Introduction aux théories de l’incertain :

Exemple en épidémiologie

Eric Chojnacki

Introduction aux théories de l'incertain :

Introduction : pourquoi évaluer l'incertitude

Les 4 étapes d'une analyse d'incertitude

Exemple du GRNC :

- Les 4 étapes : spécification, représentation, propagation et analyse
- Analyse des résultats

Description des principales théories

Conclusion

Evaluer l'incertitude : une demande forte

- Demande par le public de tenir compte des incertitudes dans l 'évaluation du risque (sanitaire, naturel,…).

  Exemple : risque lié aux OGM, aux nanoparticules

- Evolution de la réglementation liée aux risques industriels (loi du 30/07/03 concernant les risques technologiques) qui demande que soient mises en place :
  - une méthodologie de hiérarchisation des risques,
  - des études des risques et des conséquences sur l 'environnement (établissement d 'un plan de prévention des risques)

- Contraintes industrielles imposent une approche rigoureuse des incertitudes.

  Exemple : satisfaction des critères de sûreté / vieillisement

Théories de l'incertain : l 'activité ECCOREV

Heidegger :
« Exiger de la science, de l'histoire, l'exactitude, ce serait porter atteinte à l'idée de la rigueur qui est spécifiquement propre aux sciences de l'esprit »

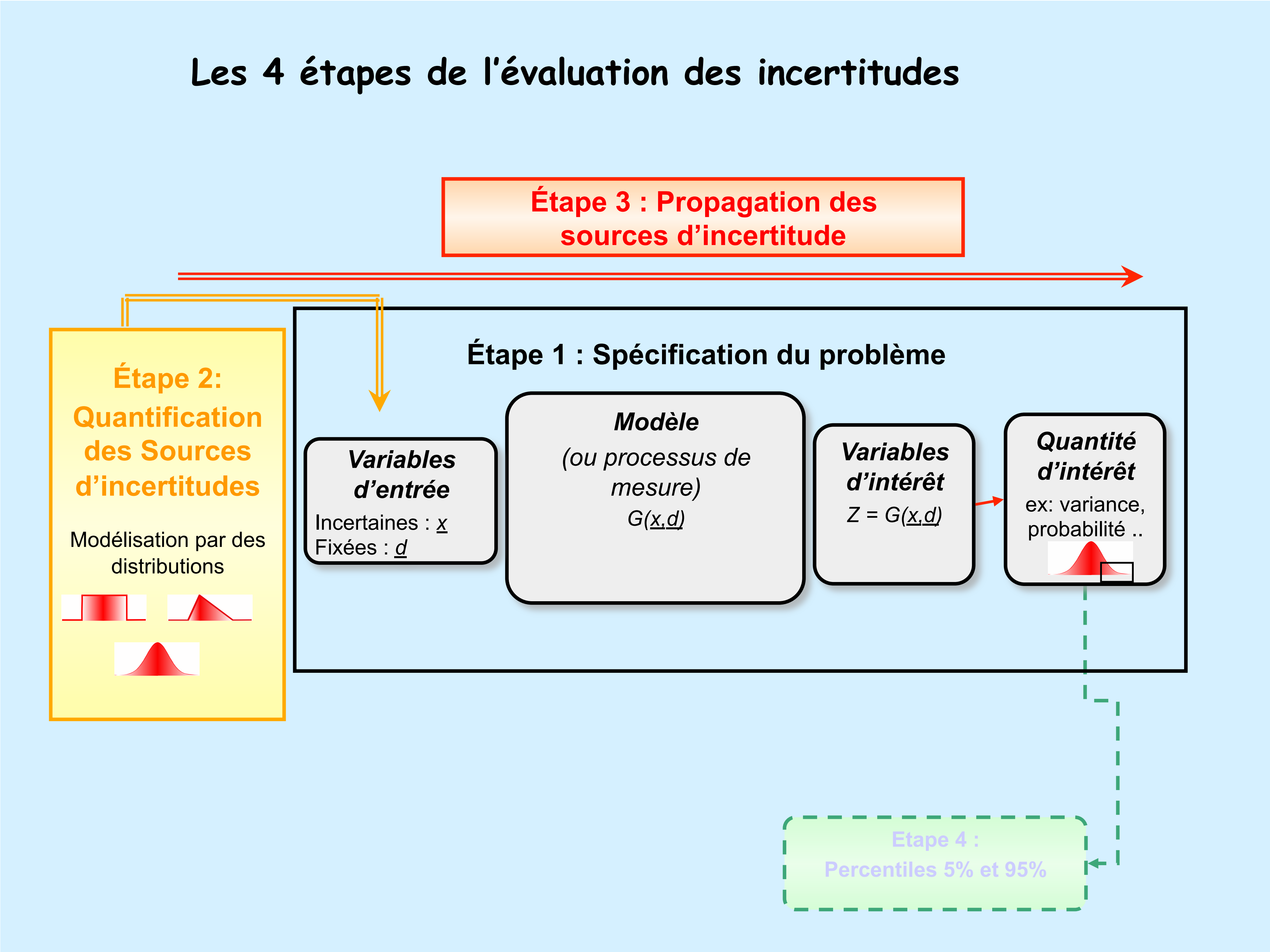
- Axe transverse risque et incertitude

  - Proposer des modèles de représentation des incertitudes

  .

  - Développer des méthodes d'agrégation et de synthèse de l'information

  - Partager des outils numériques de caractérisation et d'évaluation du risque

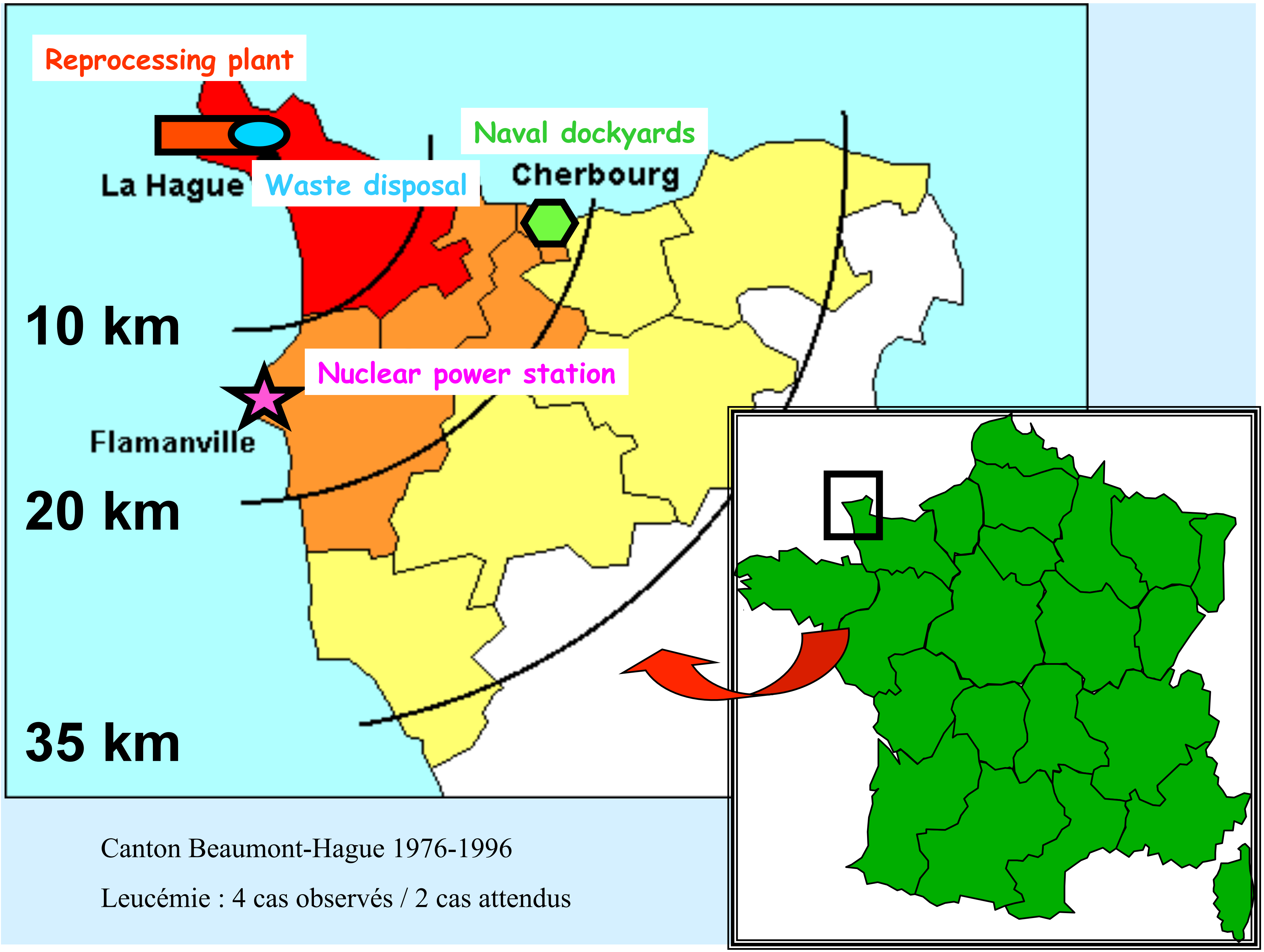

Les 4 étapes de l'évaluation des incertitudes
Étape 3 : Propagation des sources d'incertitude
Étape 2: Quantification des Sources d'incertitudes
Modélisation par des distributions
Étape 1 : Spécification du problème
Variables d'entrée
Incertaines : x
Fixées : d
Modèle
(ou processus de mesure)
G(x,d)
Variables d'intérêt
Z = G(x,d)
Quantité d'intérêt
ex: variance, probabilité ..
Etape 4 :
Percentiles 5% et 95%

Les 4 étapes :
spécification, représentation, propagation et analyse

Etude épidémiologique

Le Groupe pluraliste “Radioécologie Nord-Cotentin”

(GRNC)



Canton Beaumont-Hague 1976-1996

Leucémie : 4 cas observés / 2 cas attendus

Evaluer l'incertitude sur le risque : Etape 1

Étape 1 : Spécification du problème

Variables d'entrée

Incertaines : *x*
Fixées : *d*

Modèle

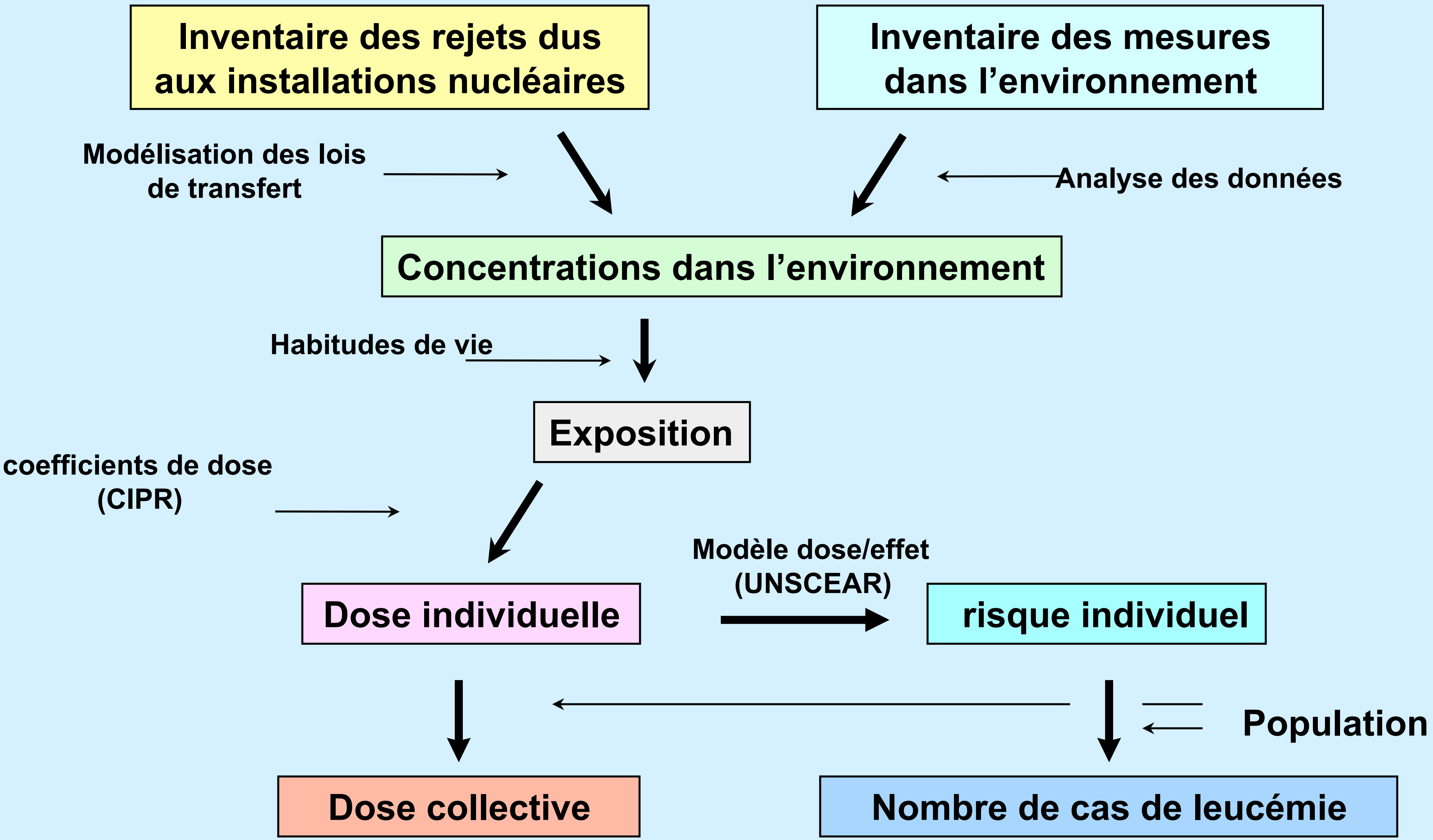
(ou processus de mesure)

G(x,d)

Variables d'intérêt

Z = G(x,d)

GRNC : méthodologie de l'évaluation du risque (1/3)



GRNC : méthodologie de l'évaluation du risque (2/3)

(Excès de) Risque cohorte = somme des excès de risque individuel

(Excès de) Risque individuel $= (A*D + B*D^2) * e^{\beta} = A' D$

Dose = mesure de l'impact sur les tissus biologiques d'une activité :

L'impact d'une activité dépend du radionucléide RN

Dose cumulée $D_{ind} = \sum_{RN,a} D_{RN,a}$

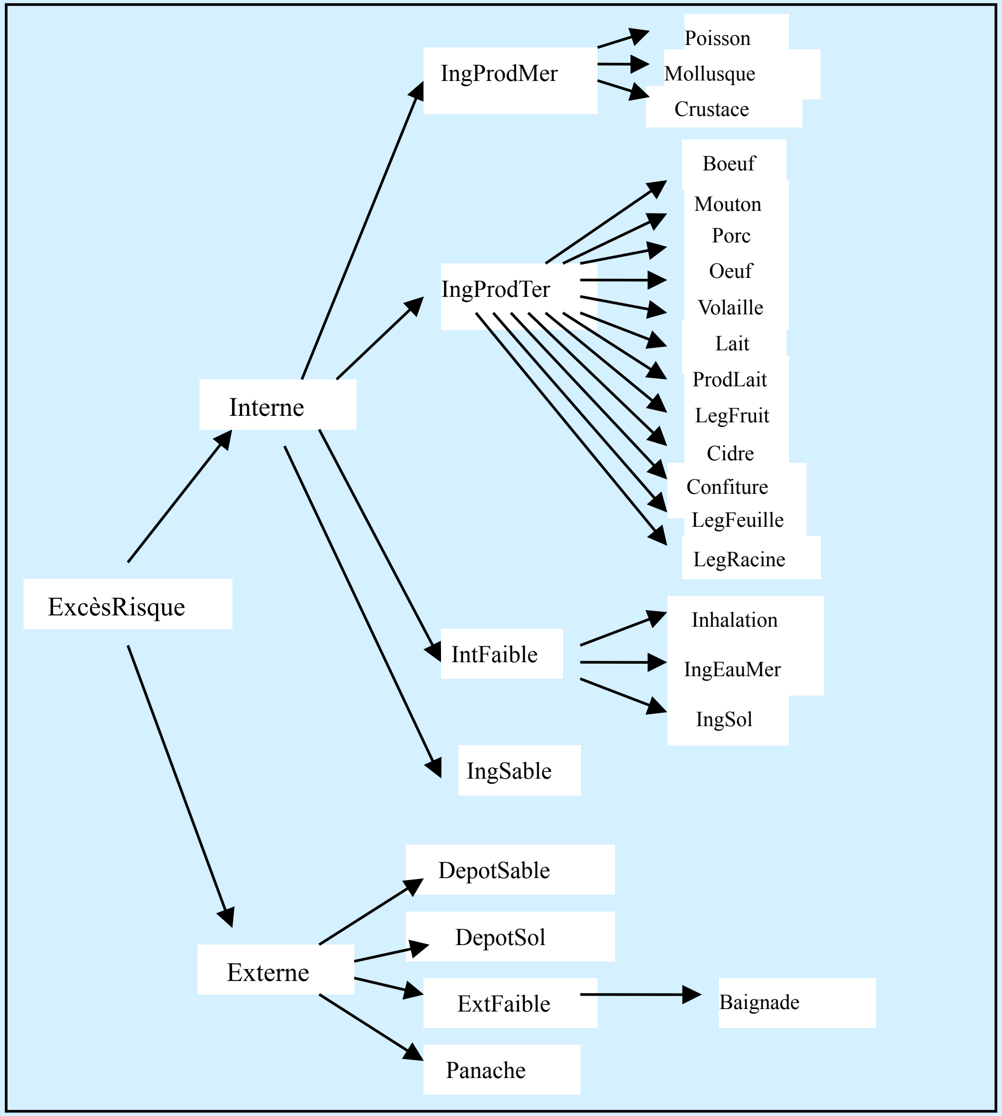
Dose annuelle par RN **D(RN,a) = A(RN) * CD(RN)**

Concentrations dans l'environnement

Exposition

Activité d'exposition (RN,a) = Activité environnementale (RN,a) * FT(RN,voie d'exposition)

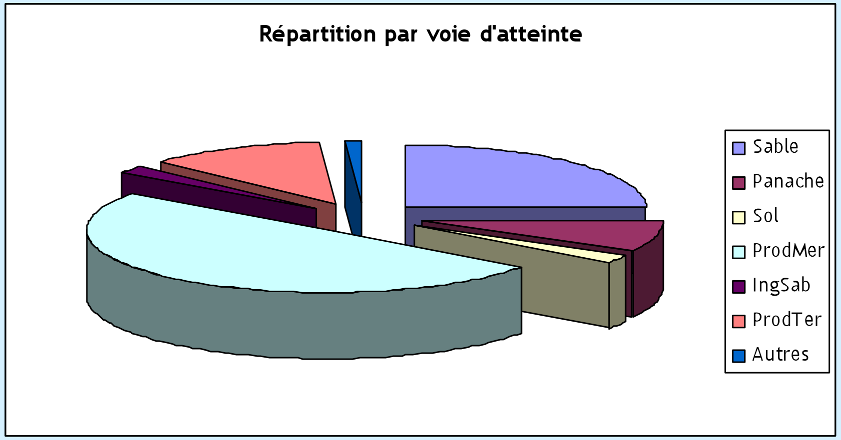
GRNC : méthodologie de l'évaluation du risque (3/3)

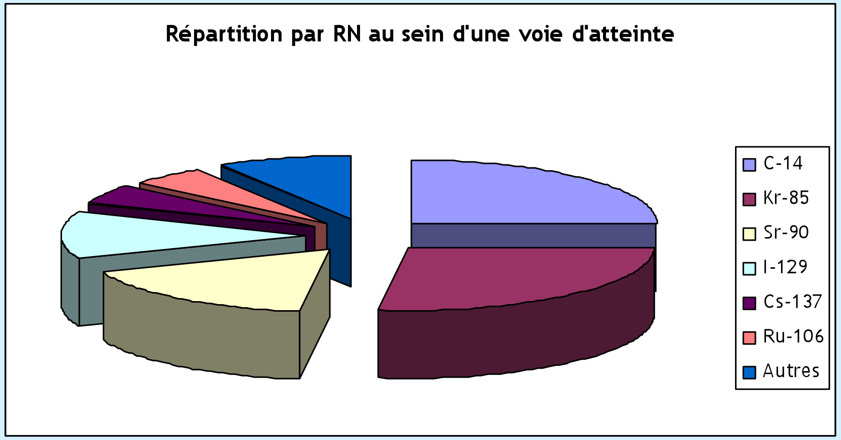


La cohorte est subdivisée en voie d'expositions

On évalue l'excès de risque apportée par chaque voie d'exposition.

Evaluation du risque : + 0.002 à comparer au +2 observés



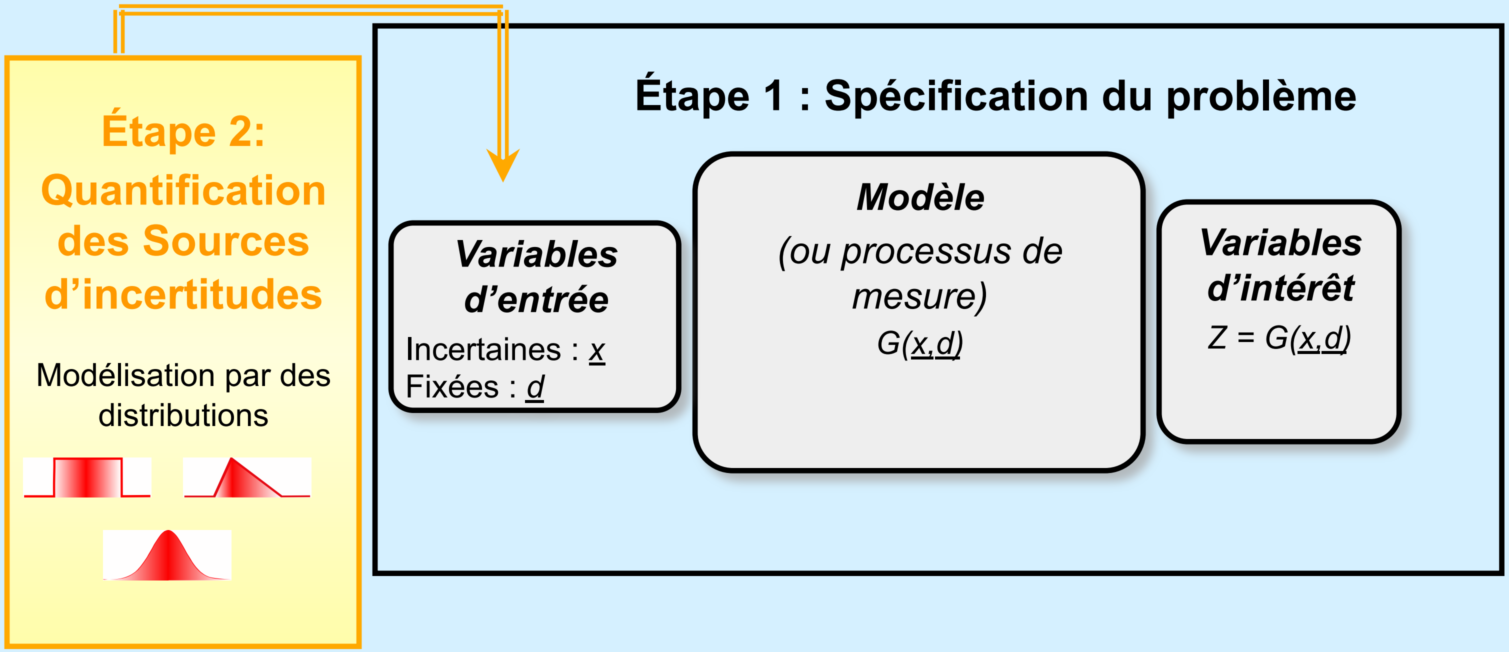


Quelle confiance attribuer à la valeur calculée :

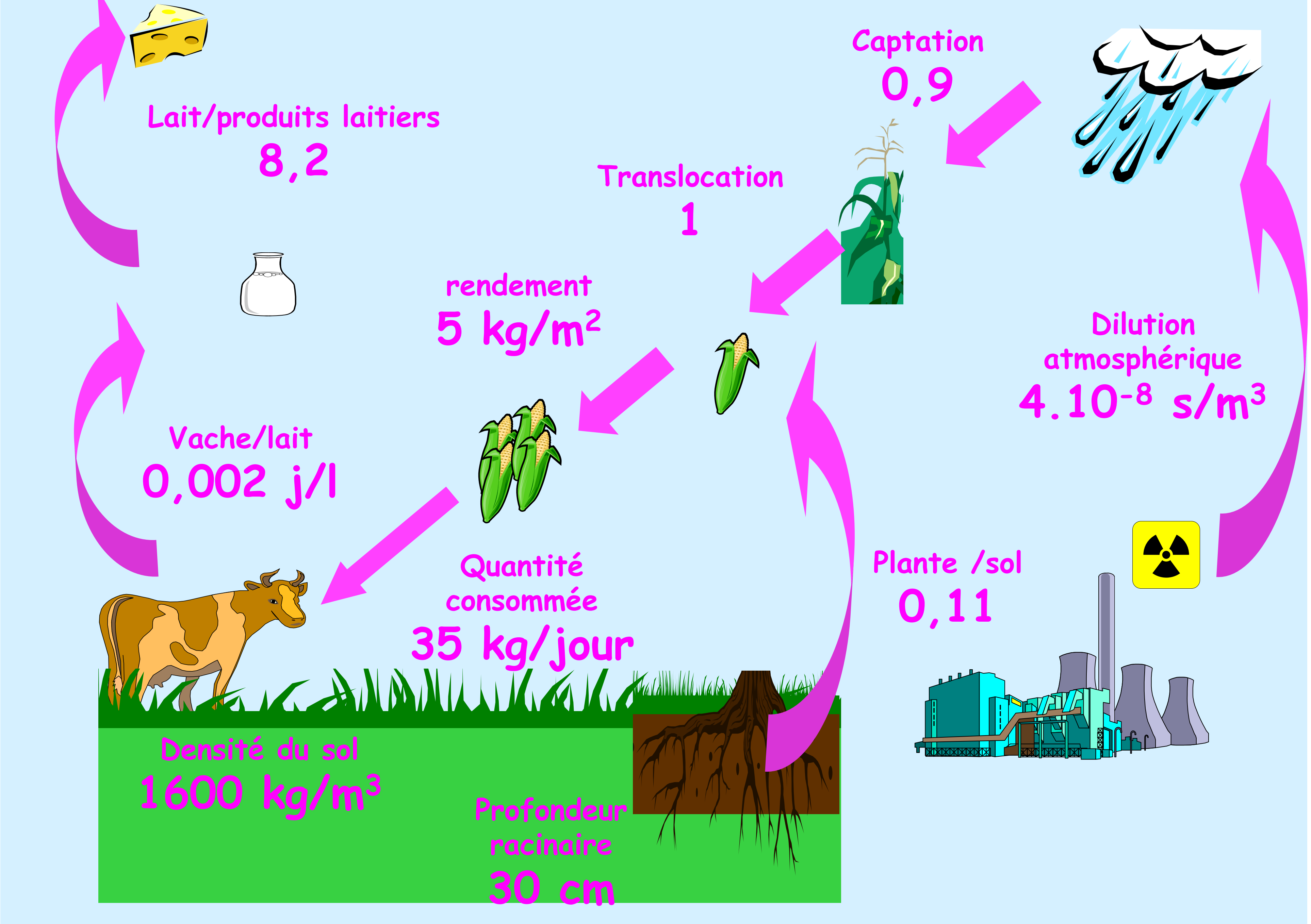
incertitudes sur les concentrations,

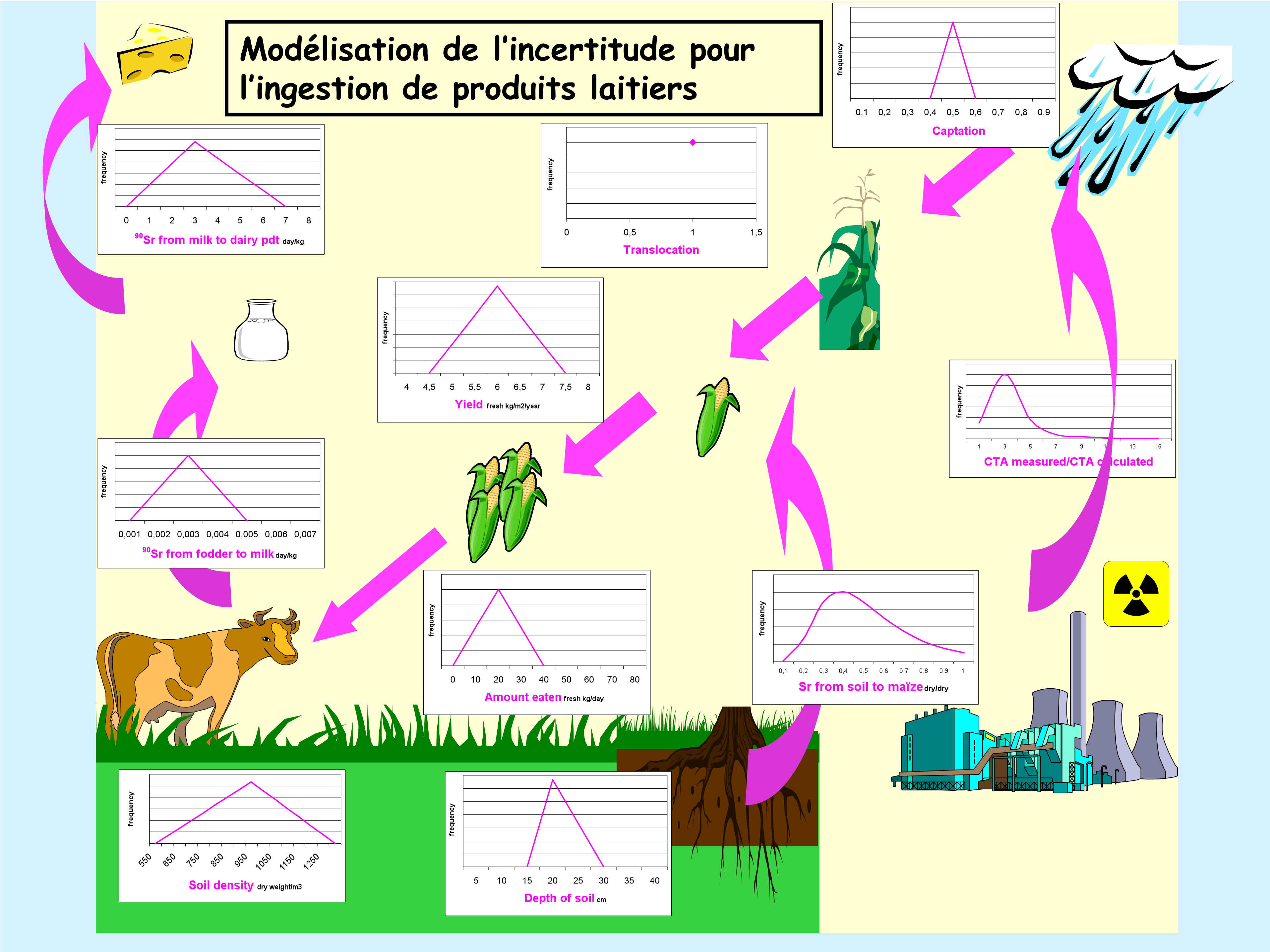
incertitudes sur les conditions d'exposition

Evaluer l'incertitude sur le risque : Etape 2



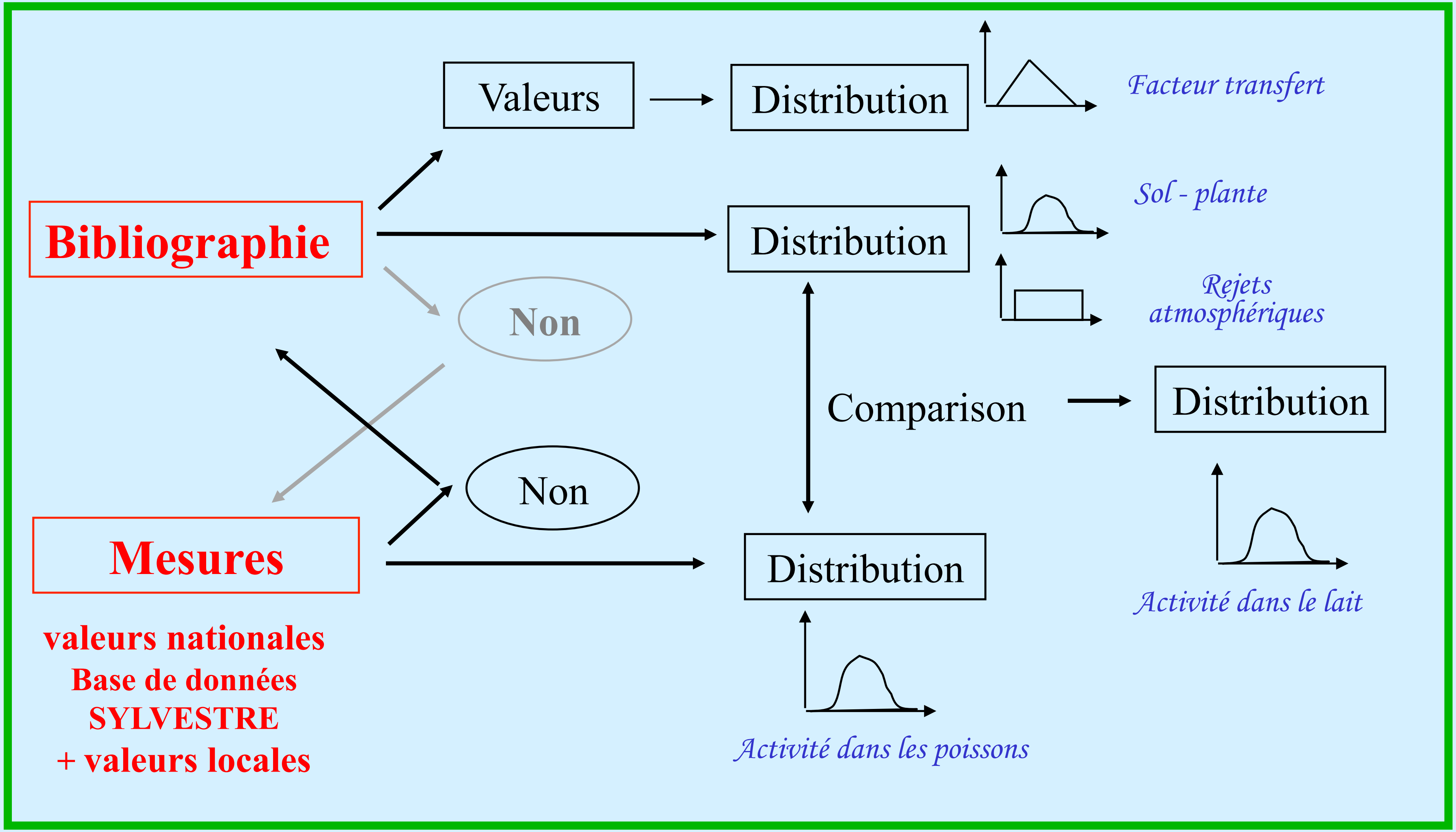
Un exemple de voie d 'atteinte : l'ingestion de produits laitiers (1/2)





Modélisation de l'incertitude pour l'ingestion de produits laitiers
frequency
0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9
Captation
0 0,5 1 1,5
Translocation
0 1 2 3 4 5 6 7 8
90Sr from milk to dairy pdt day/kg
4 4,5 5 5,5 6 6,5 7 7,5 8
Yield fresh kg/m2/year
1 3 5 7 9 11 13 15
CTA measured/CTA calculated
0,001 0,002 0,003 0,004 0,005 0,006 0,007
90Sr from fodder to milk day/kg
0 10 20 30 40 50 60 70 80
Amount eaten fresh kg/day
0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1
Sr from soil to maïze dry/dry
550 650 750 850 950 1050 1150 1250
Soil density dry weight/m3
5 10 15 20 25 30 35 40
Depth of soil cm

Methodologie suivie pour déterminer les lois statistiques



GRNC : Modélisation de l'incertitude

Domaine investigué :

Radionucléides : 42 pour les produits marins,
12 pour le sable,
4 pour les rejets gazeux,
2 pour l'eau de mer,
1 pour les algues.

Densités :
empiriques
mesures/modèles

Coefficients de transfert dans l'environnement : 48

Densités:
bibliographie

Modes de vie : 109

Densités :
experts

Evaluer l'incertitude sur le risque : rappel des 4 étapes

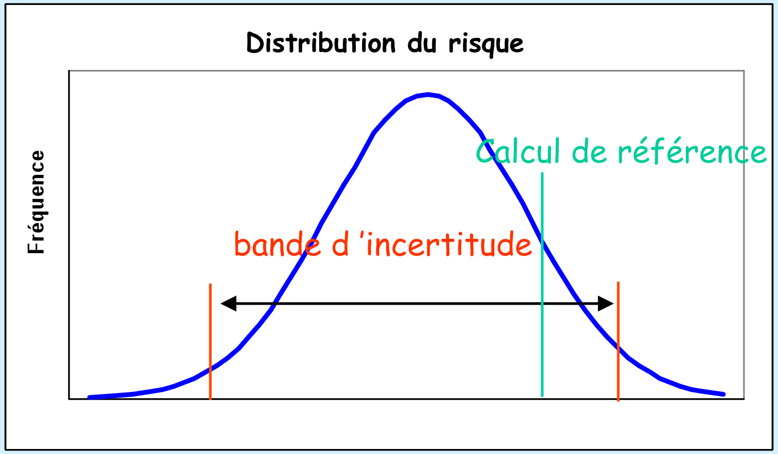
Méthodologie du calcul d'incertitude :

1°) spécification du problème (risque, voies d'atteintes, …)

2°) incertitudes « source » = distributions marginales + dépendances

3°) propagation des incertitudes par le calcul

4°) analyse des résultats.



Résultats attendus :

- distribution du risque,
- bande d 'incertitude,
- calcul de référence

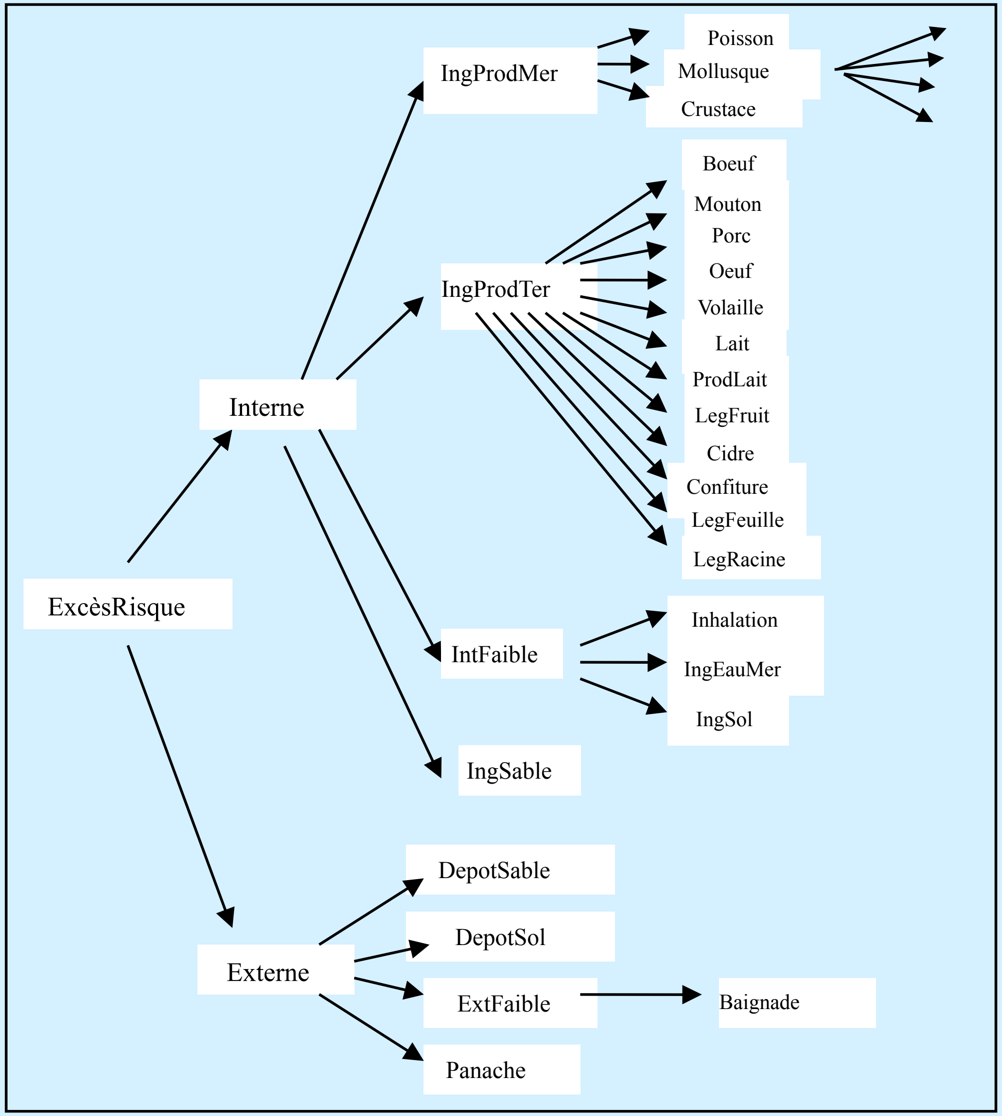
GRNC : méthodologie de l'évaluation du risque
Méthode Monte-Carlo

Rapidité : réduire le temps calcul

1°) **Lisibilité** : Il faut que le résultats soient partagés par les membres du groupe

2°) **Evolutivité** : les résultats doivent être révisables en fonction des avis exprimés dans le groupe

GRNC : modélisation des incertitudes



Les incertitudes ne dépendent pas des années, ni des individus.

Pouvoir tirer profit du fait que les incertitudes portent sur des paramètres « cohorte »

GRNC : méthodologie de l'évaluation du risque
Analyse par composants

Principe :

Excès de risque = A*D

D(RN, voies d'atteintes, produits, classe d'âge, ...) = $\sum_{a,ind} A(RN\ , va, p, a) * CD(RN)$

Exemples :

L'ingestion de produits marins : $A_{pm}(RN_i,\ n,\ j) = A_{pm}(RNi,\ n) * Q_{pm}(j) * TA_{pm}$

L'ingestion de légumes racines : $A_{lr}(RN_i,n,j) = A_{lr}(RN_i,n) * Q_{lr}(j) * TA_{lr} * [\ T_{fra}/12 + (1-T_{fra}/12)e^{-\lambda r Tstock}\ ]$

avec par exemple : $A_{lr-épandage}(RN_i,n) = A_{algues}(RN_i,n)*\tau*F_{rac}(RN_i)/(R_0*P_r)$

Excès de risque $\xrightarrow{\text{Cohorte fixe}}$ Σ C (voies d'atteinte, produits,RNi, j)

chaque composant portant sur la cohorte

GRNC : méthodologie de l'évaluation du risque
Analyse par composants

Principe :

Excès de risque = Σ *C* (voie d'atteinte, produits, RNi, j)

$$\Sigma\, C * \underbrace{\textit{valeur courante / valeur de référence}}_{\textit{indépendant de l'année n et de l'individu a}}$$

Exemples :

L'ingestion de produits marins :

Valeur courante $= A_{pm}(RNi,n) * Q_{pm}(j) * TA_{pm}$

Valeur de référence $= A^{ref}{}_{pm}(RNi,n) * Q^{ref}{}_{pm}(j) * TA^{ref}{}_{pm}$

L'ingestion de légumes racines (atmosphérique, embruns, épandage):

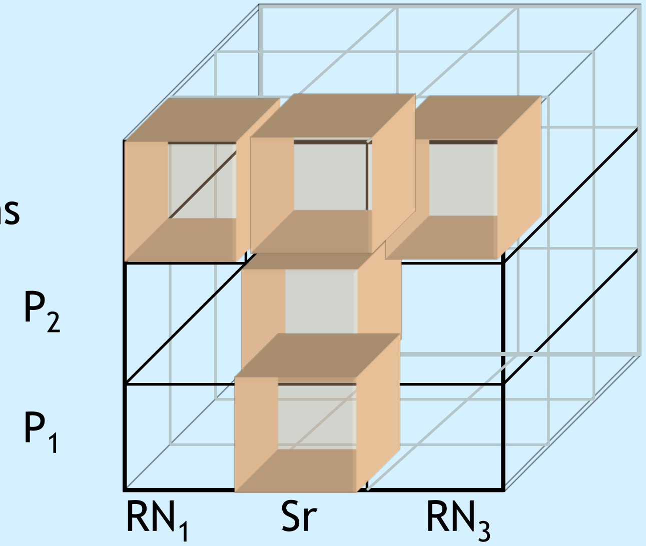
Valeur courante $= Q_{lr}(j) * TA_{lr} * [\ T_{fra}/12 + (1 - T_{fra}/12)\ e^{-\lambda r Tstock}\ ]$
$* [\ A_i * \tau * F_{rac}(RN_i) / (\ R_0 * P_r\ )\ ]$

Décomposition du risque en composants de risque

Risque d'un produit dans une tranche d'âge:

risque (2* quantité de poissons chez les 3-7ans) - risque de ref

P : Ingestion poisson 3-7 ans



Risque Sr/P = risque (2*Sr, 2*P)

- risque de ref –

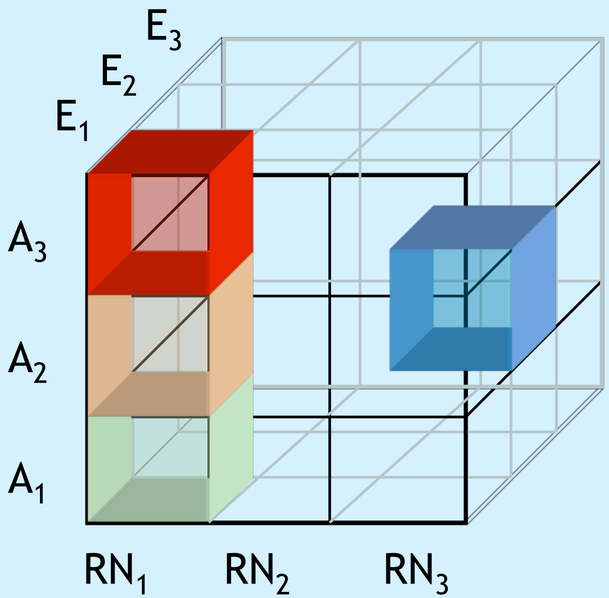
- (risque Sr + risque P)

Au total des milliers de composants de risque

Risque Sr = risque (2*Sr) - risque de ref

Risque P = risque (2*P) - risque de ref

Lisibilité des résultats :
Décomposition du risque en composants de risque

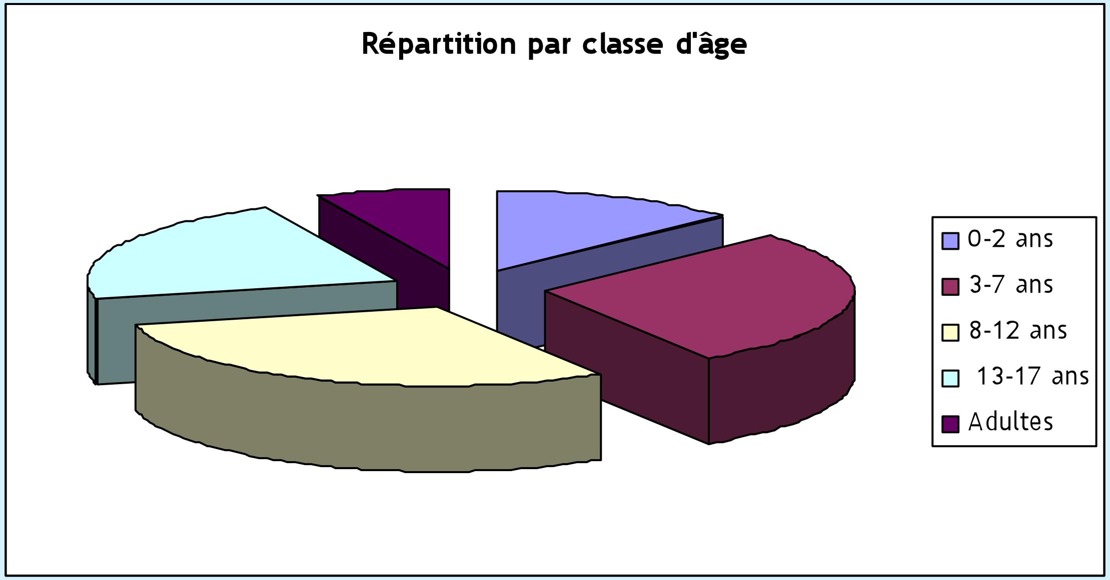


C (Exposition E, Activité RN, Age)

Incertitude Δ E, Δ RN

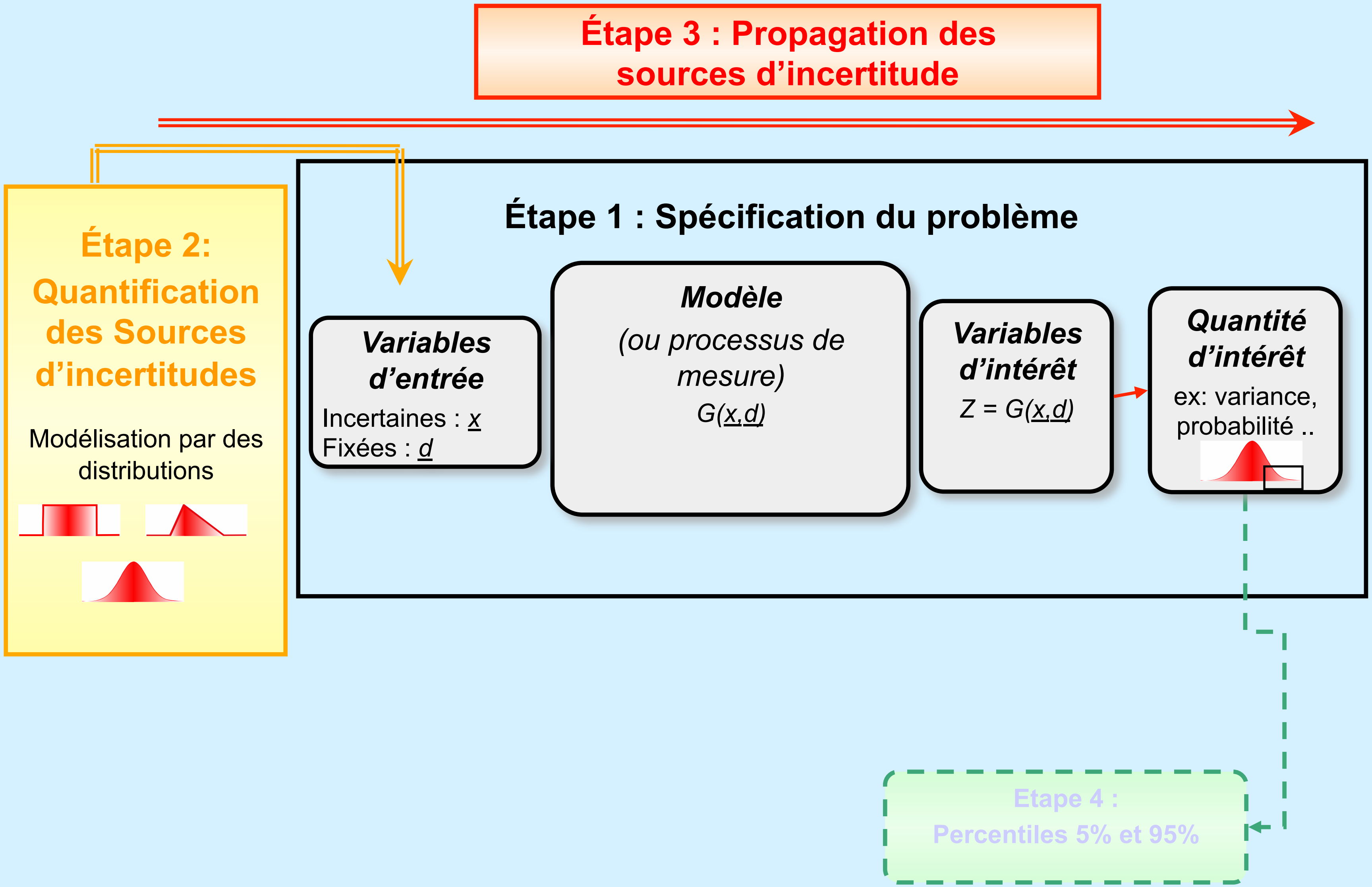
Valeur courante / valeur de référence

Approche par composants de risque :
Une meilleure compréhension du calcul déterministe

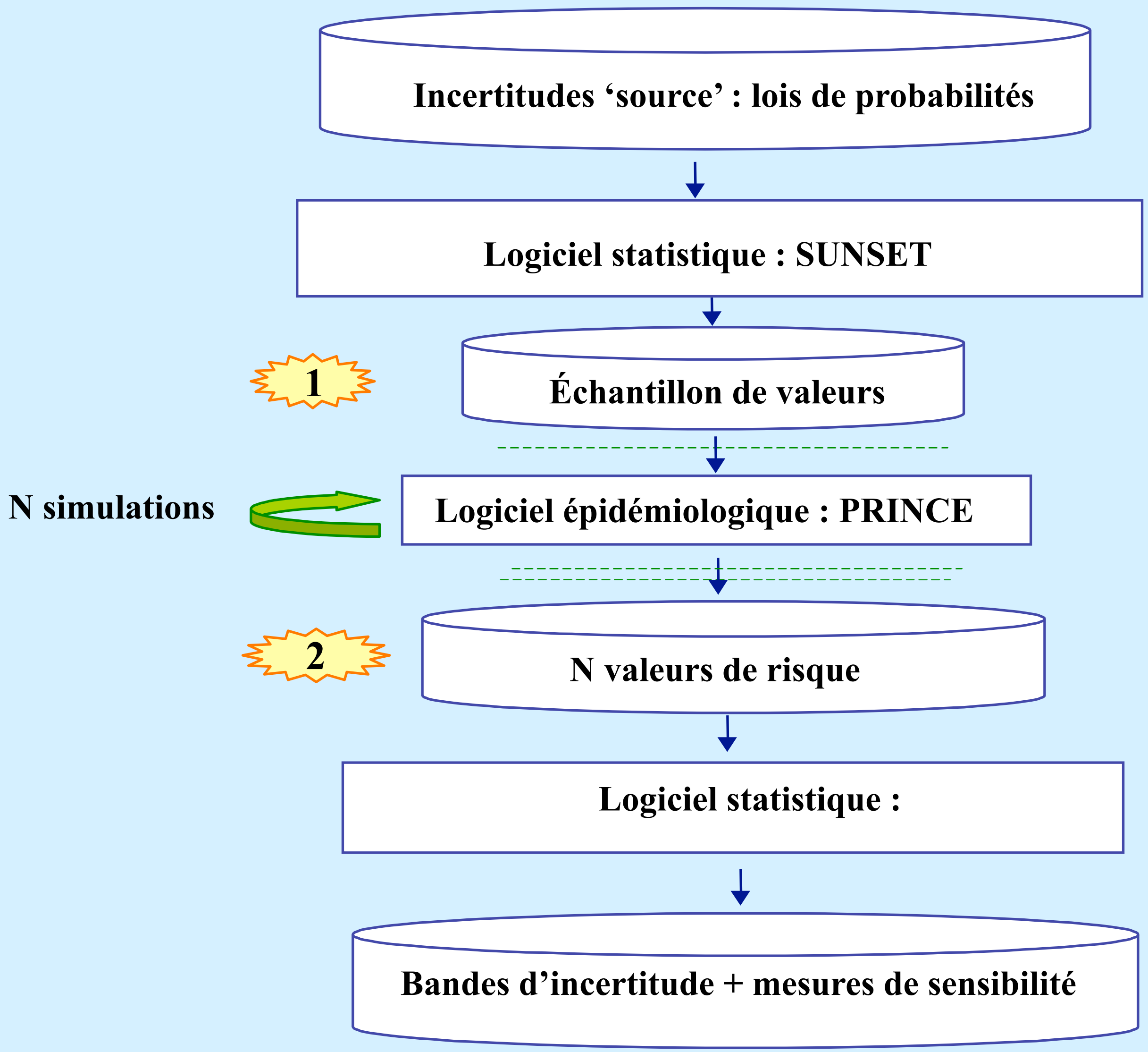


Approche par composants de risque :
Une évaluation directe de l'impact des incertitudes

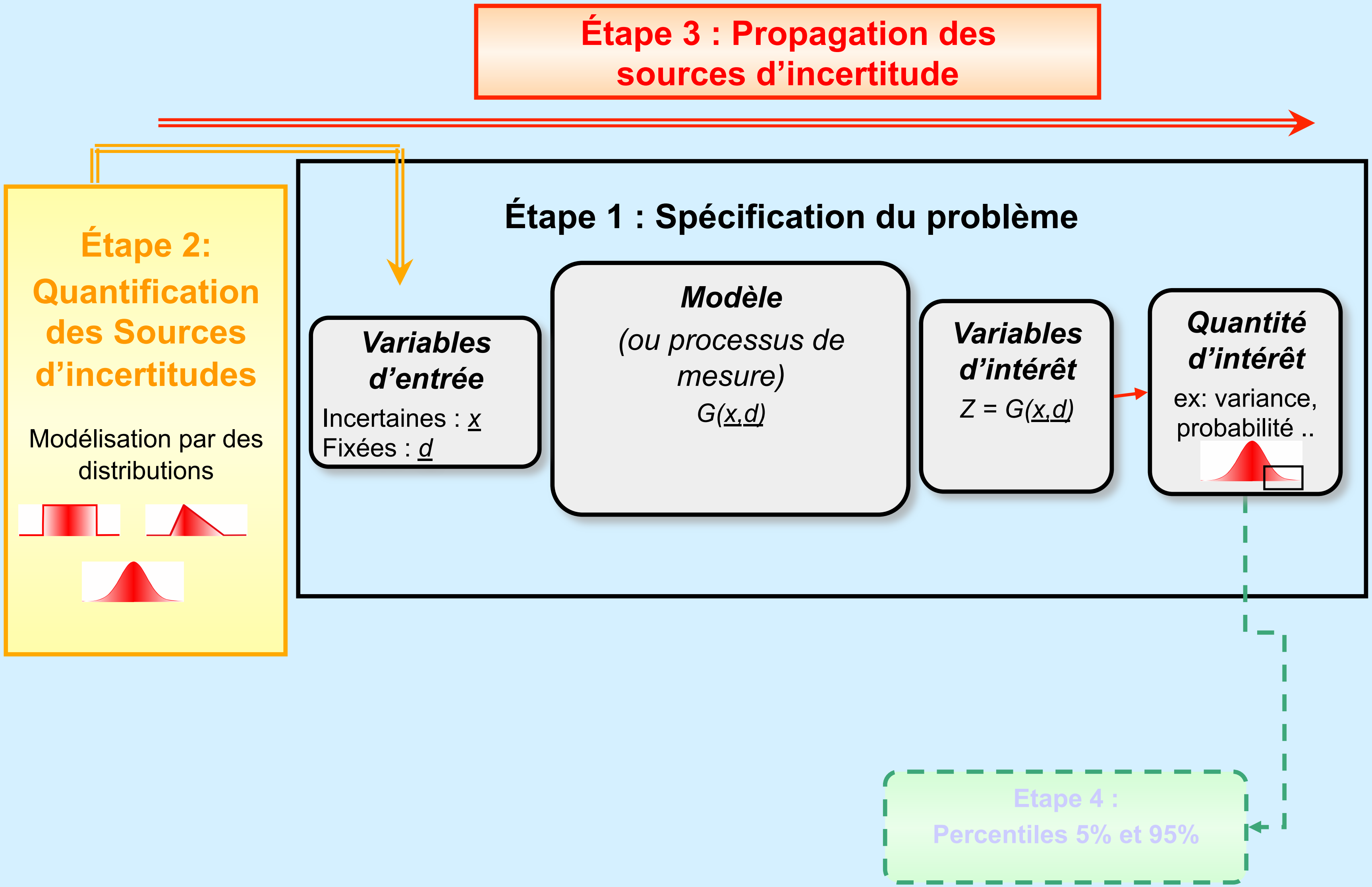
Evaluer l'incertitude sur le risque : Etape 3



Propagation d'incertitudes : Monte-Carlo



Evaluer l'incertitude sur le risque : Etape 4

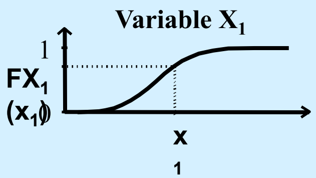


Simulation Monte-Carlo

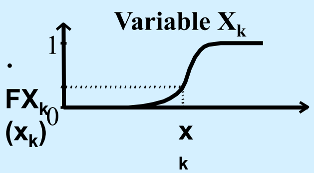
Etape2
Incertitudes "source"

Étape 3 :
Propagation des
sources d'incertitude

K Variables $X_1, X_2, \ldots, X_k$



. . .



On répète n fois

tirage d'un k-uplet et
calcul corrsepondant

N valeurs de résultats : Y(1)<Y(2)<….<Y(n)

Statistiques d'ordre :

Observations : $X_{(1)} < X_{(2)} < \ldots < X_{(N)}$ Cible : percentile α X_α ,

Résultat : $\mathbf{P(X(k) < X_\alpha) = Béta_{(k,N-k+1)}(\alpha)}$ indépendant de la loi de X

$$\boxed{\beta_{(k,n-k+1)}(x) = n!/[(k-1)!(n-k)!]\, x^{k-1}(1-x)^{n-k}}$$

$$\boxed{\mathbf{Proba}(X_{(k)}) < X_\alpha) = \beta_{(k,n-k+1)}(\alpha) = n!/[(k-1)!(n-k)!]\, \alpha^{k-1}(1-\alpha)^{n-k}}$$

Encadrement par les observations k et l des percentiles probabilité ($x_{(l)} \geq X_\alpha \geq x_{(k)}$) $\leq \beta$

$$B_{(k,n-k+1)}(\alpha) - B_{(l,n-l+1)}(\alpha) \geq \beta$$

Statistiques d'ordre :

Précision numérique des percentiles 95% ou 99% , échantillon taille 1000

(encadrement au niveau de confiance β)

Précision numérique β	95%	99%
Percentile 95%	936-964	932-968
Percentile 99%	983-996	982-998

Précision numérique des percentiles 95% ou 99% , échantillon taille 10000

(encadrement au niveau de confiance β)

Précision numérique β	95%	99%
Percentile 95%	9457-9543	9443-9556
Percentile 99%	9880-9920	9874-9925

Conclusion de la partie théorique

Théorie :

<u>Principe simple</u> : connaissance des distributions et de leurs dépendances.

<u>Mise en œuvre numérique aisée</u> : simulation Monte-Carlo

<u>Rigoureux</u> : **Probabilités + statistiques non paramétriques**

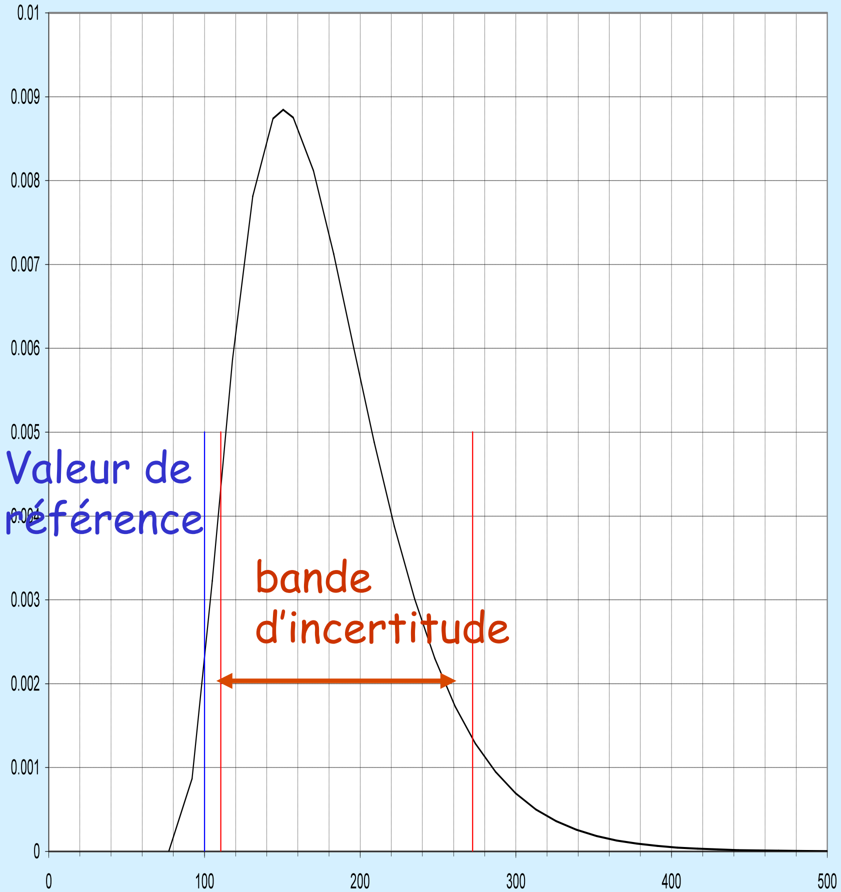
Lisibilité et rapidité du résultat : Approche composants de risque

Application

Résultats

Premiers résultats : étonnant !

Distribution de l 'excès de risque



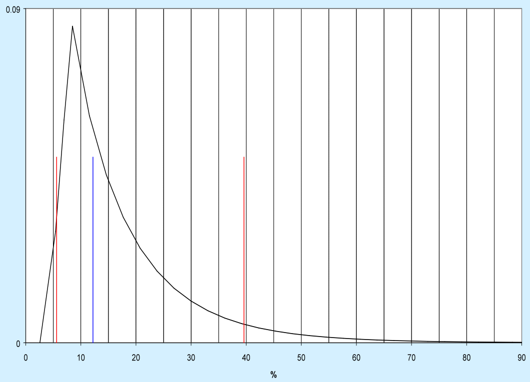
Bande d'incertitude faible 111% – 272%
(en % de la valeur de référence : + 0.002 cas)

Précision numérique ~ 5%

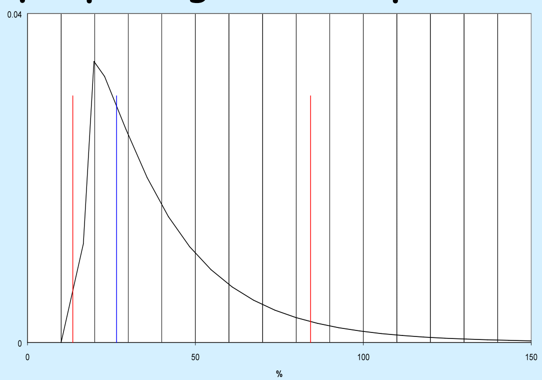
Calcul de référence en dehors de la bande d'incertitude, apparaissant comme fortement non conservatif

Analyse par composants de risque

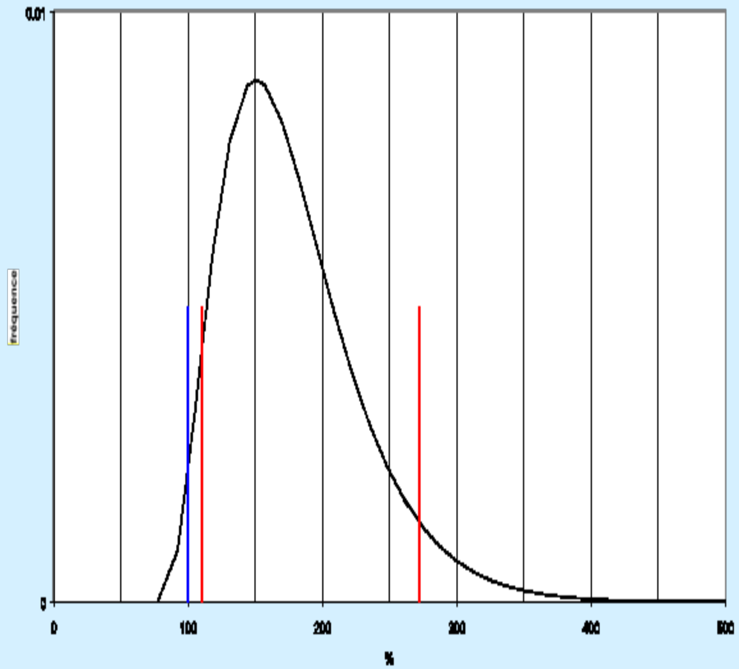
Risque par ingestion de crustacés



Risque par ingestion de poissons

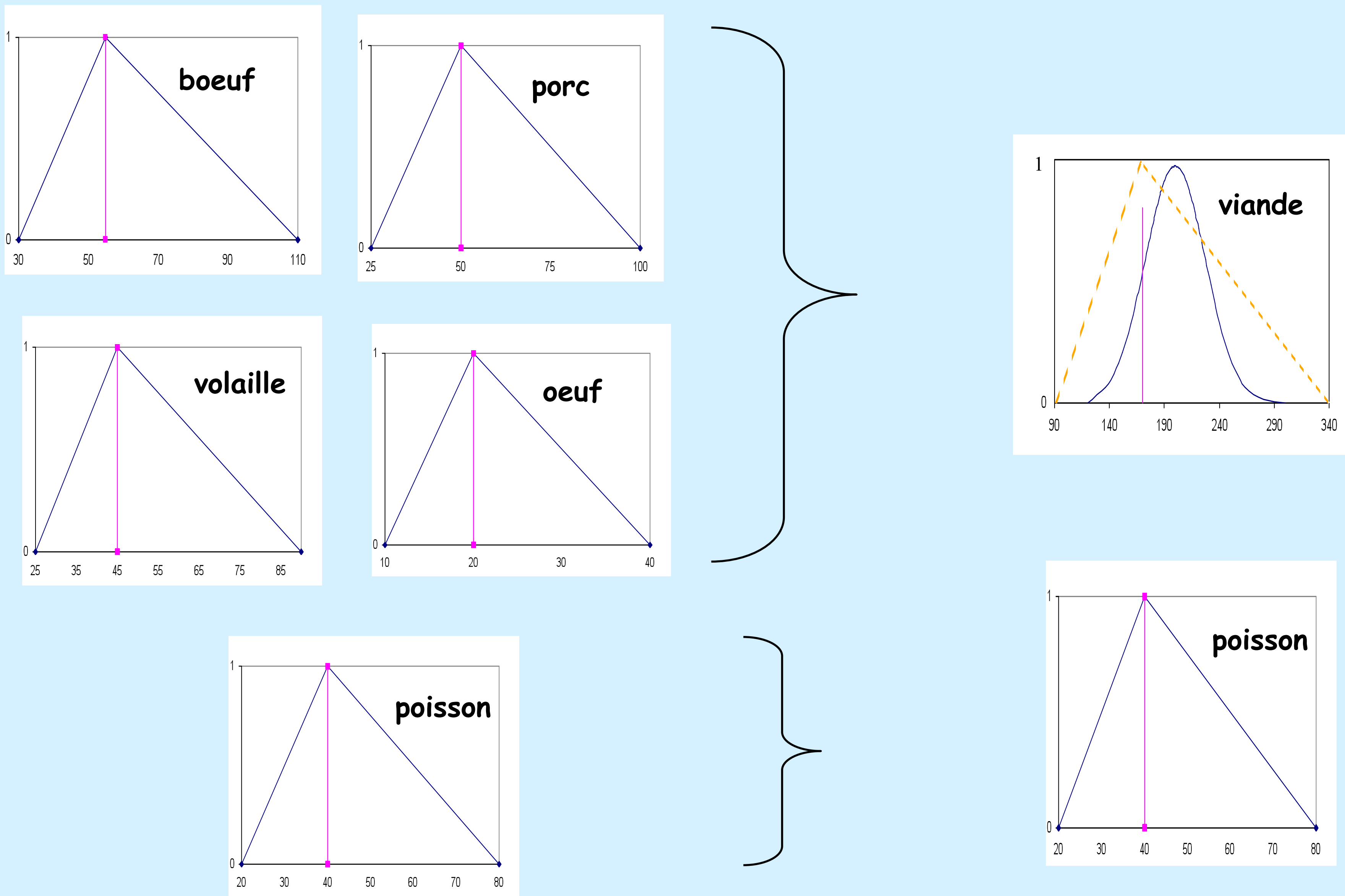


Excès de risque total



En agrégeant les composants de risque, les incertitudes se compensent !

Exemple : quantité de viande/poisson consommée



Analyse par composants de risque

Exemple du risque dû à l'ingestion de produits marins

Produit	Valeur de référence	Mode	Moyenne	Dispersion ($R_{95\%}/R_{5\%}$)
crustacés	12%	8%	19%	7
mollusques	11%	12%	14%	3
poissons	27%	20%	42%	6

valeur de référence ' conservative ' pour l 'ingestion de chaque produit marin , dispersion ~ 5

Valeur de référence	Moyenne	Mode	$R_{5\%}$	$R_{95\%}$	Dispersion ($R_{95\%}/R_{5\%}$)
50%	75%	55%	40%	125%	3

valeur de référence non ' conservative ' pour l 'ingestion des produits marins , dispersion ~ 3

On observe au fur et à mesure de l 'agrégation des composants de risque une convergence de la distribution autour de sa moyenne.

Arithmétique de l'agrégation des incertitudes

Avec hypothèse d'indépendance : les valeurs extrêmes s'auto-excluent.

En valeur absolue :

1 + 1 = 1.4 Les incertitudes se compensent.

Ex. ingestion de produits marins (percentile 95% - percentile 5%)

35+15+70 =80

En valeur relative :

100% + 100% = 70% L'incertitude relative diminue

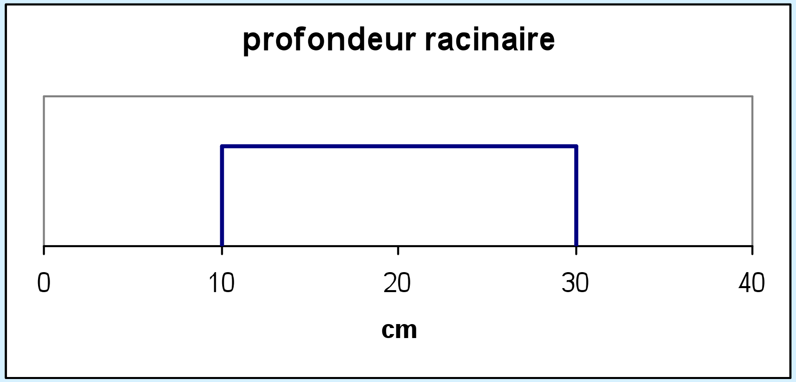
Ex. ingestion de produits marins (percentile 95% / percentile 5%)

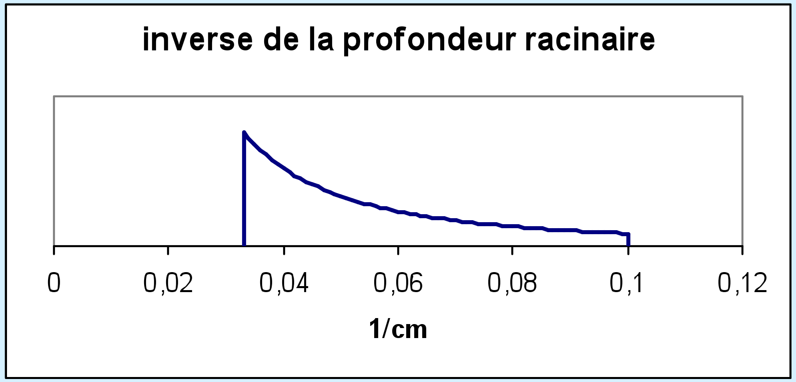
7+3+6 =3

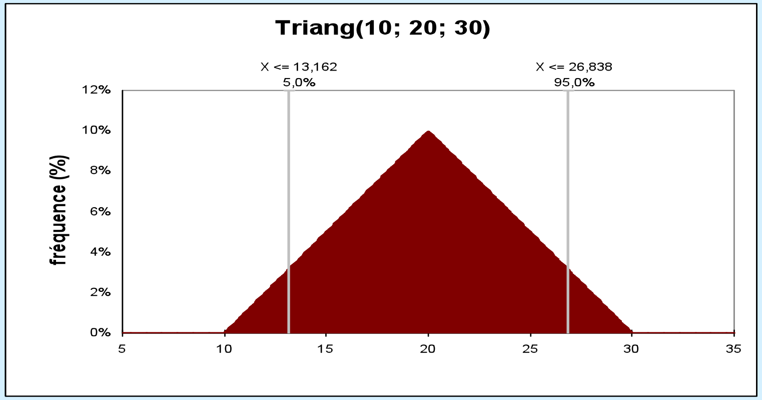
Choix de la loi : densité = probabilité/unité de longueur

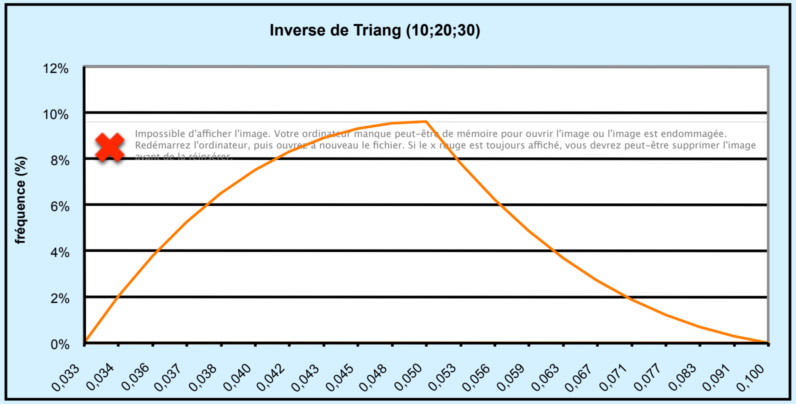
Effet de la métrique

métrique X → métrique 1/X









Evaluation de l'incertitude par méthode MC

Principe simple : connaissance des distributions et de leurs dépendances.

Mise en œuvre numérique aisée : simulation Monte-Carlo

Pratique difficile :

Connaissance des distributions :

exemple : choix d'une loi triangulaire quand on connaît uniquement le mode et le support de la loi

Connaissance des dépendances :

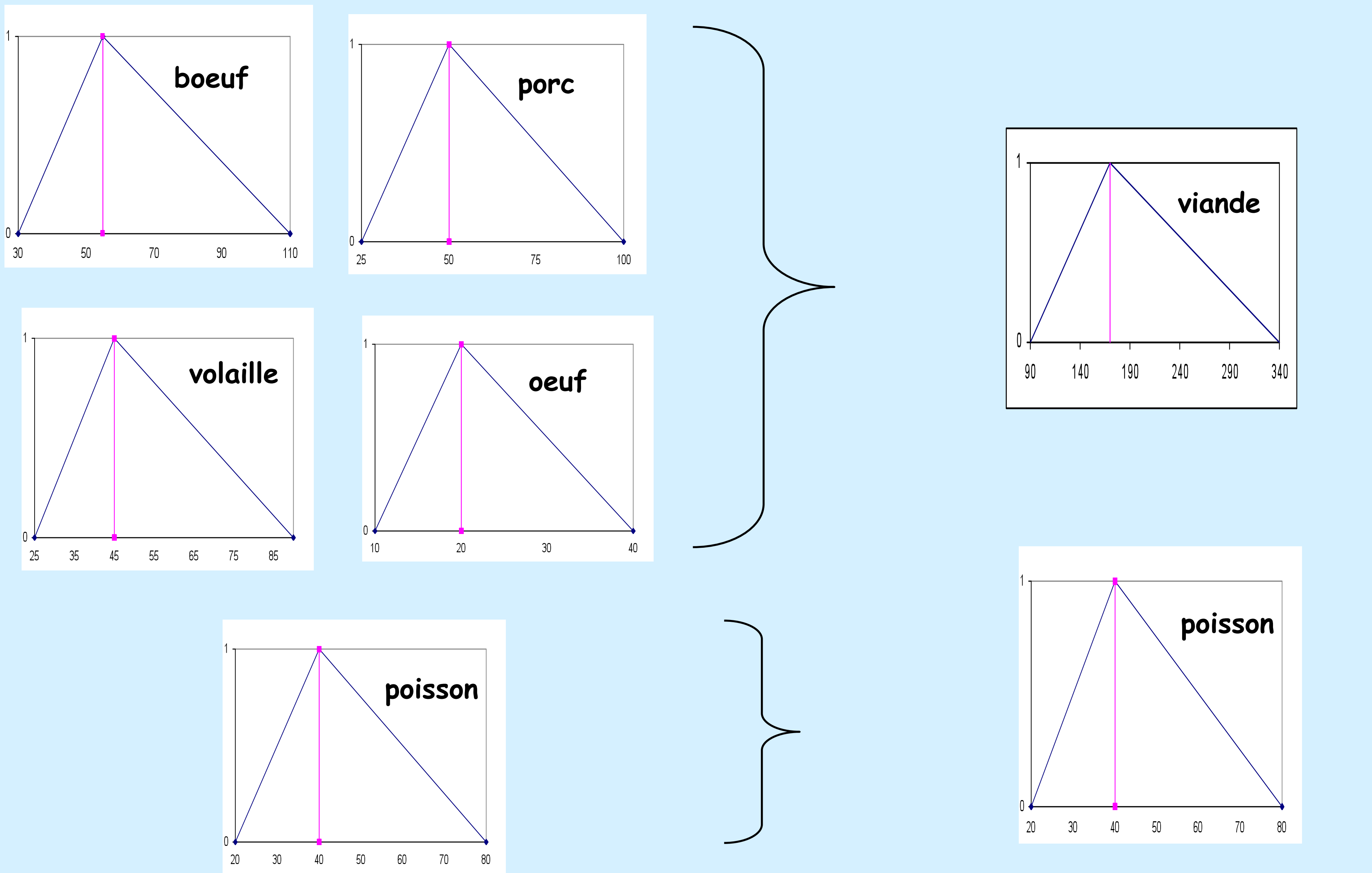
exemple : choix de l'indépendance quand on ignore la dépendance, incohérence terrestre/marin

Résultats artificiels :

exemple : calcul de référence ou best-estimate peu réaliste

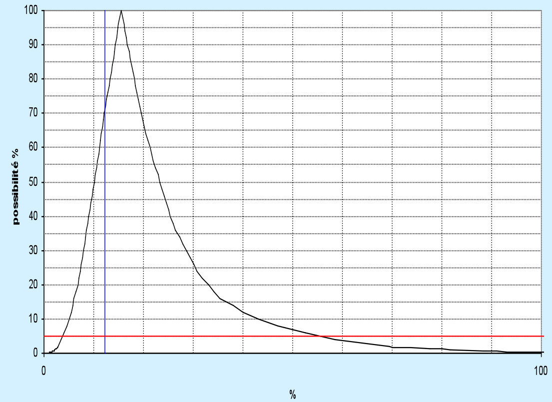
exemple : bande d'incertitude trop faible / connaissance réelle

Arithmétique floue : calcul d'intervalle « nuancé »

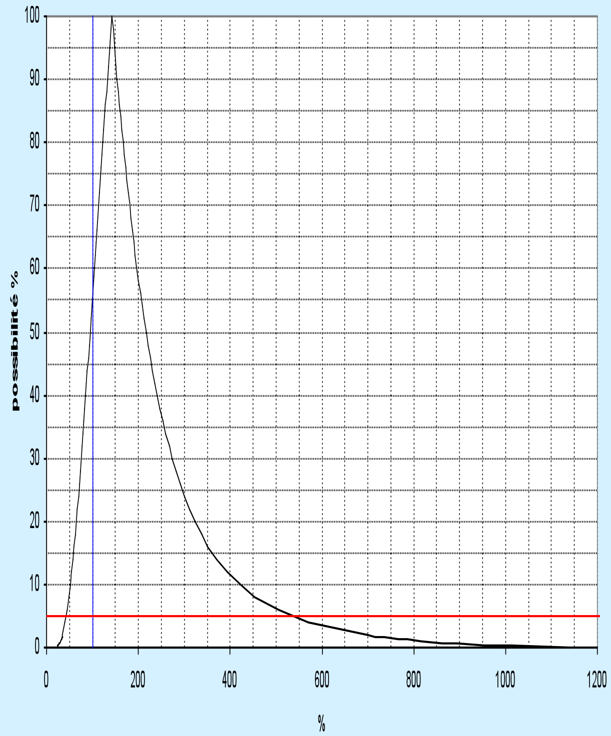


Arithmétique floue des composants de risque

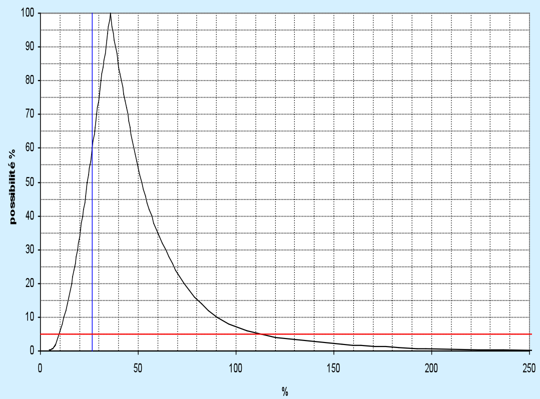
Risque par ingestion de crustacés



Excès de risque total



Risque par ingestion de poissons



En agrégeant les composants de risque, les incertitudes se cumulent (cf calcul d'intervalle).

Le résultat final ne dépend pas du découpage en composants de risque

Arithmétique floue

Exemple du risque dû à l'ingestion des produits marins

Produit	Valeur de référence	$R_{5\%}$	$R_{95\%}$	Dispersion ($R_{95\%}/R_{5\%}$)
crustacés	12%	4%	55%	14
mollusques	11%	6%	29%	5
poissons	27%	10%	112%	11

dispersion ~ 10 pour l 'ingestion de chaque produit marin

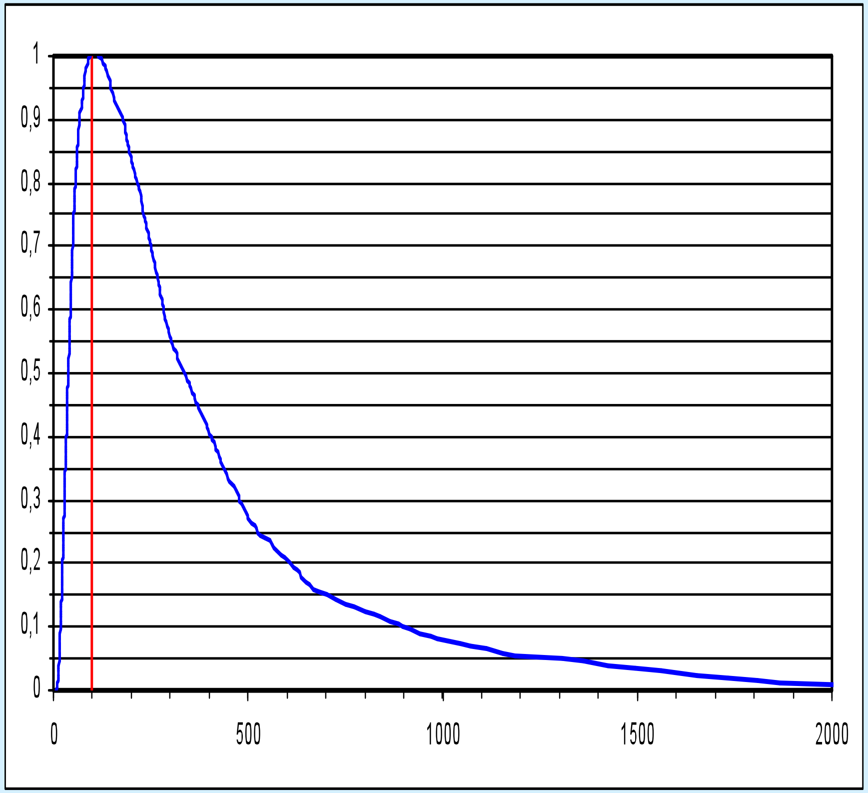
Valeur de référence	$R_{5\%}$	$R_{95\%}$	Dispersion ($R_{95\%}/R_{5\%}$)
50%	20%	196%	10

dispersion ~ 10 pour l 'ingestion des produits marins

On cumule les incertitudes au fur et à mesure de l 'agrégation des composants de risque.

Résultats par arithmétique floue

Distribution de l 'excès de risque



Bande d'incertitude : < facteur 20

Calcul de référence vraisemblable

(calcul de référence : 0.002 cas)

Les incertitudes sur les composants élémentaires de risque se cumulent : pas de compensation artificielle de l'incertitude.

Conclusion sur l'arithmétique floue

Avantages :

- **Mise en œuvre numérique aisée**
- **prudent**
- **lisible**

modélisation de l'information jointe : radionucléides indépendants entre les produits marins mais dépendants entre les produits terrestres, habitudes de vie des 7 ans identiques aux 3 ans mais indépendantes des 8 ans, quantité totale consommée indépendante entre les classes d'age mais quantité locale dépendante …

Conclusion sur l'exemple GRNC

L'analyse d'incertitude a permis de développer le travail collaboratif du groupe et de partager une démarche scientifique commune.

Références :
Groupe radioécologie Nord-Cotentin (GRNC). Analyse de sensibilité et d 'incertitude sur le risque de leucémie attribuable aux installations nucléaires du Nord-Cotentin, , Institut de protection et de sûreté nucléaire, 2002
« La nécessaire prise en compte des incertitudes dans les évaluations du risque : l 'exemple du Groupe Radioécologie Nord-Cotentin » Environnement, Risques & Santé, novembre-décembre 2002

→ R&D sur les théories de l'incertain

Les principales théories de l'incertain :

distribution de possibilité,

Lien nombre flou/possibilité,

Relation possibilité et probabilité,

P-boxes,

Probabilités imprécises.

Représentation de l'information : théorie des possibilités

Distribution $\pi : \Omega \longrightarrow [0, 1]$ à partir de laquelle on définit

- Une mesure de possibilité : $\Pi(A) = \sup_{w \in A} \pi(w)$

Possibilité est sous additive : $\Pi(A \cup B) = \max(\Pi(A), \Pi(B))$

- Une mesure duale de nécessité : $N(A) = 1 - \Pi(A^c)$

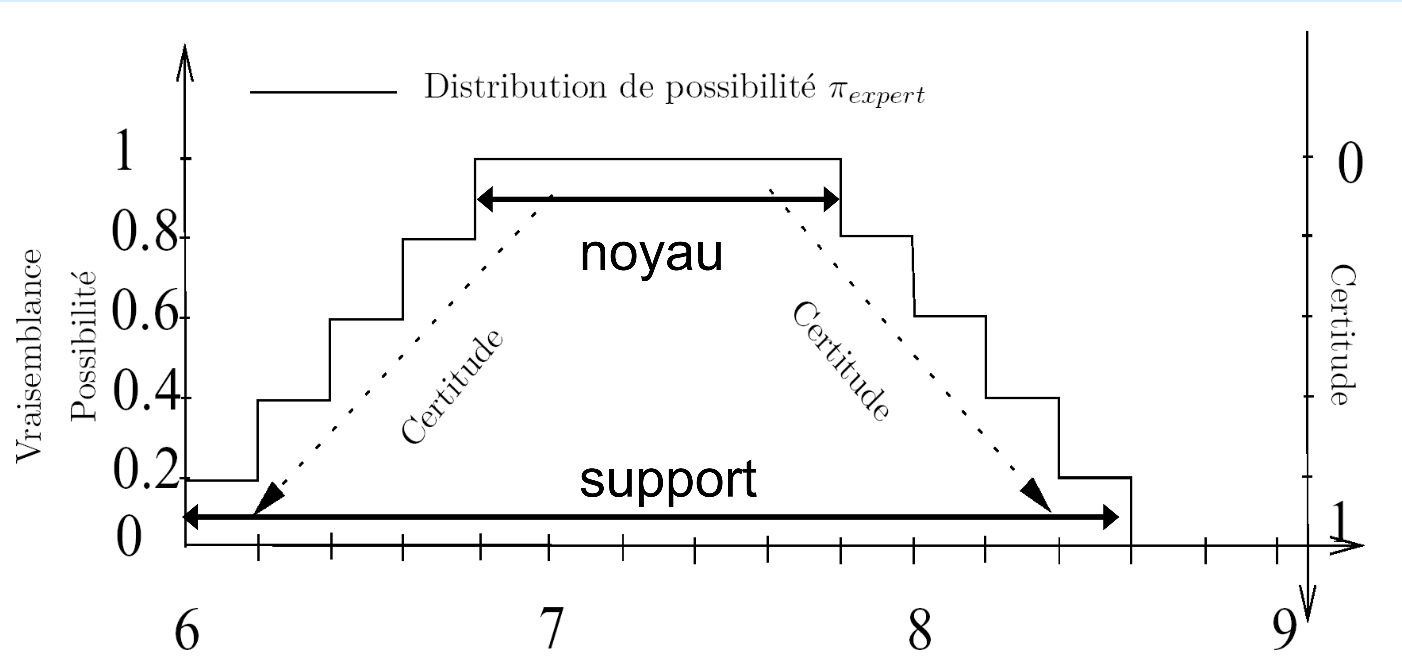
Il est maintenant possible de représenter :

- La certitude : $N(A) = 1,\ \Pi(A) = 1$
- L'ignorance : $N(A) = 0,\ \Pi(A) = 1$
- L'impossibilité : $N(A) = 0,\ \Pi(A) = 0$

Représentation de l'information : théorie des possibilités

Distribution de possibilité modélise un ensemble d'intervalles de confiance.
Exemple → un opinion d'expert sur les valeurs du pH d'un sol :

Je suis certain que $pH \in [6, 8.6]$
Je suis sûr à 80% que $pH \in [6.2, 8.4]$
Je suis sûr à 60% que $pH \in [6.4, 8.2]$
Je suis sûr à 40% que $pH \in [6.6, 8]$
Je suis sûr à 20% que $pH \in [6.8, 7.8]$

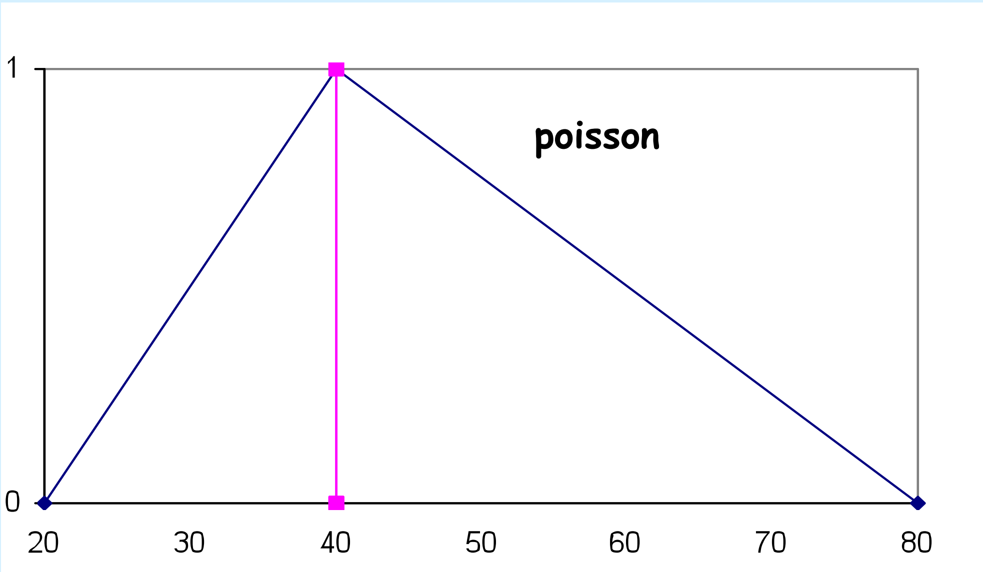


Lien nombre flou/ possibilité

Définition : **un nombre flou est un ensemble flou particulier. Un ensemble flou est un ensemble qui peut contenir partiellement des éléments. Le 'partiellement' se mesure à l'aide d'une fonction appelée : degré d'appartenance notée μ.**

Exemple : quantité journalière de poisson consommée

Degré d'appartenance μ = valuation de l'appartenance d'un élément à un ensemble



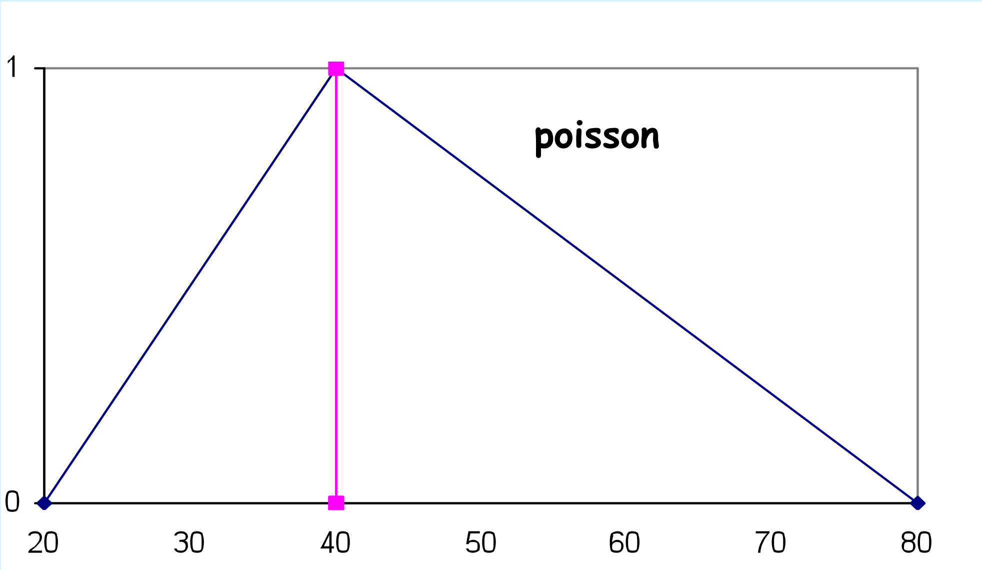
μ(30)=0.5 μ
(40)=1.0 μ
(50)=0.75 μ
(60)=0.5 μ
(70)=0.25 μ
(80)=0.

Lien nombre flou/ possibilité

Définition : **Une possibilité comme une probabilité est une mesure de confiance associée à l'occurrence d'un événement E**

Exemple : possibilité π de consommer une quantité de poisson Q

Possibilité π = valuation de la réalisation d'un événement



$\pi(\{40\}) = 1.0$

$\pi([20,30]) = 0.5$

$\pi([70,80]) = 0.25$

$\pi([70,80] \cup [20,30]) = 0.5$

Un nombre flou définit une distribution de possibilité :

$$\pi(E) = \pi(E \text{ sachant } Q) = \max(\mu(x)) \quad x \in E$$

Equivalence possibilité / probabilité imprécise:

Une possibilité π correspond à une famille de probabilités P :

$$\Pi = \{ \text{probabilités } p \mid \forall E \; p(E) \leq \pi(E) \}$$

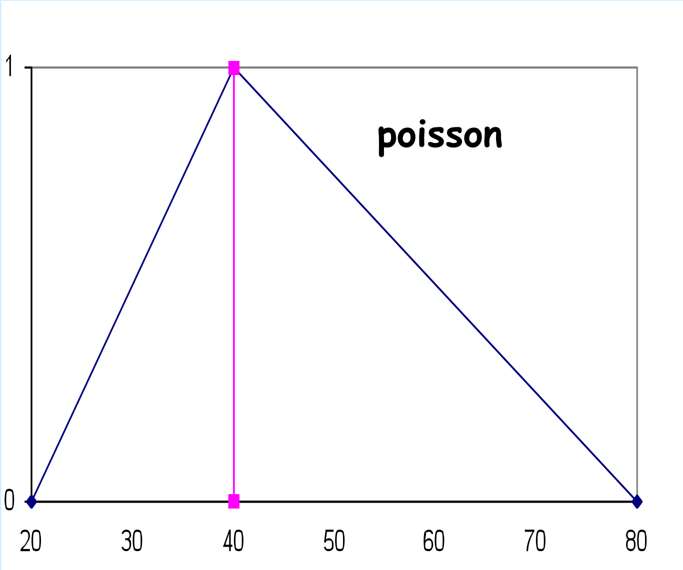
Exemple : possibilité π de consommer une quantité de poisson Q

Probabilité haute : $]-\infty, x]$

$\pi(x)$ si $x \leq 40$
1 sinon

Probabilité basse : $]-\infty, x]$

0 si $x \leq 40$ $1-\pi(x)$ sinon



Probabilité haute : $[x, +\infty[$

1 si $x \leq 40$
$\pi(x)$ sinon

Probabilité basse : $[x, +\infty[$

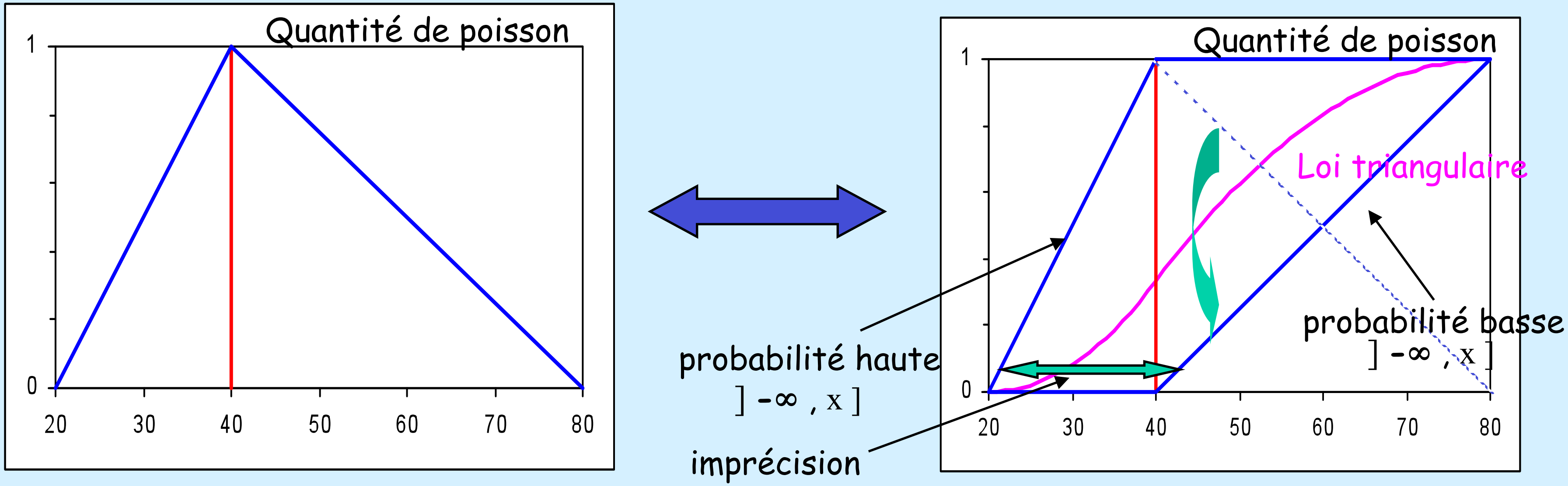
$1-\pi(x)$ si $x \leq 40$
0 sinon

Equivalence possibilité / probabilité imprécise:

Une possibilité correspond à une famille de probabilités :

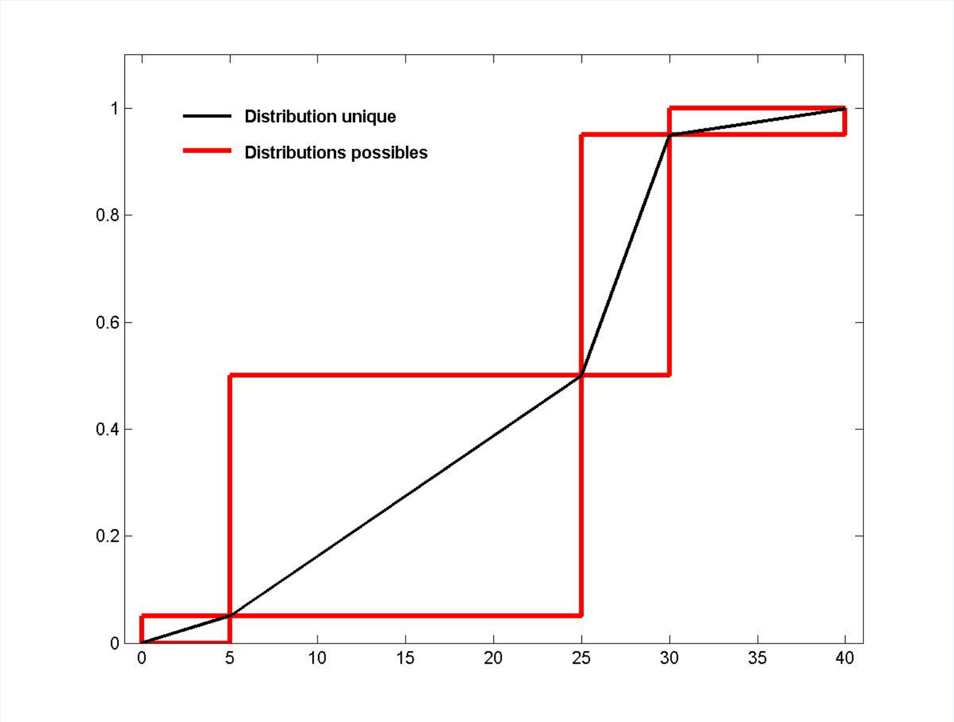
Exemple : possibilité de consommer une quantité de poisson

Distribution de possibilité | **Famille correspondante de CDFs**



Une distribution de possibilité triangulaire contient toutes les probabilités de même mode et de même support.

Théorie des P-Boxes



Représentation de l'information : théorie des fonctions de croyance

Les poids sont attribués à des sous-ensembles *E* (appelés ensembles focaux), plus forcément à des singletons (cas des probabilités).

Distribution $\nu : \mathcal{P}(\Omega) \rightarrow [0,1]$ avec $\sum_{E \in \mathcal{P}(\Omega)} \nu(E) = 1$

à partir de laquelle on définit deux mesures duales :

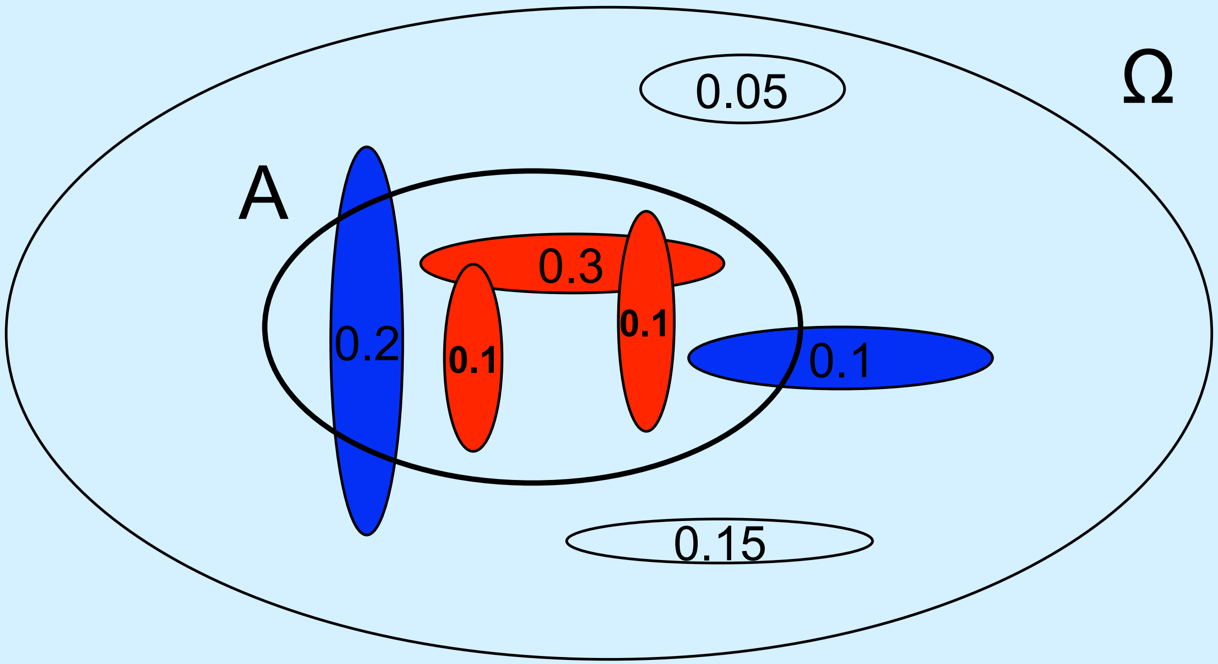
- Croyance : $$Bel(A) = \sum_{E, E \subseteq A} \nu(E)$$

- Plausibilité : $$Pl(A) = 1 - Bel(A^c) = \sum_{E, E \cap A \neq \emptyset} \nu(E)$$

Additivité devient suradditivité $Bel(A \cup B) \geq Bel(A) + Bel(B)$

Distribution de possibilité équivalente à une fonction de croyance où les ensembles *E* sont emboîtés.

Représentation de l'information : théorie des fonctions de croyance



Bel(A) = Σ poids ensembles rouges = 0.5

Pl(A) = Σ poids ensembles rouges et bleus = 0.8

2. Représentation de l'information : théorie des fonctions de croyance

- Exemple : Quatre candidats vont se présenter à la prochaine élection : ED,D,G,EG
- Après sondages, les résultats sont les suivants :
  - 20 % des sondés pensent voter D
  - 20 % des sondés pensent voter G
  - 30 % des sondés pensent voter à Droite
  - 20 % des sondés hésitent entre D et G
  - 10 % des sondés ne savent pas encore
- Selon les probabilités, quels vont être les résultats ? Et selon la théorie des fonctions de croyances ?

Représentation de l'information : théorie des fonctions de croyance

D = 20%, G=20% , D ou ED = 30% , D ou G = 20%, sans opinion 10%

- Avec les probabilités

	ED	D	G	EG
P	15+2.5=17.5 %	20+15+10+2;5=47.5 %	20+10+2.5=32.5 %	2.5 %

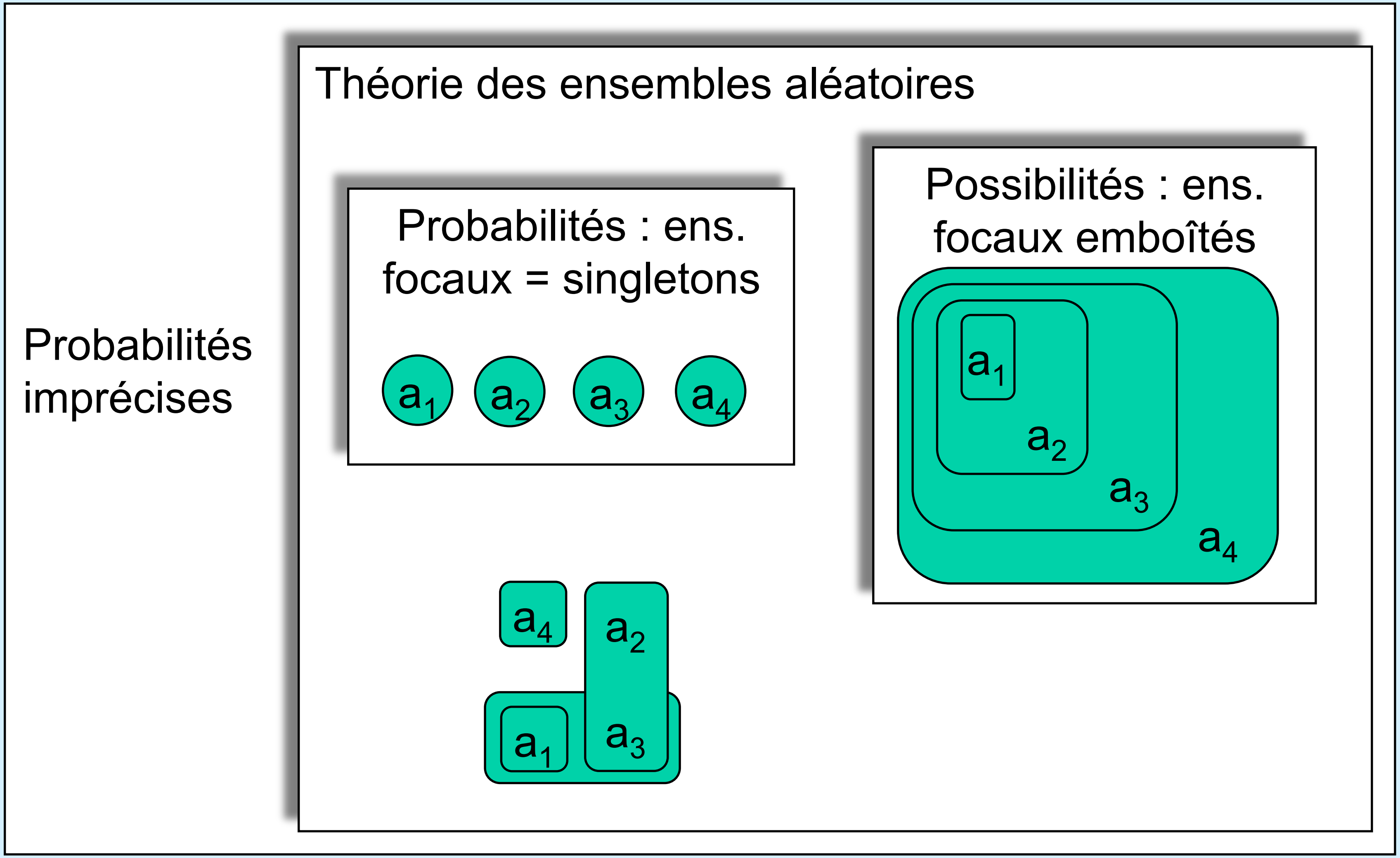
→D et G sont au second tour

- Avec les fonctions de croyances

	ED	D	G	EG
Bel	0	20 %	20 %	0 %
Pl	30+10=40 %	20+30+20+10=80 %	20+20+10=50 %	10 %

→ Seule certitude EG n'est pas au second tour

Les principales théories de l'incertain



Indépendance épistémique et indépendance stochastique

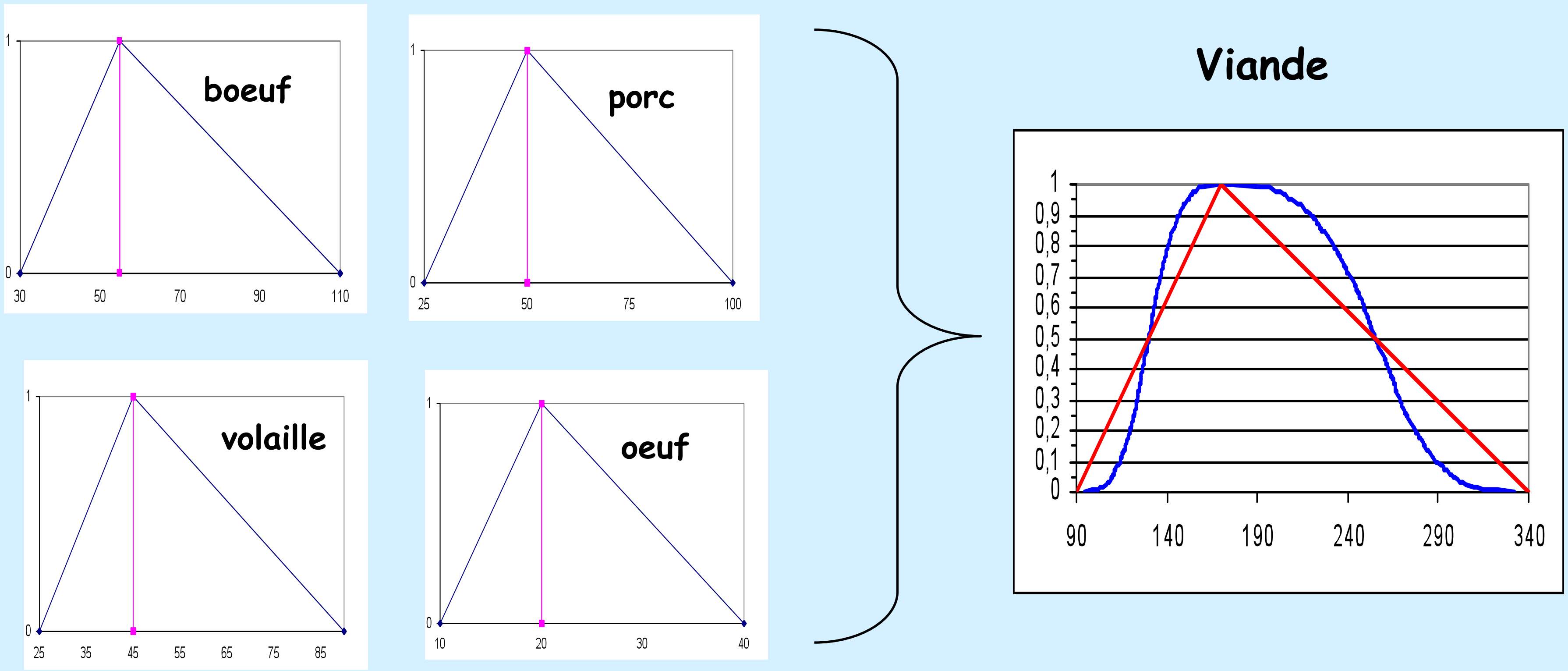
Indépendance stochastique : il est peu probable d'avoir simultanément des valeurs extrêmes. **Les incertitudes se compensent**.

Indépendance épistémique : la connaissance d'un paramètre à une certaine valeur ne renseigne pas sur la connaissance d'un autre paramètre. **Le cumul des incertitudes est possible.**

L'indépendance épistémique correspond à une hypothèse d'ignorance de la dépendance stochastique.

Méthode 'Probabilités imprécises' :

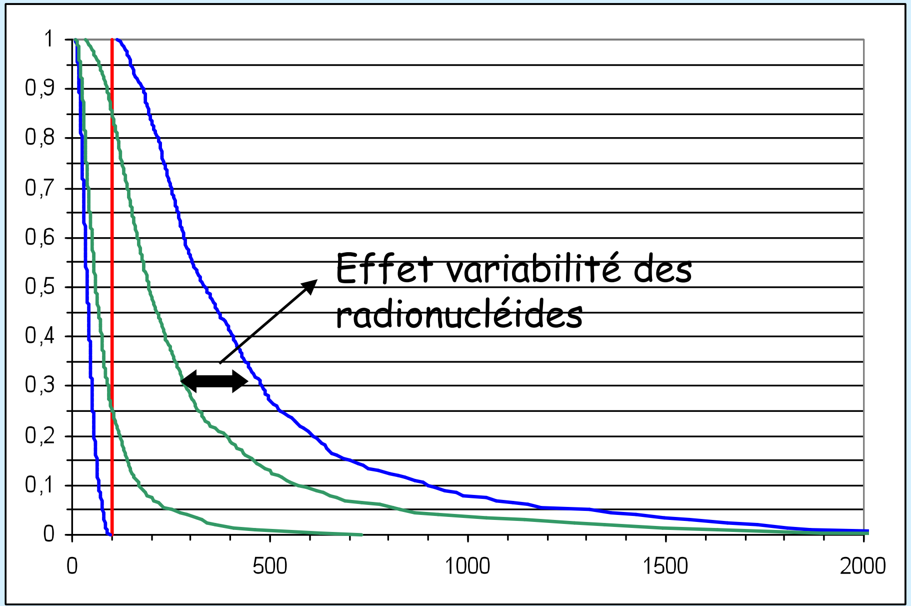
Exemple : distribution de la quantité de viande



Pour simuler l'indépendance stochastique, on combine aléatoirement les intervalles.

Le résultat est une probabilité imprécise.

Méthode 'Probabilités Imprécises'



Résultats :

Percentile 95% :
[250%,830%]

calcul de référence sous-estime t'il le risque ? Oui entre [25% , 85%]

Conclusions :

Cohérence de la modélisation (indépendance épistémique des composants de risque).

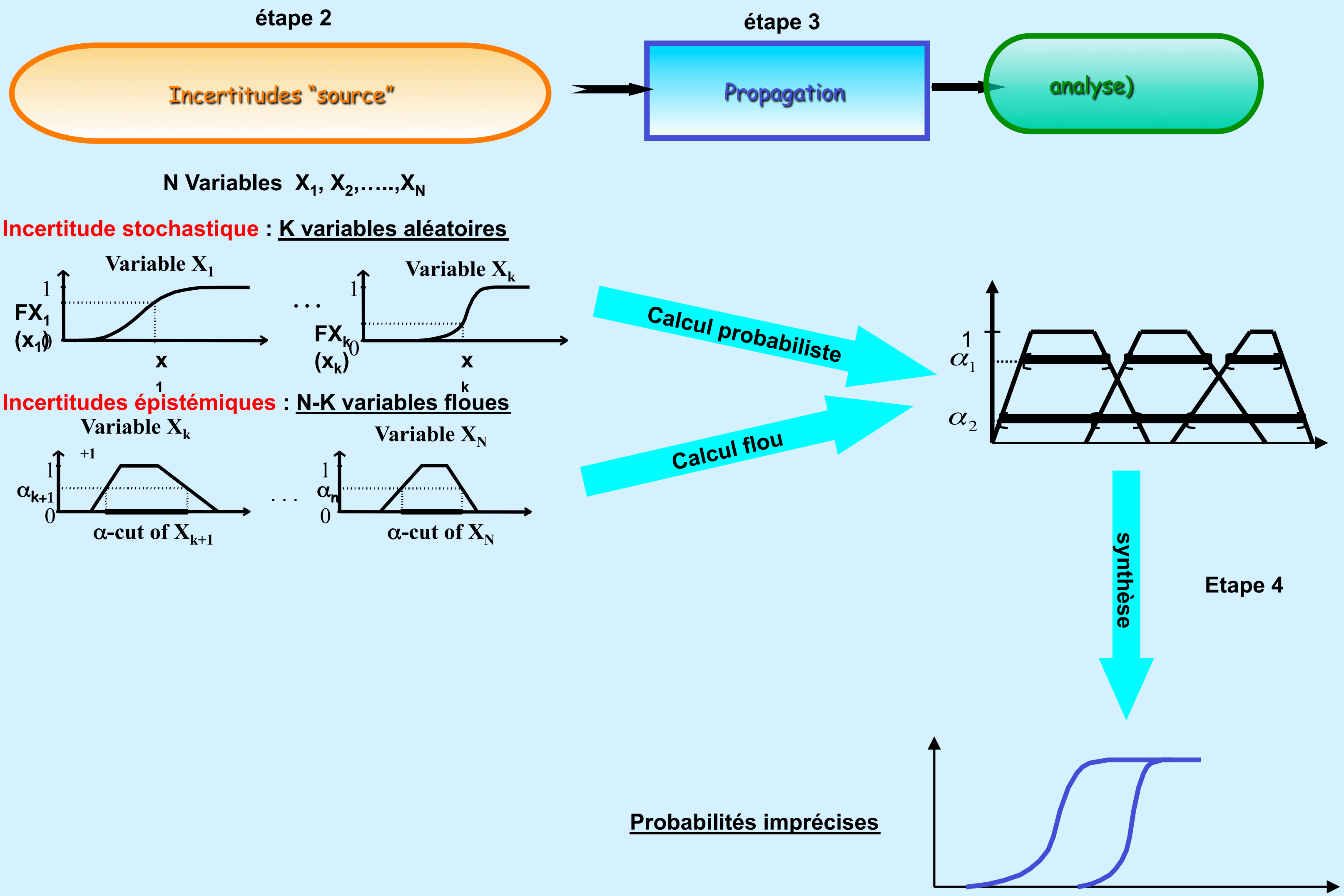
Calcul de référence cohérent avec la connaissance modélisée par le GRNC.

On tient compte de la connaissance réellement disponible :

indépendance stochastique environnement / mode de vie ⇒ -35%

variabilité des incertitudes sur les activités des radionucléides. ⇒ -25%

Les 4 étapes de l'évaluation des incertitudes en probabilités imprécises



Conclusion

Pour faire en sorte que l'analyse d'incertitude soit :

rigoureuse,
transparente,
reproductible

le développement d'outils formels est nécessaire.

Il faut choisir les théories de l'incertain en fonction de leurs capacités à éliciter, représenter et traiter l'information disponible.

Merci de votre attention