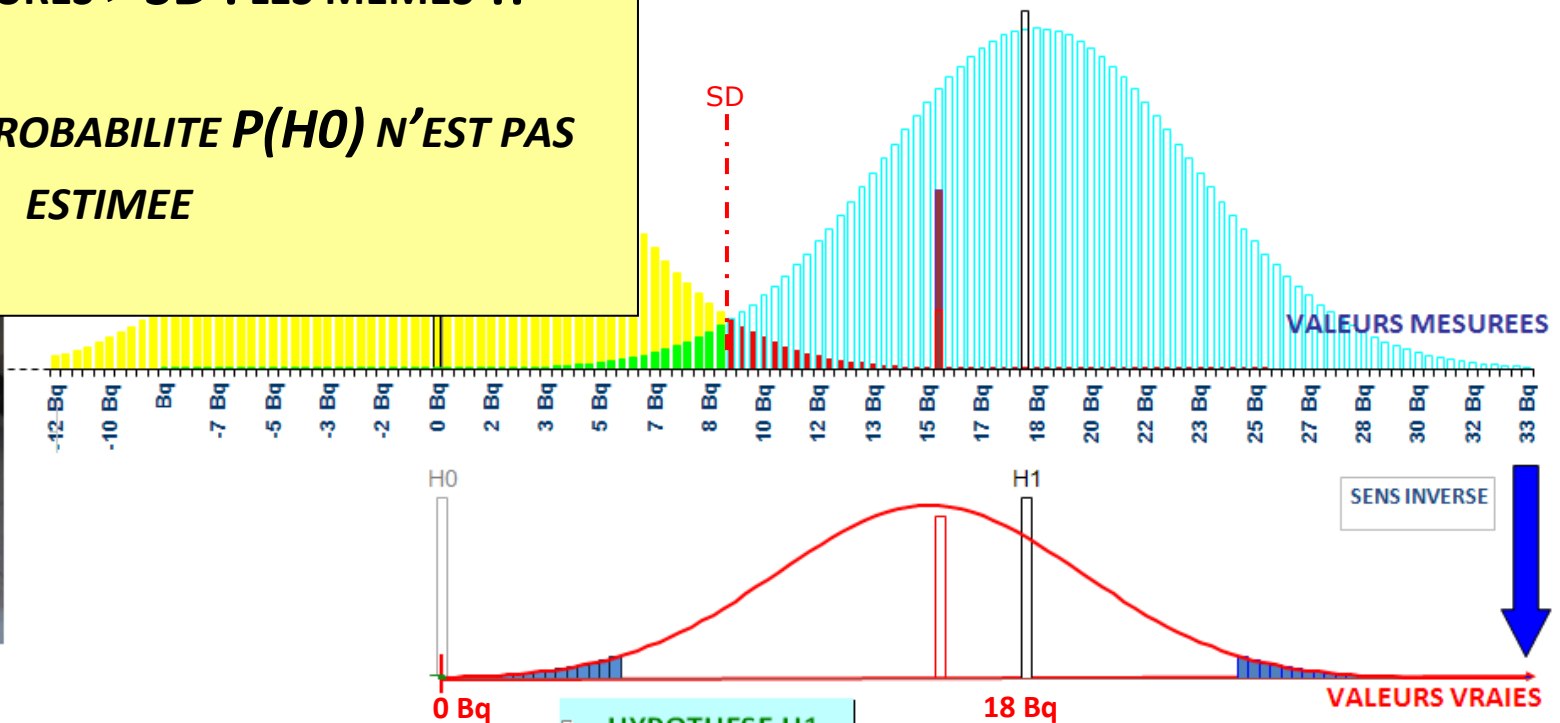
$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{-1}	\hat{y}	y^{+2}	Niveau de confiance
0,1%	5 Bq	6 Bq	15,0 Bq	24 Bq	95,4%

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 $P(H_0)$ N'EST PAS ESTIMEE



HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$
 $uSD = +/-0,28 bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

ESTIMATEURS BAYESIENS

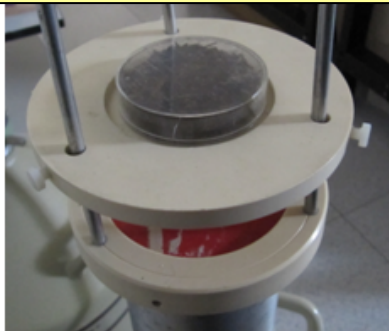
Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1174	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

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

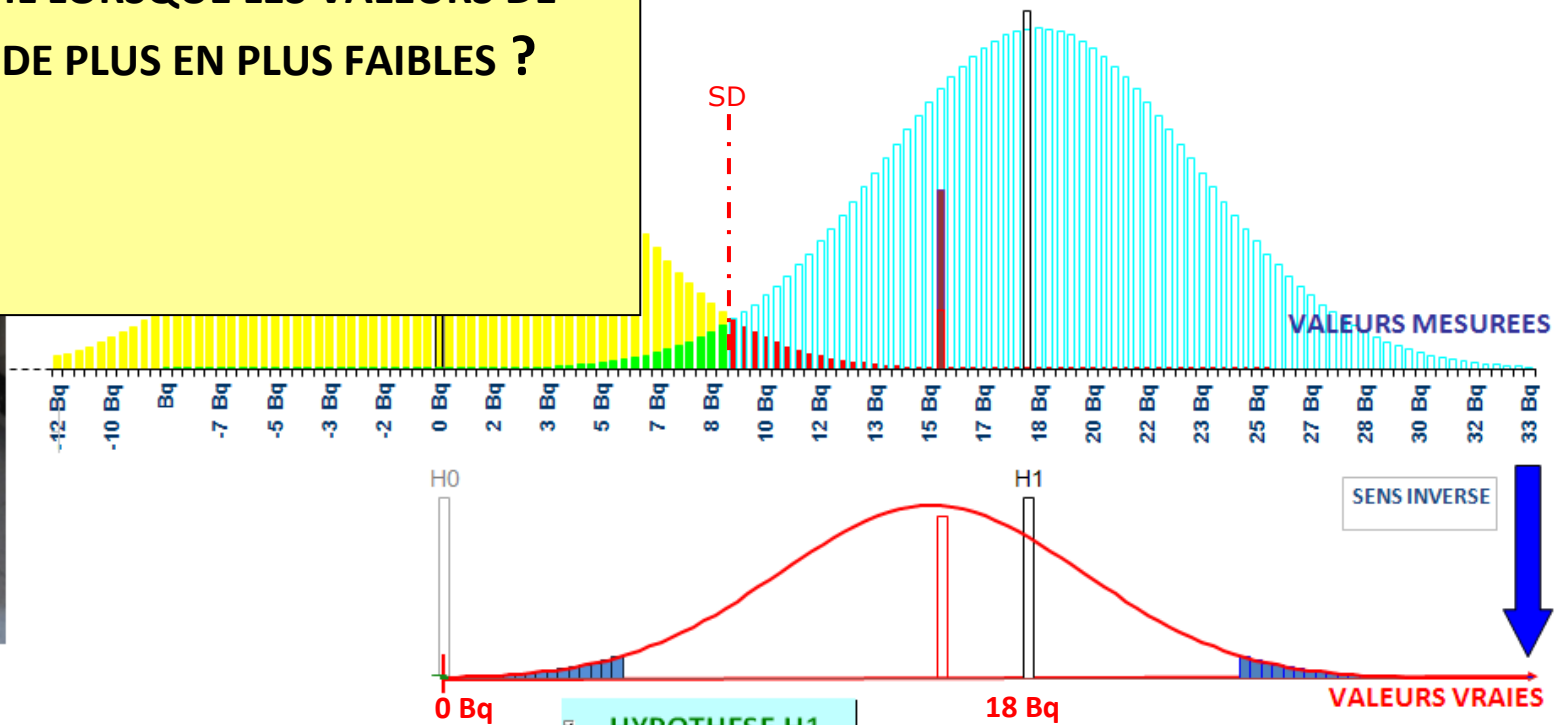
Incertitudes GUM

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 $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$

$uSD = +/-0,28 Bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

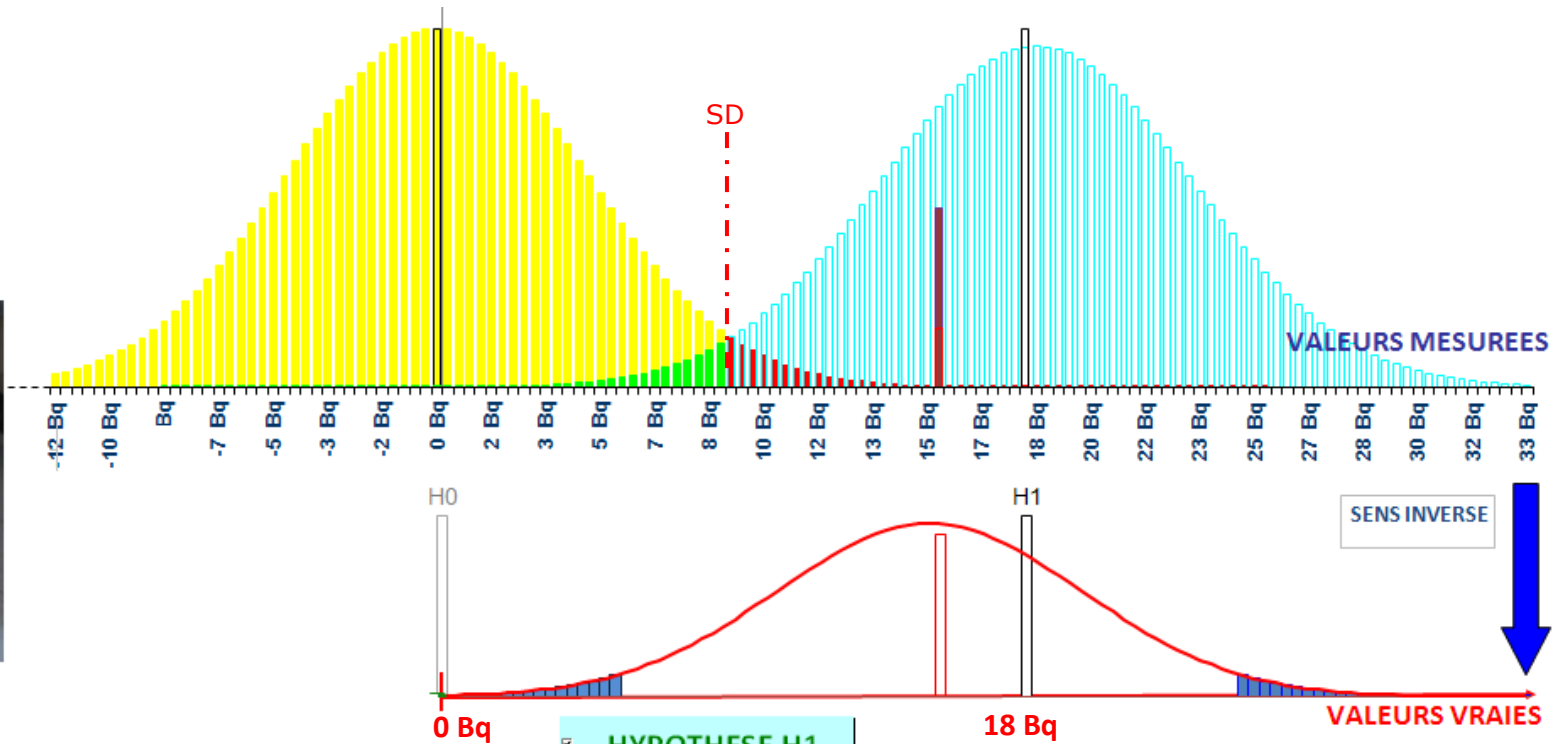
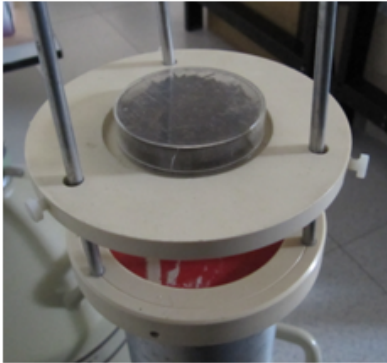
Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1174	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{\leftarrow}	\hat{y}	y^{\rightarrow}	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 $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$
 $uSD = +/-0,28 bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

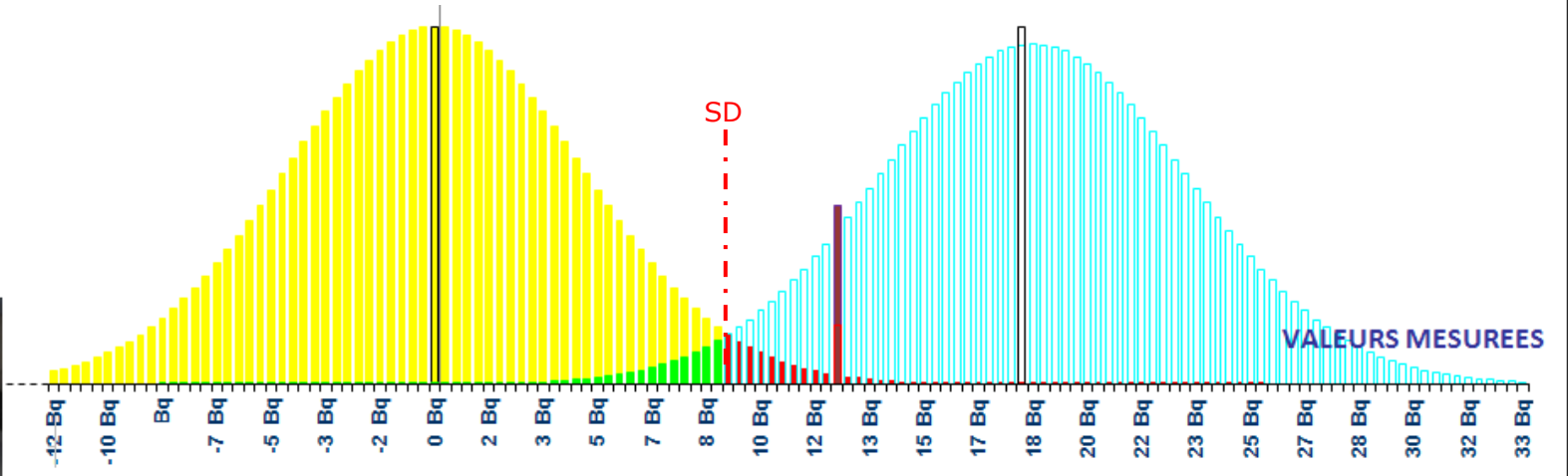
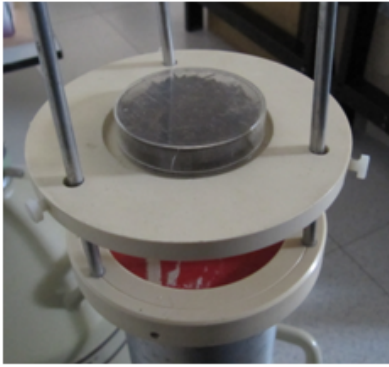
ESTIMATEURS BAYESIENS

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1174	15 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{\leftarrow}	\hat{y}	y^{\rightarrow}	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 $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$
 $uSD = +/-0,28 bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

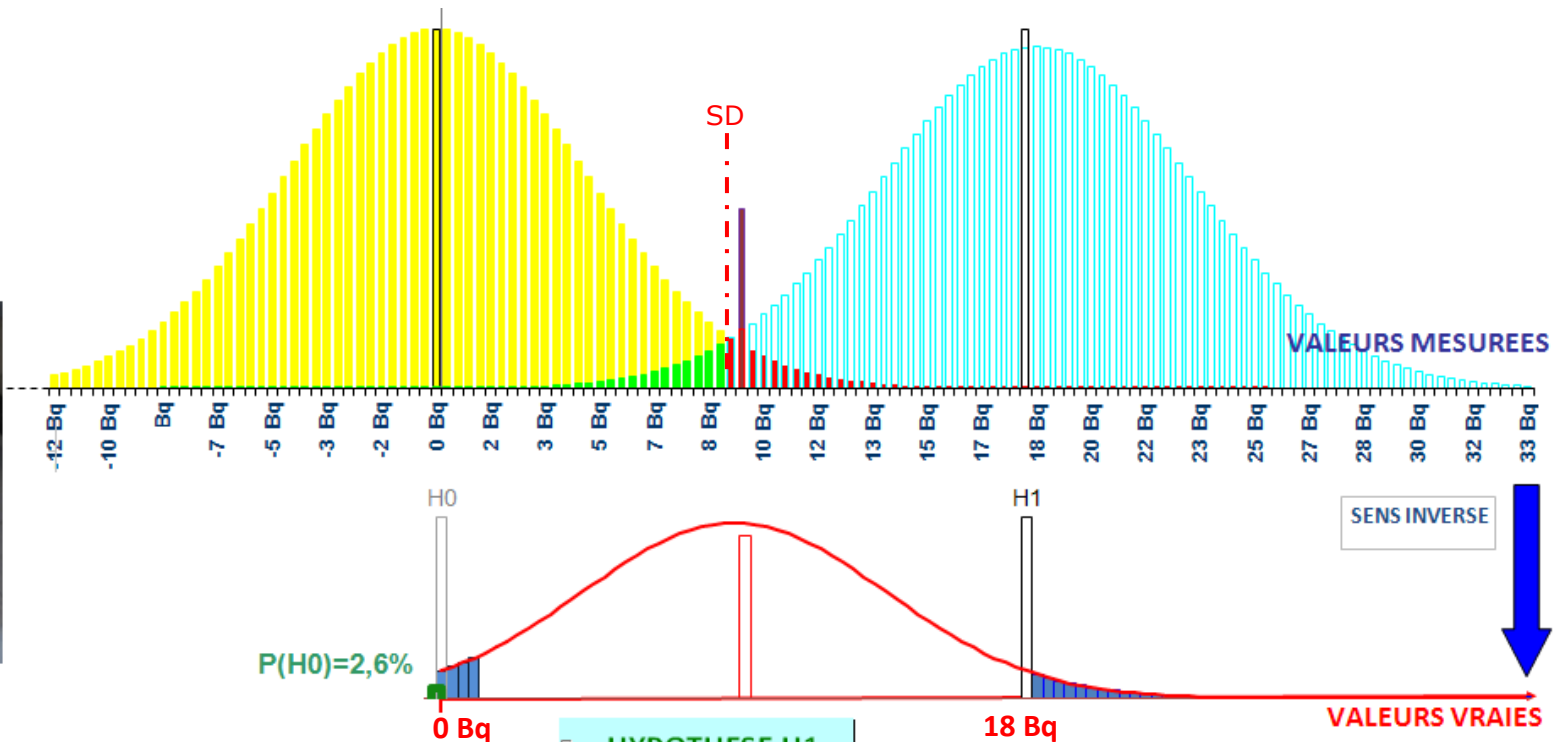
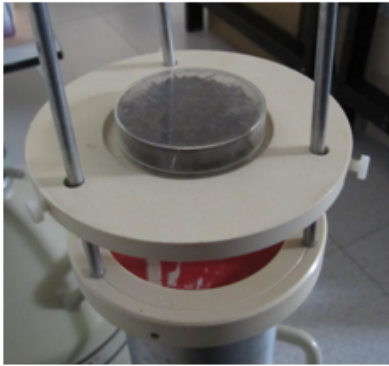
ESTIMATEURS BAYESIENS

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1144	12 Bq	OUI	Rejet hypothèse H0 : effet détecté

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{\leftarrow}	\hat{y}	y^{\rightarrow}	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 $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$
 $uSD = +/-0,28 bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

ESTIMATEURS BAYESIENS

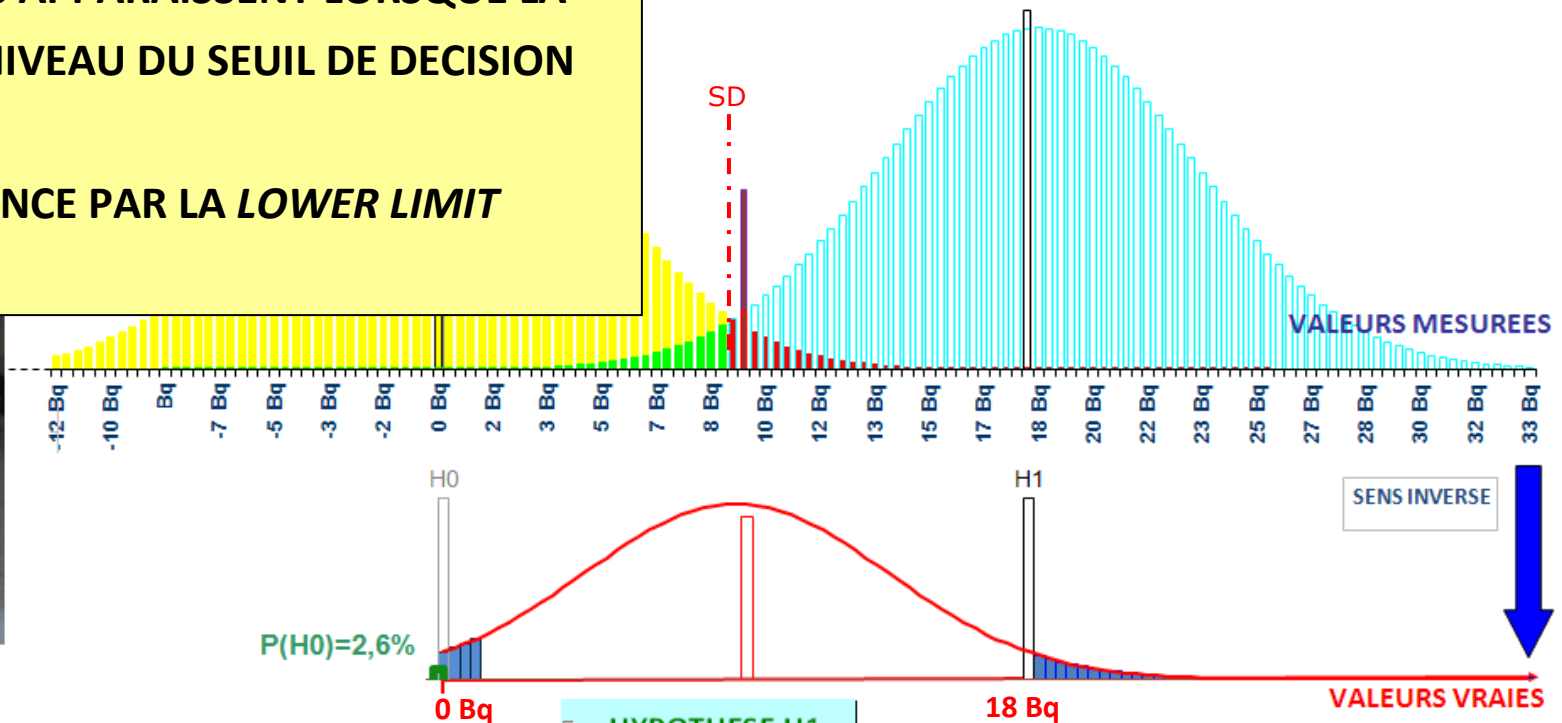
Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1114	9 Bq	Incertain	relancer comptage

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{\leftarrow}	\hat{y}	y^{\rightarrow}	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 $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$
 $uSD = +/-0,28 bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

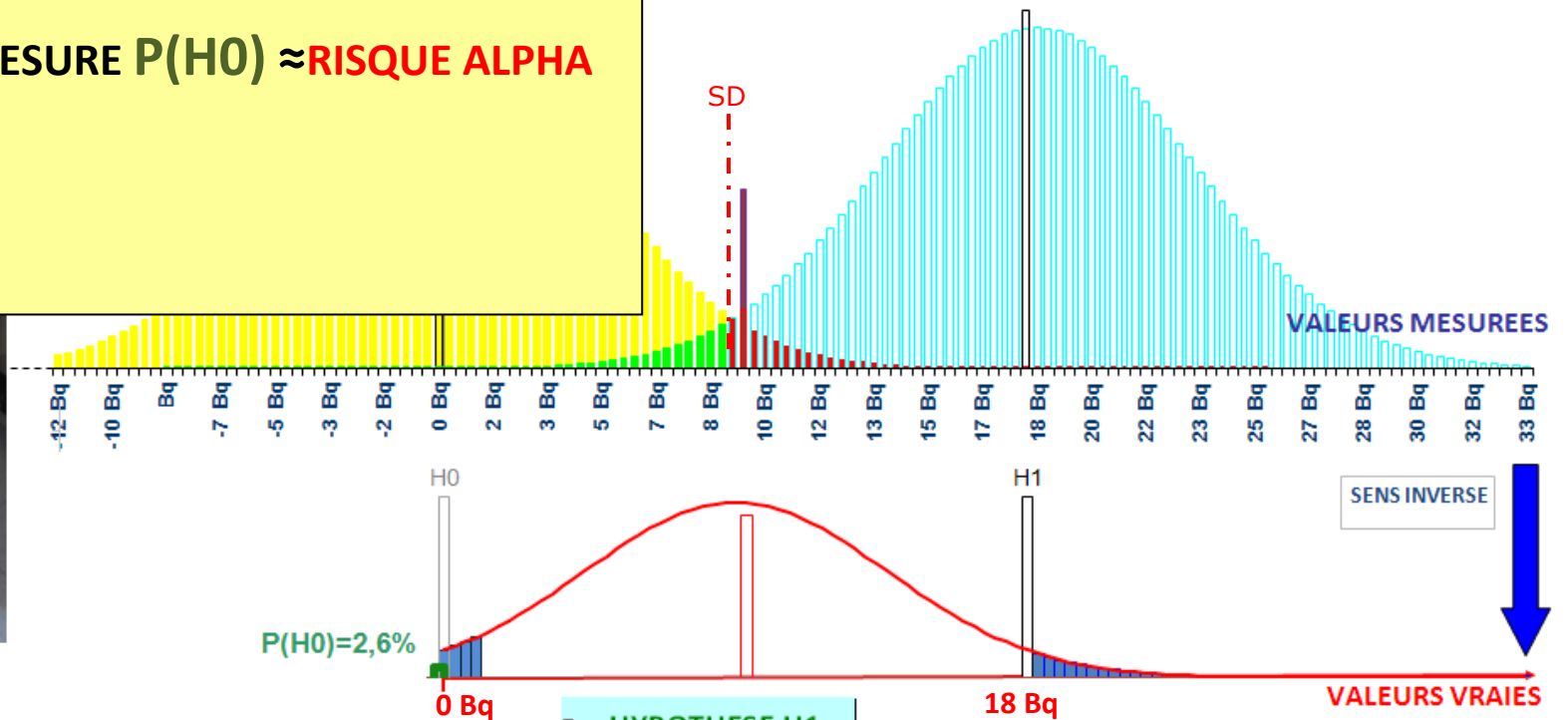
ESTIMATEURS BAYESIENS

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1114	9 Bq	Incertain	relancer comptage

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{\leftarrow}	\hat{y}	y^{\rightarrow}	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 $P(H_0) \approx$ RISQUE ALPHA



HYPOTHESE H0

Risque $\alpha = 2,55\%$



\Rightarrow SD(Bq)= 9,0 Bq

$uSD = \pm 0,28$ bq

HYPOTHESE H1

Risque $\beta = 2,49\%$



\Rightarrow LD(Bq)= 18,3 Bq

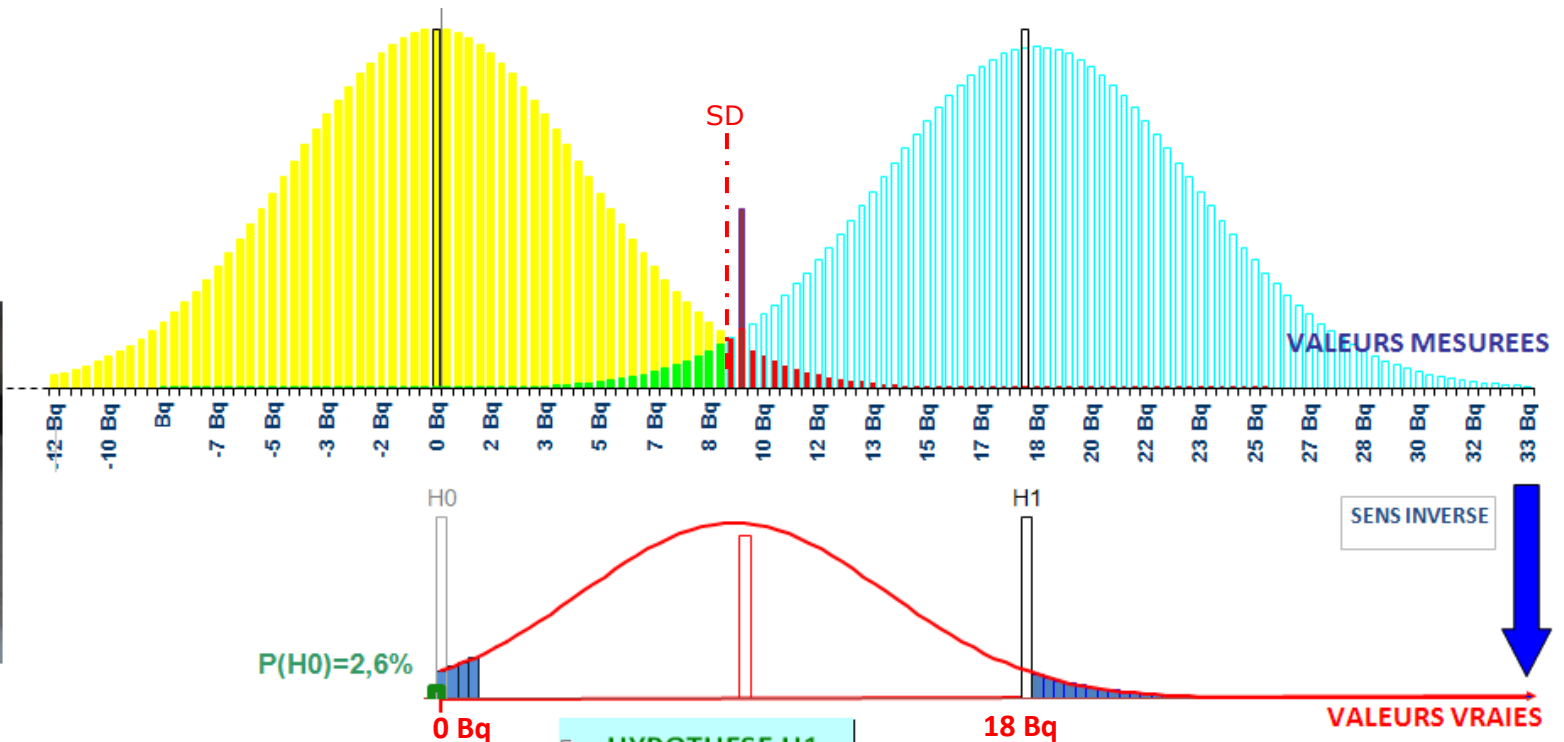
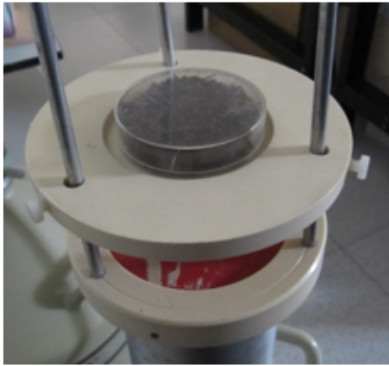
MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1114	9 Bq	Incertain	relancer comptage

ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{\leftarrow}	\hat{y}	y^{\rightarrow}	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 $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$
 $uSD = +/-0,28 bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

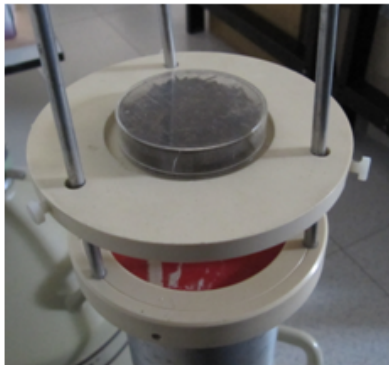
MESURE ECHANTILLON

ESTIMATEURS BAYESIENS

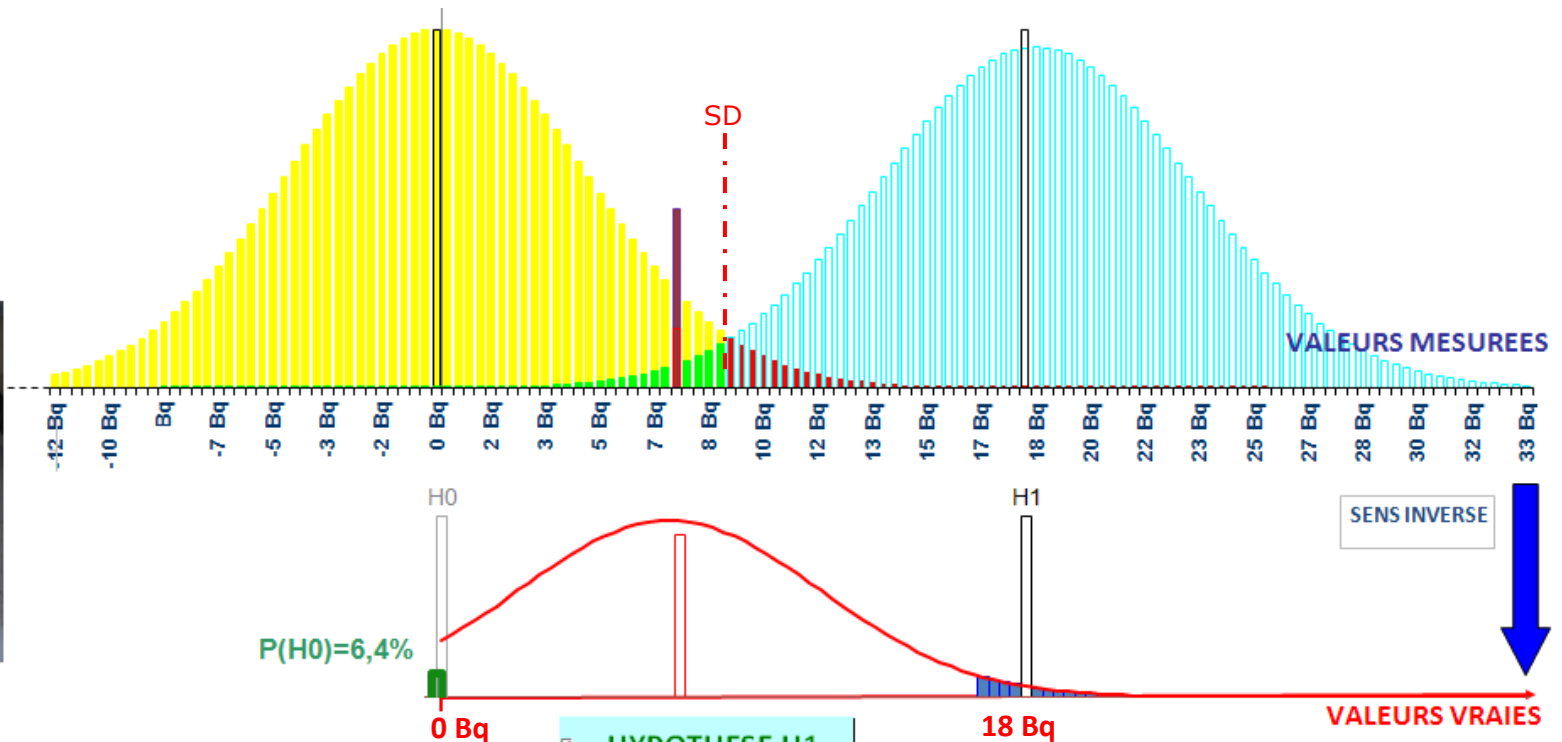
Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1114	9 Bq	Incertain	relancer comptage

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{\leftarrow}	\hat{y}	y^{\rightarrow}	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



Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$
 $uSD = +/-0,28 bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1094 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	7 Bq	NON	Rejet hypothèse H1 : effet non-déecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

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

Incertitudes GUM

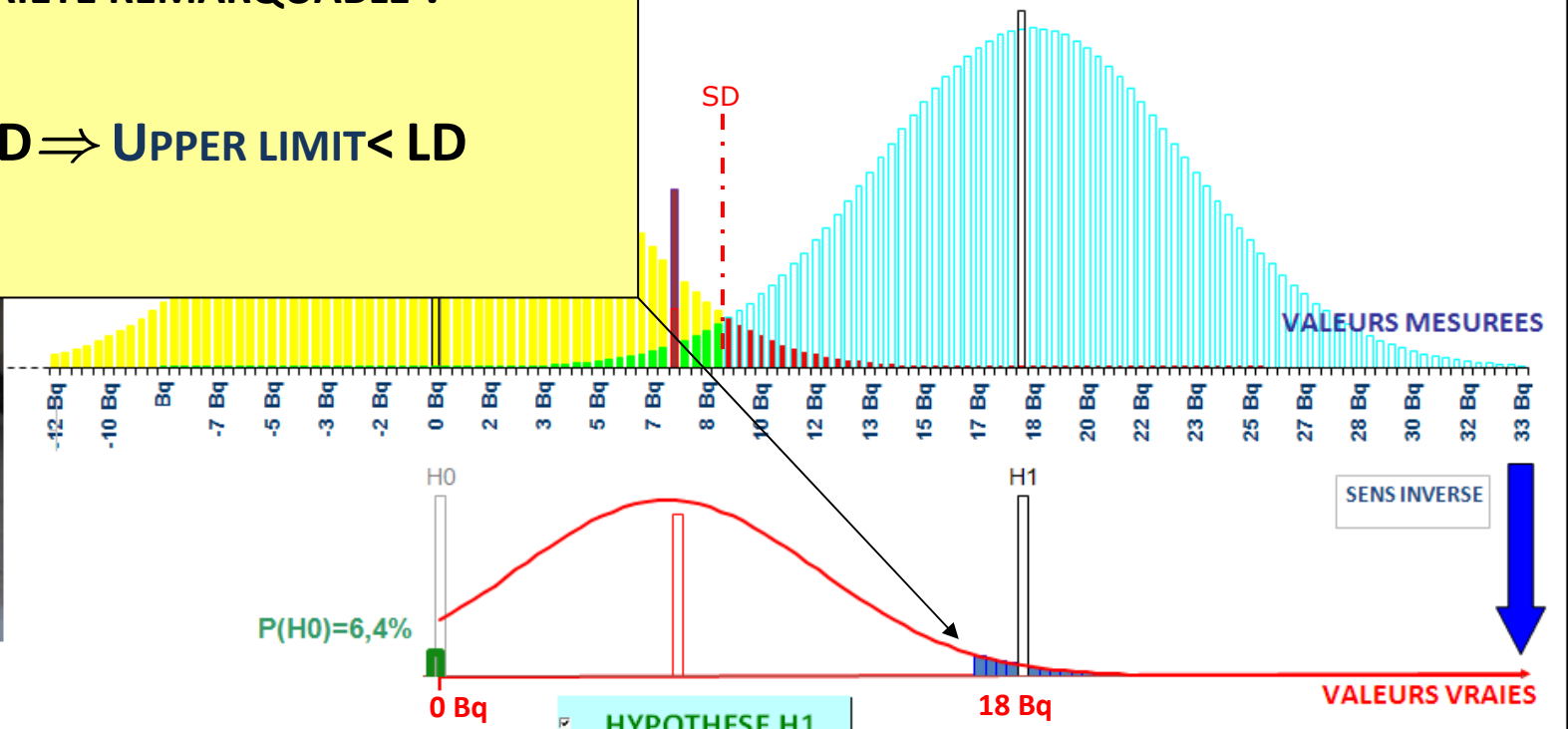
5 Bq	-2 Bq	7 Bq	16 Bq
u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$

UNE PROPRIETE REMARQUABLE :

MESURE < SD ⇒ UPPER LIMIT < LD



HYPOTHESE H0



P(H0)=6,4%

H0

H1

SENS INVERSE

0 Bq

HYPOTHESE H1

18 Bq

VALEURS VRAIES

Risque $\alpha = 2,55\%$ ⇒ SD(Bq)= 9,0 Bq
 $uSD = +/-0,28 \text{ bq}$

Risque $\beta = 2,49\%$ ⇒ LD(Bq)= 18,3 Bq

MESURE ECHANTILLON

ESTIMATEURS BAYESIENS

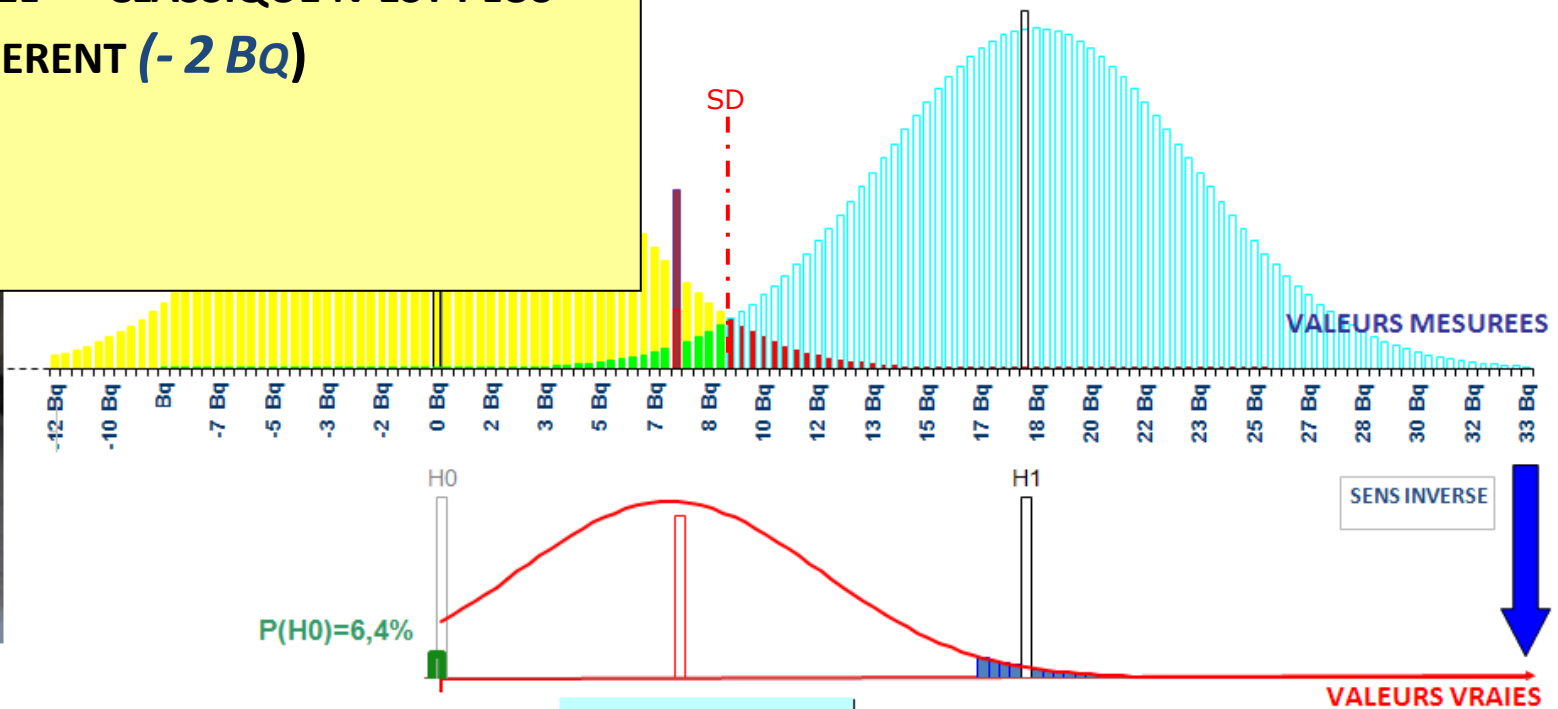
Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1094	7 Bq	NON	Rejet hypothèse H1 : effet non-déecté

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

Incertitudes GUM

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

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



HYPOTHESE H0

HYPOTHESE H1

Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$
 $uSD = +/-0,28 bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

ESTIMATEURS BAYESIENS

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1094	7 Bq	NON	Rejet hypothèse H1 : effet non-détecté

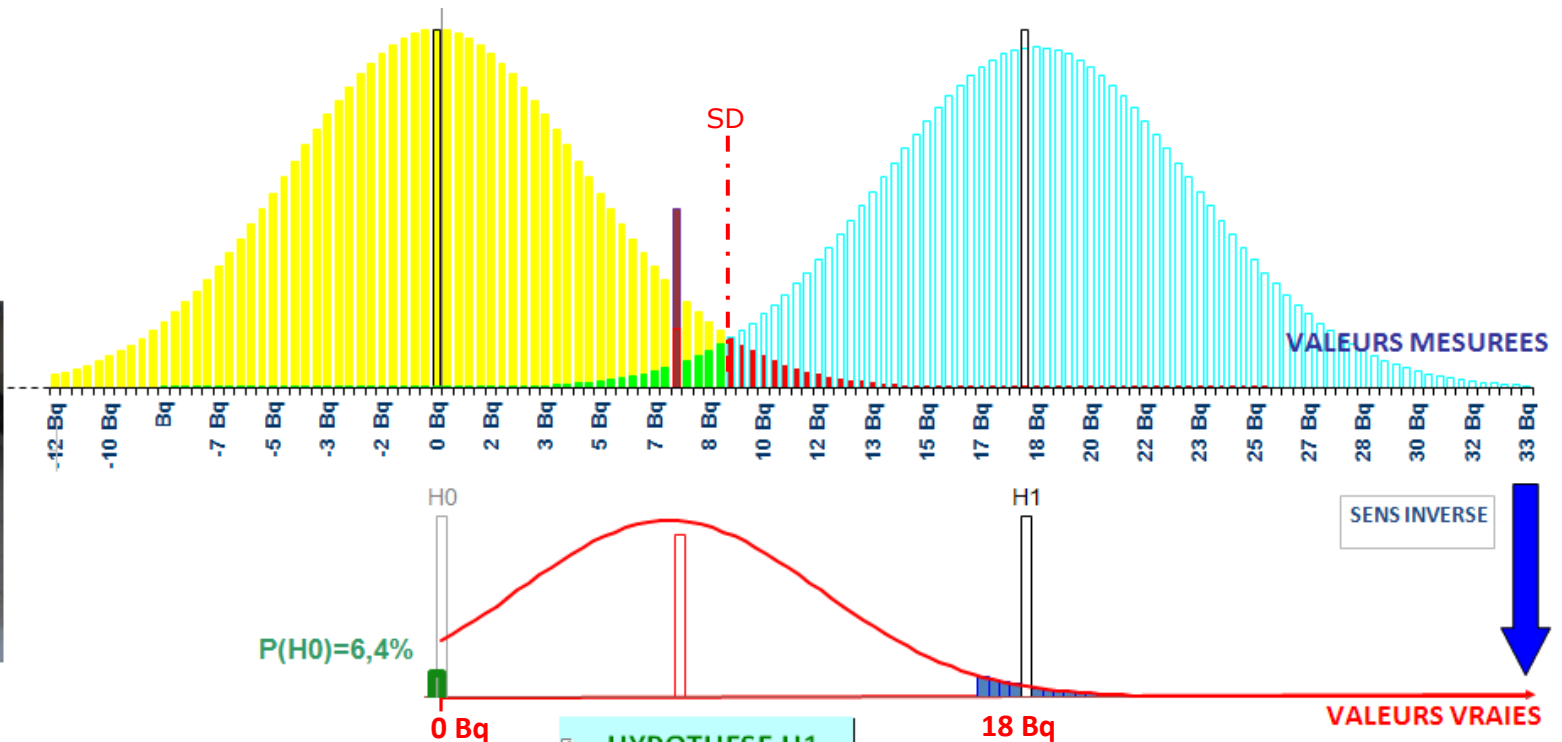
$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{\leftarrow}	\hat{y}	y^{\rightarrow}	Niveau de confiance
6,43%	5 Bq	0 Bq	7 Bq	16 Bq	97,9%

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

Incertitudes GUM



HYPOTHESE H0



Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$
 $uSD = +/-0,28 bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

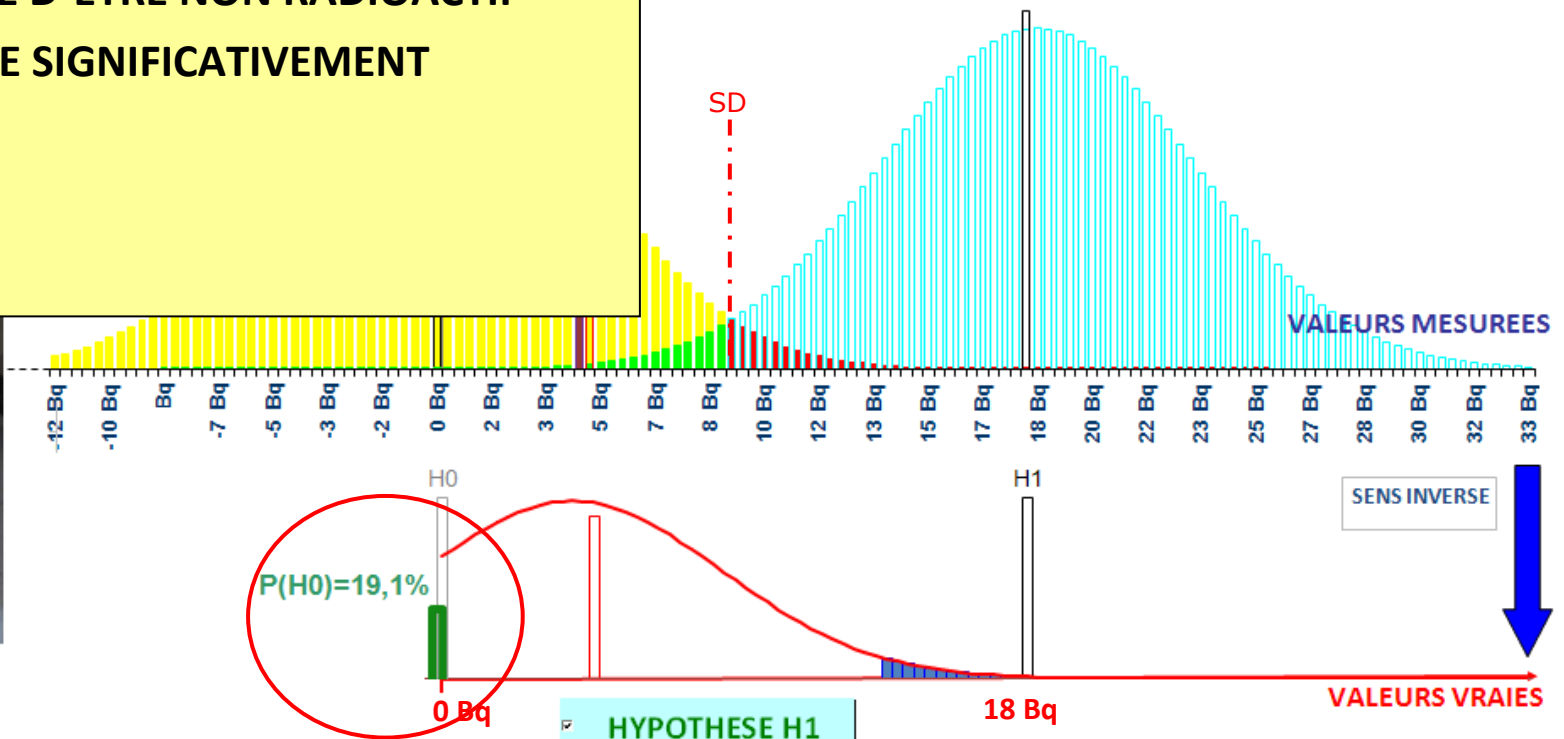
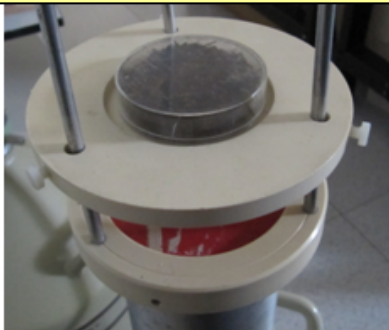
Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1094 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	7 Bq	NON	Rejet hypothèse H1 : effet non-déecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{\leftarrow}	\hat{y}	y^{\rightarrow}	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 $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$
 $uSD = +/-0,28 bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

ESTIMATEURS BAYESIENS

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1064	4 Bq	NON	Rejet hypothèse H1 : effet non-détecté

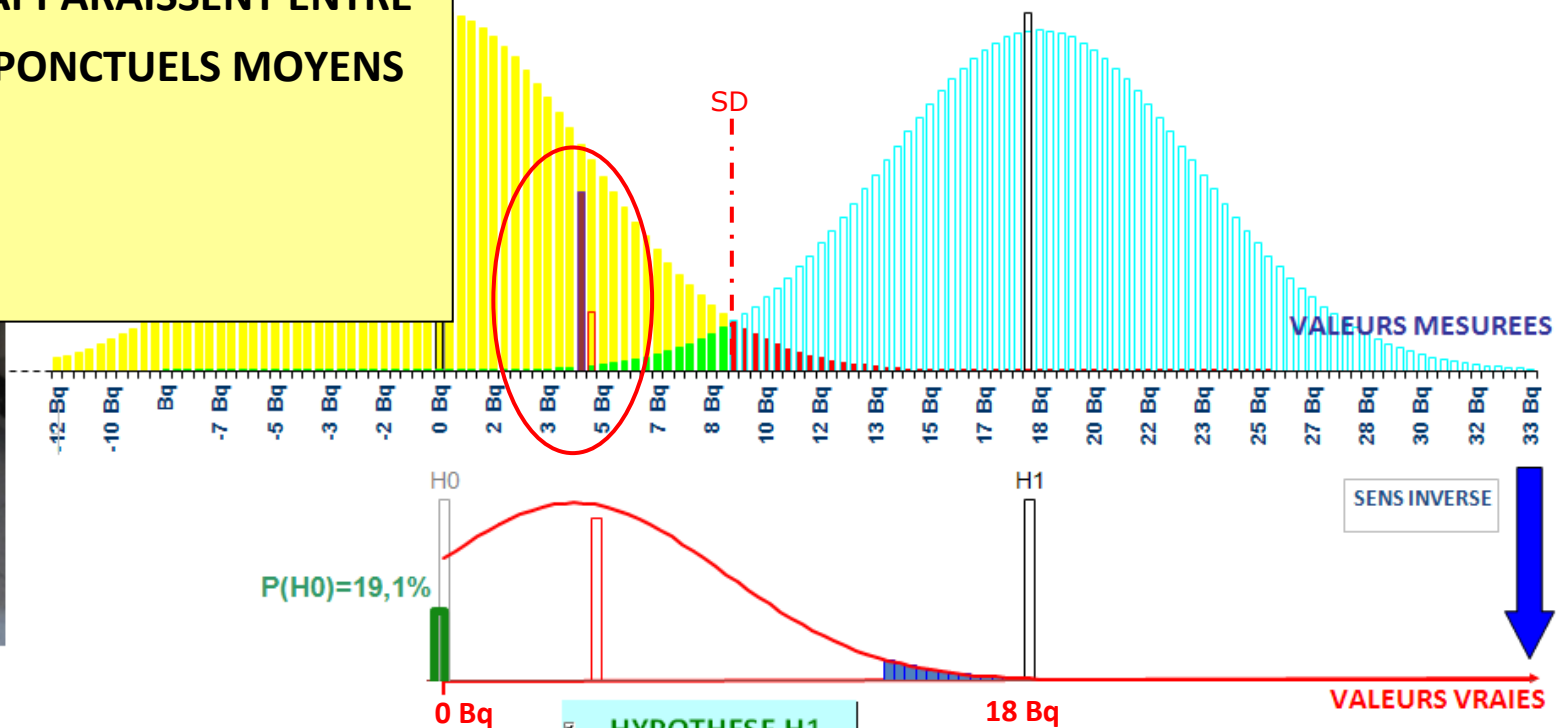
$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{\leftarrow}	\hat{y}	y^{\rightarrow}	Niveau de confiance
19,08%	4 Bq	0 Bq	4,5 Bq	14 Bq	98,2%
	5 Bq	-5 Bq	4,0 Bq	13 Bq	
	u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$	

Incertitudes GUM

DES DIFFERENCES APPARAISSENT ENTRE LES ESTIMATEURS PONCTUELS MOYENS



HYPOTHESE H0



HYPOTHESE H1

Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$

$u_{SD} = \pm 0,28 Bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1064	4 Bq	NON	Rejet hypothèse H1 : effet non-détecté

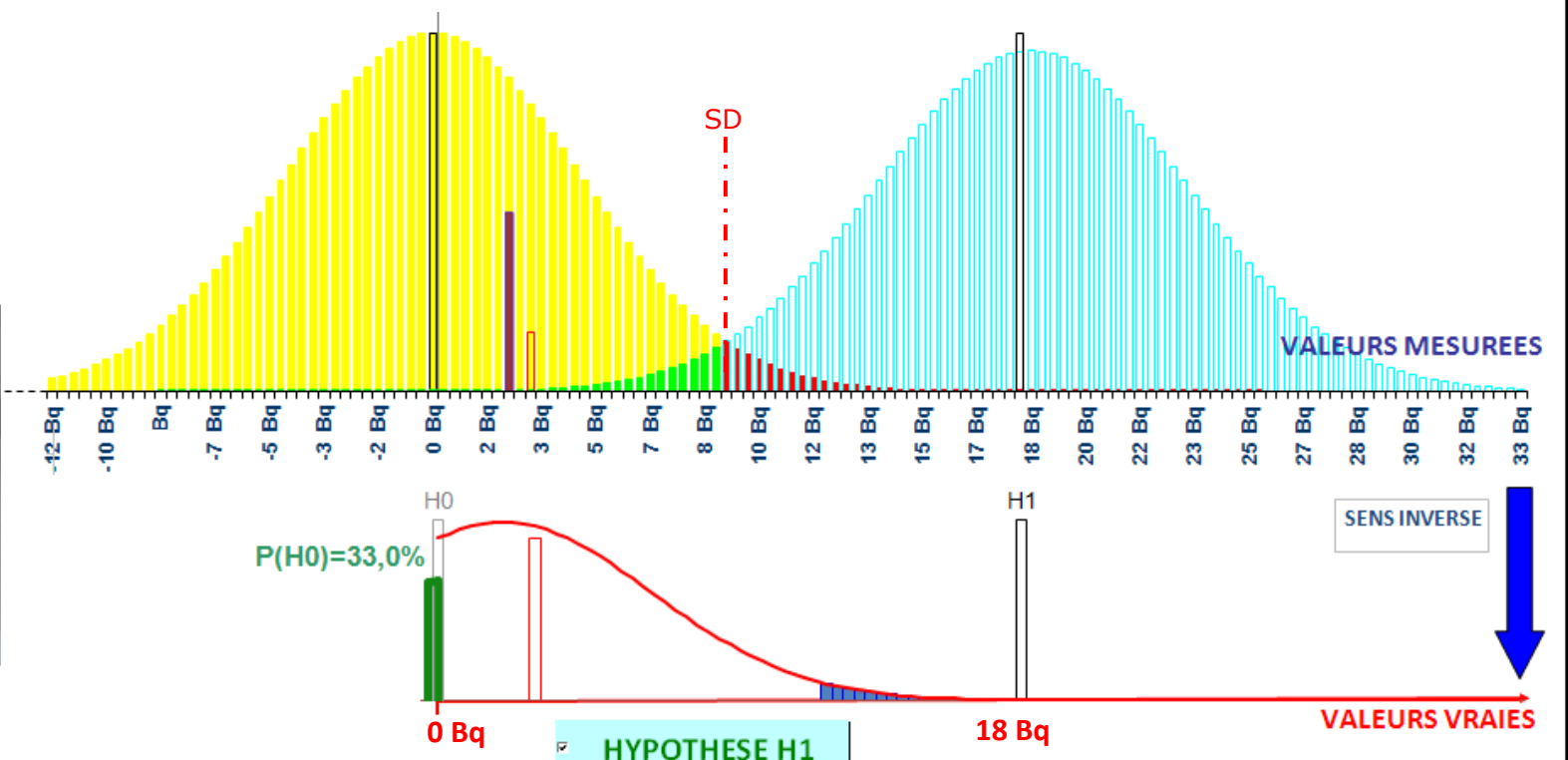
ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{\leftarrow}	\hat{y}	y^{\rightarrow}	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



Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$
 $uSD = +/-0,28 Bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1044	2 Bq	NON	Rejet hypothèse H1 : effet non-déecté

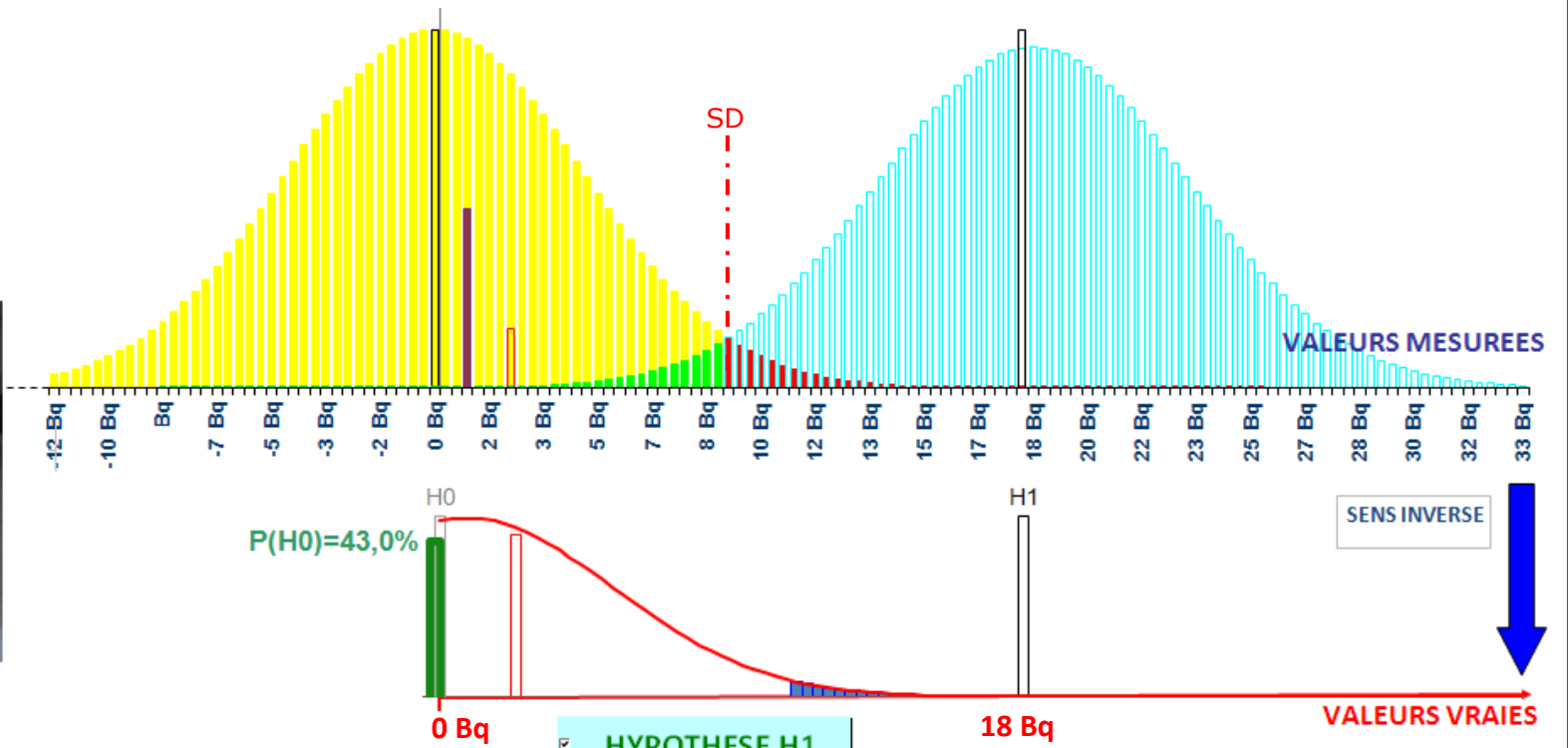
ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{<}$	\hat{y}	$y^{>}$	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



Risque $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$
 $uSD = +/-0,28 Bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

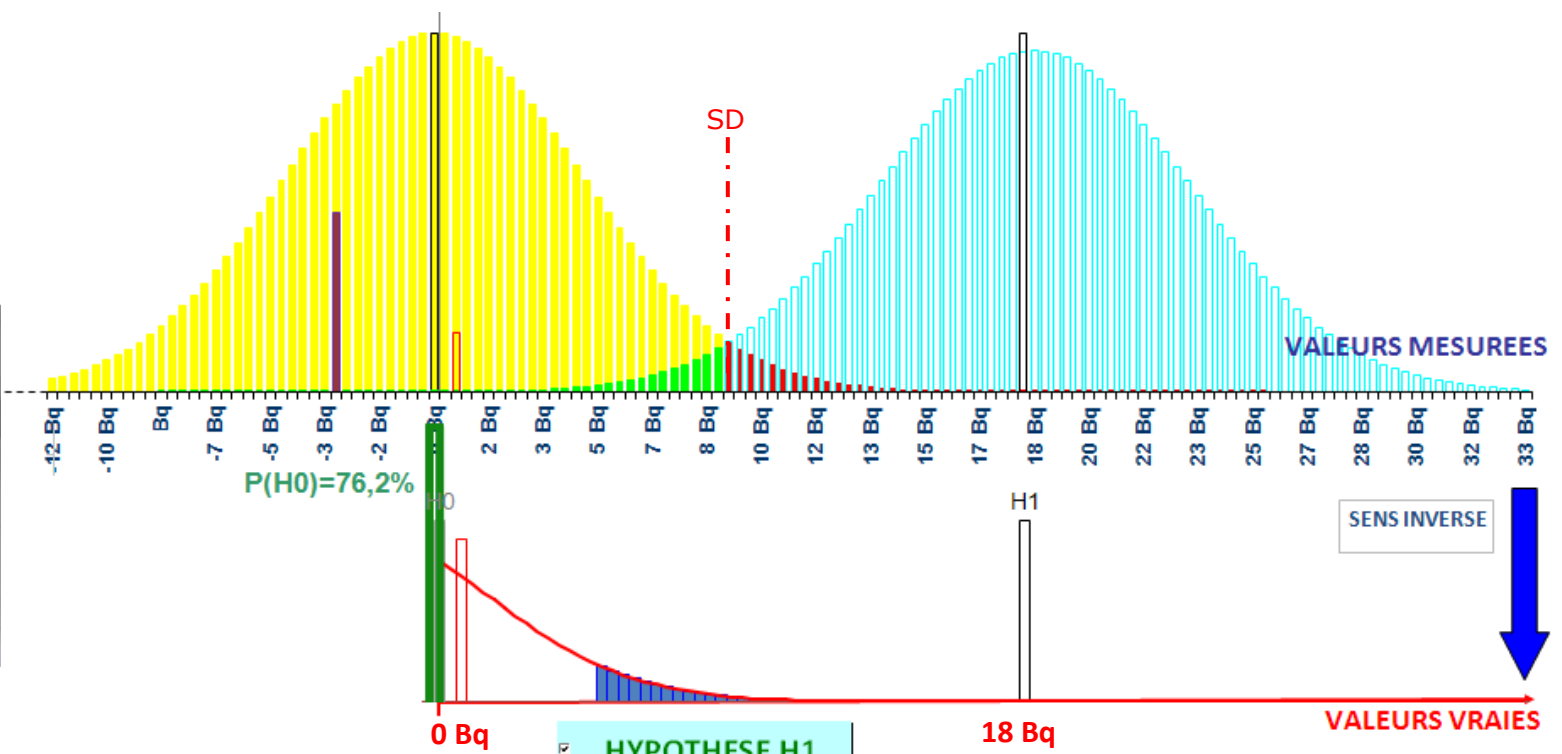
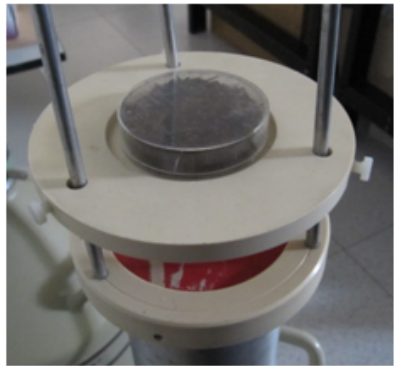
Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
1032	1 Bq	NON	Rejet hypothèse H1 : effet non-déecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	$y^{<}$	\hat{y}	$y^{>}$	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 $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$
 $uSD = +/-0,14 bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

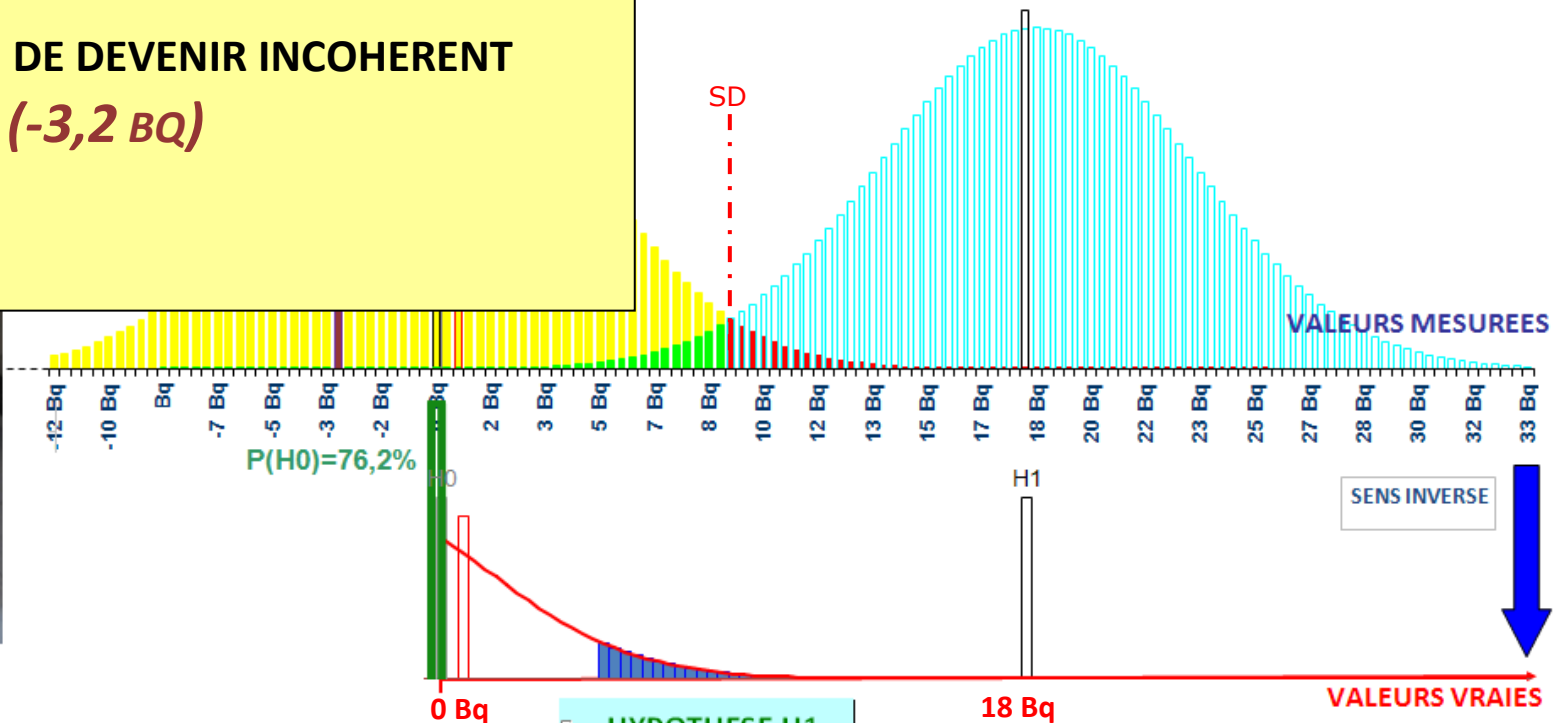
Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
992	-3 Bq	NON	Rejet hypothèse H1 : effet non-détecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{\leftarrow}	\hat{y}	y^{\rightarrow}	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 $\alpha = 2,55\%$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$
 $uSD = +/-0,14 bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

MESURE ECHANTILLON

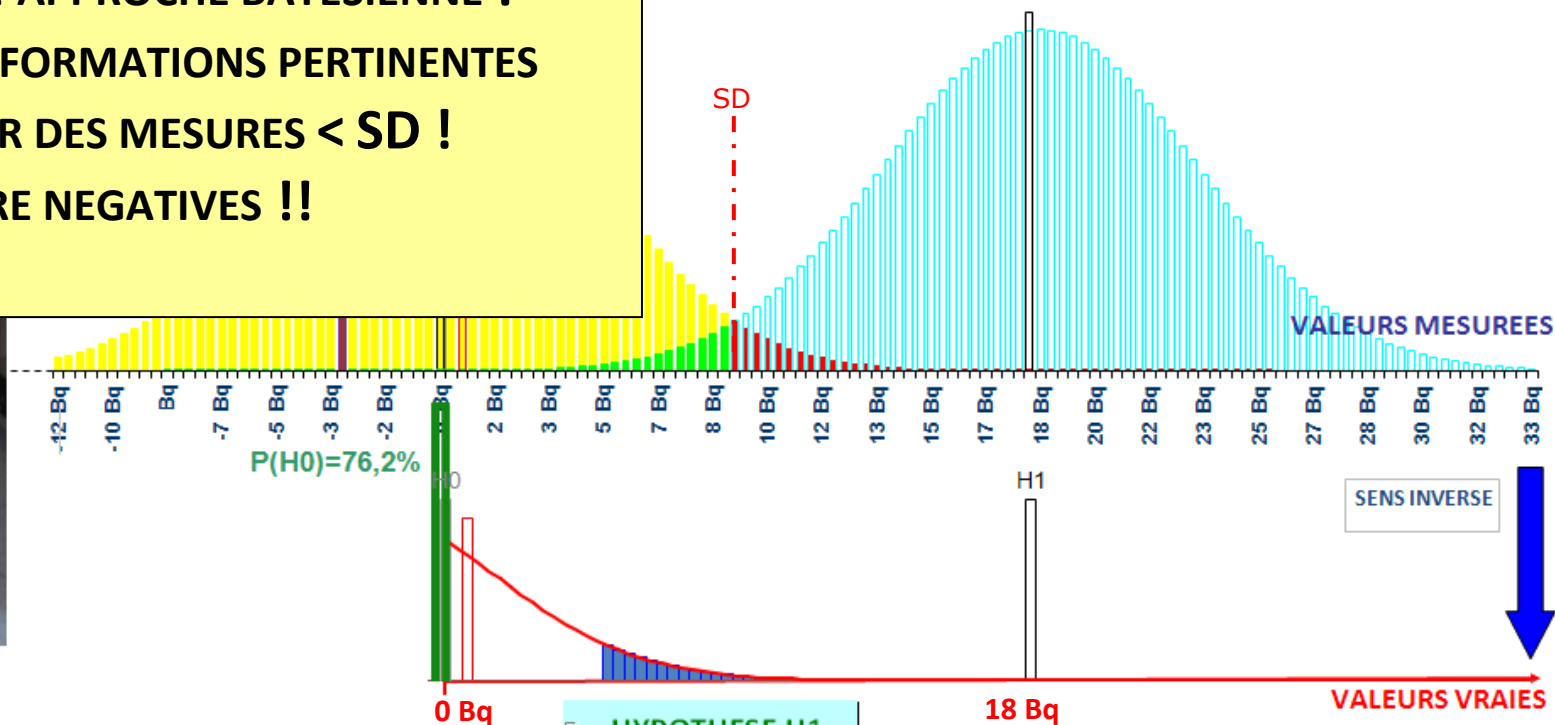
Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
992	-3 Bq	NON	Rejet hypothèse H1 : effet non-détecté

ESTIMATEURS BAYESIENS

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{\leftarrow}	\hat{y}	y^{\rightarrow}	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 $\alpha = 2,55\%$ $\leftarrow \rightarrow$ \Rightarrow $SD(Bq) = 9,0 Bq$

$uSD = +/-0,14 Bq$

Risque $\beta = 2,49\%$ $\leftarrow \rightarrow$ \Rightarrow $LD(Bq) = 18,3 Bq$

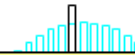
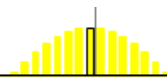
MESURE ECHANTILLON

ESTIMATEURS BAYESIENS

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion
992	-3 Bq	NON	Rejet hypothèse H1 : effet non-détecté

$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{\leftarrow}	\hat{y}	y^{\rightarrow}	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 ELEEVEE D'ETRE NON-RADIOACTIF 76 %**

DANS TOUS LES CAS DE FIGURE :

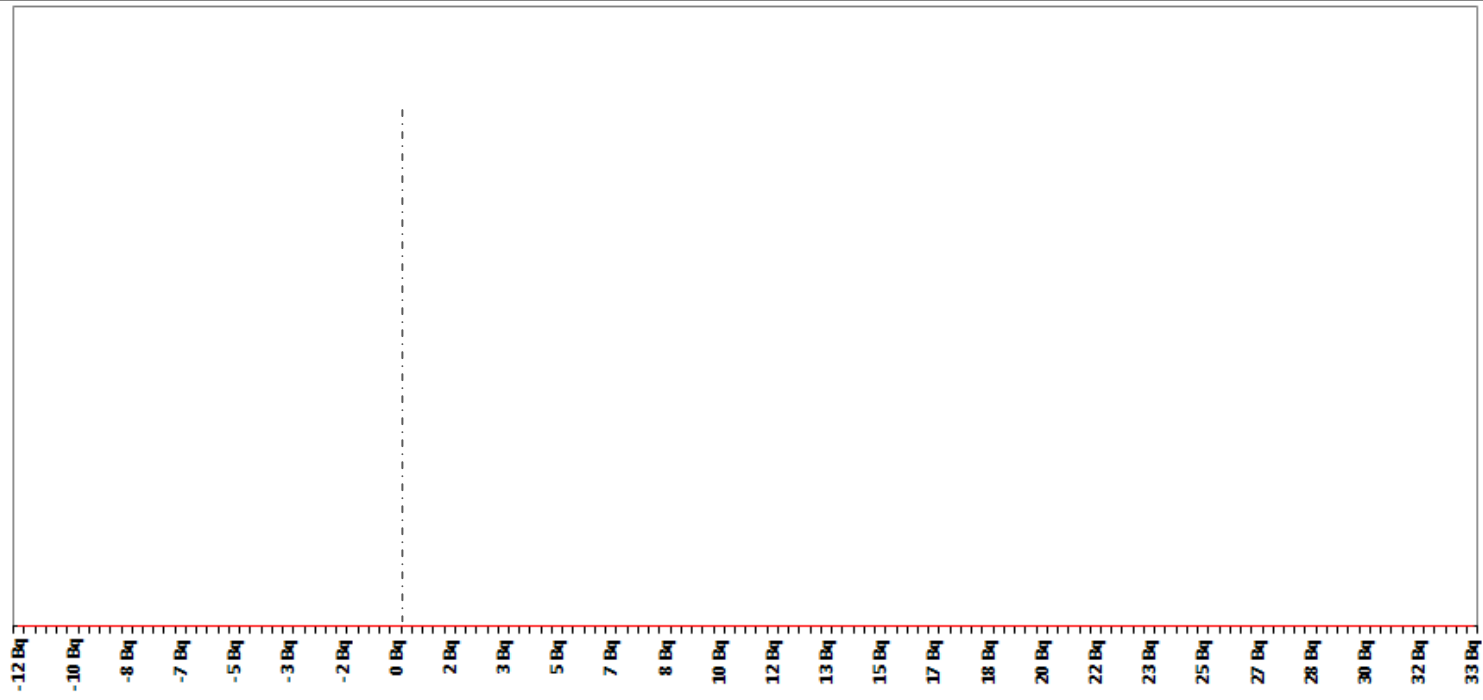
- **ACTIVITE CONTENUE DANS L'ECHANTILLON < 5 BQ (UL)**

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

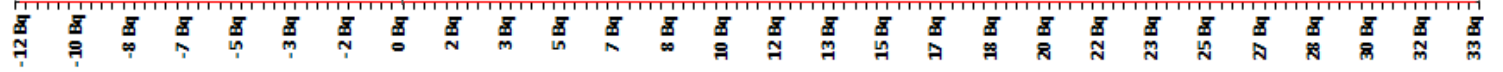
992	▲ ▼	-3 Bq	NON	Rejet hypotèse H1 : effet non-déecté	76,19%	2 Bq	0 Bq	0,6 Bq	5 Bq	96,2%
						4 Bq	-8 Bq	-3,2 Bq	1 Bq	
						u_y	$y - k u_y$	y	$y + k u_y$	

▮ Incertitudes GUM

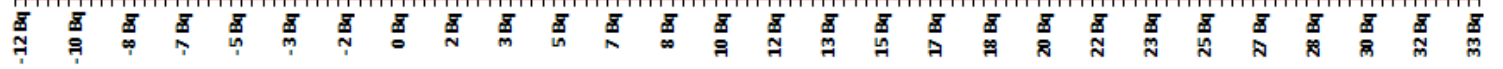
1. METHODE PRECONISEE PAR L'ISO 11929

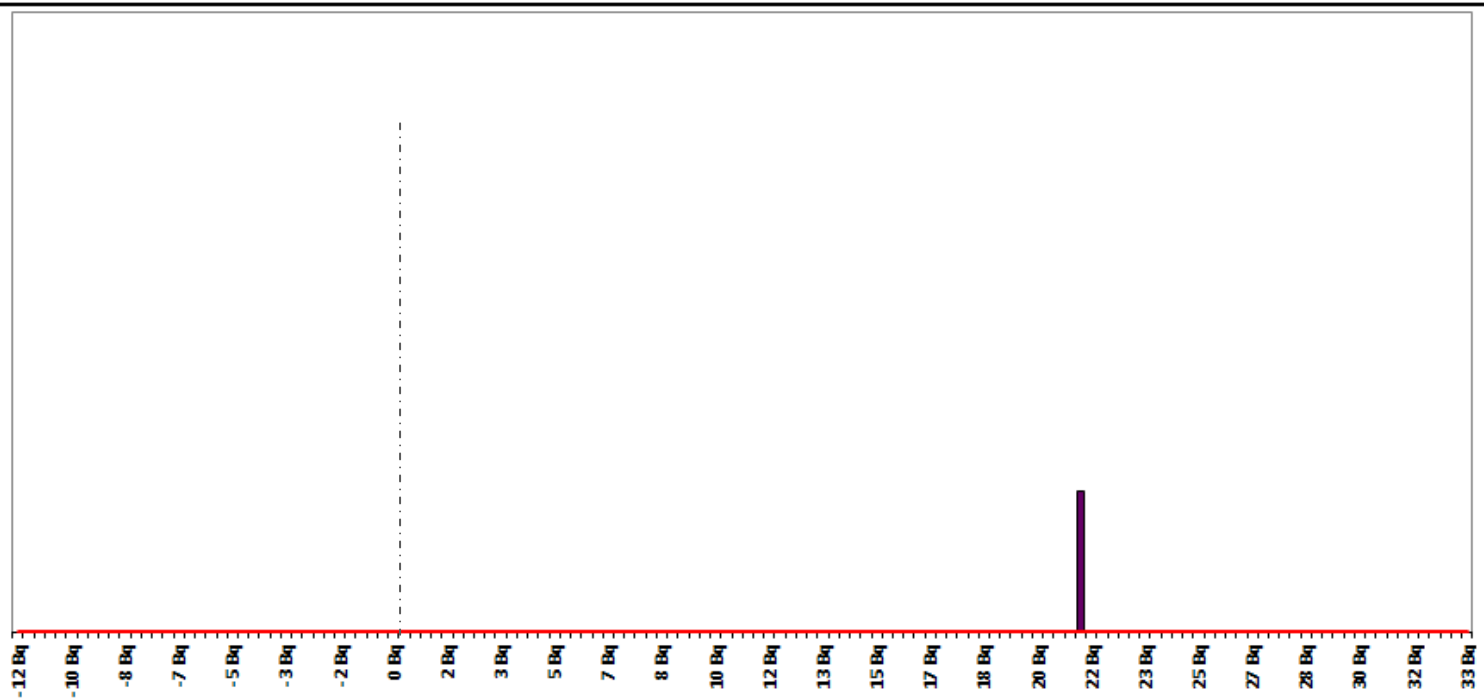


- AXE UNIQUE !
- PAS DE DISTINGUO VALEUR VRAIE – VALEUR MESUREE



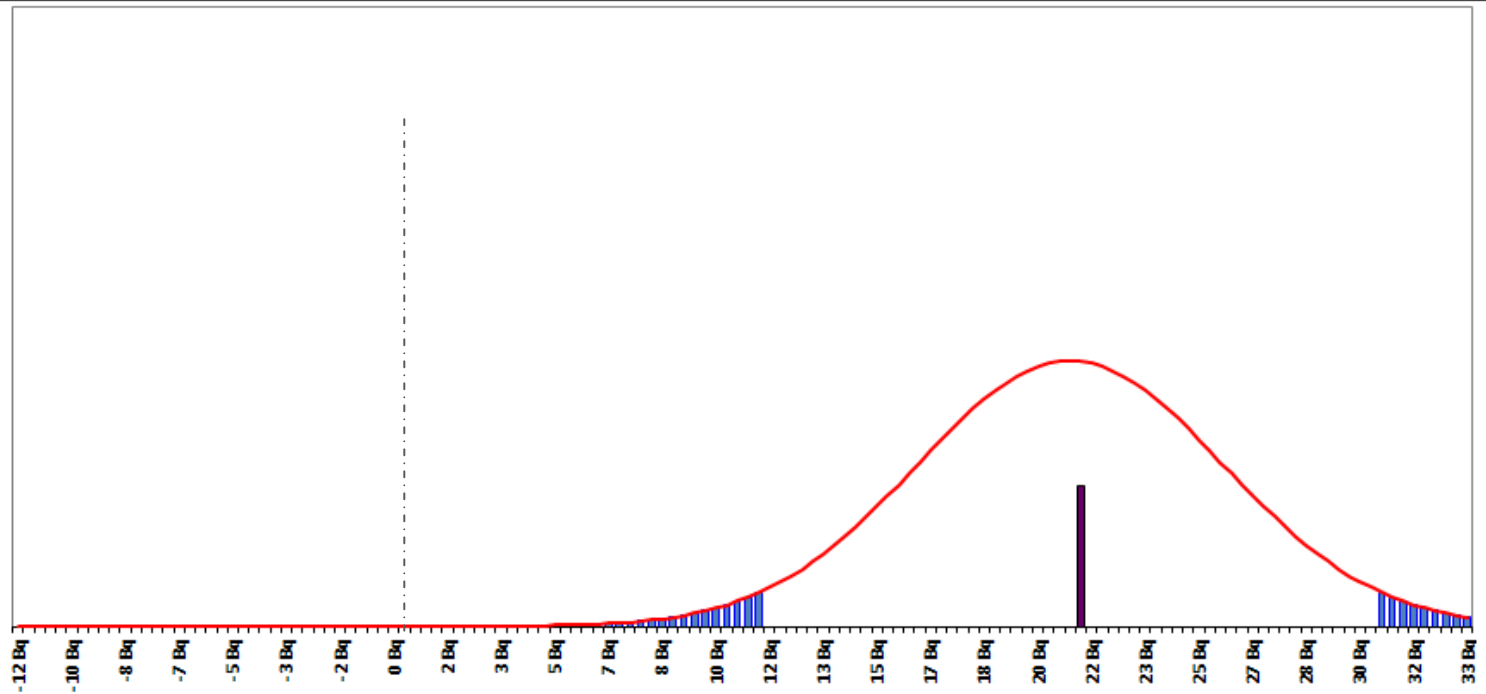
- **ON COMMENCE PAR CONSIDERER LE CAS USUEL D'UNE MESURE ECHANTILLON ET SON INCERTITUDE « CLASSIQUE »**





Mesure échantillon

Comptage brut	Activité mesurée
1234	21 Bq

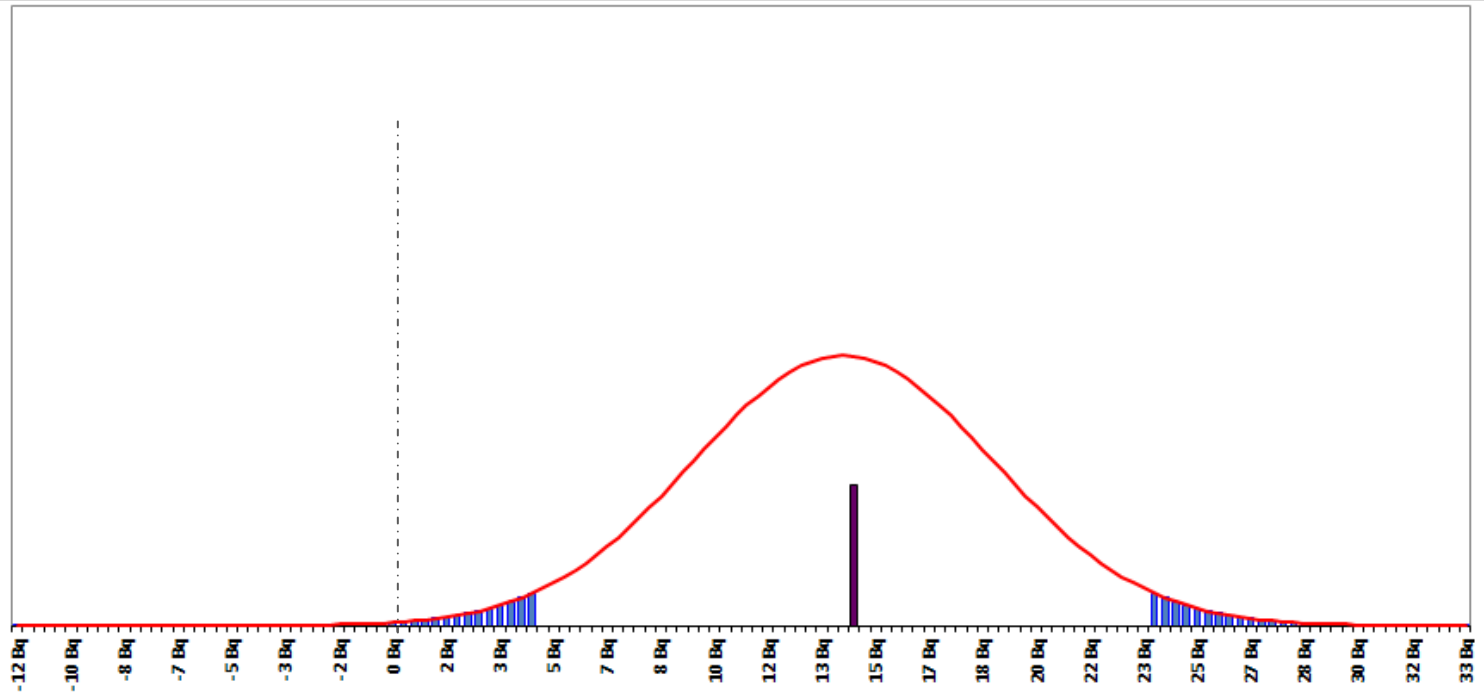


▾ Mesure échantillon

Comptage brut	Activité mesurée
1234 ▲ ▼	21 Bq

▾ Incertitude GUM

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

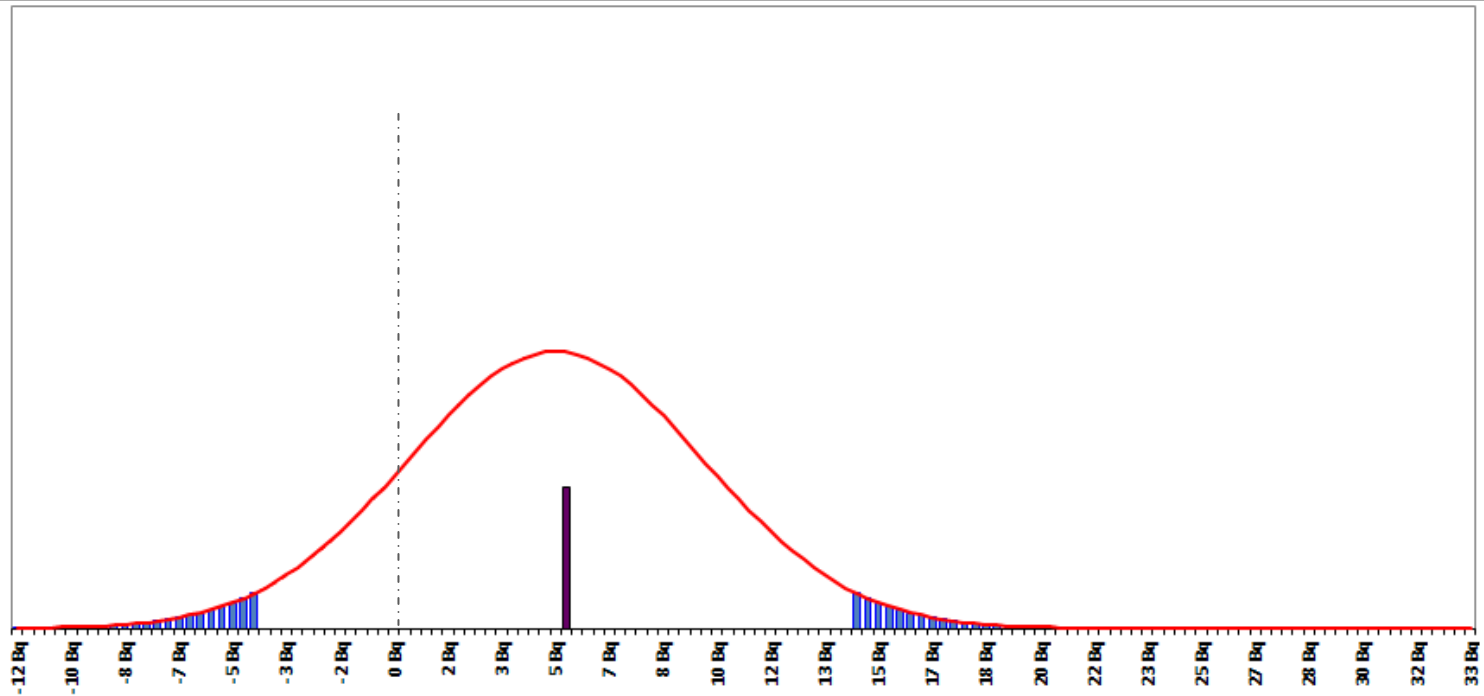


Mesure échantillon

Comptage brut	Activité mesurée
1164 <input type="button" value="▲"/> <input type="button" value="▼"/>	14 Bq

Incertitude GUM

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

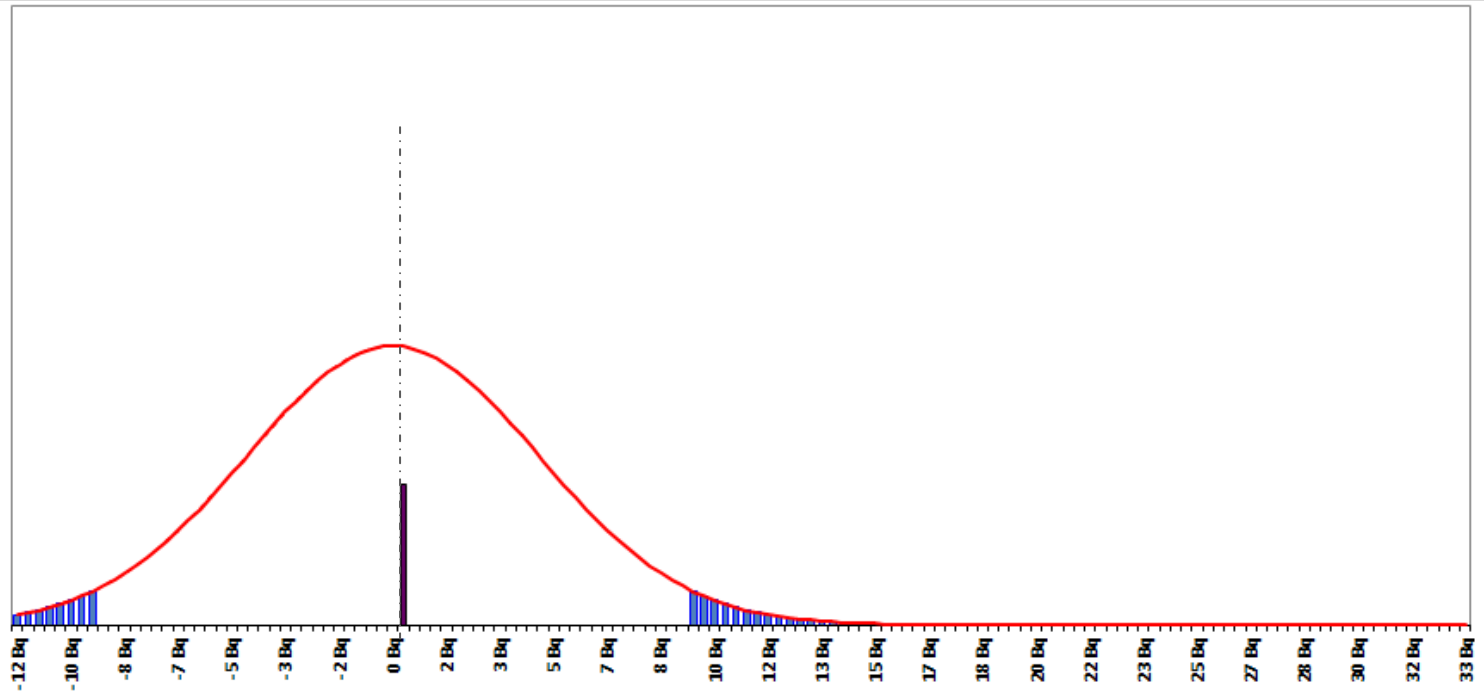


Mesure échantillon



Comptage brut	Activité mesurée
1074 <input type="button" value="▲"/> <input type="button" value="▼"/>	5 Bq

Incertitude GUM

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

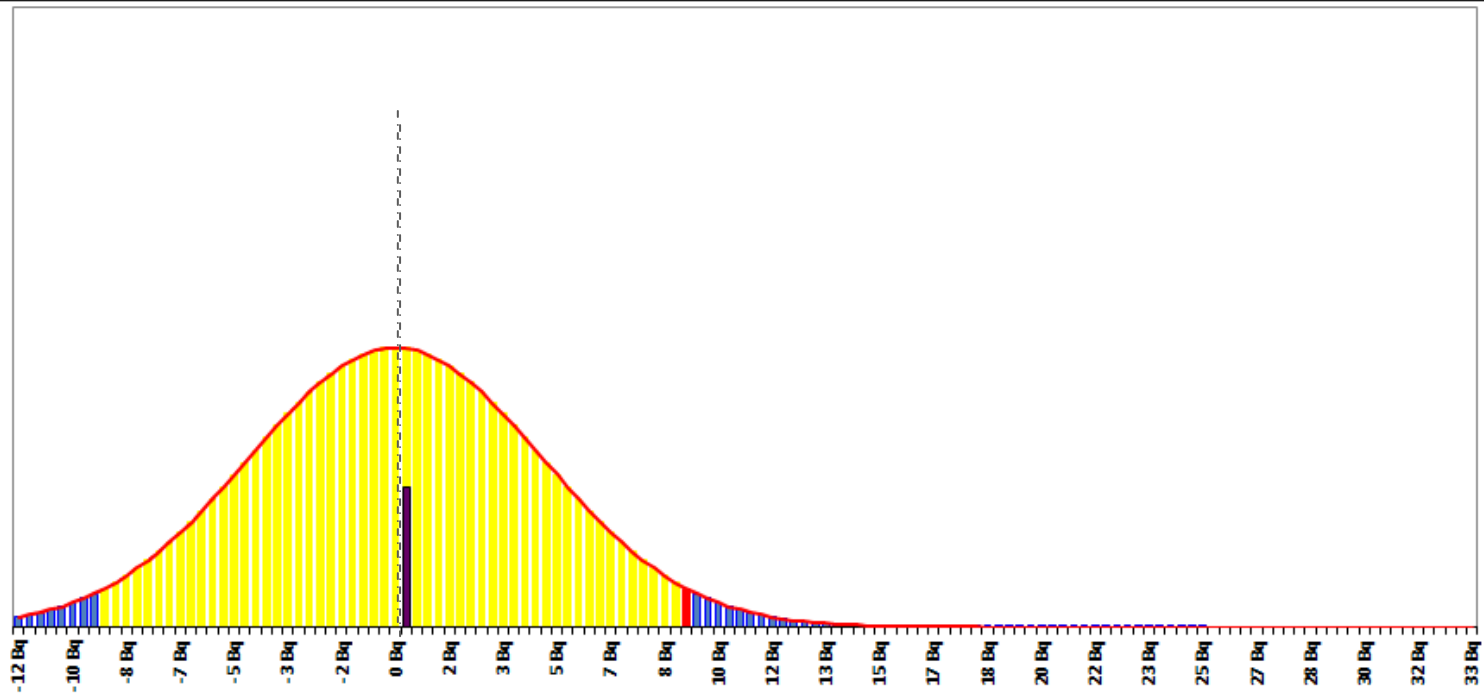


☑ Mesure échantillon

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 $\alpha = 2,54\%$ $\rightarrow y^*(Bq) = 9 Bq$

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

23 Bq 25 Bq 27 Bq 28 Bq 30 Bq 32 Bq 33 Bq

SEUIL DE DECISION y^*

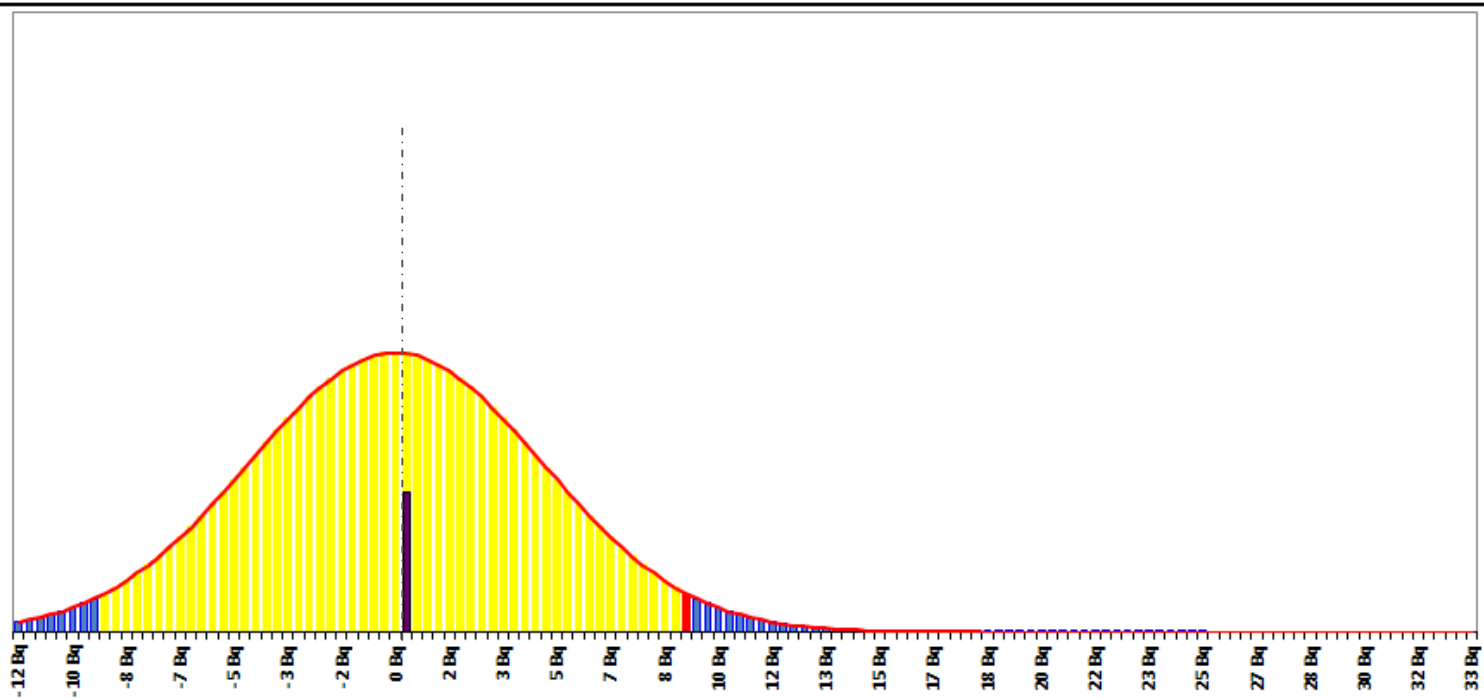
Risque $\alpha = 2,54\%$ $\Rightarrow y^*(Bq) = 9 Bq$

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 $\alpha = 2,54\%$ $\rightarrow y^*(Bq) = 9 Bq$

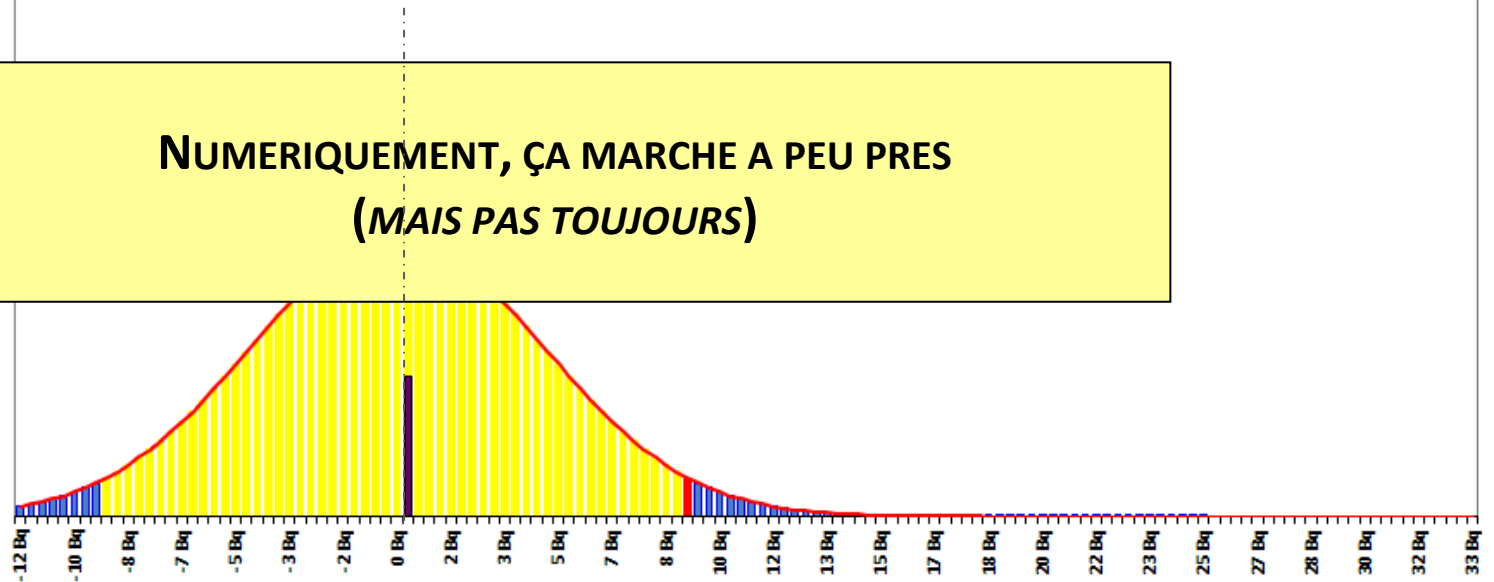
Mesure échantillon

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 $\alpha = 2,54\%$ $\rightarrow y^*(Bq) = 9 Bq$

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 ?!

SEU

Risque α

27 Bq 28 Bq 30 Bq 32 Bq 33 Bq

Incertitude GUM

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 :

33 Bq

Risq

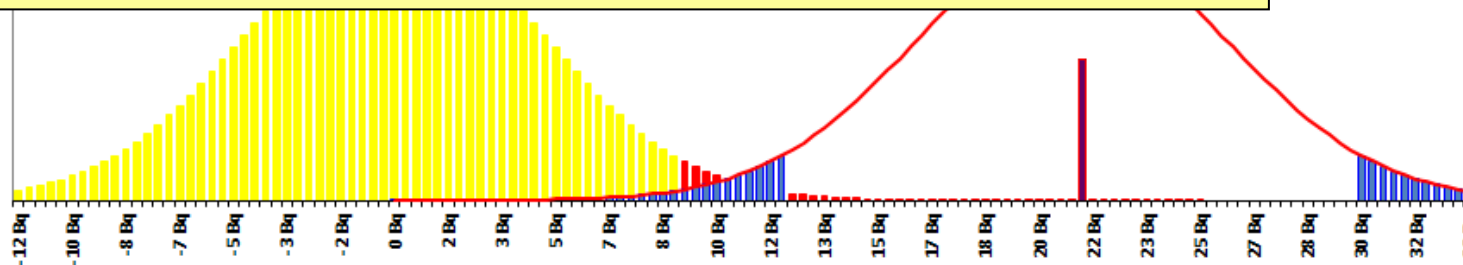
Mesure échantillon

Comptage brut	Activité mesurée
1024	0 Bq

Incertitude GUM

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

GESTION DES ESTIMATEURS BAYESIENS DANS LA NORME ISO 11929 :



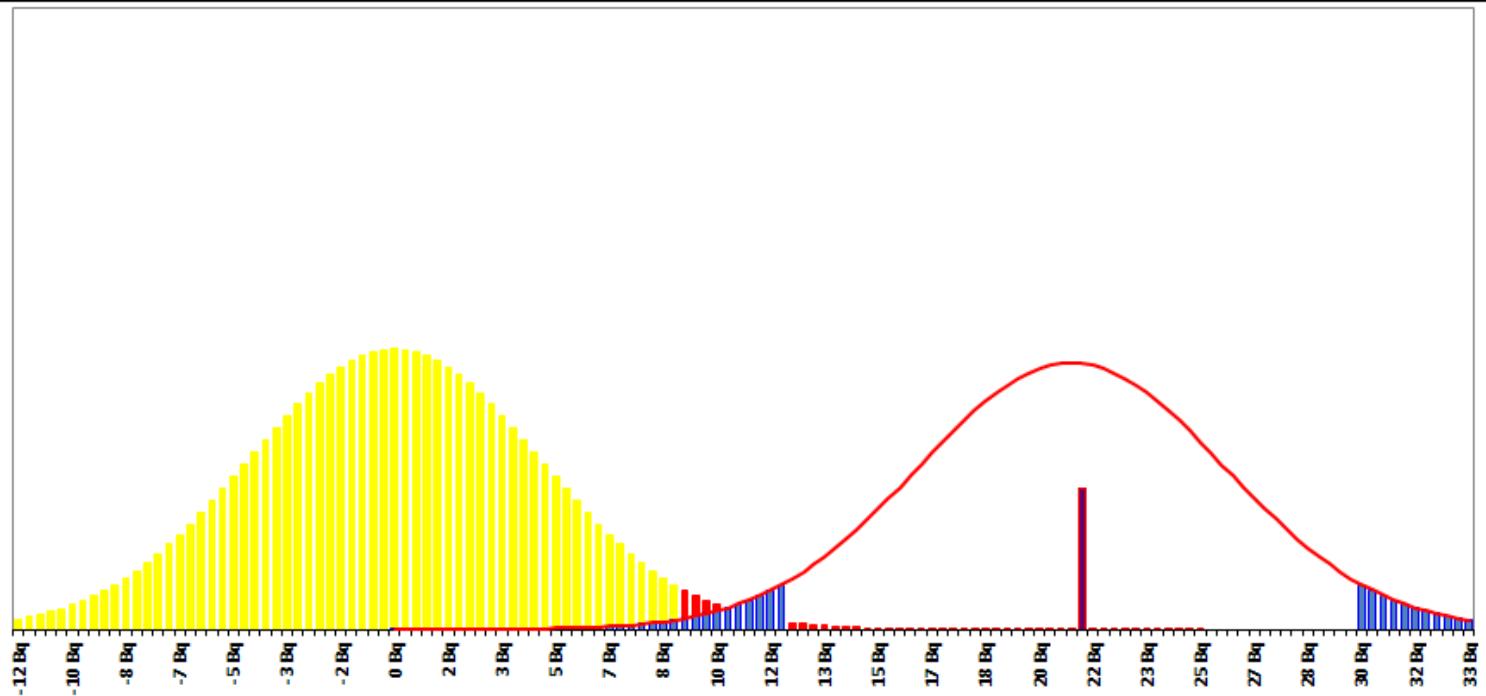
SEUIL DE DECISION y^*

Risque $\alpha = 2,54\%$ $\rightarrow y^*(Bq) = 9 Bq$

Mesure échantillon

Estimateurs bayesiens

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	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%



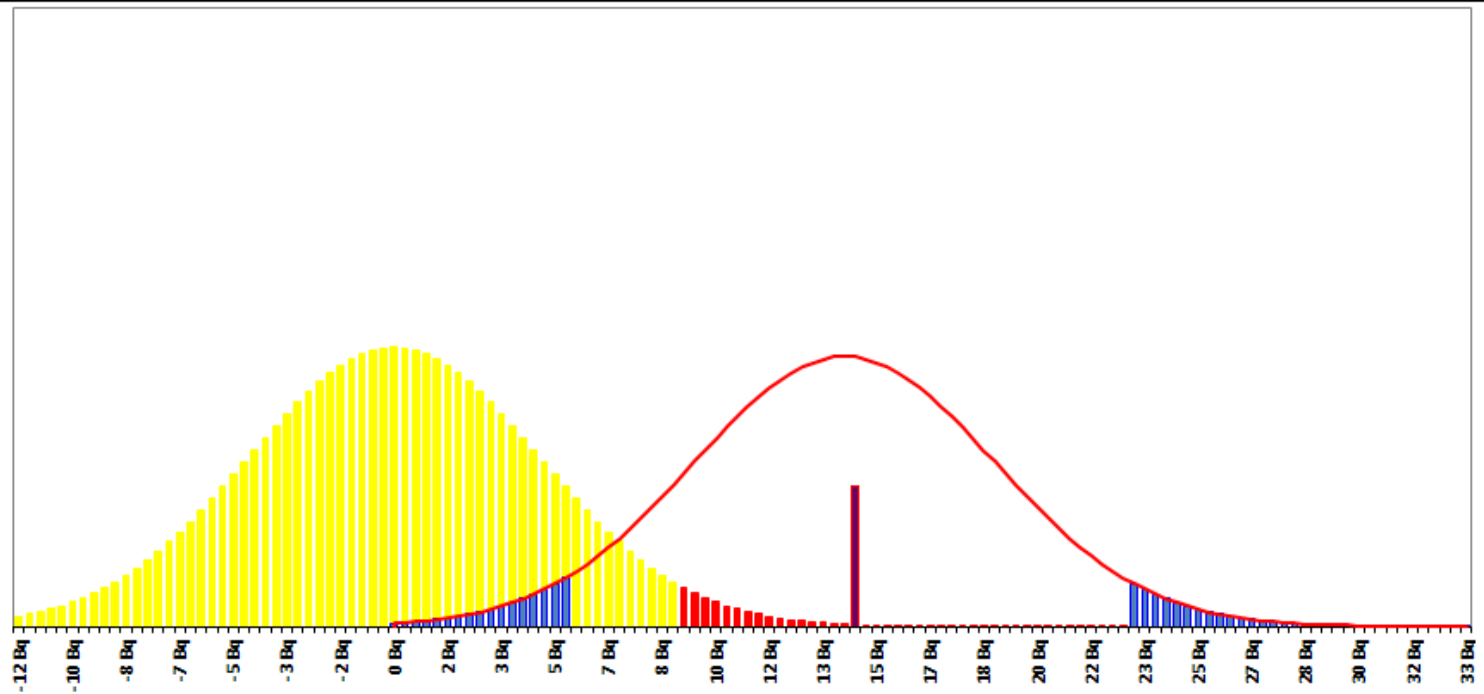
SEUIL DE DECISION y^*

Risque $\alpha = 2,54\%$ $\rightarrow y^*(Bq) = 9$ Bq

Mesure échantillon

Estimateurs bayesiens

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	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%



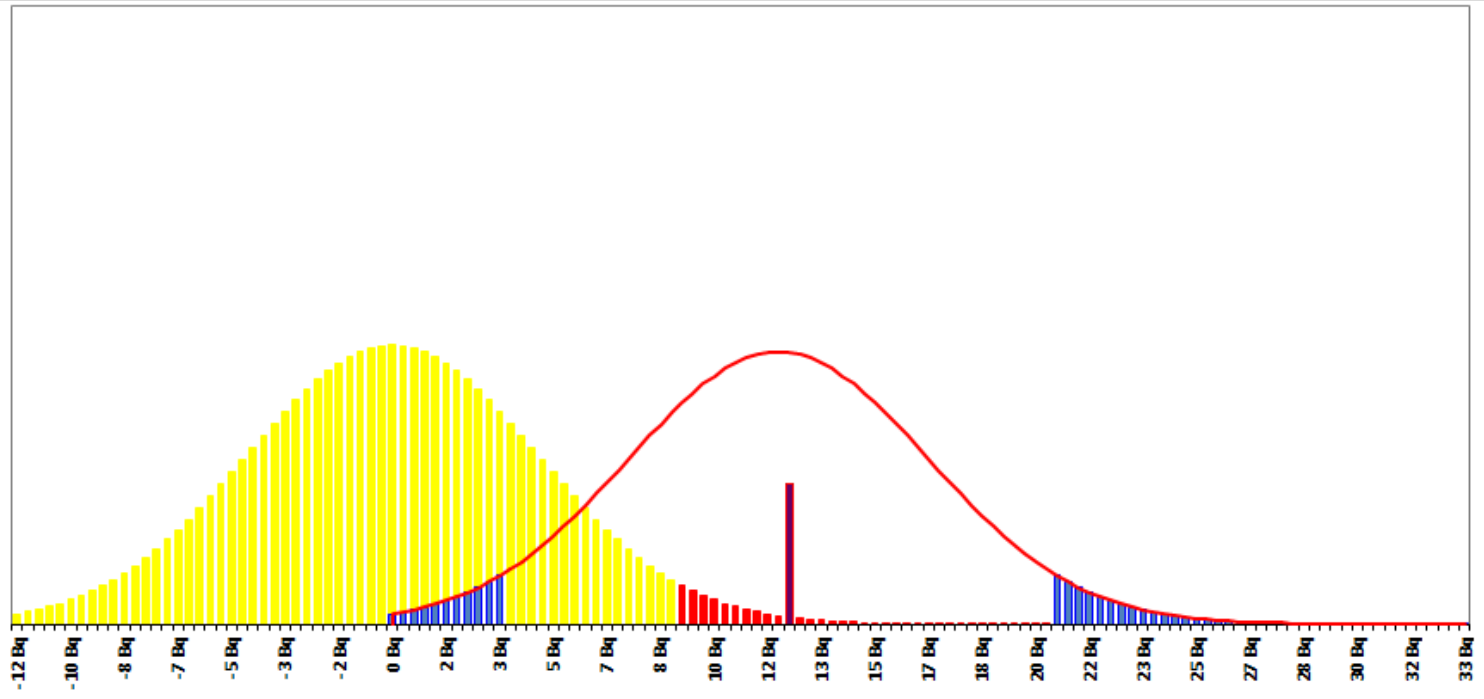
SEUIL DE DECISION y^*

Risque $\alpha = 2,54\%$ $\rightarrow y^*(Bq) = 9$ Bq

Mesure échantillon

Estimateurs bayesiens

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion	$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^Δ	\hat{y}	y^Δ	Niveau de confiance
1164 <input type="text" value="1164"/>	14 Bq	OUI	Effet détecté		5 Bq	5,4 Bq	14,0 Bq	23 Bq	95,4%



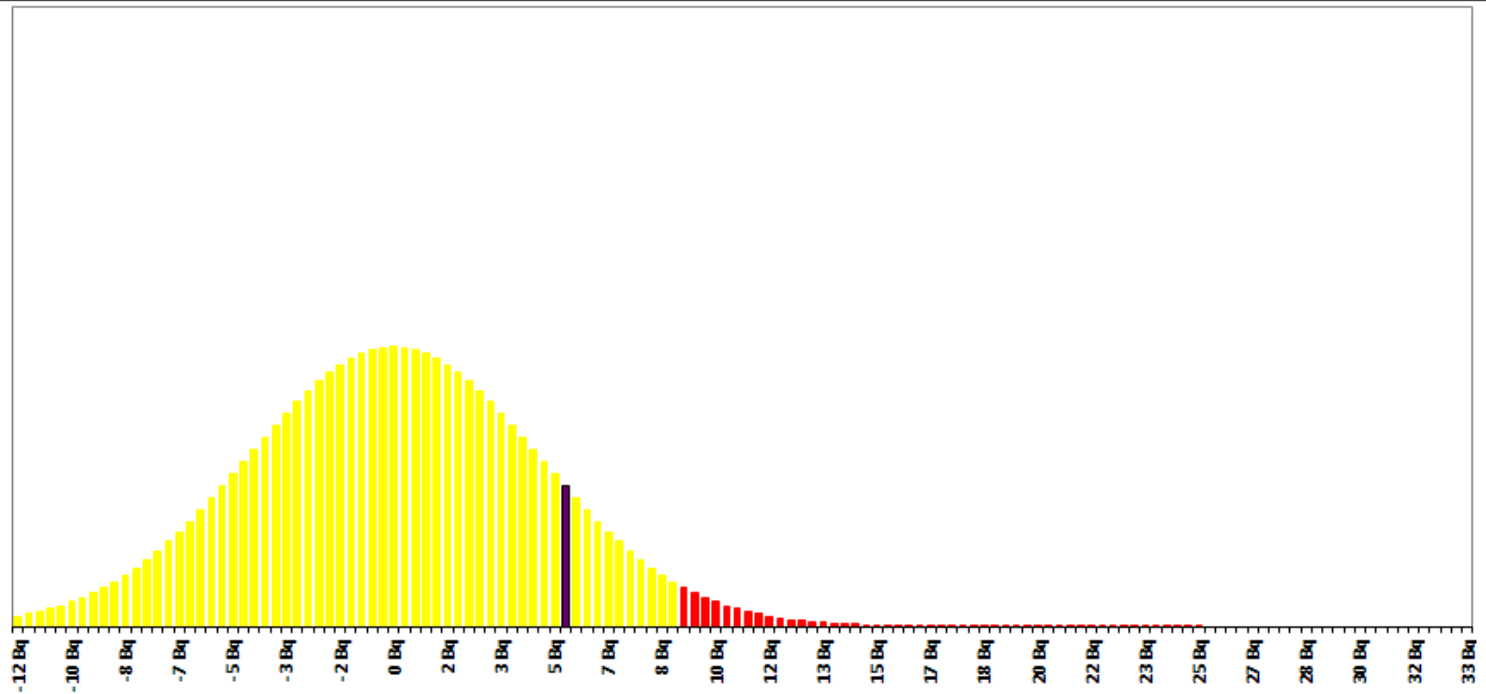
SEUIL DE DECISION y^*

Risque $\alpha = 2,54\%$ $\rightarrow y^*(Bq) = 9$ Bq

Mesure échantillon

Estimateurs bayesiens

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion	$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{Δ}	\hat{y}	y^{∇}	Niveau de confiance
1144 <input type="text" value="1144"/>	12 Bq	OUI	Effet détecté		5 Bq	3,7 Bq	12,1 Bq	21 Bq	95,4%



SEUIL DE DECISION y^*

Risque $\alpha = 2,54\%$ $\rightarrow y^*(Bq) = 9 Bq$

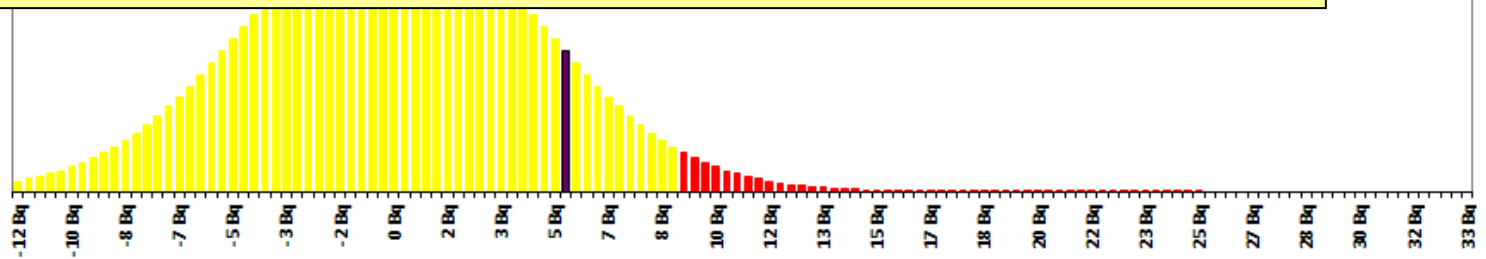
Mesure échantillon

Estimateurs bayesiens

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion	$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{Δ}	\hat{y}	y^{∇}	Niveau de confiance
1074 <input type="text" value="1074"/>	5 Bq	NON	Effet non-déecté		/	/	/	/	/

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 $\alpha = 2,54\%$ $\rightarrow y^*(Bq) = 9 Bq$

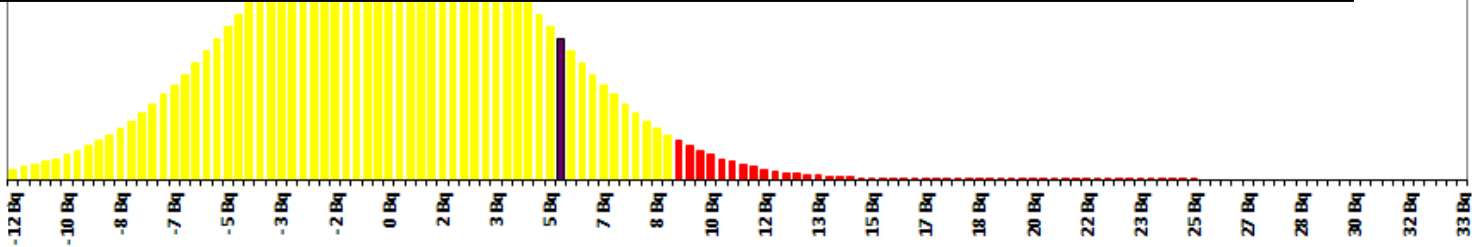
Mesure échantillon

Estimateurs bayesiens

Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion	$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{Δ}	\hat{y}	y^{∇}	Niveau de confiance
1074 <input type="text" value="1074"/>	5 Bq	NON	Effet non-détecté		/	/	/	/	/

ALORS QU'ILS SERAIENT UTILES LORSQUE LA MESURE $< S_d$

DOMAINE OU LES ESTIMATEURS CLASSIQUES DEVIENNENT INCOHERENTS



SEUIL DE DECISION y^*

Risque $\alpha = 2,54\%$ $\rightarrow y^*(Bq) = 9 Bq$

Mesure échantillon

Estimateurs bayesiens

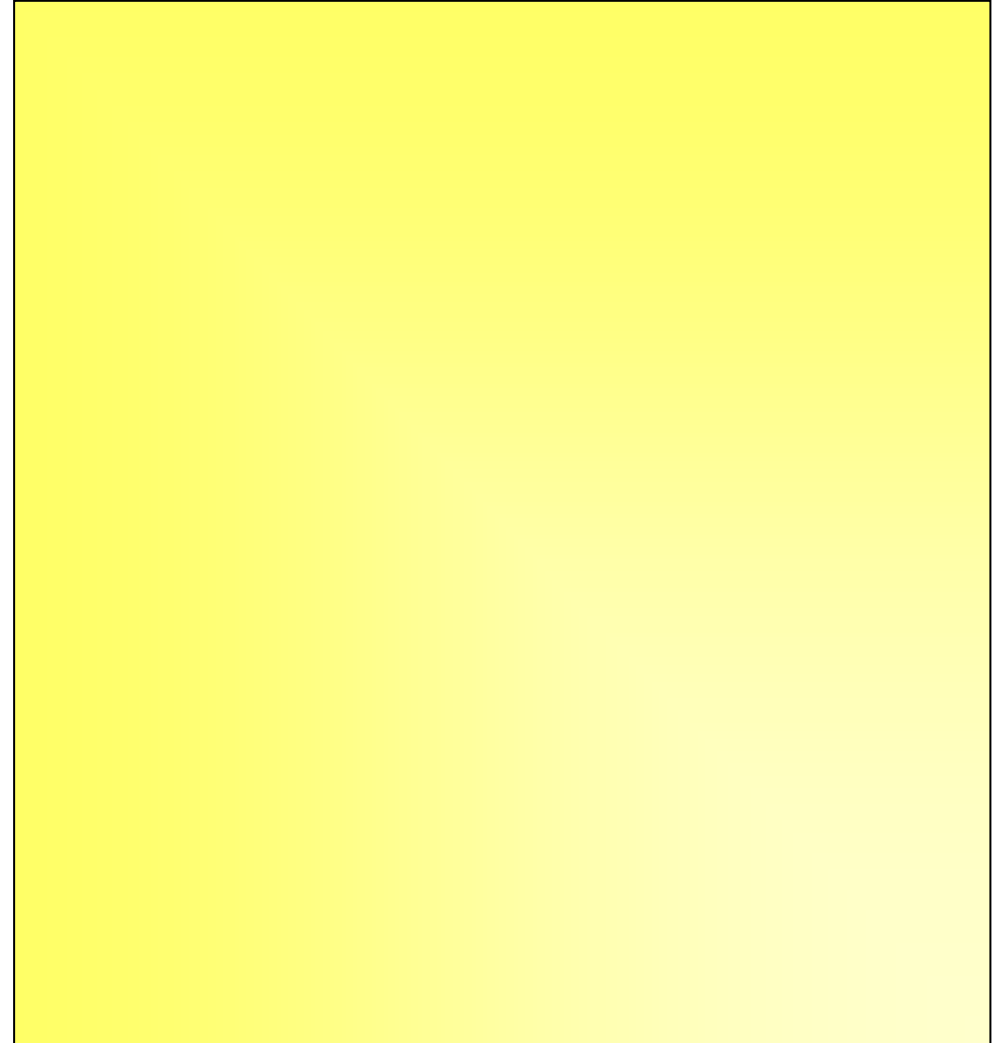
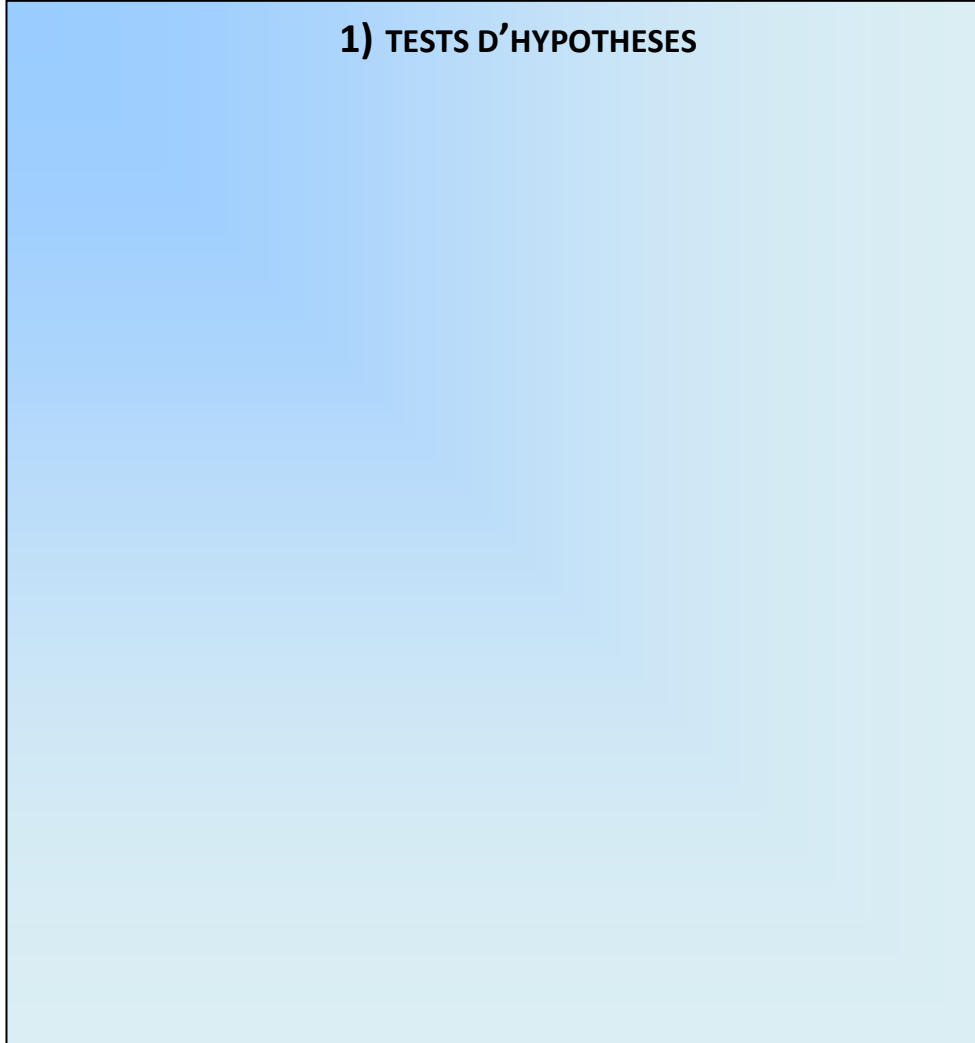
Comptage brut	Activité mesurée	Net $\geq y^*$?	Conclusion	$P(H_0)$	$u(\hat{y})$	y^{Δ}	\hat{y}	y^{∇}	Niveau de confiance
1074 <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/>	5 Bq	NON	Effet non-détecté		/	/	/	/	/

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)

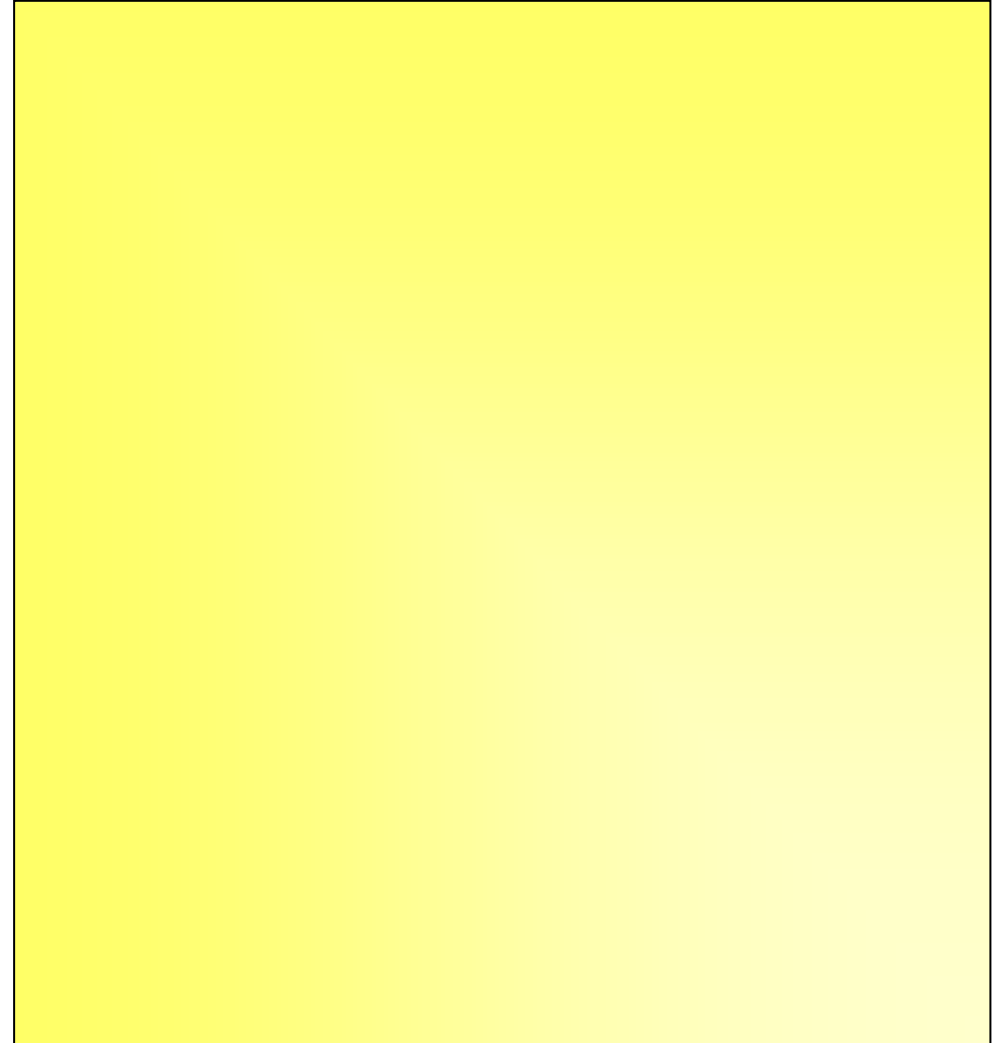
1) TESTS D'HYPOTHESES



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

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD \Rightarrow

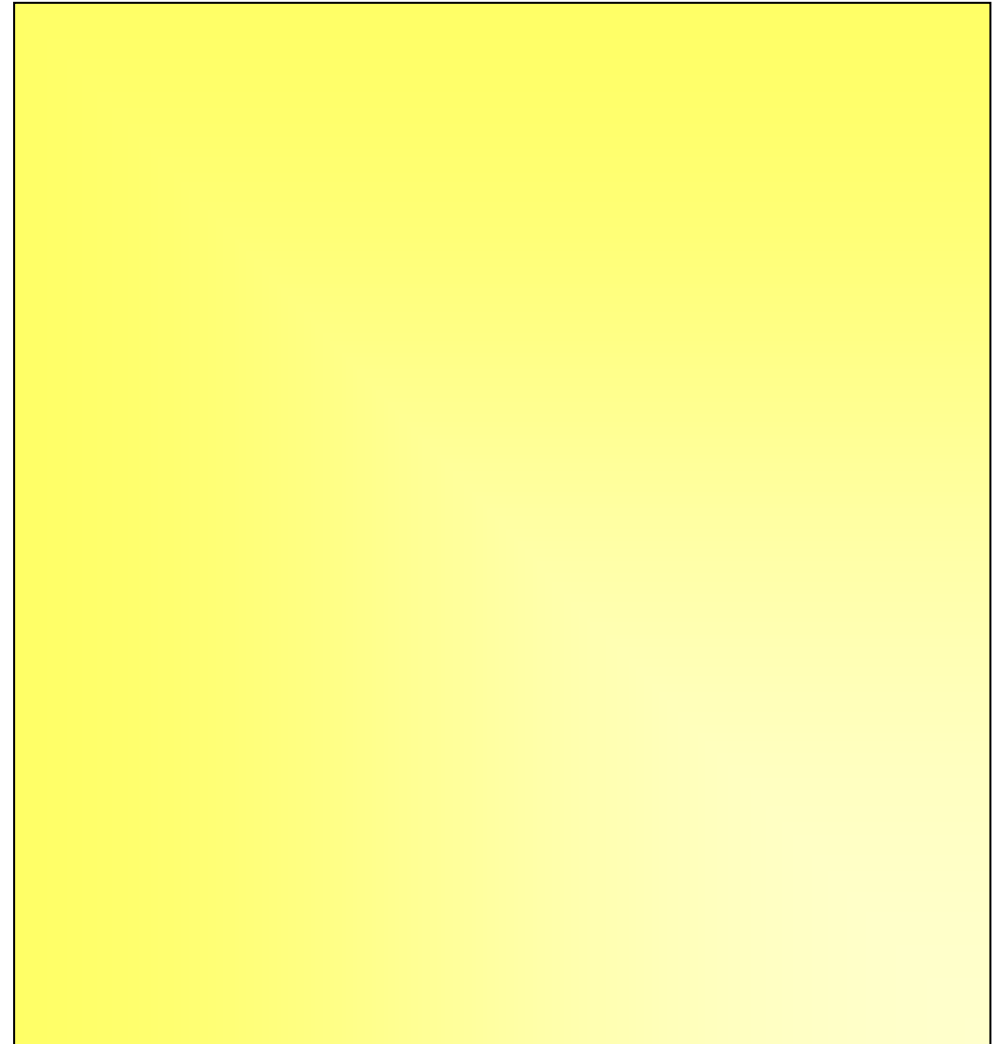


COMPARAISONS FINALE
POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 Bq < SD (9 Bq)

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD \Rightarrow

- **NON-REJET DE H_0** : PROBABILITE ECHANTILLON NON-RADIOACTIF NON NEGLIGEABLE



COMPARAISONS FINALE
POUR UNE MEME ACTIVITE MESUREE : 2 Bq < SD (9 Bq)

2) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD \Rightarrow

- **NON-REJET DE H_0** : 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 \Rightarrow

- **NON-REJET DE H_0** : PROBABILITE ECHANTILLON NON-RADIOACTIF NON NEGLIGEABLE
- EFFET NON DETECTE
- **REJET H_1** : 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 \Rightarrow

- **NON-REJET DE H_0** : PROBABILITE ECHANTILLON NON-RADIOACTIF NON NEGLIGEABLE
- EFFET NON DETECTE
- **REJET H_1** : 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 \Rightarrow

- **NON-REJET DE H₀** : 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 \Rightarrow

- **NON-REJET DE H₀** : 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 \Rightarrow

- **NON-REJET DE H₀** : 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 \Rightarrow

- **NON-REJET DE H₀** : 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 \Rightarrow

- **NON-REJET DE H₀** : 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 \Rightarrow

COMPARAISONS FINALE

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

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD \Rightarrow

- **NON-REJET DE H₀** : 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 \Rightarrow

- EFFET NON DETECTE

COMPARAISONS FINALE

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

1) TESTS D'HYPOTHESES

ACTIVITE MESUREE < SD \Rightarrow

- **NON-REJET DE H₀** : 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 \Rightarrow

- 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 \Rightarrow

- **NON-REJET DE H₀** : 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 \Rightarrow

- 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 \Rightarrow

- **NON-REJET DE H₀** : 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 \Rightarrow

- 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 \Rightarrow

- **NON-REJET DE H₀** : 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 \Rightarrow

- 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 \Rightarrow

- **NON-REJET DE H_0** (CONFIRMATION NON-REJET H_0)
- EFFET NON DETECTE
- **REJET H_1** : ACTIVITE VRAIE > SD (LIMITE A PRIORI)

2) ESTIMATEURS BAYESIENS

- **$P(H_0) = 33\%$** (CONFIRMATION NON-REJET H_0)
- **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 \Rightarrow **ON EST BIEN AU DELA D'UNE SIMPLIFICATION PEDAGOGIQUE**

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**

INTERET ET COHERENCE DES TESTS D'HYPOTHESES VS INCERTITUDES

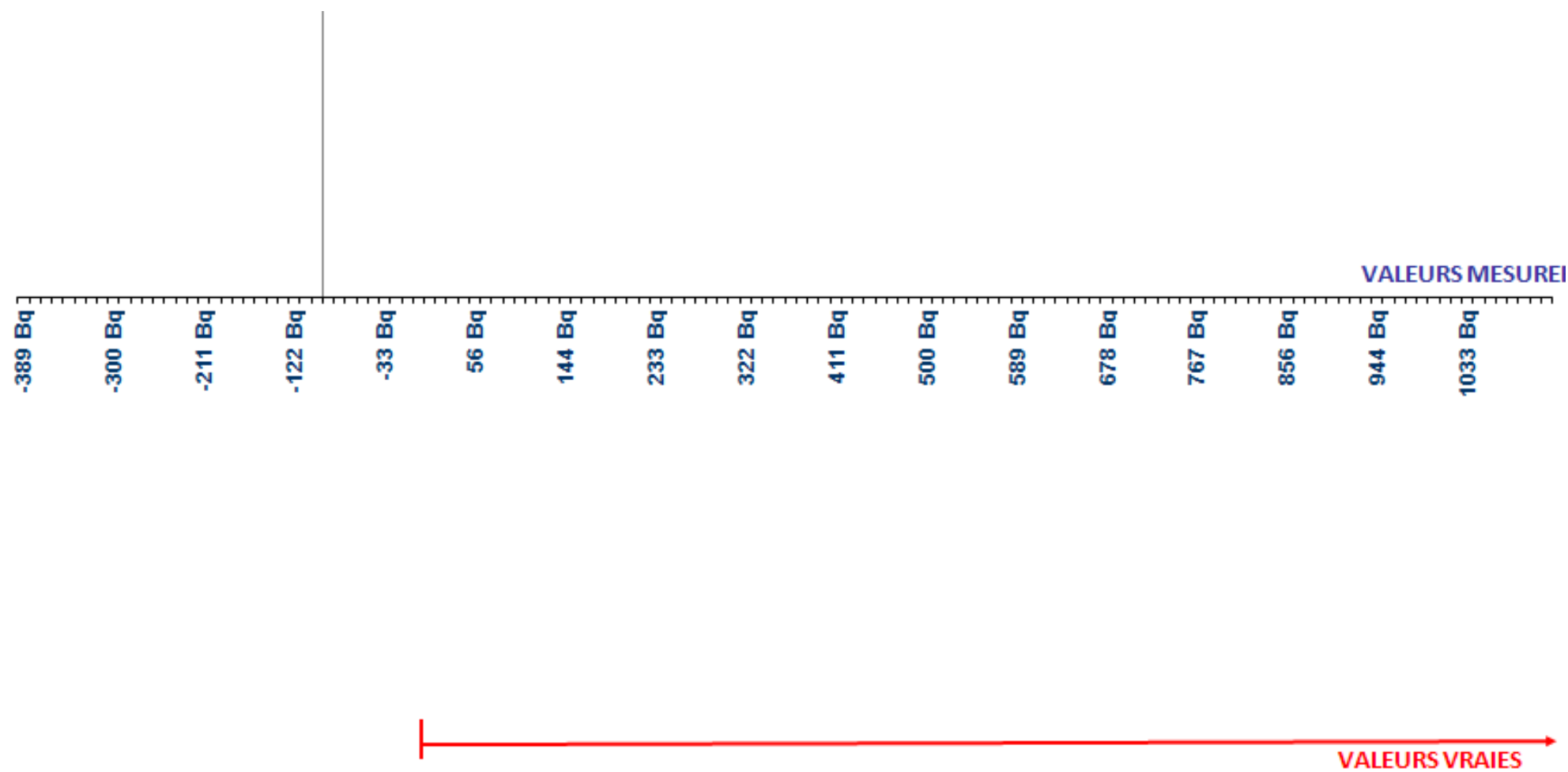
PUISSANCE DU TEST

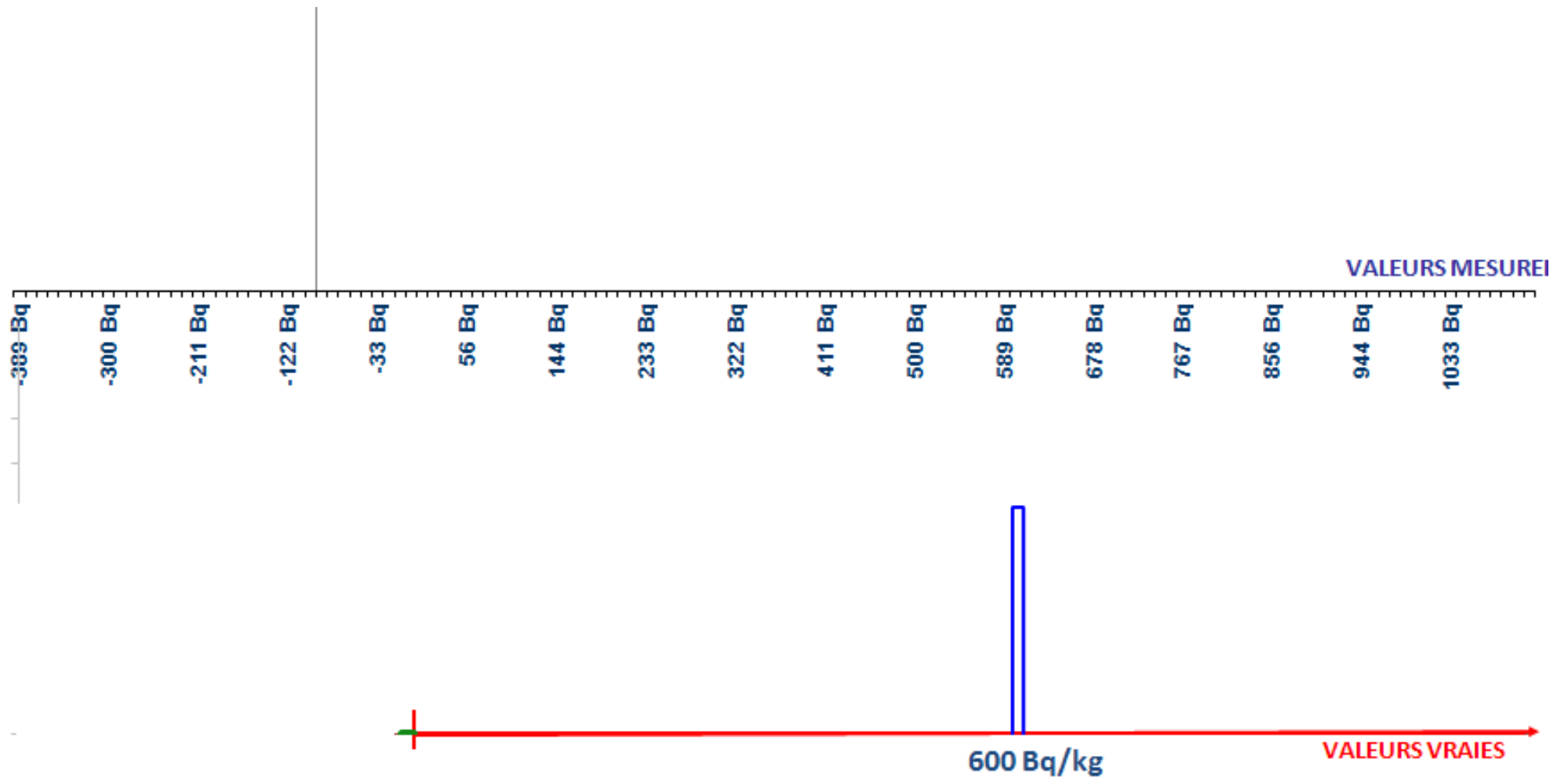
EXEMPLE D'UTILISATION REGLEMENTAIRE

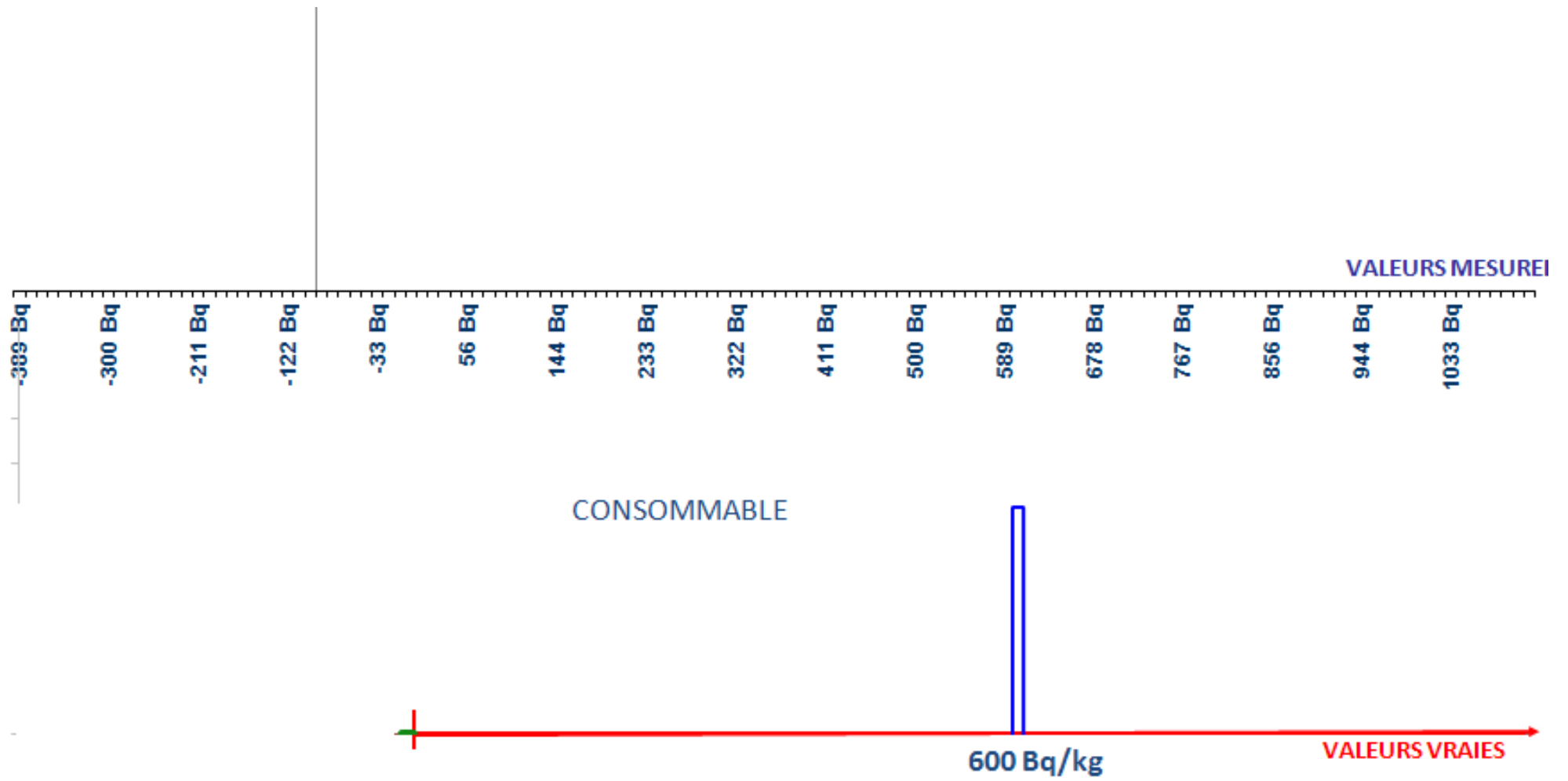
TOLERANCE CONSOMMATION CHAMPIGNONS EN ACTIVITE SPECIFIQUE Cs 134 ET Cs137 :

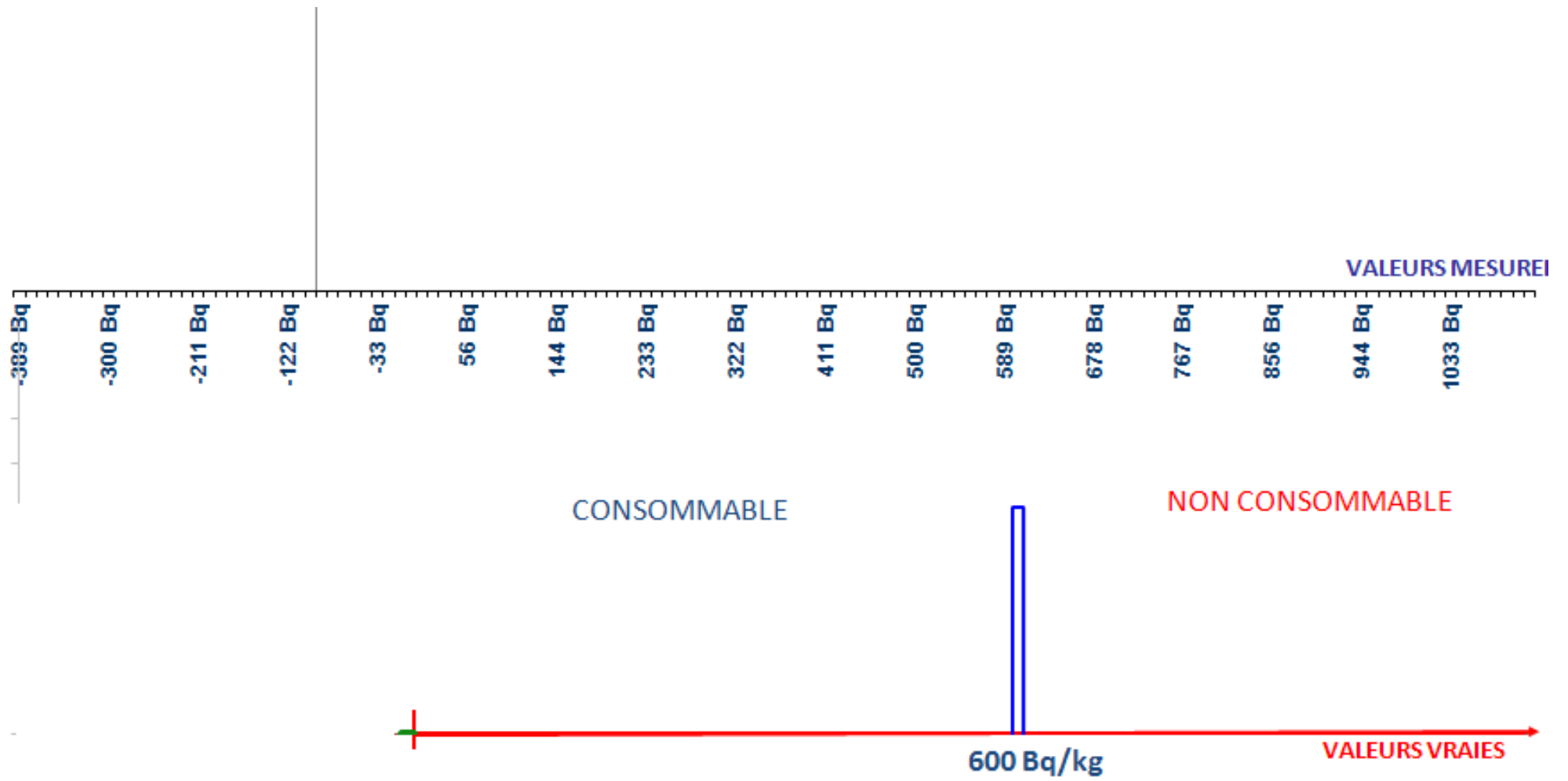
600 BQ.KG⁻¹

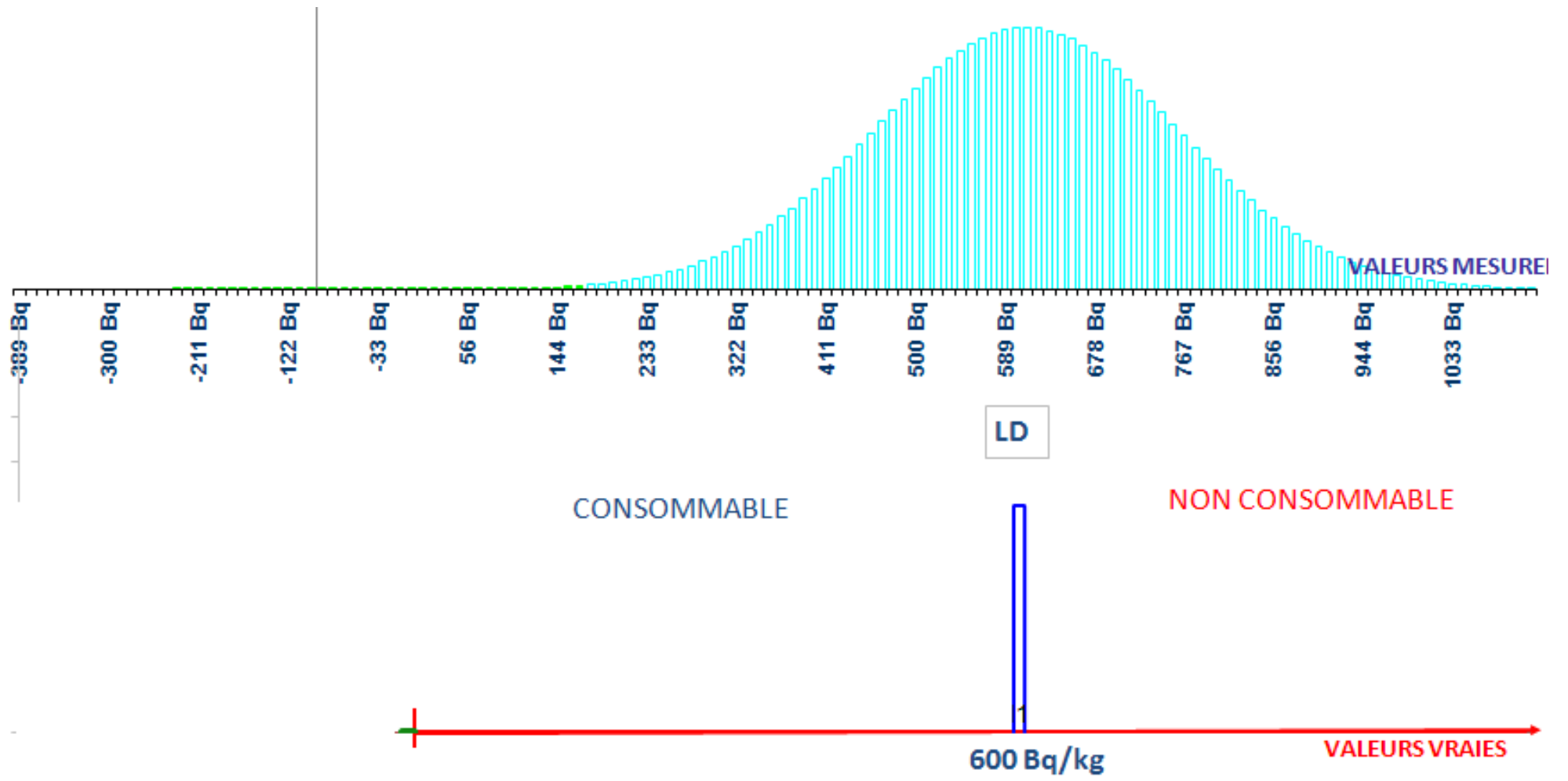
RÈGLEMENT (CE) No 1635/2006 DE LA COMMISSION DU 6 NOVEMBRE 2006

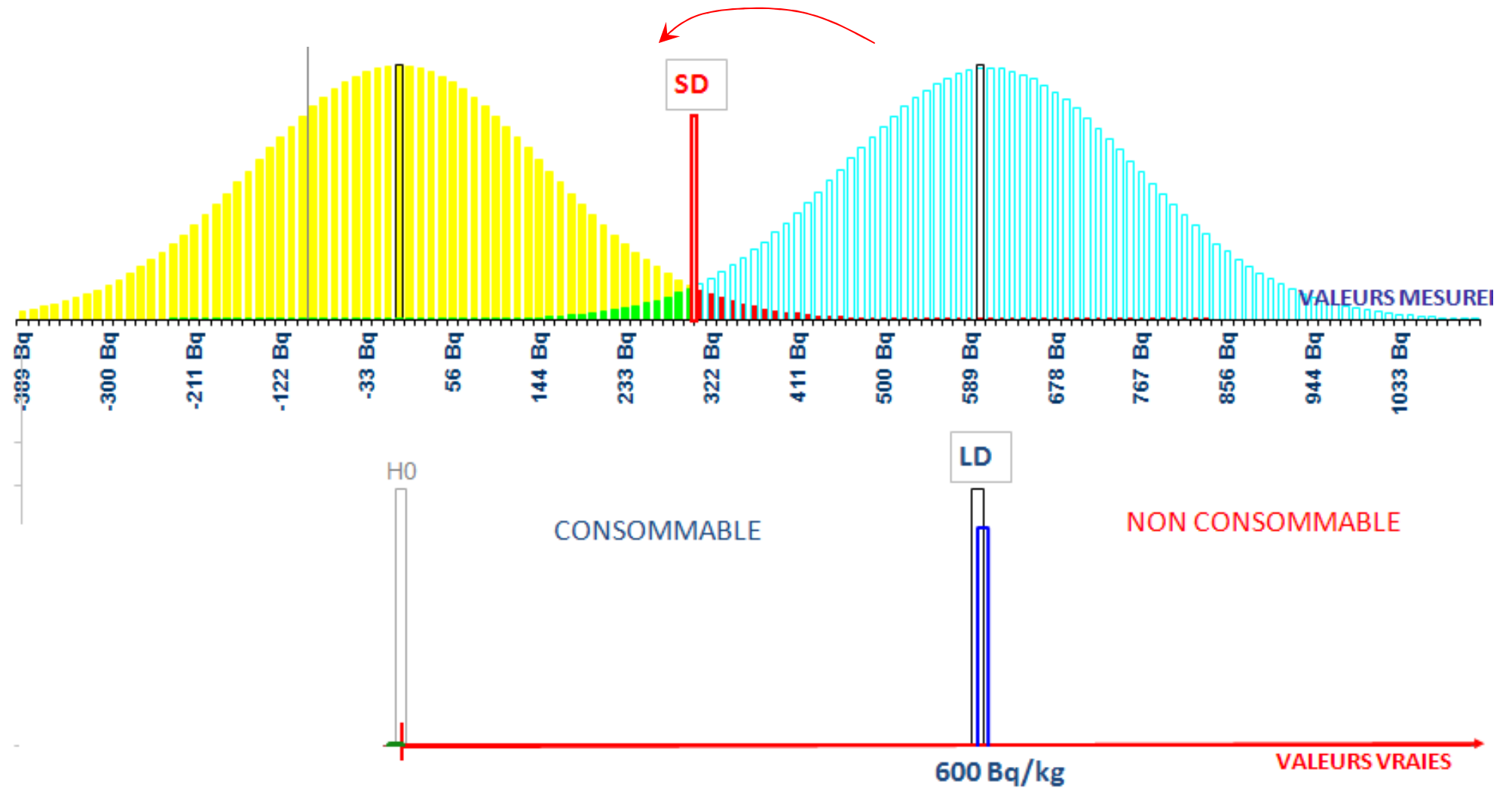


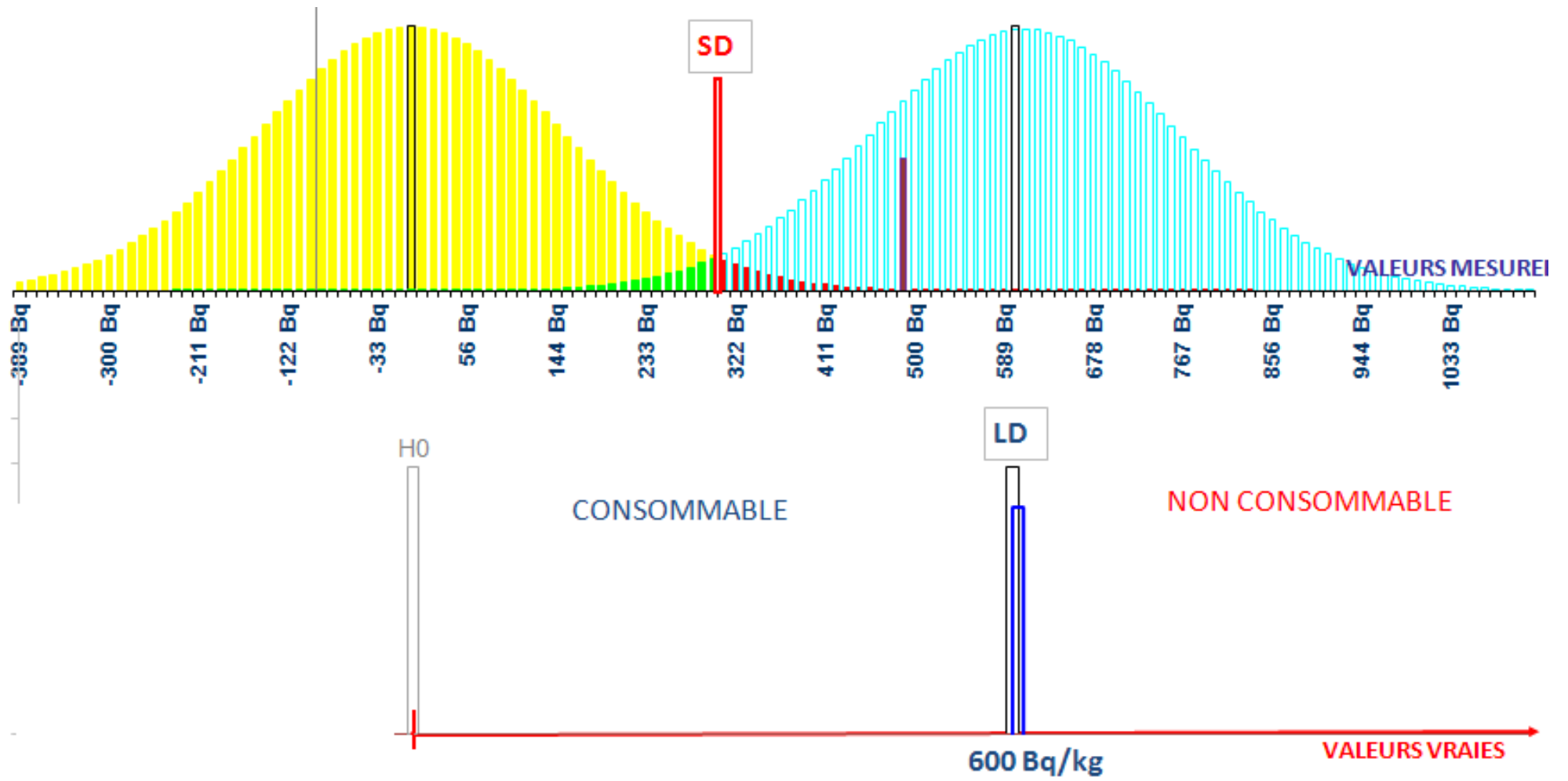




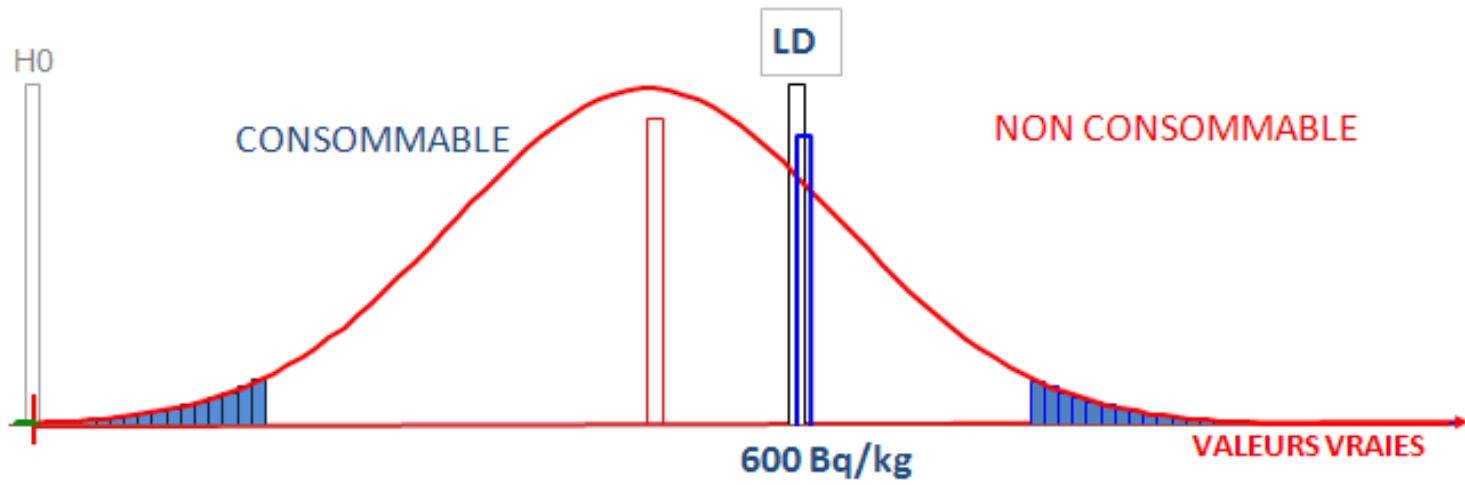
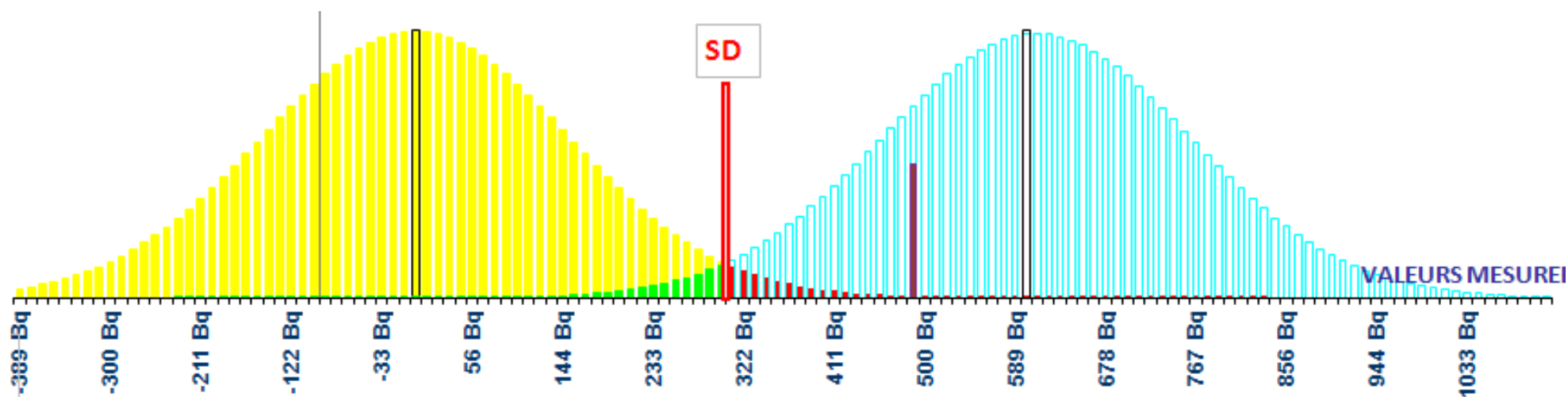




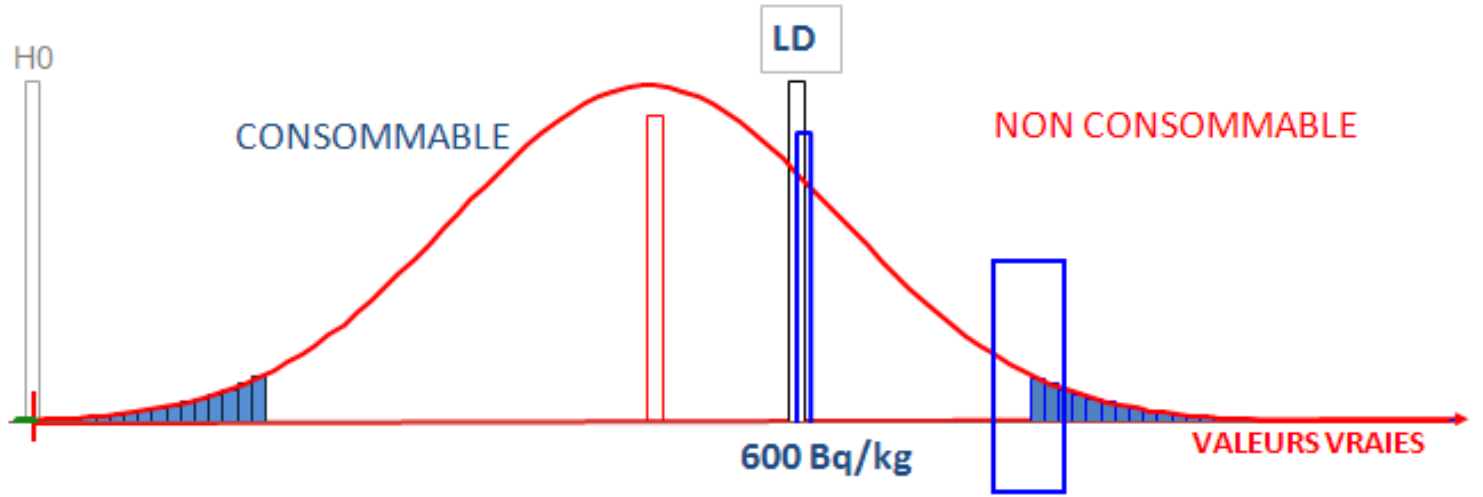
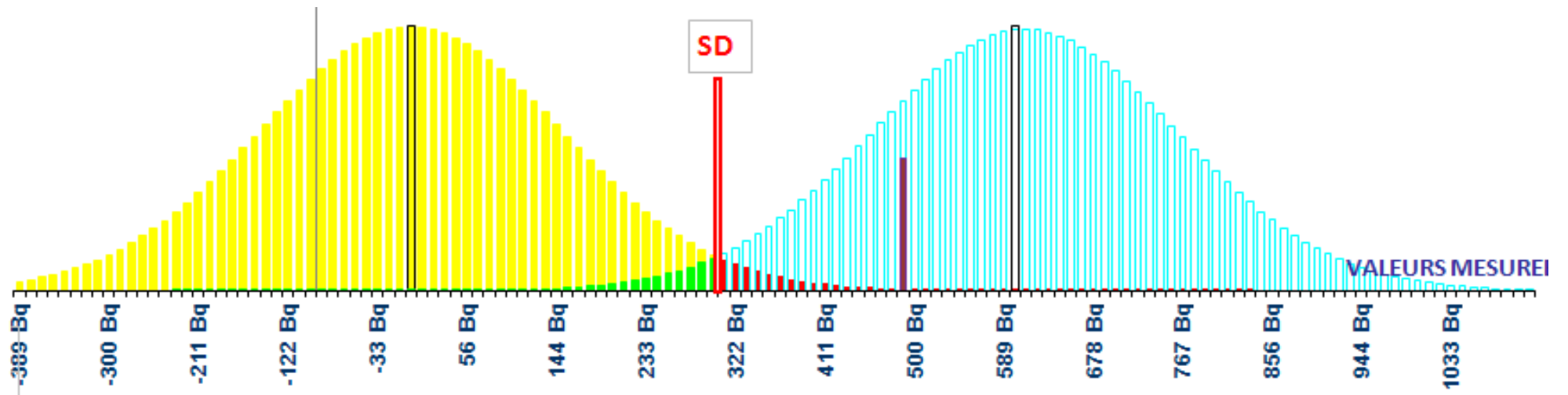




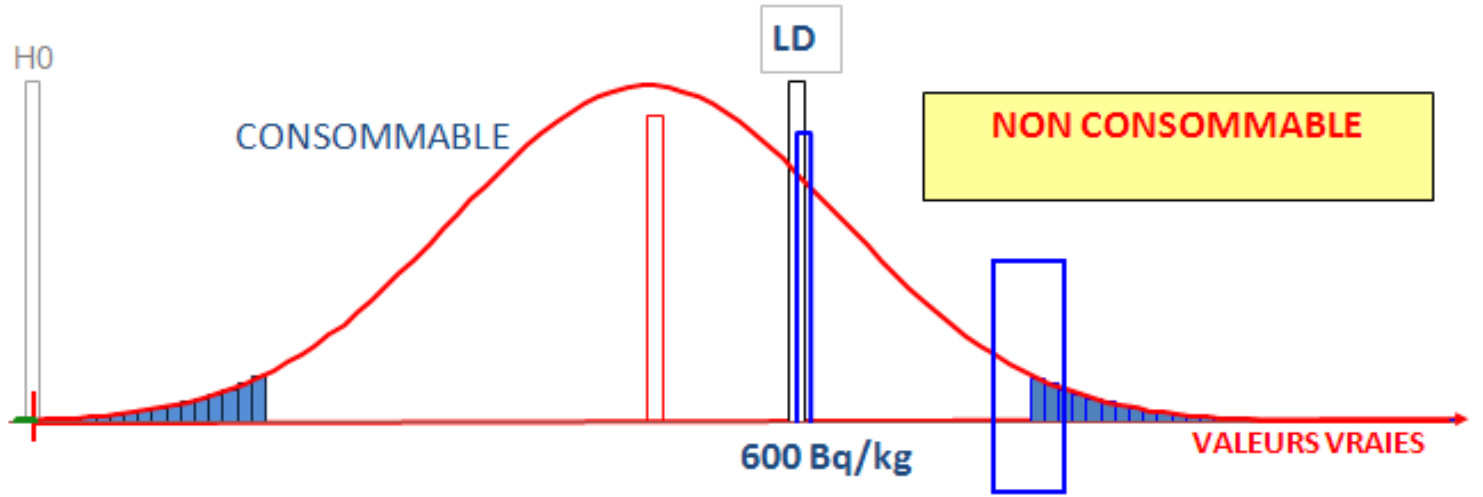
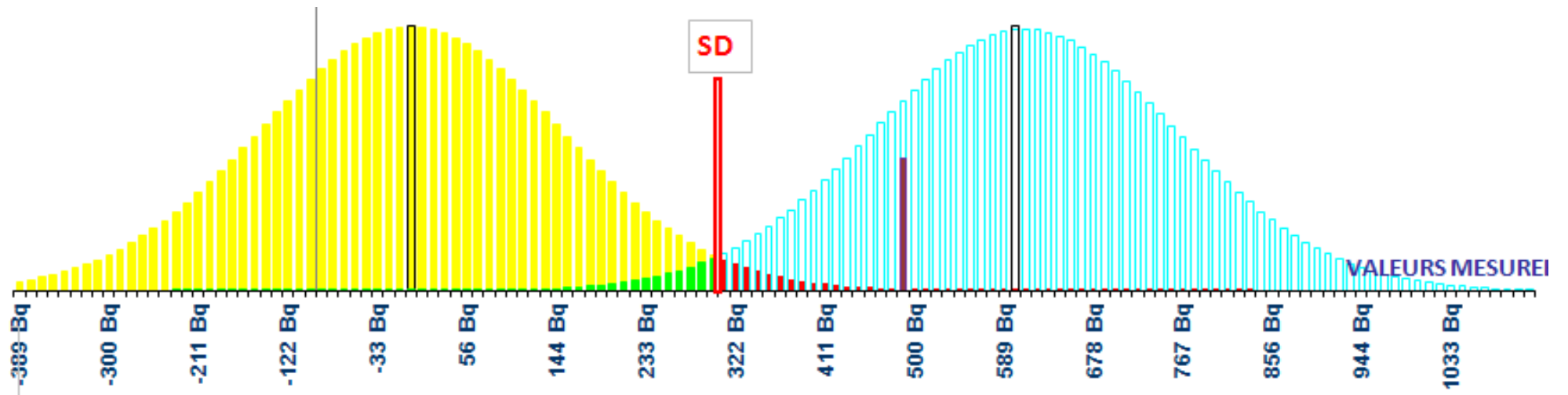
D
BQ/KG



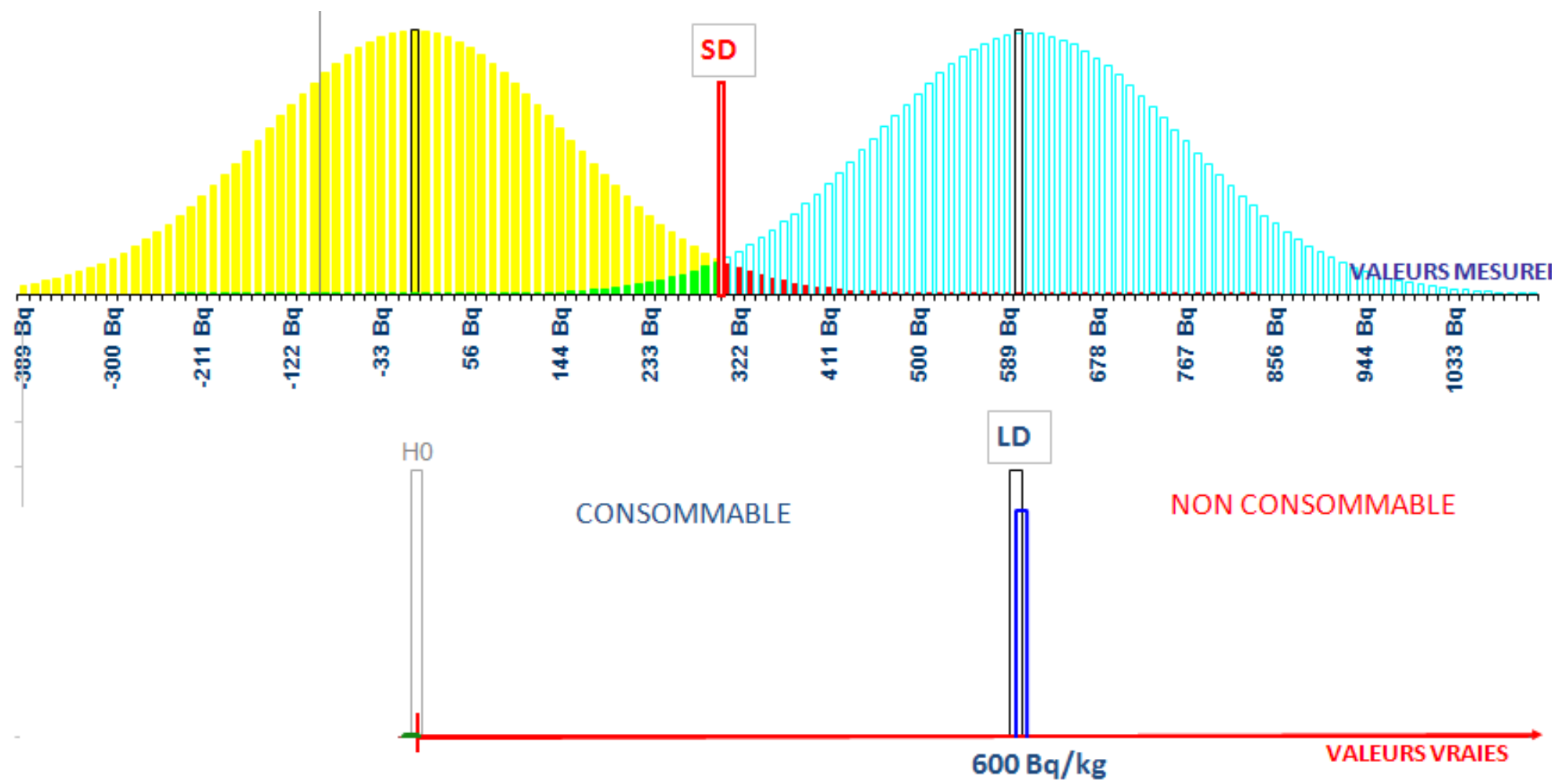
D
BIBLI

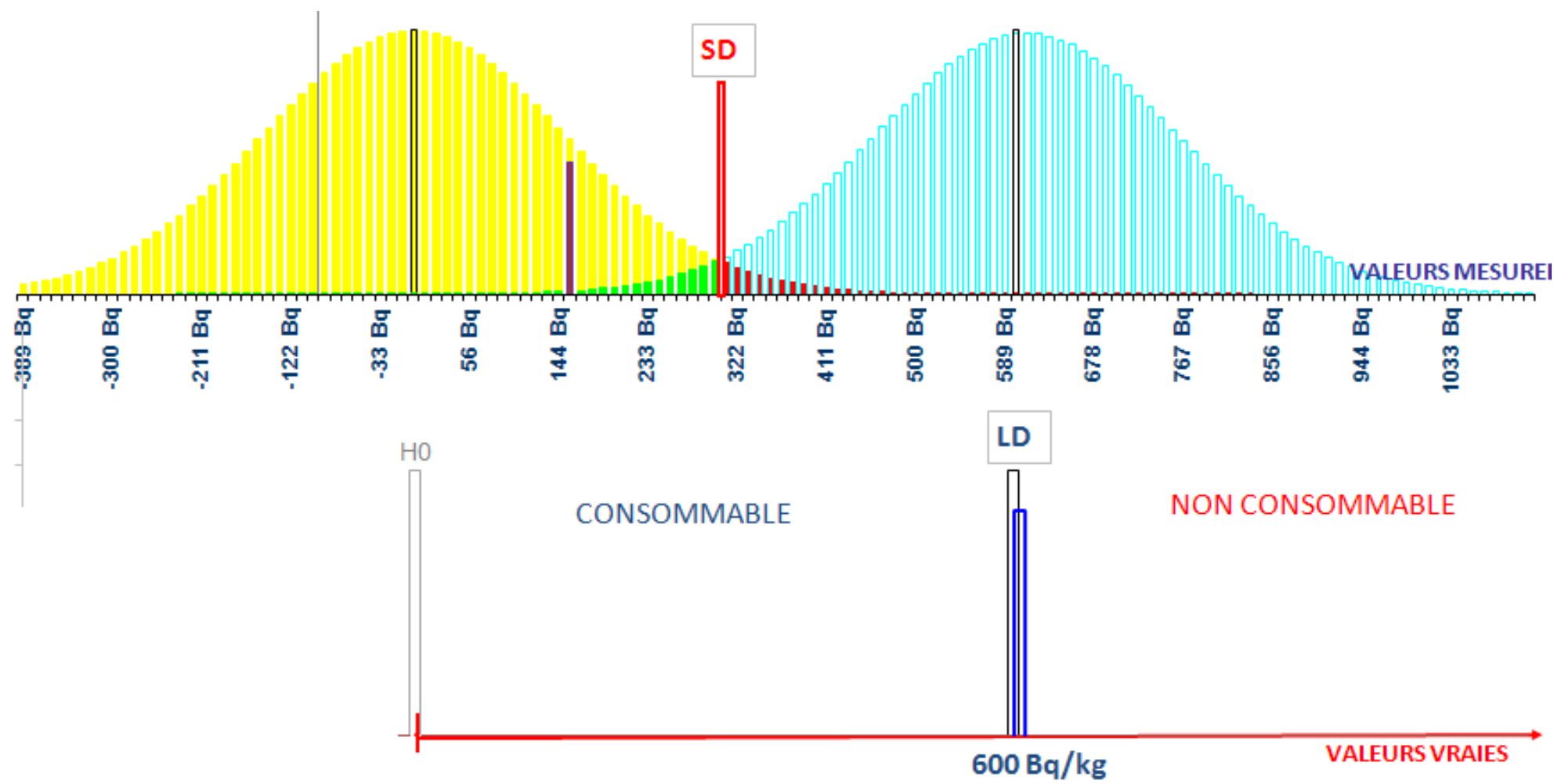


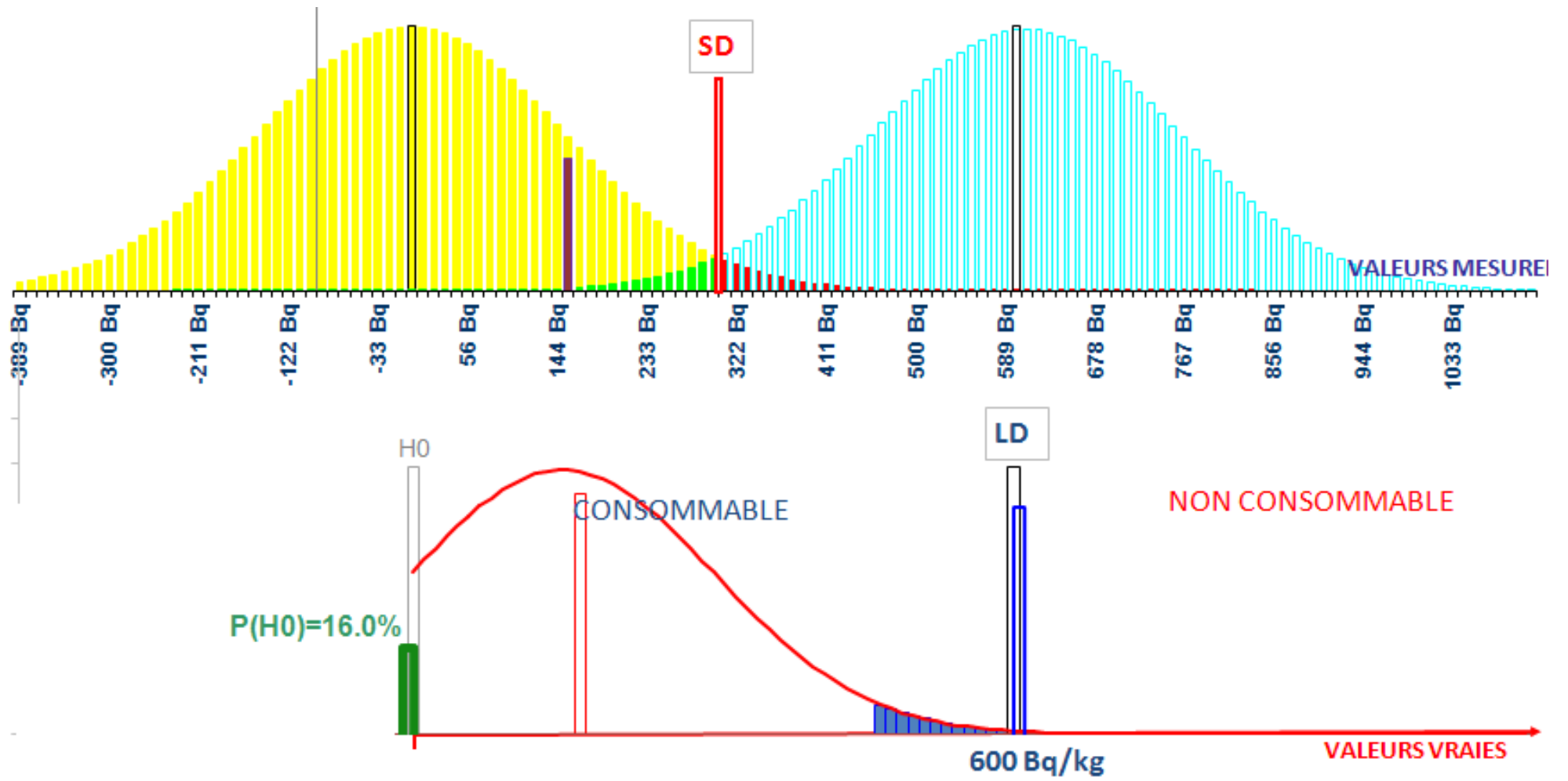
D
BQ/CI



D
BIBLI

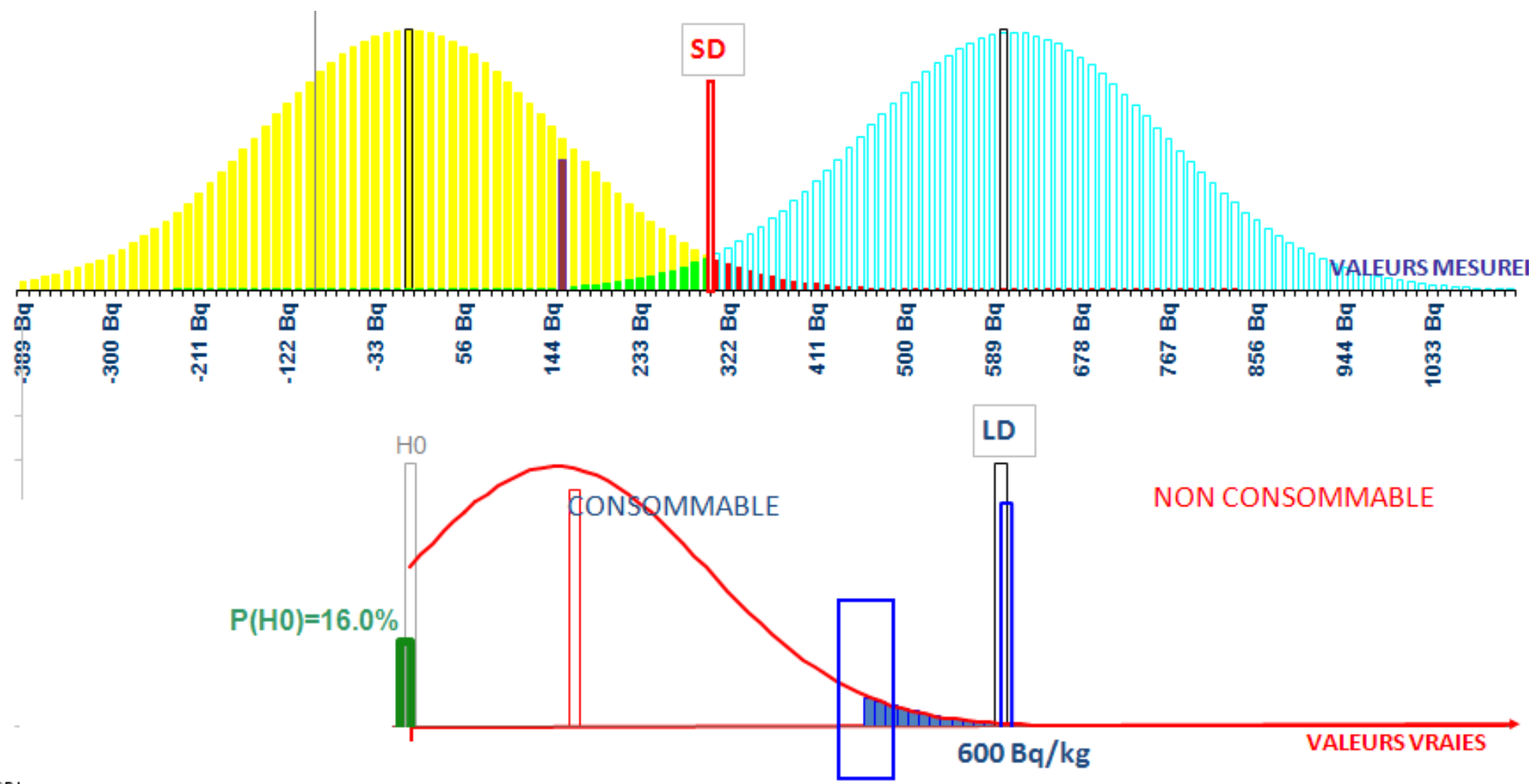




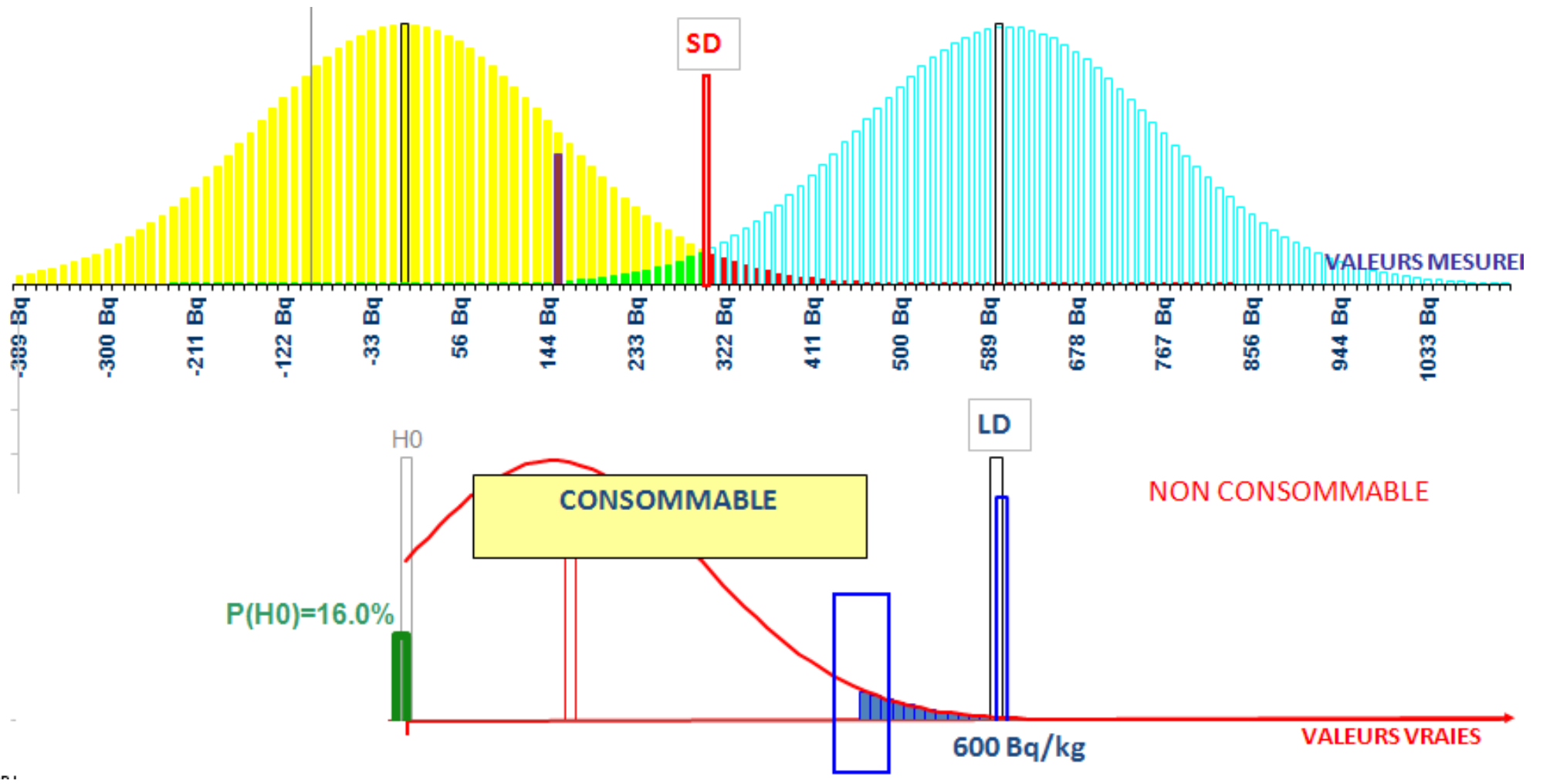


D

6/20/21

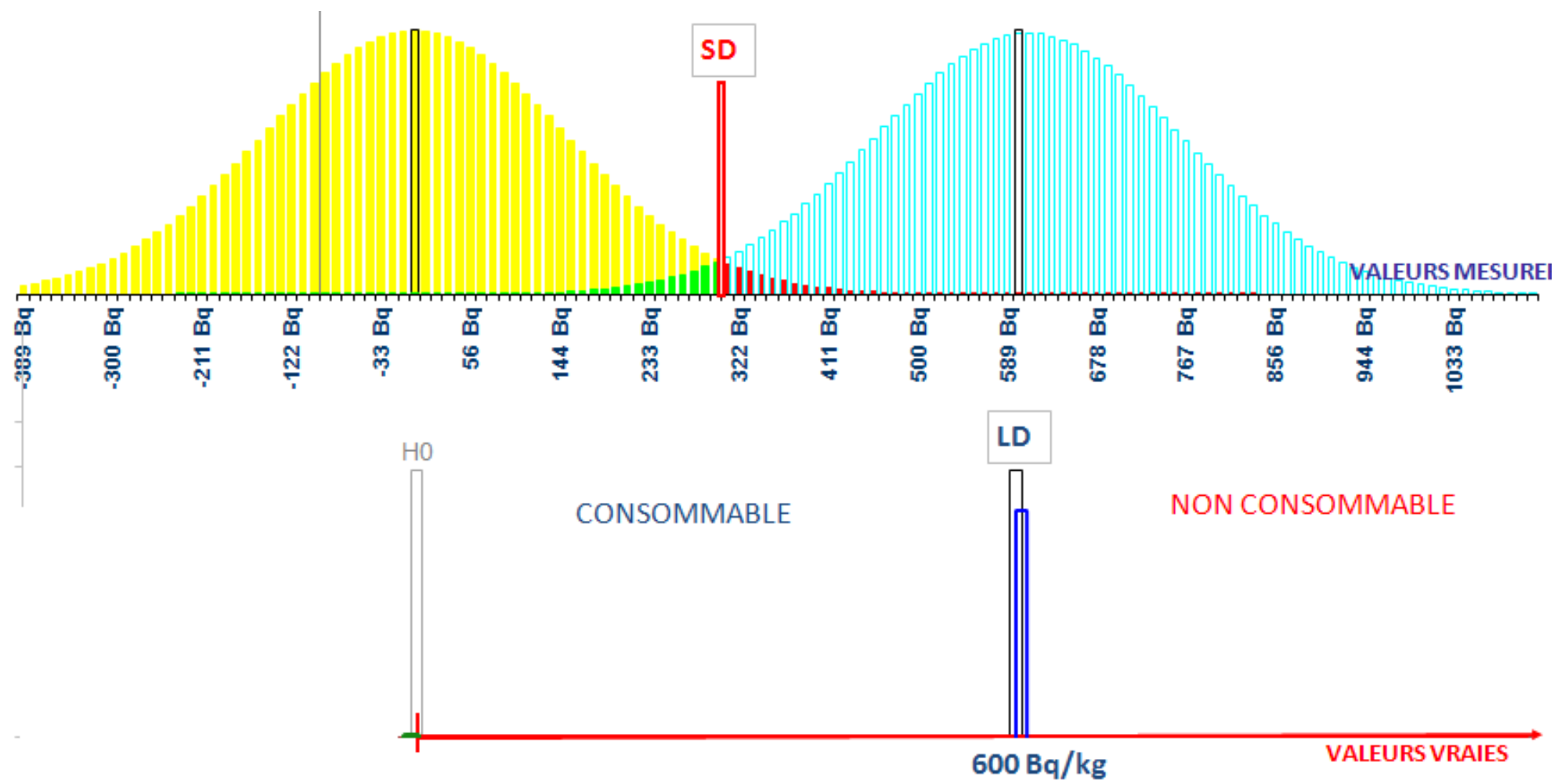


3
1/20/2011

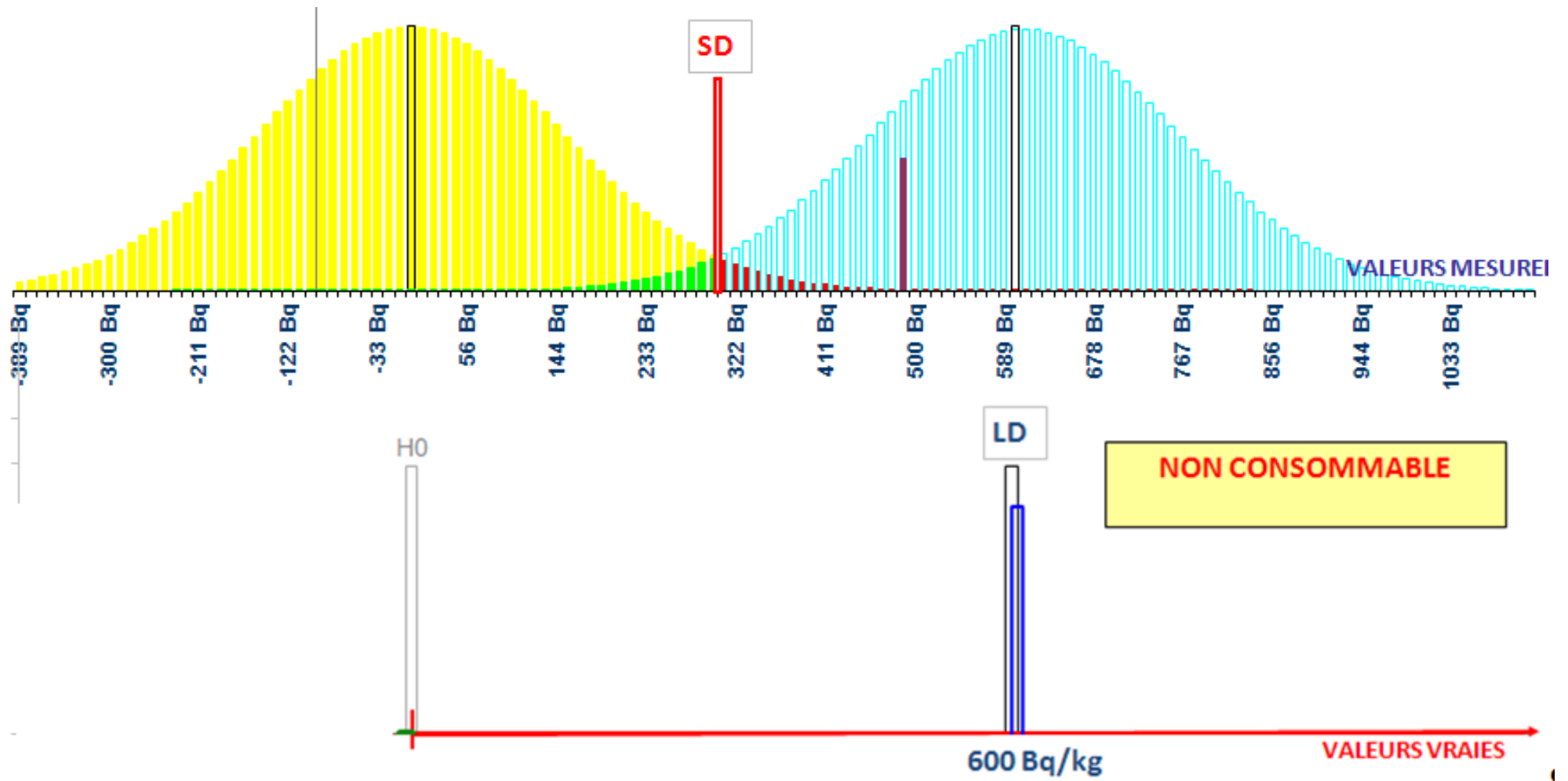


D

1/20/2011

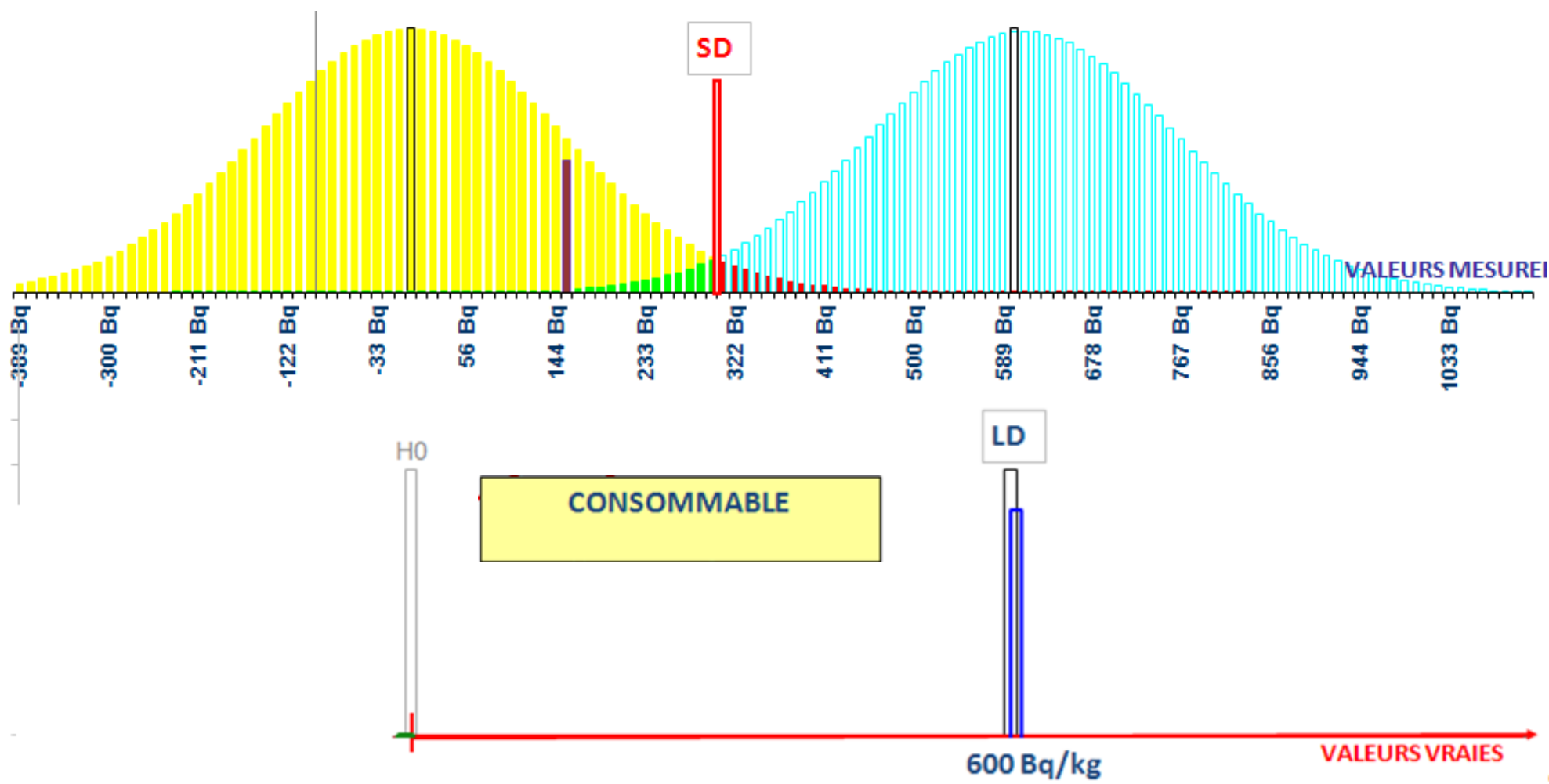


0
100%



D
Bq/kg

VALEURS VRAIES



A PARAITRE :

PROBABILISTIC ANALYSIS OF LOW-LEVEL NUCLEAR MEASUREMENTS

- **PART 1 : BAYESIAN APPROACH UNDER POISSON HYPOTHESIS**

A PARAÎTRE :

PROBABILISTIC ANALYSIS OF LOW-LEVEL NUCLEAR MEASUREMENTS

- **PART 1 : BAYESIAN APPROACH UNDER POISSON HYPOTHESIS**
- **PART 2: REASONED CRITIQUE OF THE ISO 11929-2010 STANDARD RELATING TO THE CHARACTERISTIC LIMITS FOR IONISING RADIATION METROLOGY**

A PARAITRE :**PROBABILISTIC ANALYSIS OF LOW-LEVEL NUCLEAR MEASUREMENTS**

- **PART 1 : BAYESIAN APPROACH UNDER POISSON HYPOTHESIS**
- **PART 2: REASONED CRITIQUE OF THE ISO 11929-2010 STANDARD RELATING TO THE CHARACTERISTIC LIMITS FOR IONISING RADIATION METROLOGY**

**A.VIVIER¹, S.PUYDARRIEUX², G.MANIFICAT³, M.MOKILI⁴, C.RIVIER⁵, L.TENAILLEAU⁶, J.P. DUVAİL⁷,
B.THAUREL⁸, M.CROZET⁹, R.LE MEIGNEN¹⁰, E.BOHAUD¹¹, V.BRUEL¹², G.LE PETIT¹³, J.AUPIAIS¹³,
H.GUEGAN¹⁴, C.COSSONNET¹⁵, J. GUO¹⁶, P. TRANCHANT¹⁷, J.FAZILEABASSE¹⁸, X. MICHEL¹⁹**

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 Soullaines 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 /GPPE - Ingénierie Radio Protection 1 Place Pleyel 93282 St Denis Cedex

¹⁹ Service de protection radiologique des armées, Clamart

