



POLYTECH.MONS

SGBIMR – Journée d'étude Les carrières souterraines de craie du bassin de Mons et environs

Méthode d'analyse et de hiérarchisation des risques liés aux carrières souterraines

O. Kaufmann

Faculté Polytechnique de Mons –Géologie Fondamentale et Appliquée (rue de Houdain, 9 - 7000 Mons)

olivier.kaufmann@fpms.ac.be

7 mai 2008

FACULTÉ POLYTECHNIQUE DE MONS



ACADÉMIE
UNIVERSITAIRE
WALLONIE-
BRUXELLES

Plan

- I. Introduction
- II. Risque et gestion de risque
- III. Méthode Electre TRI
- IV. Conclusions

I. Introduction

Etapes d'une démarche générale face à un risque d'affaissement et/ou d'effondrement lié à des carrières souterraines

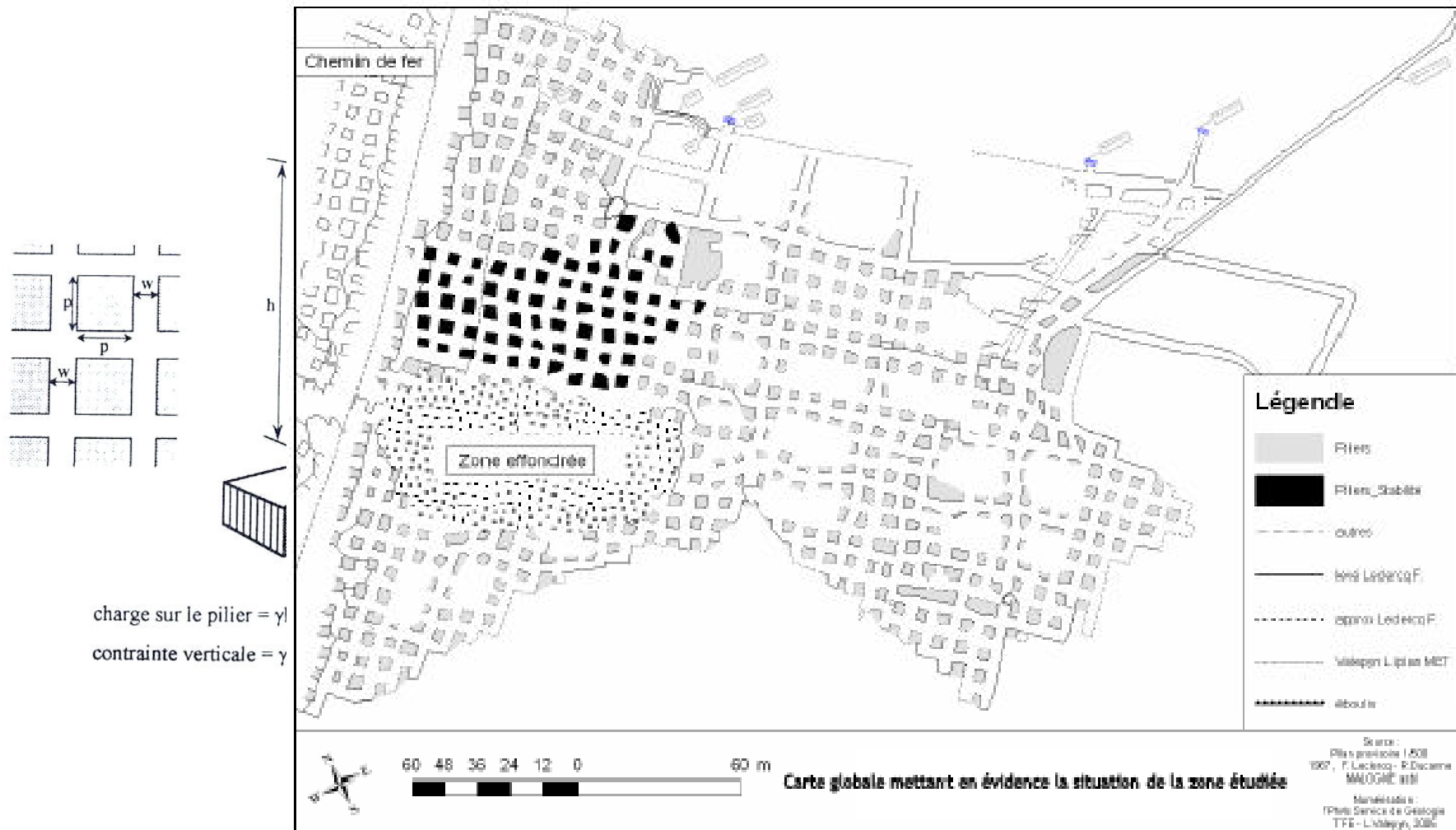
- Localisation, géométrie des vides
- Description du contexte géologique, hydrogéologique
- Caractérisation géomécanique des matériaux (toit, mur, piliers...)
- Détermination des conditions in-situ (levés, mesures...)
- Modélisation des comportements mécaniques → stabilité ?

Besoin d'information important, incertitudes, variabilité spatiale

→ Approches simplifiées, zonation

Cartographie d'indices d'instabilité

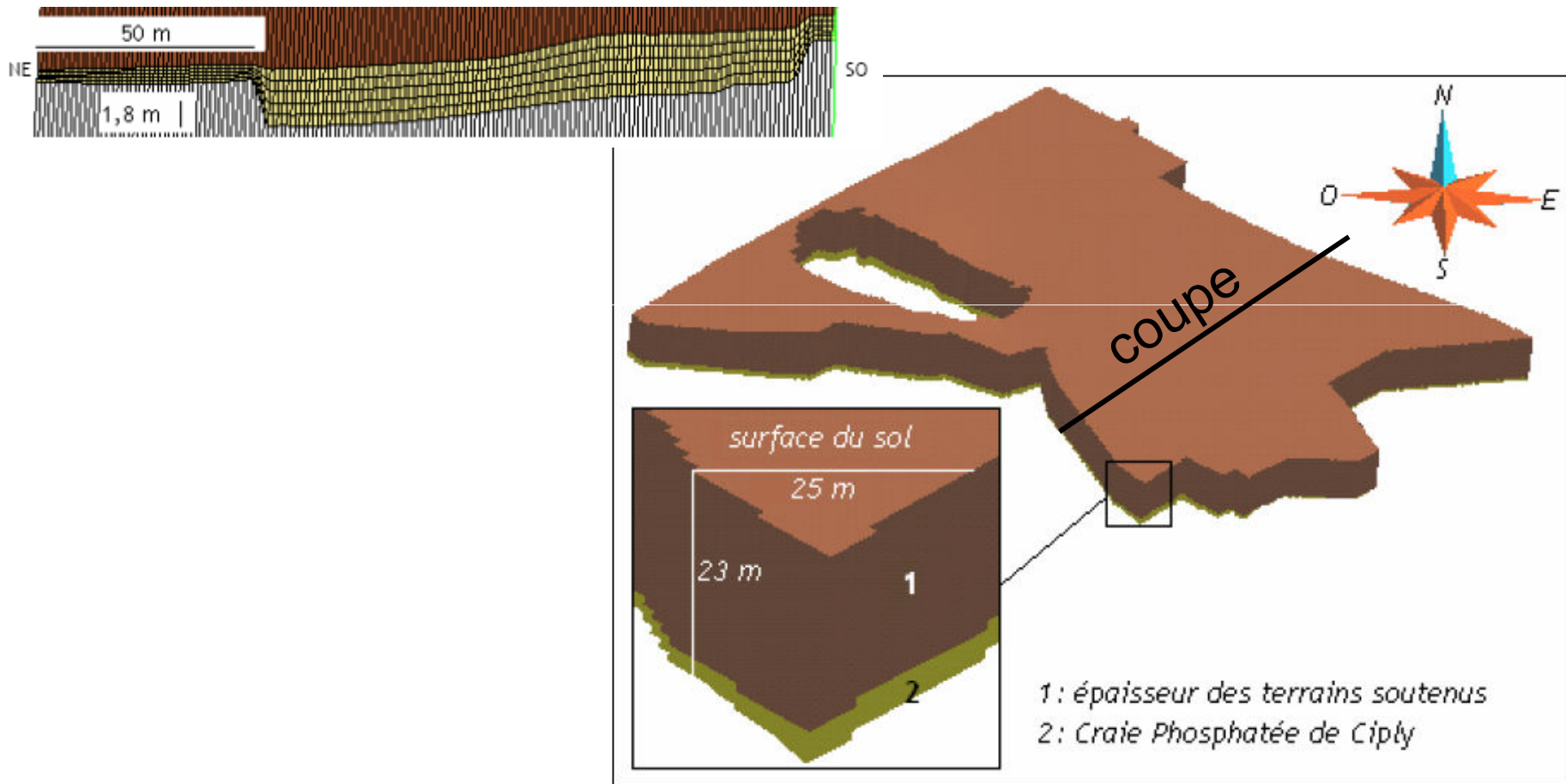
Méthode de l'aire tributaire



Source : TFE L. Valepyn FPMs, 2006

Cartographie d'indices d'instabilité

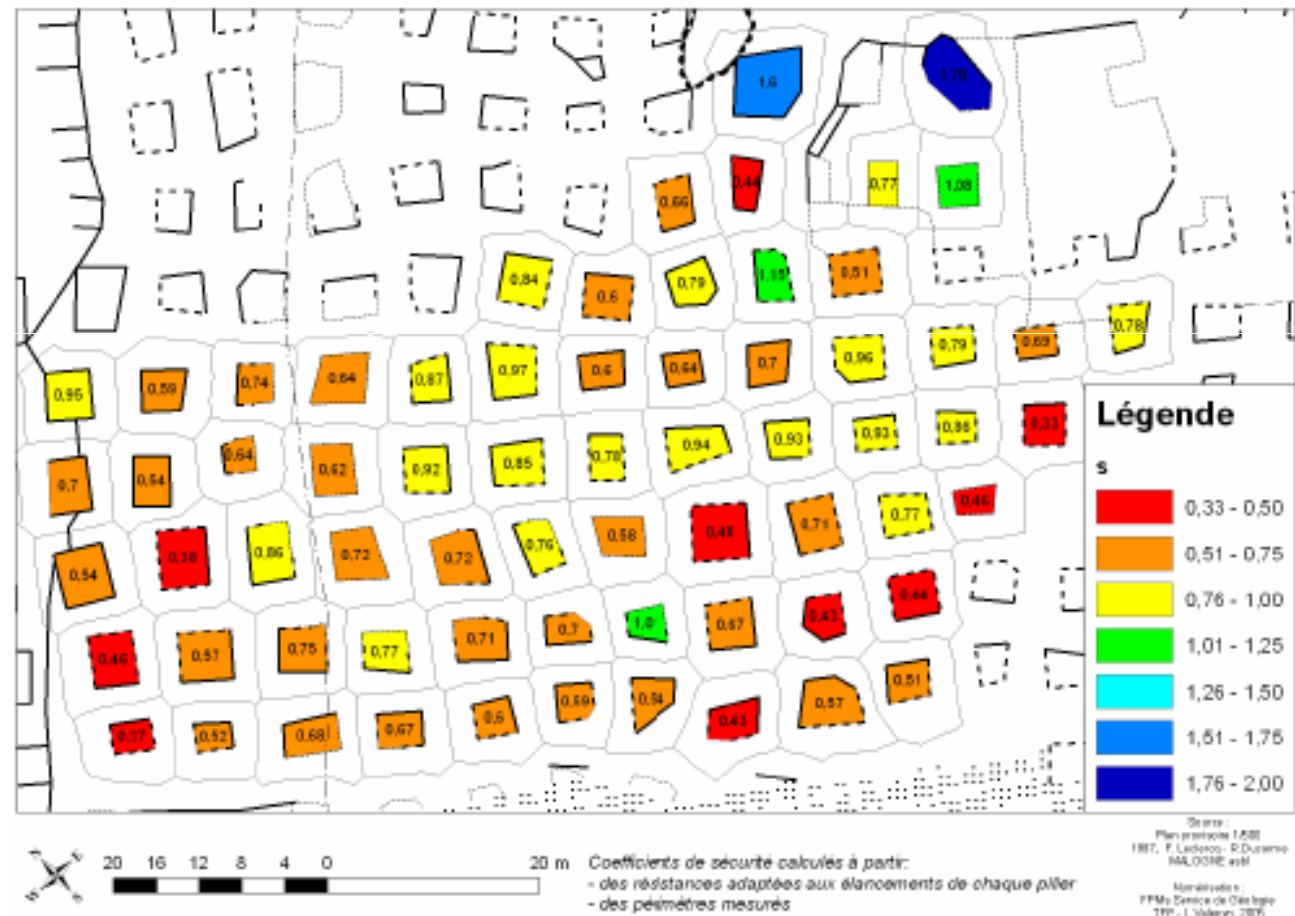
Modélisation 3D de la couche exploitée et du recouvrement



Cartographie d'indices d'instabilité

Calcul des contraintes verticales et comparaison à la Rc

→ calcul d'un coefficient de sécurité

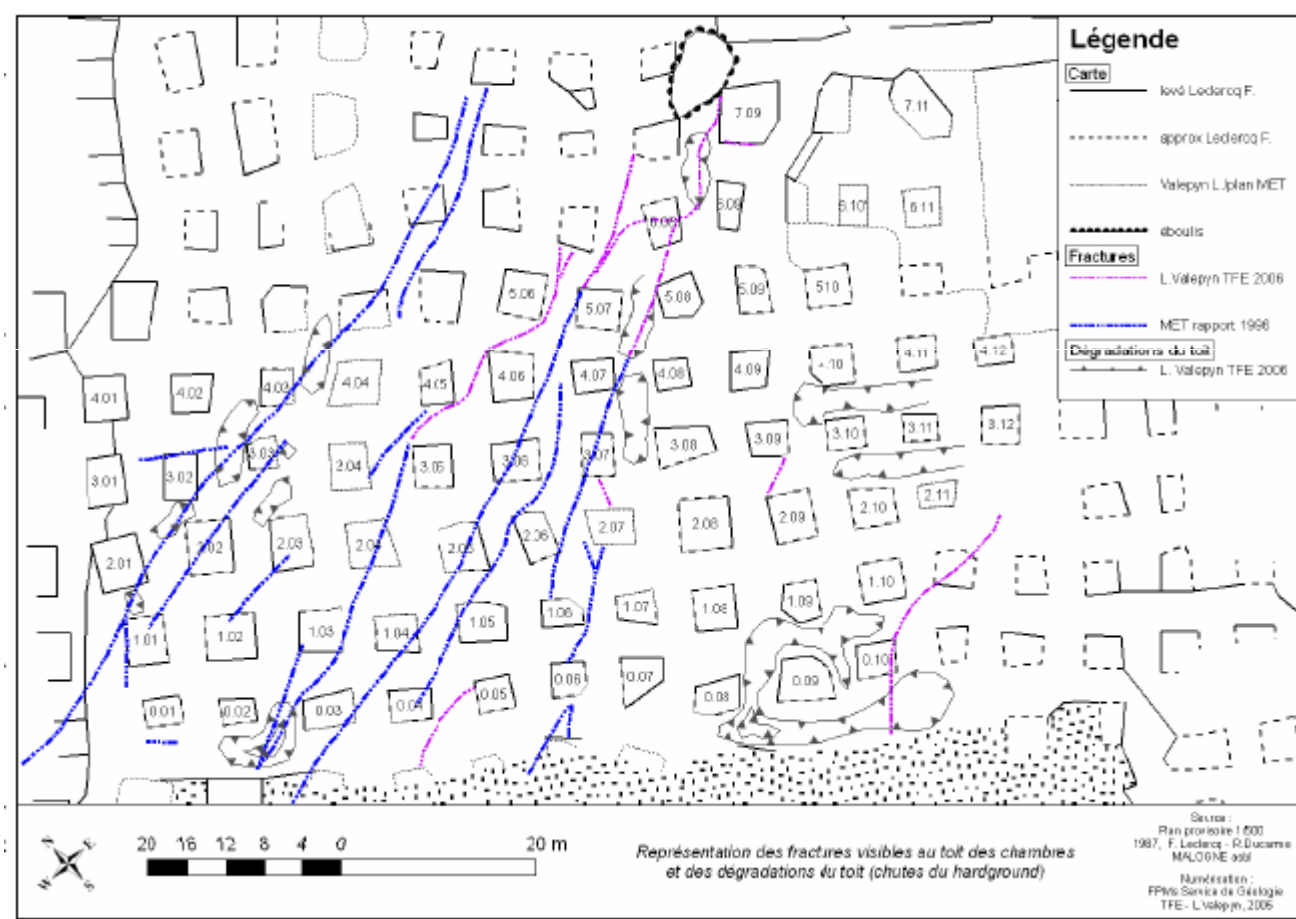


Source : TFE L. Valepyn FPMs, 2006

Cartographie d'indices d'instabilité

Examen visuel des piliers, du mur et du toit

- Joints
- Ecaillage
- Fractures et fissures
- ...



Cartographie d'indices d'instabilité

Examen visuel des piliers, du mur et du toit

- Joints
- Ecaillage
- Fractures et fissures
- ...



Source : TFE L. Valepyn FPMs, 2006

Cartographie d'indices d'instabilité

Indice d'accumulation des éléments néfastes à la stabilité

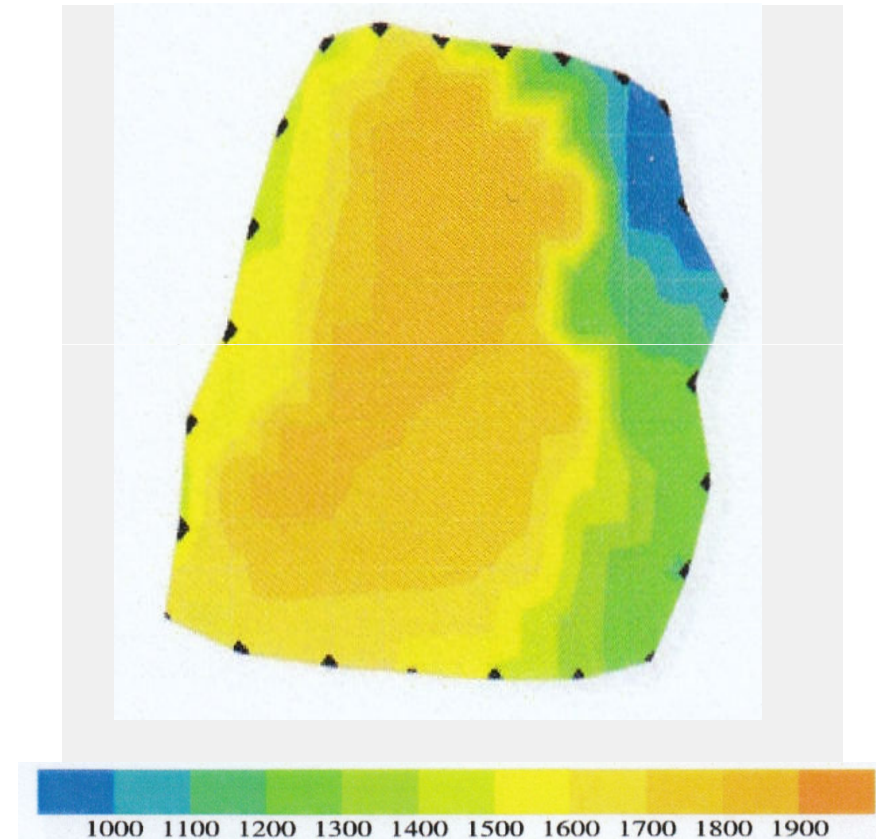
Découpage en classes, puis pondération des éléments néfastes



Source : TFE L. Valepyn FPMs, 2006

Compléments à l'observation visuelle

Développement de techniques d'auscultation



Source : TFE F. De Smet, FSA ULg, 2007

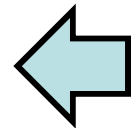
II. Risque et gestion de risque

■ Risque

$$\text{risque}(\text{enjeu}, \text{aléa}, x, Dt) \\ = \text{aléa}(x, Dt) \times \text{vulnérabilité}(\text{enjeu}, \text{aléa}) \times \text{enjeu}$$

■ ≠ Objectifs d'une étude de risque :

- sélectionner la meilleure zone parmi un ensemble de zones (ex : choix d'implantation d'un aménagement) ;
- ordonner les zones d'un ensemble (ex : aide à la planification de travaux de mise en sécurité) ;
- affecter ces zones à des classes prédéfinies (ex : cartes d'aléa ou de risque, politique de surveillance...) ;



Approche “gestion de risque”

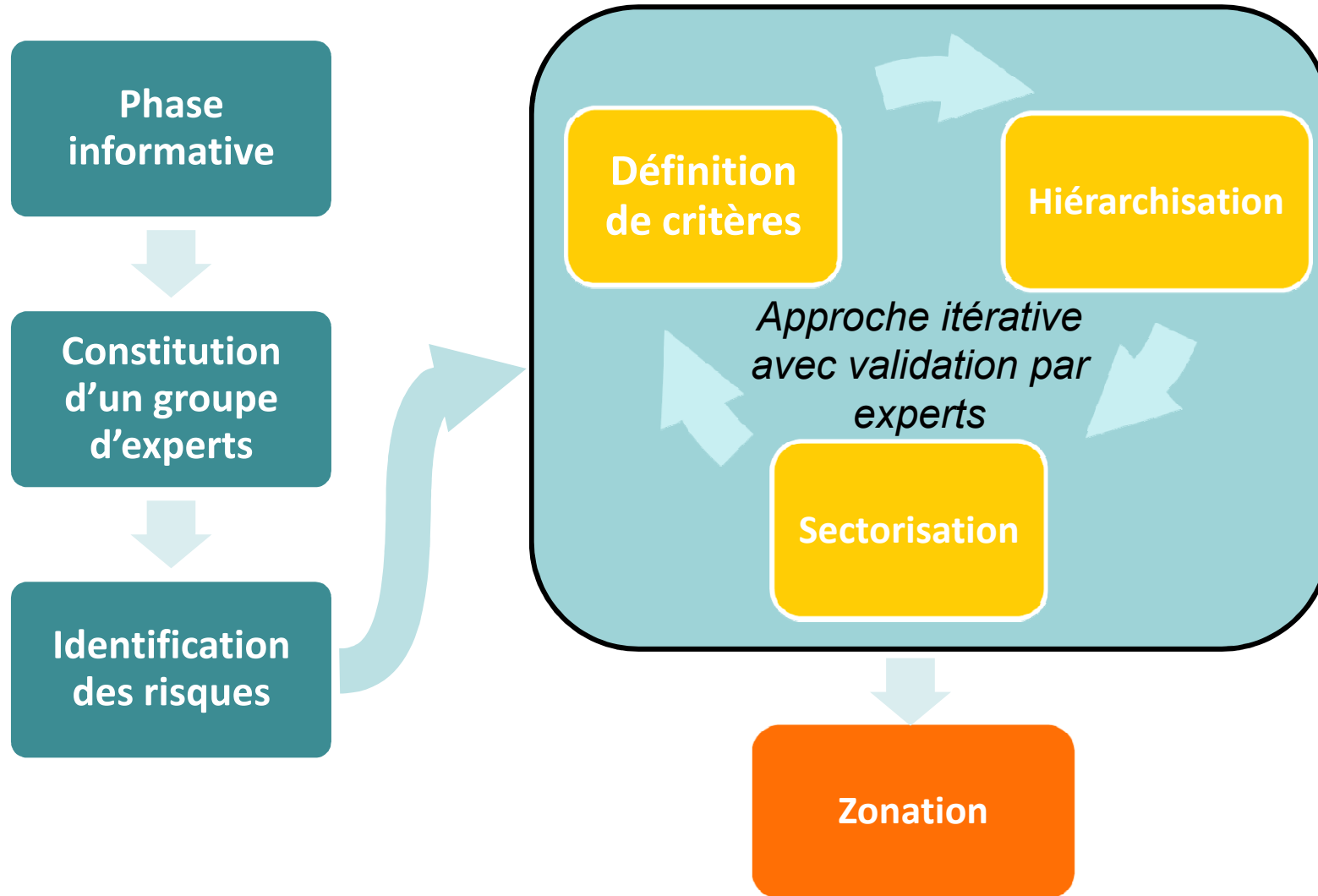
Zonation basée sur des critères liés à l'aléa (ex: critères d'instabilité) et des critères liés aux enjeux (valeur, vulnérabilité)

Complexité des problèmes → approche multidisciplinaire

Méthode explicite avec formalisation des expertises, adaptable à l'évolution des connaissances et aux informations disponibles

Classes de risque prédéfinies et recommandations d'actions associées (ex : surveillance...)

Approche "Gestion de risque"



Basé sur documents INERIS

Phase préparatoire

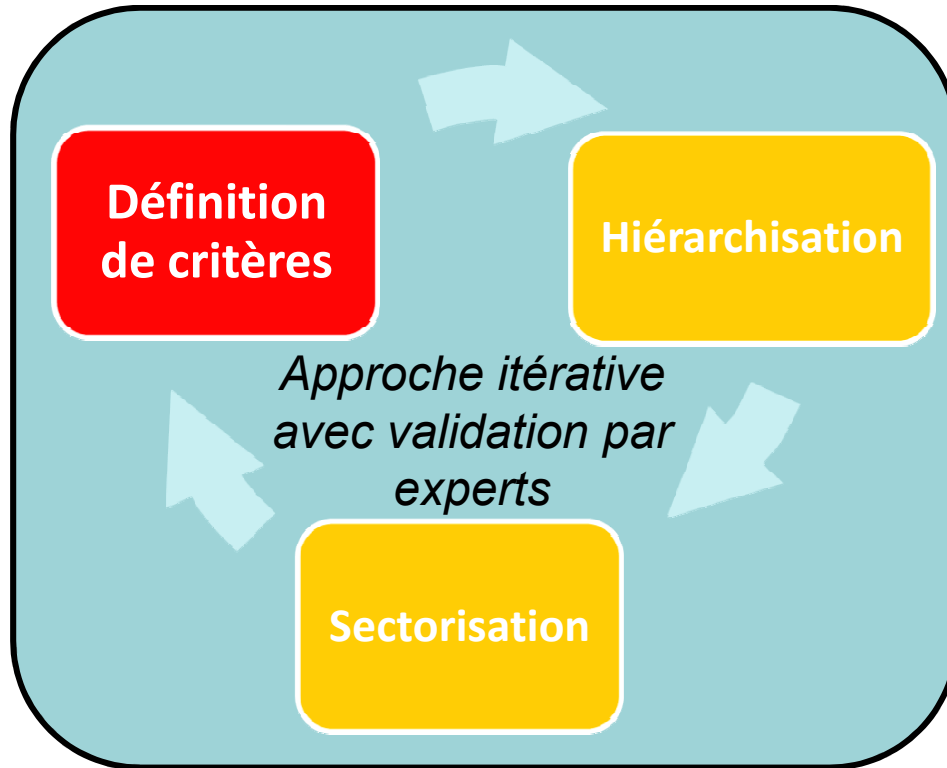


Délimitation du contexte :
compilation des informations disponibles
(archives, plans, rapports, visites...)

Formalisation, modélisation des raisonnements
➔ identification de paramètres

Ex : risques associés aux
mouvements de terrains

II. Approche “Gestion de risque”

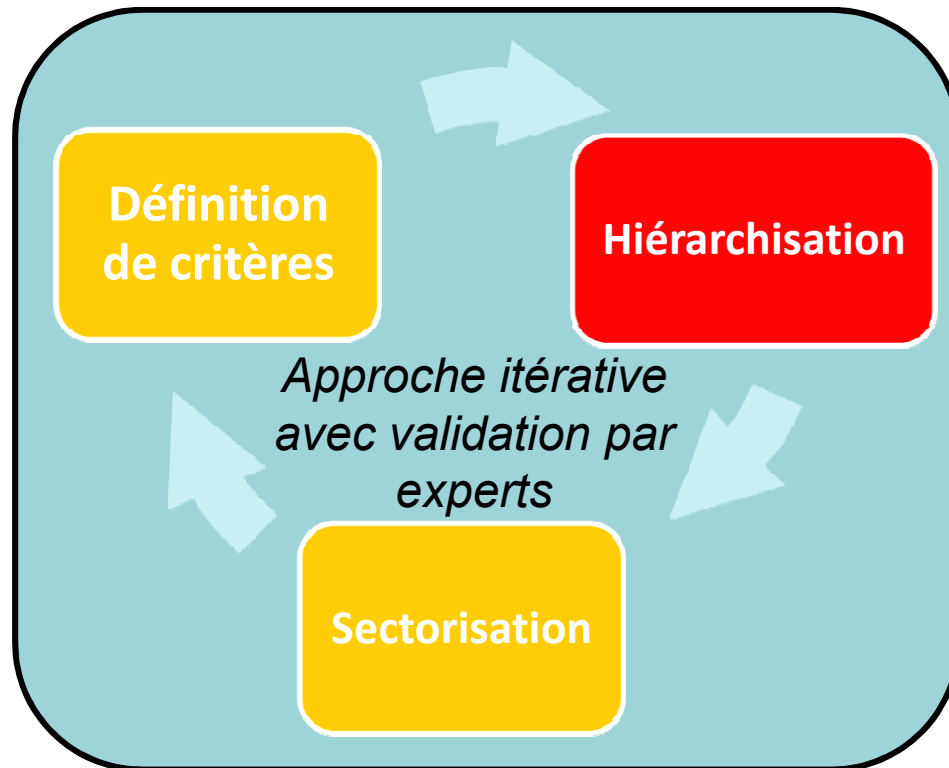


Critère : paramètre
« renseignable » impliqué
dans l’explication du risque

Choix des critères basé sur
la compréhension des
phénomènes en jeu et de leurs
conséquences
(observations et mesures,
modélisations et simulations)

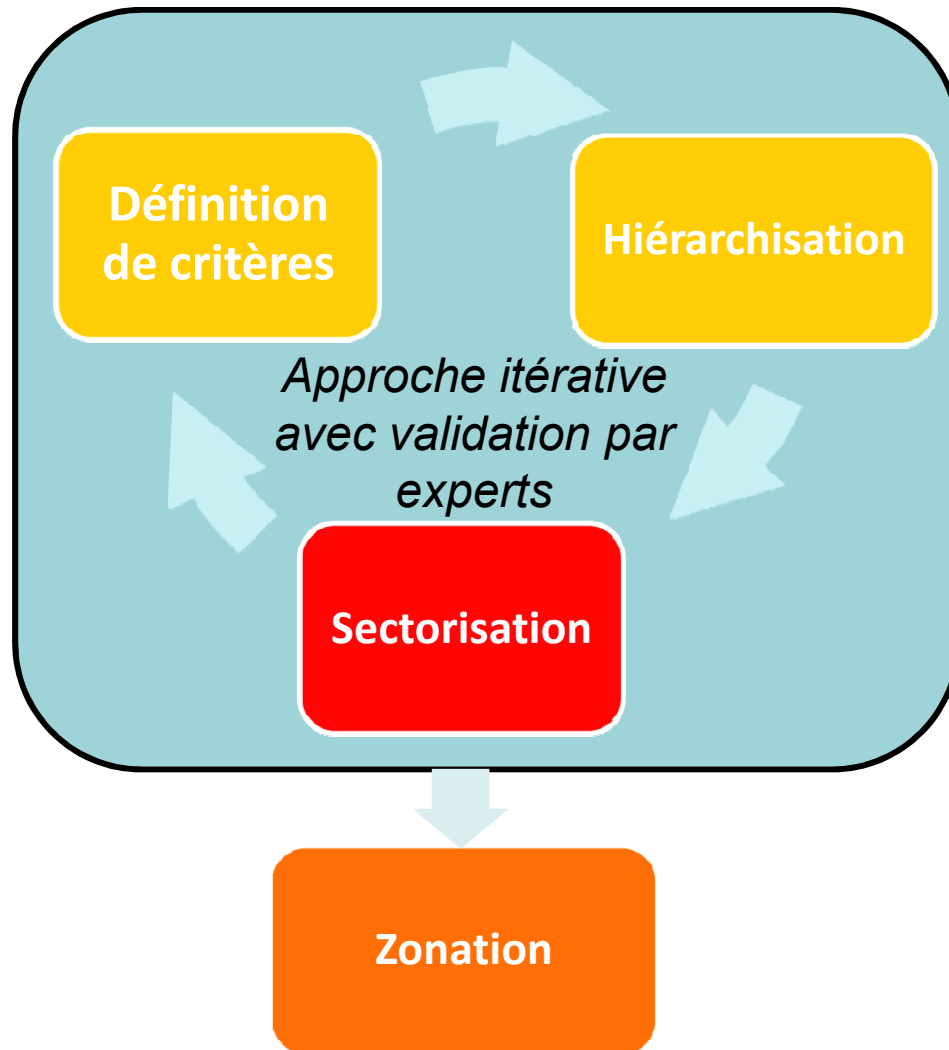
→ identification d’une famille
cohérente de critères et de
leurs méthodes de
renseignement

Analyse et hiérarchisation



délimitation multi-critères
des classes de risques

Analyse et hiérarchisation



- Découpage en zones homogènes
 - conditionné par le choix des critères et de la méthode retenue
- Nécessité d'une méthode d'analyse multi-critères

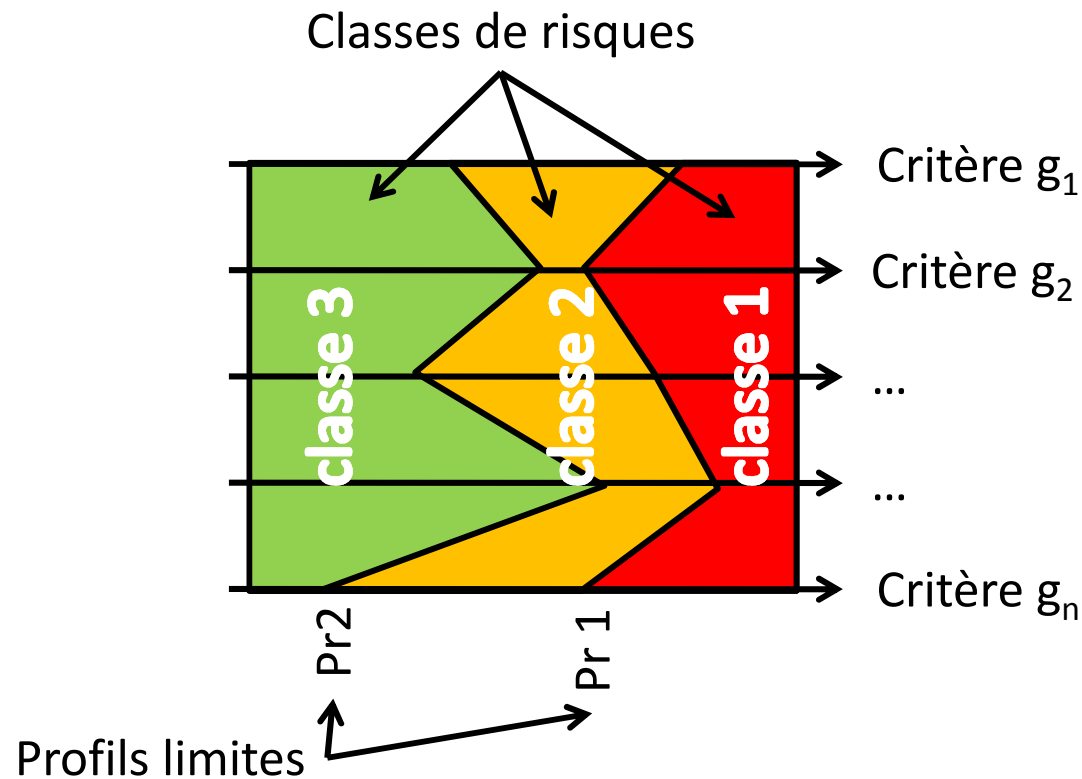
III. Méthode ELECTRE TRI (Merad M., 2004)

Affectation à des classes de risque prédéfinies associées à des actions adaptées

Sur base de critères quantitatifs ou qualitatifs $\{g_j\}; j=1,\dots,n$

Classes délimitées par profils limites et Pr1 S Pr2

Pondération des critères $\{k_i\}$ sur base des avis experts

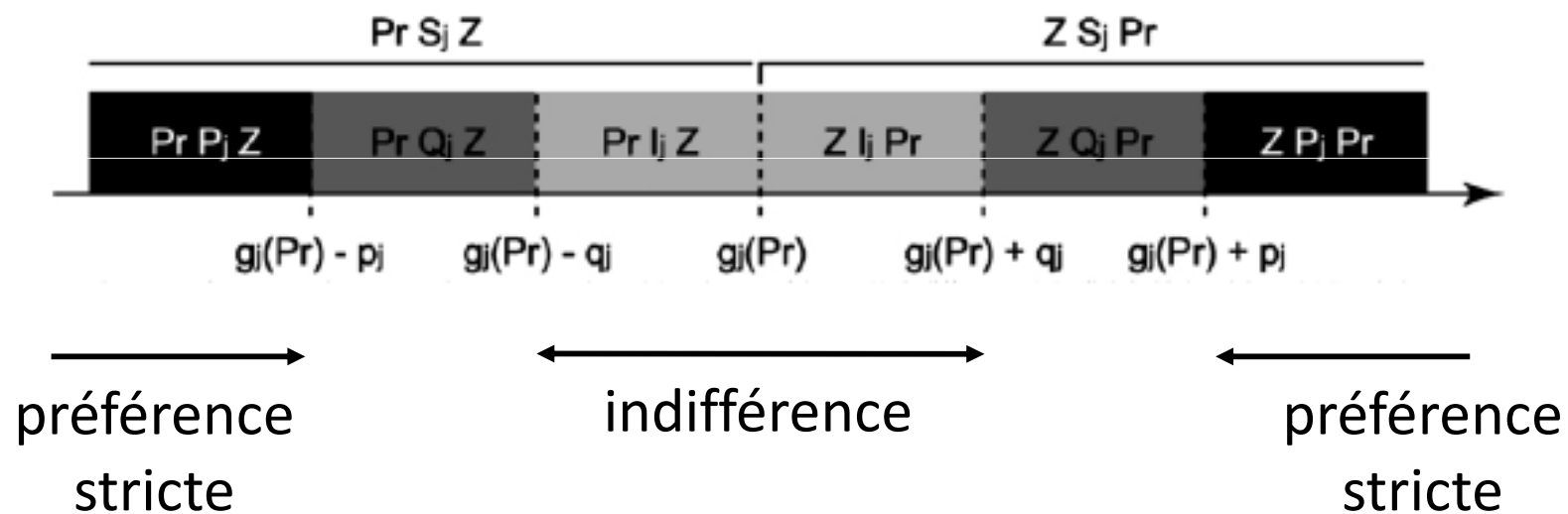


Seuils d'indifférence et de préférence

Définition de zones homogènes $\{Z_i\}$ $i=1,\dots,m$ (sur base des critères retenus)

Comparaison des zones aux profils limites

Prise en compte de l'incertitude et de l'importance des critères
(seuils + indice de crédibilité)



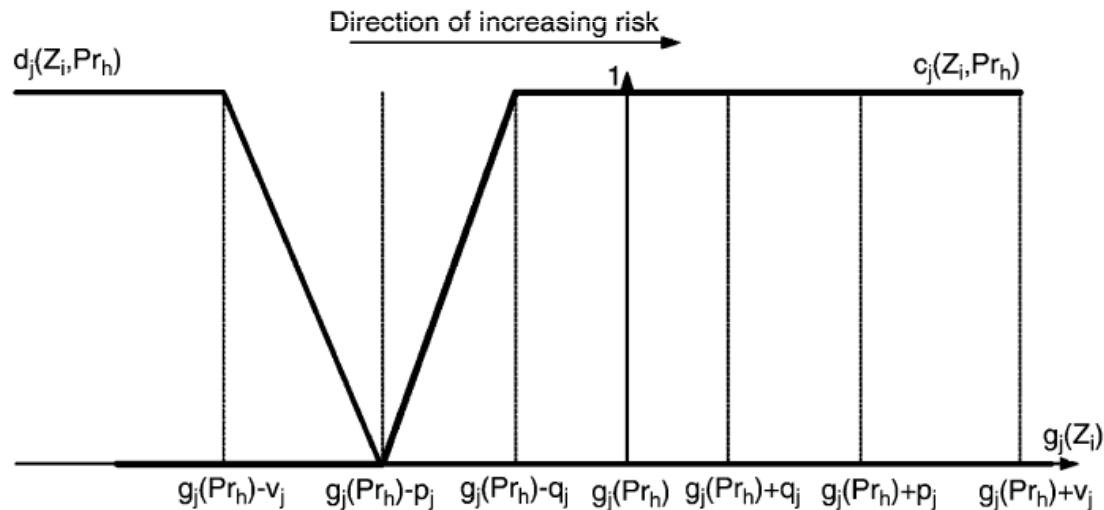
Indice de crédibilité

Indice de crédibilité : $\sigma(Z_i, Pr_h) \in [0,1]$

$\sigma(Z_i, Pr_h) = 0$ si l'assertion $Z_i \leq Pr_h$ est rejetée

$\sigma(Z_i, Pr_h) = 1$ si l'assertion $Z_i \leq Pr_h$ est acceptée

sinon, $\sigma(Z_i, Pr_h) = f(c_j(Z_i, Pr_h), d_j(Z_i, Pr_h))$



Affectation à une classe de risque

basée sur la comparaison entre

$\sigma(Z_i, Pr_h)$ et λ (~critère de majorité)

avec
$$\lambda \geq \frac{1 - \max(k_i)}{\sum_i k_i}$$

où k_i : poids affecté au critère i

∃ 3 cas possibles :

Indifférence : $\sigma(Z_i, Pr_h) \geq \lambda$ et $\sigma(Pr_h, Z_i) \geq \lambda$

Préférence stricte : $\sigma(Z_i, Pr_h) \geq \lambda$ et $\sigma(Pr_h, Z_i) < \lambda$

$\sigma(Pr_h, Z_i) \geq \lambda$ et $\sigma(Z_i, Pr_h) < \lambda$

Incomparabilité : $\sigma(Z_i, Pr_h) < \lambda$ et $\sigma(Pr_h, Z_i) < \lambda$

Débuter avec la comparaison au profil limite le plus bas, puis le suivant jusqu'à ce qu'un profil soit significativement préféré à Z_i

III. Conclusions

Proposition d'une approche « gestion de risque » basée sur l'analyse multi-critère

Intègre l'aspect multidisciplinaire et basée sur les expertises développées dans les différentes disciplines

Applicable à différentes échelles et niveau de détails

Méthodologie évolutive qui permet d'intégrer les nouvelles connaissances

Orientée vers les finalités de l'étude de risque