



Approche méthodologique proposée par l'INERIS pour la comparaison des scénarios de devenir des déchets de STOCAMINE

COPIL du 28 février 2011

J. Bureau et J.C. Pinte



*maîtriser le risque |
pour un développement durable*

Plan de la présentation

1. QUESTION POSÉE ET MÉTHODOLOGIE

2. PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

- Étapes des scénarios
- Sites cibles (1 K1 en France, 1 K0 en Allemagne...)
- Types de risques retenus
- Risques non pris en compte

3. DONNÉES ET LEUR ORIGINE

- Substances prises en compte

4. ESTIMATION DES RISQUES

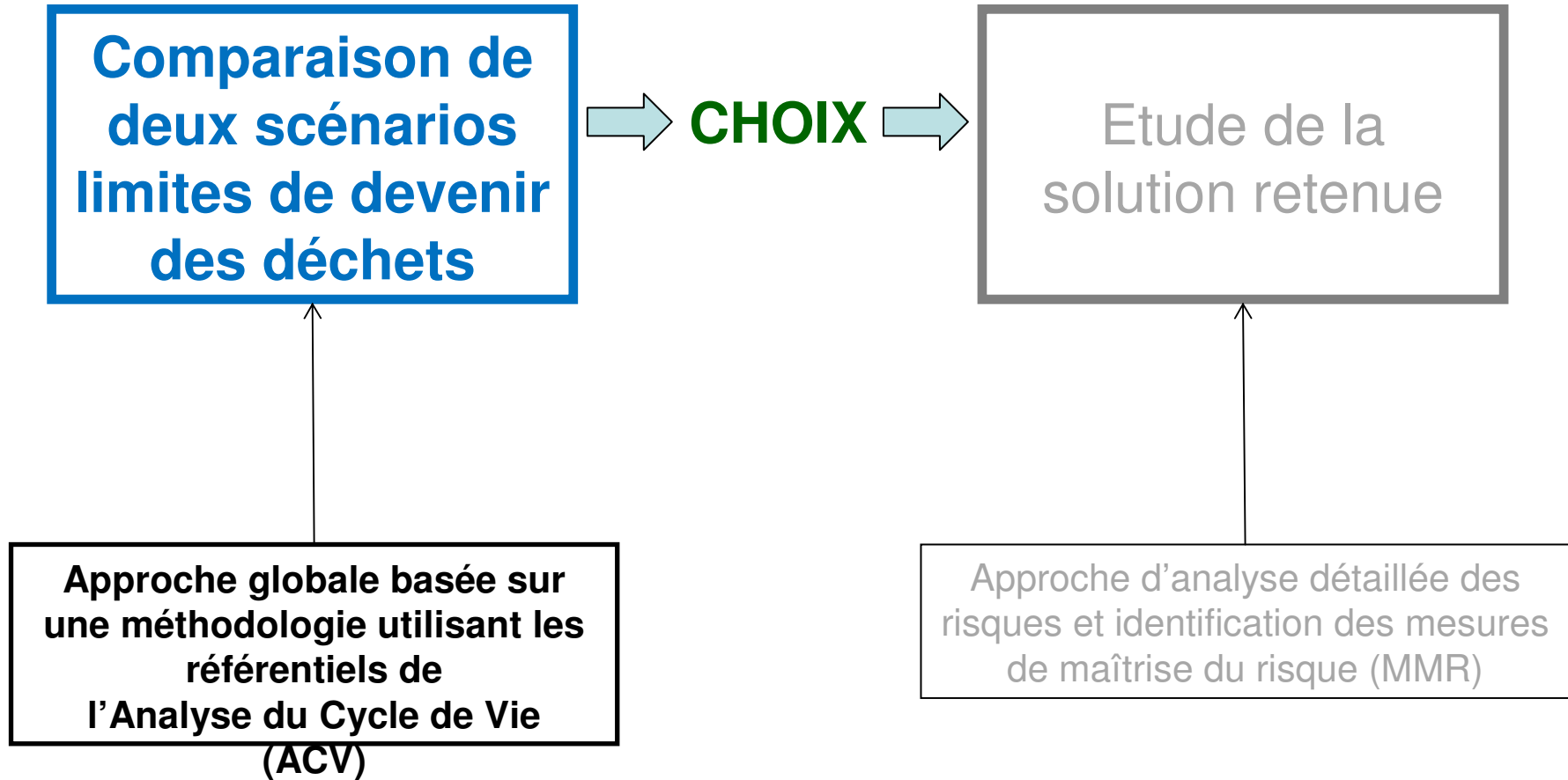
5. INDICATEURS, MÉTHODE DE COMPARAISON DES RÉSULTATS ET ÉTUDE DE SENSIBILITÉ

6. SYNTHÈSE

7. VALIDATION ATTENDUE DE LA PART DU COPIL

1. Question posée et méthodologie

Objectif de cette phase d'étude



1. Question posée et méthodologie

A quelle question veut-on répondre ?

- LE STOCKAGE ILLIMITÉ À STOCAMINE PRÉSENTE DES RISQUES À LONG TERME, LIÉS À LA REMOBILISATION DES POLLUANTS VERS LA SURFACE
- LE DÉSTOCKAGE PRÉSENTE ÉGALEMENT D'AUTRES RISQUES, PRINCIPALEMENT A COURT TERME, LIÉS À LA MANIPULATION DES DÉCHETS, PRINCIPALEMENT DE NATURE ACCIDENTELLE
- ON ATTEND DU RESTOCKAGE DES DÉCHETS DANS DE NOUVEAUX SITES UNE DIMINUTION DES RISQUES DE REMOBILISATION À LONG TERME

QUEL EST LE BILAN NET ?

LA MÉTHODOLOGIE DE TYPE ACV PROPOSE UN CADRE DE RÉPONSE À LA QUESTION :

« QUEL GAIN DOIT APPORTER LE NOUVEAU STOCKAGE POUR COMPENSER LES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIÉS AU DÉSTOCKAGE ? »

1. Question posée et méthodologie

Méthodologie de comparaison

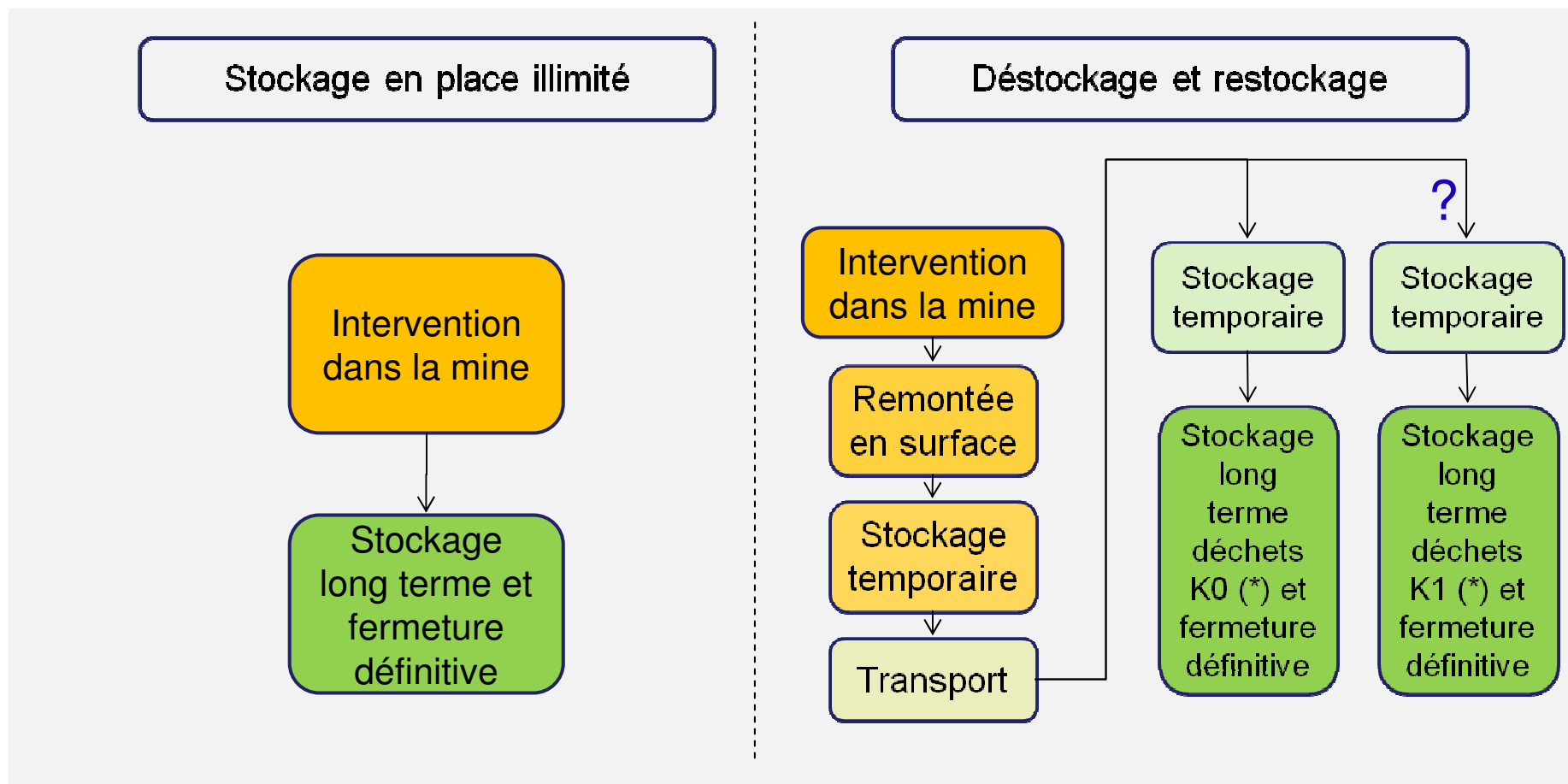
- LOGIQUE DE COMPARAISON DE SCÉNARIOS DU POINT DE VUE DES « PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES » PERMETTANT L'AGRÉGATION D'INFORMATIONS DE NATURES DIFFÉRENTES
 - Risques sanitaires aigus et chroniques (population générale et travailleurs)
 - Risques accidentels
 - Risques pour l'environnement
 - Risques à court et long termes
- S'APPUYANT SUR DES MÉTHODOLOGIES D'ÉVALUATION EXISTANTES ET PUBLIÉES
- PERMETTANT APRÈS SIMPLIFICATION ET HOMOGÉNÉISATION DE TRAITER DES *DONNÉES HÉTÉROGÈNES EN QUANTITÉ ET EN QUALITÉ*, ET DE SOMMER DES INFORMATIONS DE NATURES DIFFÉRENTES
- DÉMARCHE COHÉRENTE, RECONNUE ET NORMALISÉE - ISO 14040/44
- UTILISANT DES INDICATEURS GLOBAUX DE RISQUE



Aide à la décision

2. Périmètre de l'étude

Scénarios limites comparés et leurs étapes - Sites cibles



(*) déchets K0 : Heilbronn (Baden-Wurtemberg - Allemagne)
déchets K1 : Drambon (Côte d'Or - France)

Types de risques par étape pour les deux scénarios

Temporalité	Stockage illimité	Déstockage-restockage	Types de risque ou impact
Court terme ⊕	Interventions de stabilisation dans la mine	Interventions de stabilisation dans la mine	• Risque sanitaire par exposition des travailleurs sur site (risque physico-chimique). Concentration résiduelle ou émanation accidentelle
			• Risque de dommages corporels accidentels sur travailleurs (risque mécanique)
			• Risque minier spécifique
		Déstockage	• Risque de pollution accidentelle en raison des activités dans la mine (air extérieur)
			• Risques physico-chimique, mécanique et minier
		Transport	• Risque de pollution accidentelle (air, cours d'eau, sol, nappe)
			• Risque d'exposition de personnes directement impliquées (physico-chimique)
			• Risque de dommages corporels accidentels sur personnes impliquées (mécanique)
		Restockage	• Risque de pollution accidentelle en raison des activités dans le stockage souterrain allemand (air extérieur)
			• Risque de pollution accidentelle en raison des activités dans le stockage de surface
			• Risques physico-chimique, mécanique, minier dans le site allemand
			• Risques physico-chimique, mécanique sur le site de surface
Long terme ⊕	Gestion du site (surveillance, entretien pompes, suivi nappe...)	Gestion du site (surveillance, entretien pompes, suivi nappe...)	<i>(négligé – identique dans les 2 scénarios)</i>
	Fuite chronique	Fuite chronique	• Remobilisation de polluants vers la nappe à travers une faille, puis vers les eaux de surface (augmentation du bruit de fond de la contamination environnementale)
			• Remobilisation de polluants vers la nappe – contact direct par eau consommée ou irrigation
			• Diffusion de polluants vers l'air extérieur, e.g. via une faille
Evènement catastrophique	Evènement catastrophique	• Résurgence soudaine de polluants en surface (air, eau) e.g. séisme	

2. Périmètre de l'étude

Enjeux non pris en compte

- IMPACTS SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE
- IMPACTS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR
- IMPACTS SUR LES RESSOURCES NATURELLES
- ENJEUX JURIDIQUES
- ENJEUX FINANCIERS
- ENJEUX SOCIO-POLITIQUES



3. Données et leur origine

Type de données		Origine
Déchets	Nature et tonnages	Inventaire StocaMine
Terme source StocaMine	Substances rejetées dans l'environnement (eau, air) et leur flux	Etudes mécanique, hydrogéologique et géochimique de l'INERIS, basées sur l'état de l'art et sur des études commanditées par StocaMine
Terme source site cible K0 (Allemagne)	idem	Rapport d'expertise de 3 sites allemands Dire d'experts INERIS (adaptation des données du site StocaMine)
Terme source site cible K1 (France)	Flux générique d'une substance équivalente	Données moyennes nationales FNADE
Accidentologie travailleurs	Taux de fréquence/gravité des accidents du travail Taux d'IP et MP Durées prévues	Travaux miniers : statistiques CdF-MDPA Risques chimique et manutention surface : statistiques CNAM Risque transport : statistiques du MEDDTL StocaMine
Accidentologie transport surface	Taux d'accidents routiers et ferroviaires Quantité de déchets épandus	Statistiques du MEDDTL Dire d'experts INERIS
Accidentologie transport au fond	Taux d'accidents Quantité de déchets épandus	Dire d'experts INERIS

3. Données et leur origine

Liste des substances prises en compte

- **IMPACT SUR L'AQUIFÈRE**
 - As, Ba, Bi, Cd, Co, Cr, Hg, Ni, Pb, Sb
 - Acide cyanhydrique et cyanures totaux
- **IMPACT SUR L'AIR**
 - Hg, AsH₃, acide cyanhydrique, phénol
- **IMPACT SANITAIRE (POPULATION GÉNÉRALE) ET ENVIRONNEMENTAL RÉSULTANT D'UN ACCIDENT DE TRANSPORT EN SURFACE**
 - Amiante
 - As₂O₃
- **IMPACT SANITAIRE SUR LES TRAVAILLEURS (DÉSTOCKAGE-TRANSPORT-RESTOCKAGE)**
 - traité au travers des données de statistiques d'accident

4. Estimation des risques

Outil de modélisation globale des risques vis-à-vis de l'environnement et des populations

- **MODÈLE D'IMPACT MULTIMEDIA IMPACT 2002**

Le modèle combine des données :

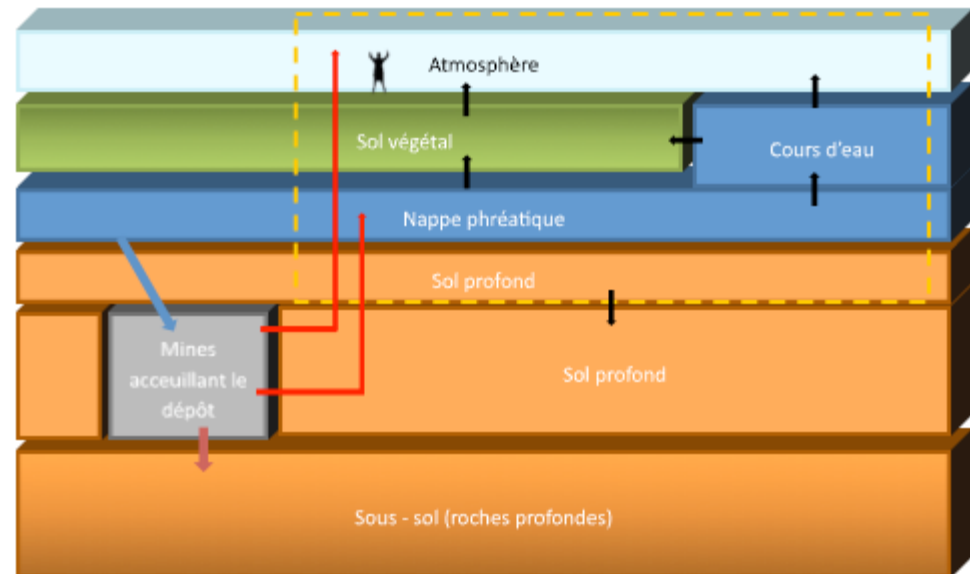
- de toxicité des substances
- de transfert vers le milieu naturel
- de mode d'exposition des populations

[HTTP://WWW.SPH.UMICH.EDU/RISKCENTER/JOLIET/IMPACT2002+.HTM](http://www.sph.umich.edu/riskcenter/jolliet/impact2002+.htm)

JOLLIET O, MARGNI M, CHARLES R, HUMBERT S, PAYET J, REBITZER G, ROSENBAUM R (2003): IMPACT 2002+: A NEW LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT METHODOLOGY. INT J LCA 8 (6) 324 - 330.

- Tableaux de l'OMS

http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/metrics_data/en/



World Health
Organization

INERIS

maîtriser le risque |
pour un développement durable

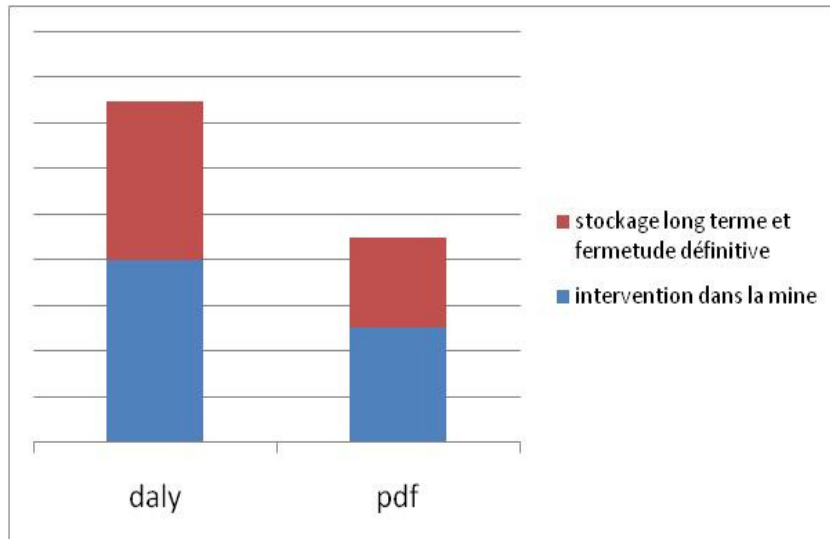
Types de risques par étape pour les deux scénarios et mode d'estimation

Temporalité	Stockage illimité	Déstockage-restockage	Types de risque ou impact
Court terme	Interventions de stabilisation dans la mine	Interventions de stabilisation dans la mine	• Risque sanitaire par exposition des travailleurs sur site (risque physico-chimique). Concentration résiduelle ou émanation accidentelle
			• Risque de dommages corporels accidentels sur travailleurs (risque mécanique)
			• Risque minier spécifique
		Déstockage	• Risque de pollution accidentelle en raison des activités dans la mine (air extérieur)
			• Risques physico-chimique, mécanique et minier
		Transport	• Risque de pollution accidentelle (air, cours d'eau, sol, nappe)
			• Risque d'exposition de personnes directement impliquées (physico-chimique)
			• Risque de dommages corporels accidentels sur personnes impliquées (mécanique)
		Restockage	• Risque de pollution accidentelle en raison des activités dans le stockage souterrain allemand (air extérieur)
			• Risque de pollution accidentelle en raison des activités dans le stockage de surface
			• Risques physico-chimique, mécanique, minier dans le site allemand
			• Risques physico-chimique, mécanique sur le site de surface
Long terme	Gestion du site	Gestion du site	pris identique dans les 2 scénarios
	Fuite chronique	Fuite chronique	• Remobilisation de polluants vers la nappe à travers une faille, puis vers les eaux de surface (augmentation du bruit de fond de la contamination environnementale)
			• Remobilisation de polluants vers la nappe – contact direct par eau consommée ou irrigation
			• Diffusion de polluants vers l'air extérieur, e.g. via une faille
Événement catastrophique	Événement catastrophique	• Résurgence soudaine de polluants en surface (air, eau) e.g. séisme	
			Estimation du risque basée sur des statistiques d'accidentologie et durée d'exposition
			Estimation du risque par modélisation globale des effets des substances (IMPACT 2002)

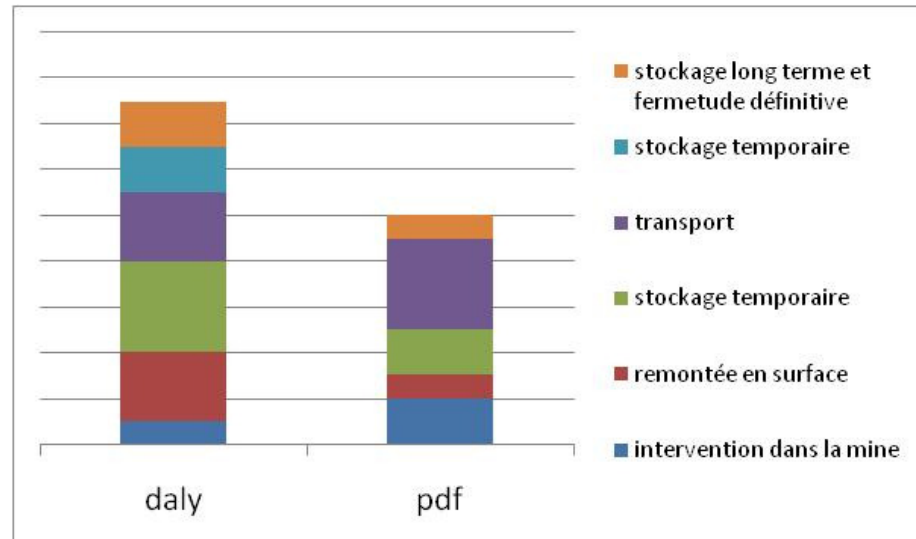
5. Indicateurs- Comparaison des résultats-Etude de sensibilité

Exemple de représentation des résultats de la comparaison

Scénario stockage illimité



Scénario déstockage-restockage



Indice DALY (OMS) : Disability Adjusted Life Years : nombre d'années de vie perdues liées à la mortalité et à la morbidité

Indice PDF : "potentially disappeared fraction" : nombre d'espèces susceptibles de disparaître des écosystèmes impactés, exprimé sous la forme d'un ratio spatio-temporel PDF.m².an

Indicateurs globaux calculés pour chaque composante (étapes, cibles, type de risque...) de chaque scénario ainsi que séparément "court terme/long terme".

Permet :

- ➔ L'identification du poids relatif des composantes et des **MMR** envisageables
- ➔ Une démarche itérative et une **étude de sensibilité**

Exemple de détail de calcul (contribution de chaque substance)

(Risque de pollution supplémentaire de la nappe par le stockage illimité de StocaMine)

Substances	Concentration	Source de la donnée	Facteur de transfert	Quantité /an	Nb années concernées	Facteur de caractérisation	Impact
	kg/m ³ d'eau rejetée		m ³ /an	kg/an		Daly/kg	Daly
X substances		Données issues des études INERIS				Modélisation IMPACT 2002	
Σx							Σ Daly

Pour un bassin donné de population

6. Synthèse - Difficultés, limites et points forts

- NÉCESSITÉ D'HYPOTHÈSES POUR ESTIMER L'EXPOSITION EN CAS D'ÉVÉNEMENTS ACCIDENTELS
- PEU DE DONNÉES SUR LES SITES ALLEMANDS
- NÉCESSITÉ DE SIMPLIFIER CERTAINES DONNÉES POUR COMPARER LES DEUX SCÉNARIOS DE MANIÈRE HOMOGENE
- PRISE EN COMPTE D'UN NOMBRE LIMITÉ DE SUBSTANCES CHIMIQUES
- INCERTITUDE SUR LA COMPOSITION DU BLOC 15 (ZONE DE FEU)
- AGRÉGATION, SOUS FORME D'INDICATEURS GLOBAUX, DES RISQUES ET IMPACTS DE NATURES DIFFÉRENTES (ENVIRONNEMENTAUX, SANITAIRES, AIGUS, CHRONIQUES, TRAVAILLEURS, POPULATIONS...)
- APPROCHE BASÉE SUR UNE DÉMARCHE NORMALISÉE, SCIENTIFIQUEMENT RECONNUE
- ABOUTISSANT À DES ORDRES DE GRANDEUR ET PERMETTANT DES ÉTUDES DE SENSIBILITÉ

7. Validation attendue de la part du COPIL : METHODOLOGIE

- **PÉRIMÈTRE**

- [Étapes des scénarios](#)
- Sites cibles (1 K1 en France, 1 K0 en Allemagne...)
- Risques retenus et enjeux exclus

- **DONNÉES ET LEUR ORIGINE**

- Substances prises en compte
- Identification des flux pris en compte

- **INDICATEURS ET MÉTHODE DE COMPARAISON DES RÉSULTATS ET ÉTUDE DE SENSIBILITÉ**

- Distinction court terme/long terme
- Scénarios intermédiaires à analyser

MERCI DE VOTRE ATTENTION