

Prévention des risques biologiques et chimiques
La ventilation industrielle : un moyen de maîtrise de l'exposition
3 septembre 2014

La ventilation dans les espaces clos

Damien Burlet-Vienney, ing., M.Sc.A.
Ali Bahloul, Ph.D.



Plan de la présentation

1. Mise en contexte

- Objectif de la présentation
- Espace clos / Ventilation
- Origine des résultats

2. Problématiques

- Accidents graves et mortels au Québec
- Sur le terrain

3. Étude de cas : Silo

4. Conclusion : Sensibilisation et analyse des risques

Objectif de la présentation

- Ventiler en espace clos
Quelle est la réalité du terrain ?
- ▣ Nécessité
 - Risques atmosphériques
- ▣ Problématiques liées
- ▣ Étude de cas

Obligations légales au Québec...

□ RSST (et CSTC – section 3.21)

■ Définition, art. 1

Tout espace totalement ou partiellement fermé (ex. : réservoir, silo, cuve, trémie, chambre, voûte, fosse, égout, tuyau, cheminée, puits, citerne)

- 1° il n'est pas conçu pour être occupé par des personnes [...];
- 2° on ne peut y accéder ou on ne peut en ressortir que par une voie restreinte;
- 3° il peut présenter des risques pour la santé, la sécurité ou l'intégrité physique pour quiconque y pénètre [...]

- a) emplacement, conception ou construction
- b) **atmosphère ou insuffisance de ventilation naturelle et mécanique**
- c) matière ou substances qu'il contient
- d) autres dangers afférents



□ Normes

■ CSA Z1006-10

■ ANSI/ASSE : Z117.1-2009



Source : CSST

... encore source d'accidents

Pays	Secteur	Période	Statistiques
É-U	Pas spécifique	1992–2005	38 morts par année reliés à une intoxication ou une asphyxie (Wilson et coll., 2012)
		1984–1994	86.3 % des intoxications au H₂S pour un total de 80 décès (Fuller & Suruda, 2000)
	Agricole	1993–2010	2.5 morts par année reliés à une atmosphère inflammable (U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board, 2007)
		1964–2010	Près de 27 morts par année (Riedel & Field, 2011)

Obligation de ventilation

□ Section XXVI

Habilitation, cueillette de données, mesures, surveillance, sauvetage...

□ Art. 302 : Ventilation :

Sauf cas de mise à l'état inerte de l'atmosphère, aucun travailleur ne peut pénétrer ou être présent dans un espace clos à moins que celui-ci ne soit ventilé par des moyens naturels ou par des moyens mécaniques de manière à ce que soient maintenues les conditions atmosphériques suivantes :

1° Concentration d'oxygène entre 19,5 % et 23 %

2° Concentration de gaz ou de vapeurs inflammables inférieur à 10 % de la LIE

3° Concentration d'un ou plusieurs des contaminants ne pas excéder les normes prévues à l'Annexe I

Si impossible, en ventilant l'espace clos, d'y maintenir une atmosphère interne conforme aux normes, le travailleur ne peut pénétrer ou être présent dans l'espace clos que s'il porte les équipements de protection respiratoire prévus et si on respecte l'alinéa 2° ci-dessus.

→ En association avec :

□ Mesure des gaz

□ Équipements de protection respiratoire

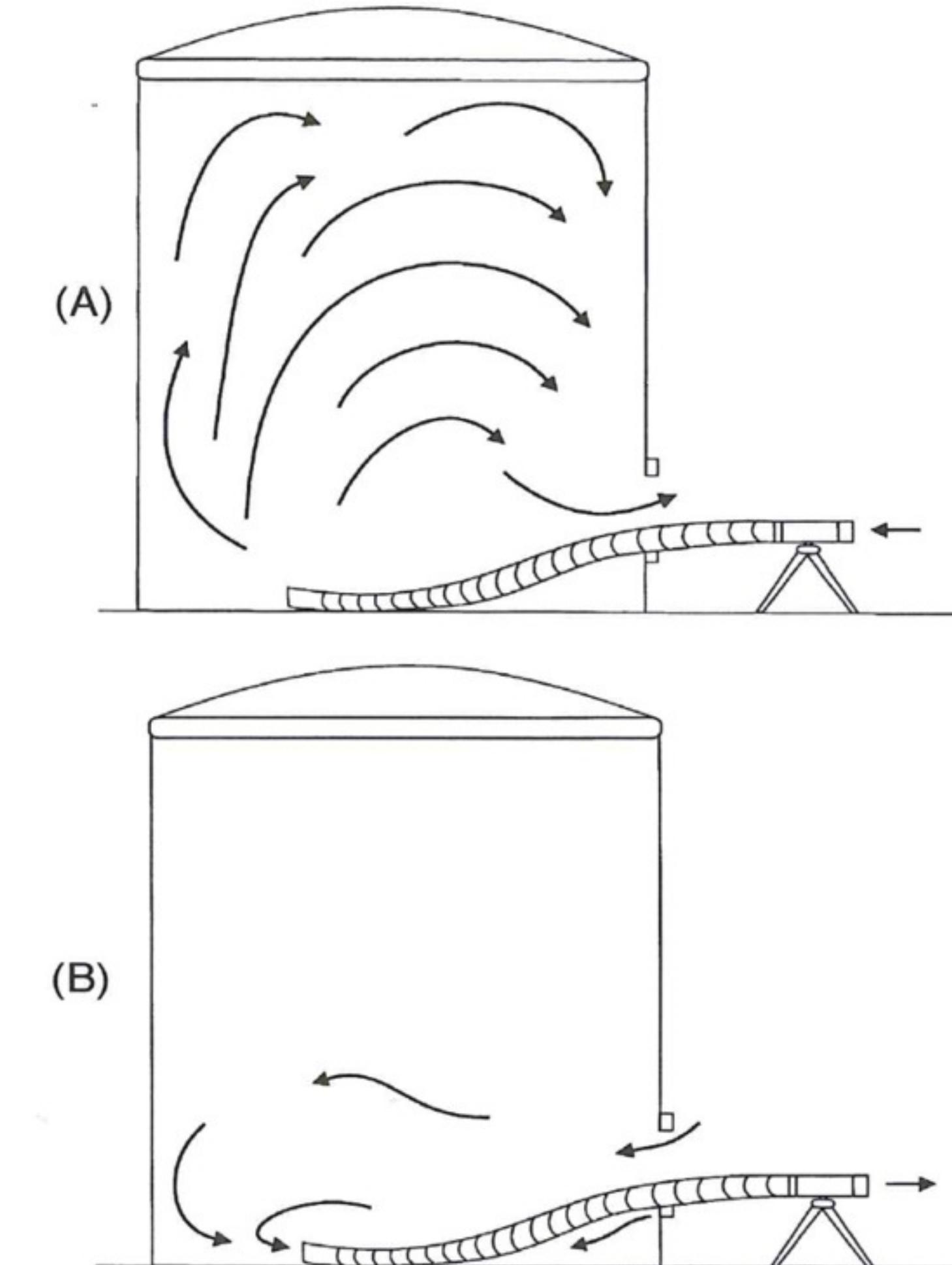
Techniques de ventilation

□ Type de ventilation

- Ventilation naturelle : suffisante ?
- Dilution : générale
- Extraction : si génération de contaminants localisée (ex. : travail effectué)
- Combinaison des deux

□ Éléments qui influencent la ventilation

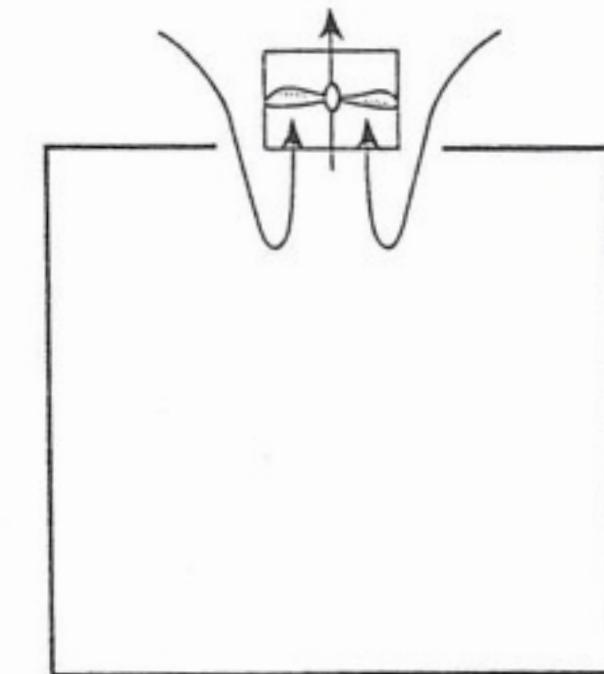
- Volume de l'espace clos
- Contenu
- Contaminants (ex. : densité)
- Capacité des ventilateurs
- Lectures des appareils



Techniques de ventilation

□ Recommandé (empirique)

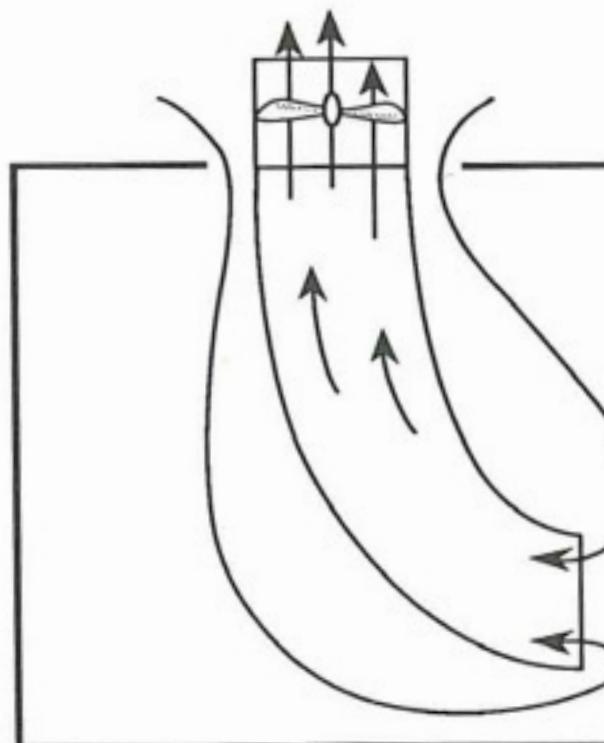
- Effectuer environ 7 changements du volume d'air d'un espace clos avant d'y entrer
- Effectuer 20 changements d'air à l'heure
- Si détection de conditions anormales, le temps de ventilation requis est celui qui permet d'arriver à des lectures normales



26. Short circuiting in a manhole. (Paul Trattner)

□ Installation temporaire → Attentions particulières (INRS - ED703)

- Prise d'air hors contamination (vent, moteur à combustion)
- Ne pas créer des poches de gaz毒ique ou inflammable à la sortie de l'espace clos
- Maîtriser le **circuit de ventilation**
 - Éviter les courts-circuits d'air frais (positions des bouches de soufflage et d'extraction)
 - Apport d'air frais au plus près du travailleur
 - Ne pas disperser les contaminants de façon incontrôlée
- Pour les grands volumes, utiliser des brasseurs d'air complémentaires pour assurer un balayage des angles morts



27. Short circuiting corrected by adding a length of duct. (Paul Trattner)

Source: Rekus, 1994

Projet à l'origine des résultats

- IRSST - Développement d'un outil d'analyse du risque et de catégorisation des interventions en espace clos
- Objectifs
 - Identifier les démarches d'évaluation du risque pour les espaces clos
 - Dans la littérature
 - Sur le terrain dans divers secteurs d'activités
 - Développer une démarche
 - Analyse du risque adaptée à la configuration des espaces clos et aux interventions liées
 - Catégorisation des interventions en espace clos

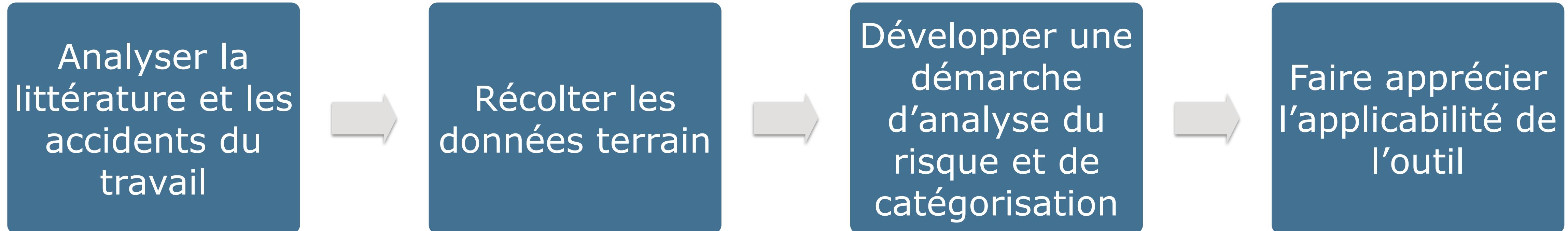
Projet à l'origine des résultats

□ Retombées

- Connaissances appliquées en analyse des risques
- Outiller les concepteurs, les préventionnistes et les sauveteurs
- Favoriser la communication des risques
- Aide à la réduction des risques notamment dès la conception

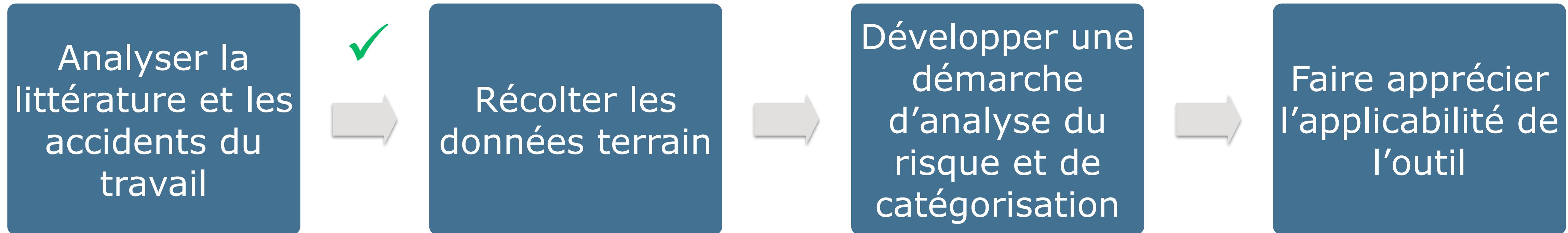


Méthodologie



- Analyse des accidents graves et mortels au Québec
 - ▣ Base de données de la CSST; 1998–2011
 - ▣ 32 rapports retenus (sur 819 consultés) soit 4 % de l'ensemble
- Analyse de la littérature
 - ▣ Recherche par mots-clés : Risque en espace clos
 - ▣ Articles scientifiques, normes, livres, guides
 - ▣ Grille de lecture : risques, estimation des risques, catégorisation, conception sécuritaire
 - ▣ 82 documents retenus

Méthodologie



□ Données terrain

- ▣ 15 organismes
- ▣ Profils variés
 - Secteur d'activité, localisation, type d'espace clos, taille
 - Plusieurs saisons couvertes
- ▣ Conseiller en SST de l'organisme + Employés clés
- ▣ Déroulement
 - Entretien semi-dirigé
 - Observation
 - Récolte des documents

Déroulement – visites

□ Entretien semi-dirigé

1. Identification du parc d'espaces clos
2. Contenu du programme de gestion, les audits
3. Intervenants : formation, sous-traitance
4. Travail de préparation lié aux permis d'entrée et à la documentation connexes
5. Moyens prévus de réduction du risque et leur utilisation
6. Mesures de sauvetage

□ Observations

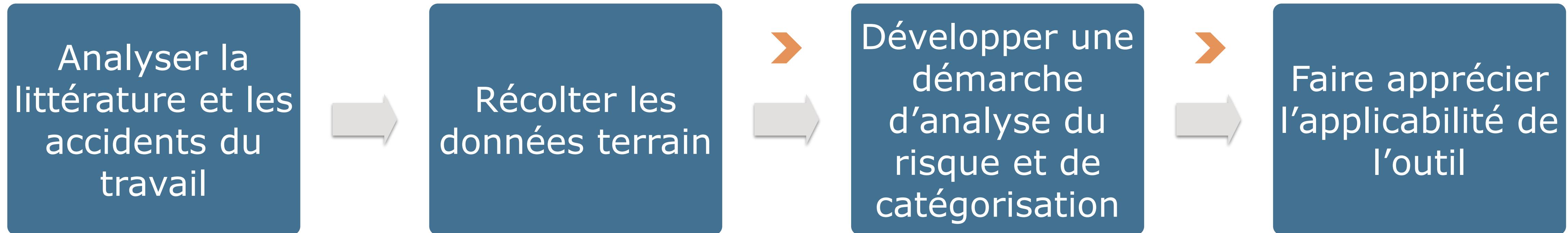
- Confronter les réponses théoriques des entrevues à la réalité d'une intervention
- Grille d'observation
 - Caractéristiques de l'espace clos, Environnement de travail,
 - Intervenants et leur perception des risques, Type d'intervention,
 - Permis de travail et documentation utilisés, Étapes de préparation et d'entrée,
 - Mesures de contrôle des risques, Sauvetage

□ Agrégation des données (entrevues, observations, documents)

Échantillon obtenu

	Secteur d'activité	Nb employés	Nb espace clos	Entrées / an	Date du programme	Espaces clos observés	Profondeur (m)	Pénétration (m)
A	Enseignement	15						
B	Administration p							
C	Administration p	11						
D	Transformation d							
E	Fabrication d'équ							
F	Administration p	8						
G	Administration p							
H	Fabrication d'équ							
I	Production d'éne	4						
J	Production d'éne							
K	Production d'éne							
L	Transport et entreposage	0						
M	Transport et entreposage		50-100	100-500	>500	2007	Citerne camion	2
N	Construction		50-100	10-50	100-500	2004	Citerne camion	15
O	Fabrication d'équipement		>1000	N/A	>500	2002	Puits d'accès	3
			100-500	50-100	10-50	2010	Bassin de plaquage	3,5

Méthodologie



- Développement
- Validation
 - ▣ 10 organismes
- Rétroaction

Plan de la présentation

1. Mise en contexte

- Objectif de la présentation
- Espace clos / Ventilation
- Origine des résultats et méthodologie

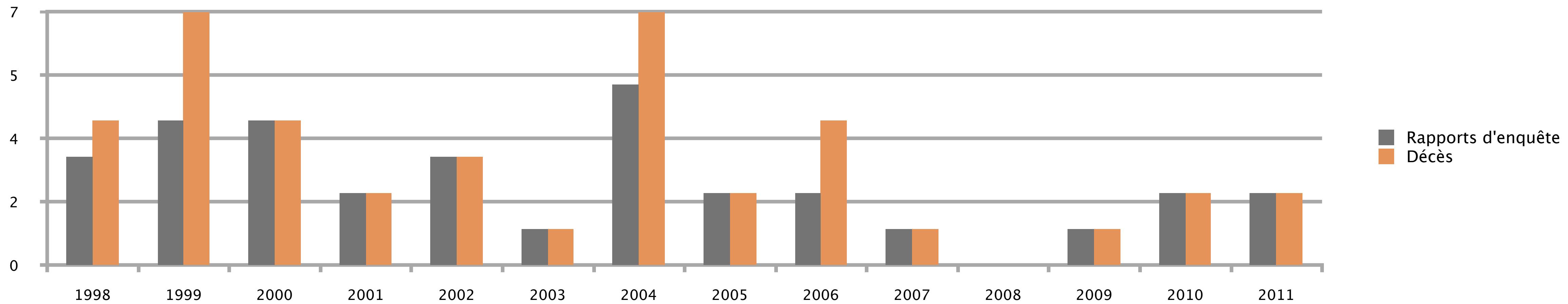
2. Problématiques identifiées

- Accidents graves et mortels au Québec
- Terrain

3. Étude de cas : Silos

4. Conclusion : Sensibilisation et analyse de risque

Accidents mortels au Québec



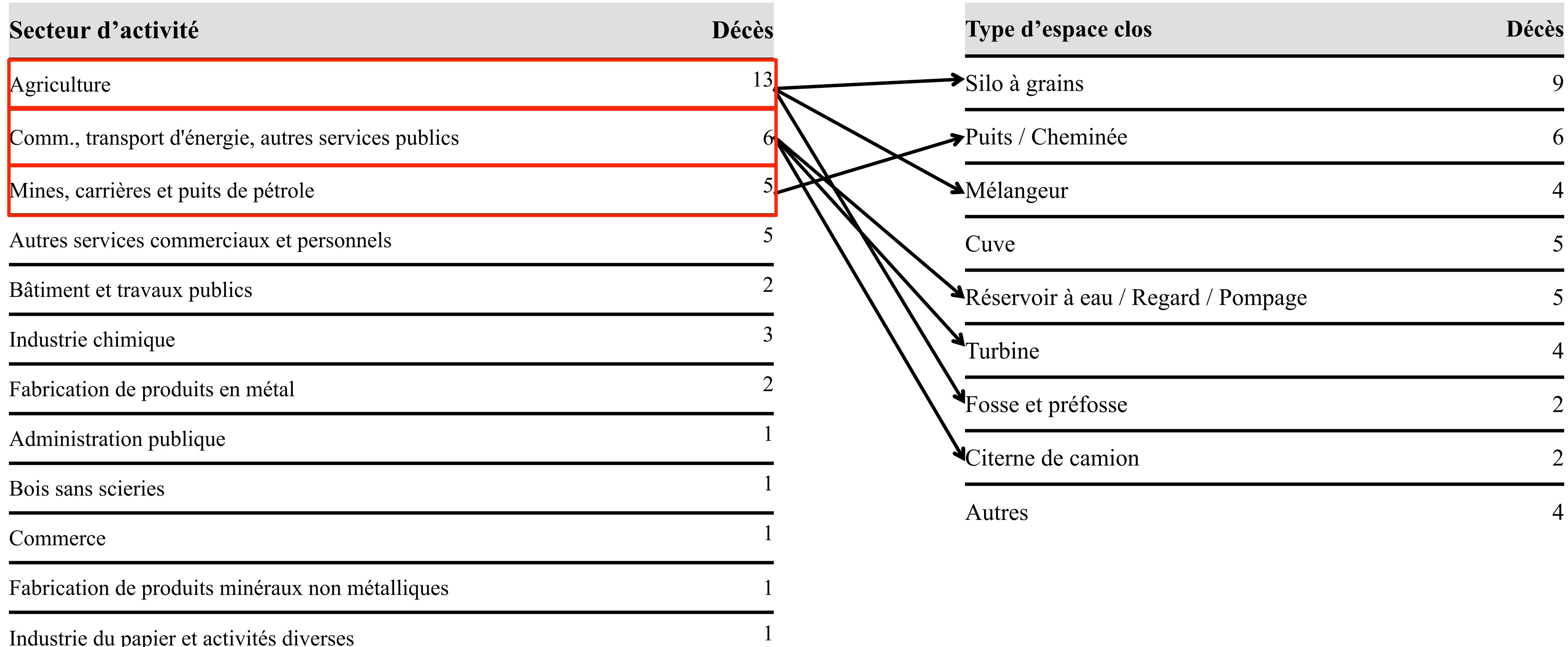
- 40 décès pour 32 événements entre 1998 et 2011
 - Moyenne de 3 morts / an
- 26 x 1 décès, 4 x 2 décès, 2 x 3 décès
- Tentative de sauvetage : 15 % des décès (6/40)
- 3 propriétaires, 6 gestionnaires, 35 opérateurs, 2 pompiers, 3 observateurs

Risques atmosphériques

Type d'accidents	Rapports	Décès	Blessés
Intoxication/asphyxie	6	11	8
Happé/coincé/frappé par de machinerie	7	8	-
Ensevelissement	6	6	-
Chute de hauteur	5	5	-
Chute d'un objet	4	5	1
Explosion	2	3	-
Noyade	1	1	-
Électrocution	1	1	-

- Intoxication/Asphyxie : 1^{ere} cause
 - ▣ 35 % des décès (14/40)
 - ▣ 7 intoxications par du H₂S
 - ▣ Argon; Fermentation dans silo
- En moyenne **1,75 décès / événement**
- 85 % des décès de sauveteurs (5/6)

Accidents – Secteur et lieu



Accidents - Secteur et lieu (atmosphérique)

Secteur d'activité	Décès	Type d'espace clos	Décès
Agriculture	2	Silo à grains	1
Comm., transport d'énergie, autres services publics	3		
Autres services commerciaux et personnels	3	Cuve	3
Bâtiment et travaux publics	1	Réservoir à eau / Regard / Pompage	4
Industrie chimique	3		
Fabrication de produits en métal	2	Fosse et préfosse	1
		Citerne de camion	2
		Autres	3

Causes



Source : CSST

□ Difficultés – Constats

- Analyse de risque
 - Identification des phénomènes dangereux
 - Quantification des risques
- Planification des méthodes de travail et de sauvetage
 - Mesure de gaz
 - Ventilation
 - ÉPI

Identification φ dangereux – Littérature

Phénomènes dangereux	Total
Intoxication	74
Asphyxie (atmosphérique)	64
Explosion, incendie	60
Thermique	53
Électrique	45
Ensevelissement	43
Chute de hauteur	39
Pièce en mouvement	34
Noyade / écoulement	34
Bruit et vibration	34
Introduction substance	32
Activité, équipements utilisés	32
Biologique, animaux	30
Chute de plain-pied	28
Structure de l'espace	25
Éclairage / visibilité	24
Chute d'objet	20
Radiation	20
Entrée / sortie restreinte	20
Lié aux résidus	18
Circulation extérieure	17
Environnemental	16
Effort excessif / posture	11
Accessibilité de l'entrée	8
Psychologie, stress	8
Lié aux vêtements / ÉPI	7

Interaction φ dangereux - Littérature

Intoxication, Asphyxie,
Électrocution

→ Chute, Noyade

Chute

→ Intoxication, Ensevelissement

Température élevée

→ Explosion, Incendie,
Activité micro-bactérienne,
Exposition produits chimiques et
toxiques



Source : Ronald DuRepos

Plan de la présentation

1. Mise en contexte

- Objectif de la présentation
- Espace clos / Ventilation
- Origine des résultats et méthodologie

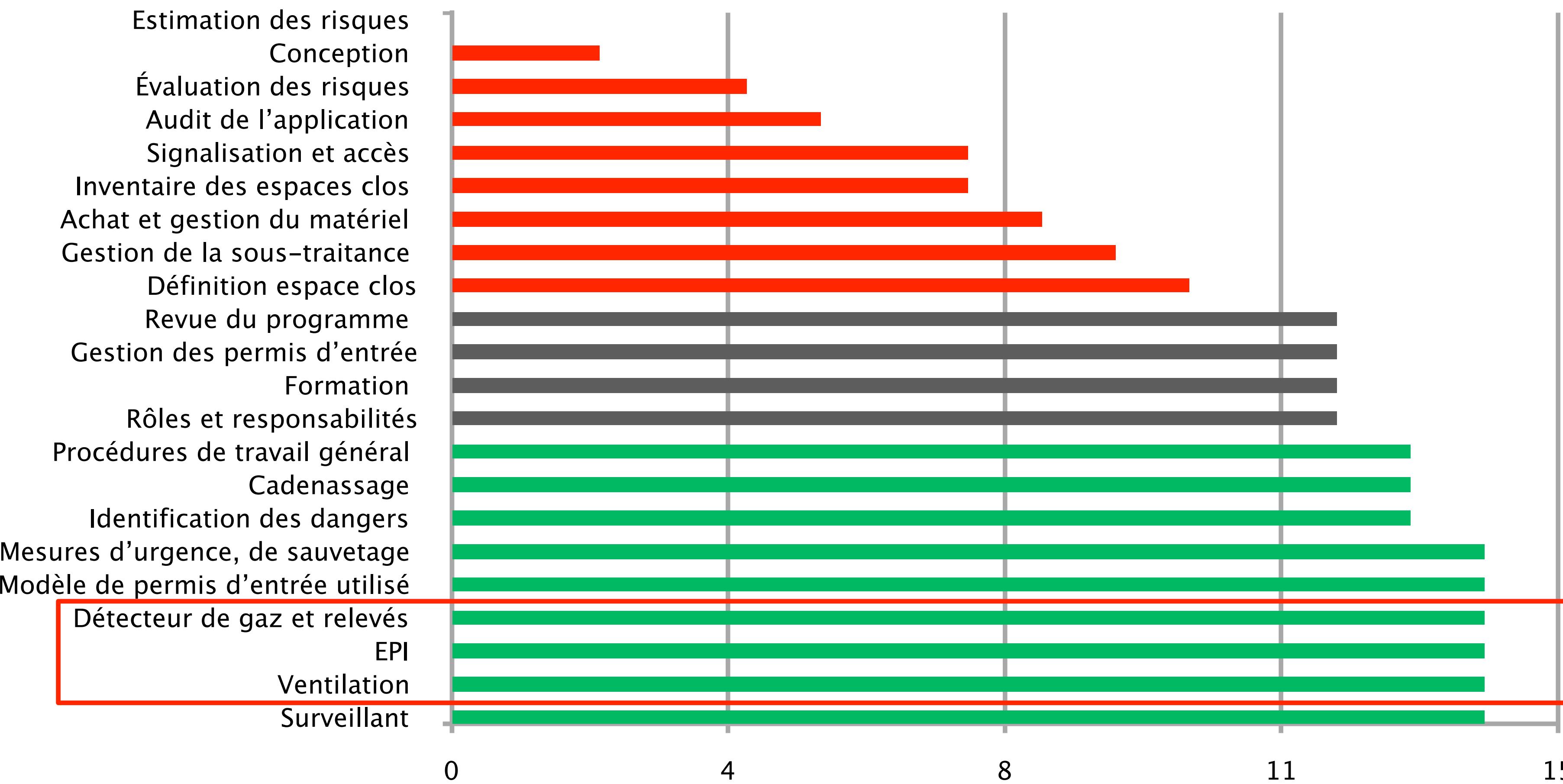
2. Problématiques identifiées

- Accidents graves et mortels au Québec
- Terrain

3. Étude de cas : Silos

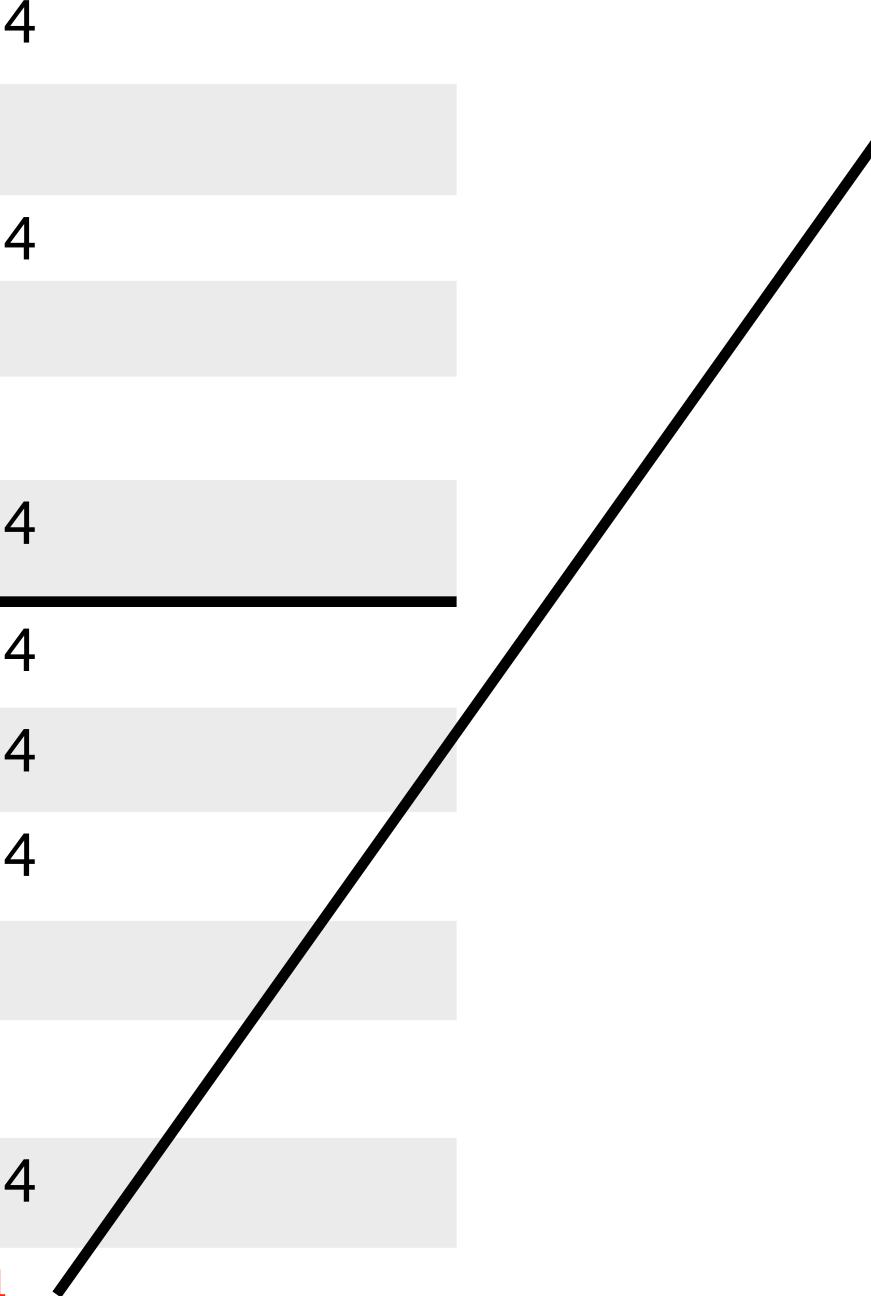
4. Conclusion : Sensibilisation et analyse de risque

Programme de gestion



Contenu des permis

Identification de l'espace clos	14/14
Localisation	12/14
Caractéristiques (ouverture, espace)	6/14
Identification des travaux à réaliser	12/14
Risques espace clos	5/14
Risques présents travail à faire	6/14
Équipement nécessaire	12/14
Dates	14/14
Fermeture du permis / Annulation	10/14
Identification et signature intervenants	13/14
Entrée / Sortie intervenants	4/14
Gestion de la vérification de l'atmosphère	8/14
Résultats détection gaz	14/14
Ventilation (équipement avec le temps)	4/14
Vérifications diverses avant d'entrer (ex. : formation)	6/14
Surveillant (présence, nom, signature)	12/14
Moyen de communication	11/14
Mesures d'urgence	10/14
Moyens / Procédure pour le sauvetage détaillé	9/14
Signature émetteur	3/14

- 
- Configuration ?
 - Type de ventilation
 - Capacité du ventilateur
 - Positionnement dans l'espace clos
 - Temps de ventilation ?
 - Avant l'intervention
 - Pendant l'intervention ?
 - Cas particuliers
 - Grande distance de pénétration.
 - Espace clos dans un espace clos

Détection des gaz - Difficultés

- Pas de mesures
 - ▣ Avant d'ouvrir complètement l'espace clos
 - ▣ Entrée après la pause du midi
 - Respect des temps de mesures
 - Pas de sonde, entrée du détecteur directement dans l'espace clos
 - Étalonnage (ex. : péremption du gaz étalon > 1 an)
 - Intervenants n'avaient pas toujours conscience que :
 - ▣ Seuls quatre gaz sont mesurés
 - ▣ Écart de quelques dixièmes par rapport à la référence de 20,9 % en oxygène peut être une source de contamination grave
 - DéTECTEURS par photo-ionisation complémentaires pour les COV peu utilisés
- Recommandation
- Entretien et utilisation des détecteurs centralisés entre les mains d'une équipe réduite, formée et d'expérience



Qualification des intervenants

RSST – art. 297 (personne qualifiée), art. 298 (travailleur habilité), art. 301 Information aux travailleurs, art. 308 Surveillance

- Formation théorique et pratique pour l'entrant
 - ▣ Tous les organismes visités (Interne : 3; Externe : 5; Interne / Externe : 7)

Mais...

- Contenu de formation pas toujours équivalent (2 h 30 à 3 jours)
- Peu de programmes de gestion détaillent :
 - ▣ Compétences requises selon le rôle
 - ▣ Contrôle des connaissances acquises
 - ▣ Périodicité et les moyens pour les remises à niveau



Audits

□ Audit du programme : 12/15

■ Fréquence

- Annuellement : 5
- Au besoin : 7

■ Par qui :

- Interne : 9
- Interne et externe : 3

□ Audit formel de l'application : 5/15

■ Fréquence

- Plusieurs fois par an : 3
- Annuellement : 1
- Aux 4 ans : 1

■ Par qui :

- Interne : 5

□ Incidents reportés : intoxication, chute

➤ Recommandations

■ Audits sur l'application du programme qui contribuent à :

- Mettre en place une culture d'entreprise
- Rappeler l'importance des règles auprès des intervenants et des sous-traitants
- Corriger de mauvaises habitudes

Sous-traitance

Gestion SST des sous-traitants : Obligation légale (LSST, art. 196)

- Fréquente (13/15)
- Travaux majeurs ou spécialisés qui demandent des compétences spécifiques
- Selon les entrevues, les sous-traitants (12/13) :
 - ▣ suivent les mêmes règles que l'organisme hôte
 - ▣ reçoivent des informations spécifiques sur les espaces clos
 - ▣ ont leur formation sommairement vérifiée
- ... Toutefois, selon les contremaîtres sur le terrain
 - ▣ Les s-t ne respectent pas toujours les règles s'ils ne sont pas suivis
 - ▣ Insuffisant de se baser sur la carte de formation pour évaluer leur compétence
- Recommandations :
 - ▣ Observation du travail du sous-traitant minimalement au cours du premier contrat
 - ▣ Audit des sous-traitants

Plan de la présentation

1. Mise en contexte

- Objectif de la présentation
- Espace clos / Ventilation
- Origine des résultats et méthodologie

2. Problématiques identifiées

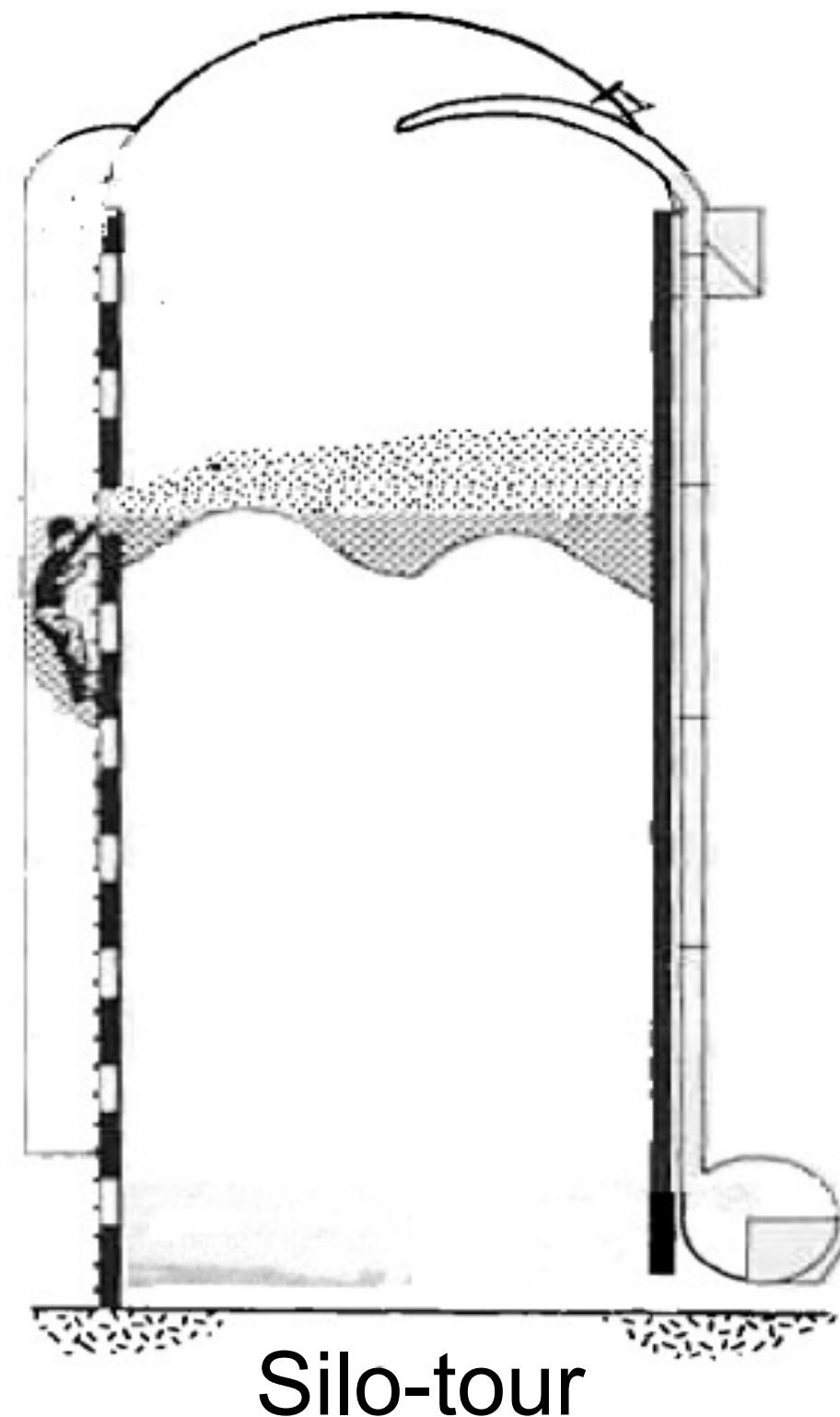
- Accidents graves et mortels au Québec
- Terrain

3. Étude de cas : Silos

4. Conclusion : Sensibilisation et analyse de risque

Étude de cas : Silo

Projet 0099-5570 : La prévention des intoxications dans les silos à fourrage



Silo conventionnel

- Espace clos
 - Chute, inhalation de gaz, problèmes respiratoires, etc.
- Fermentation de fourrage
 - Gaz toxiques et asphyxiants : CO₂, NO_x, H₂S, CH₄
 - Déficience en oxygène
- Présence microbienne : levure, moisissure

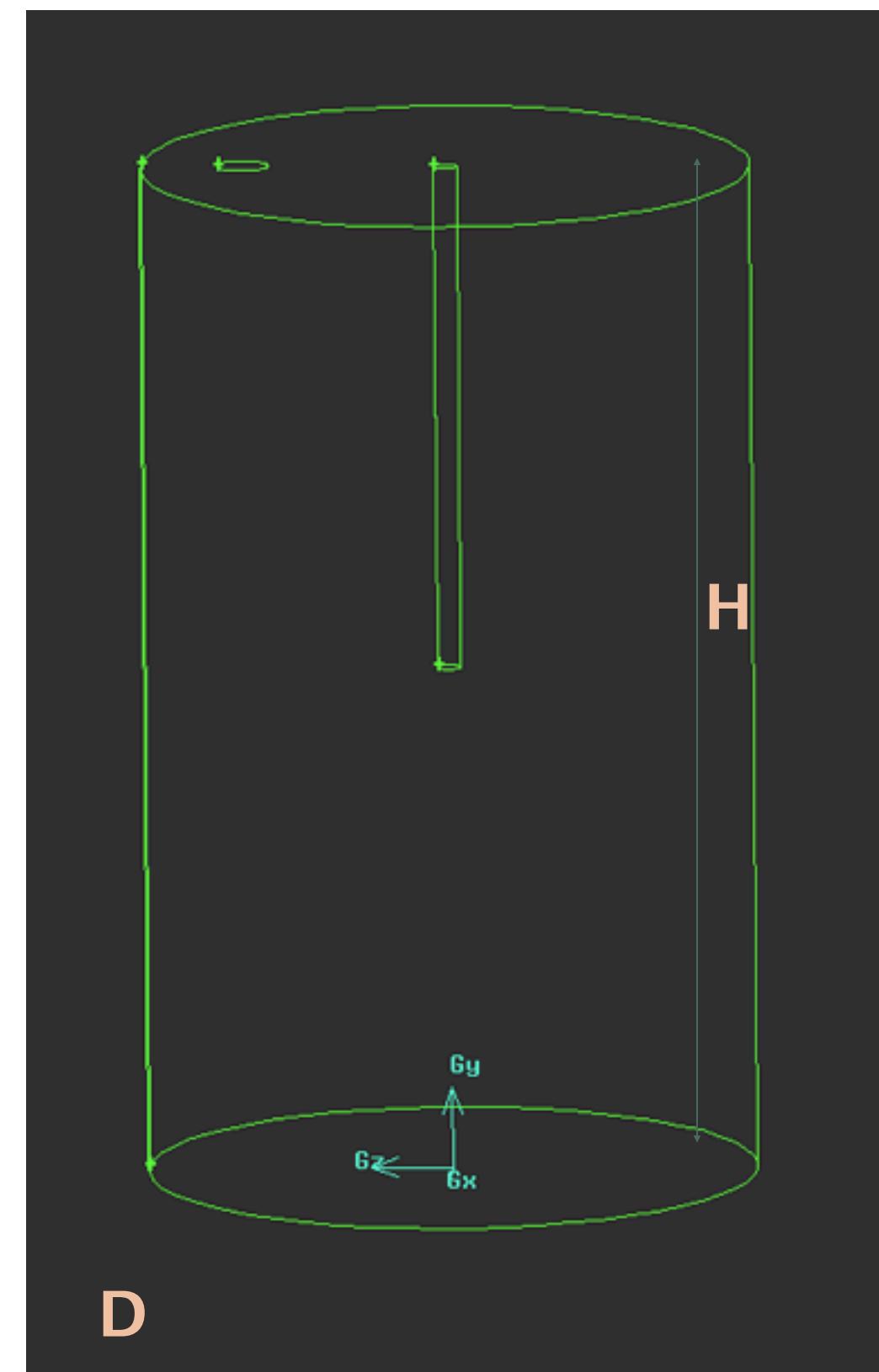
Tests expérimentaux

- Installation expérimentale du silo à échelle réduite

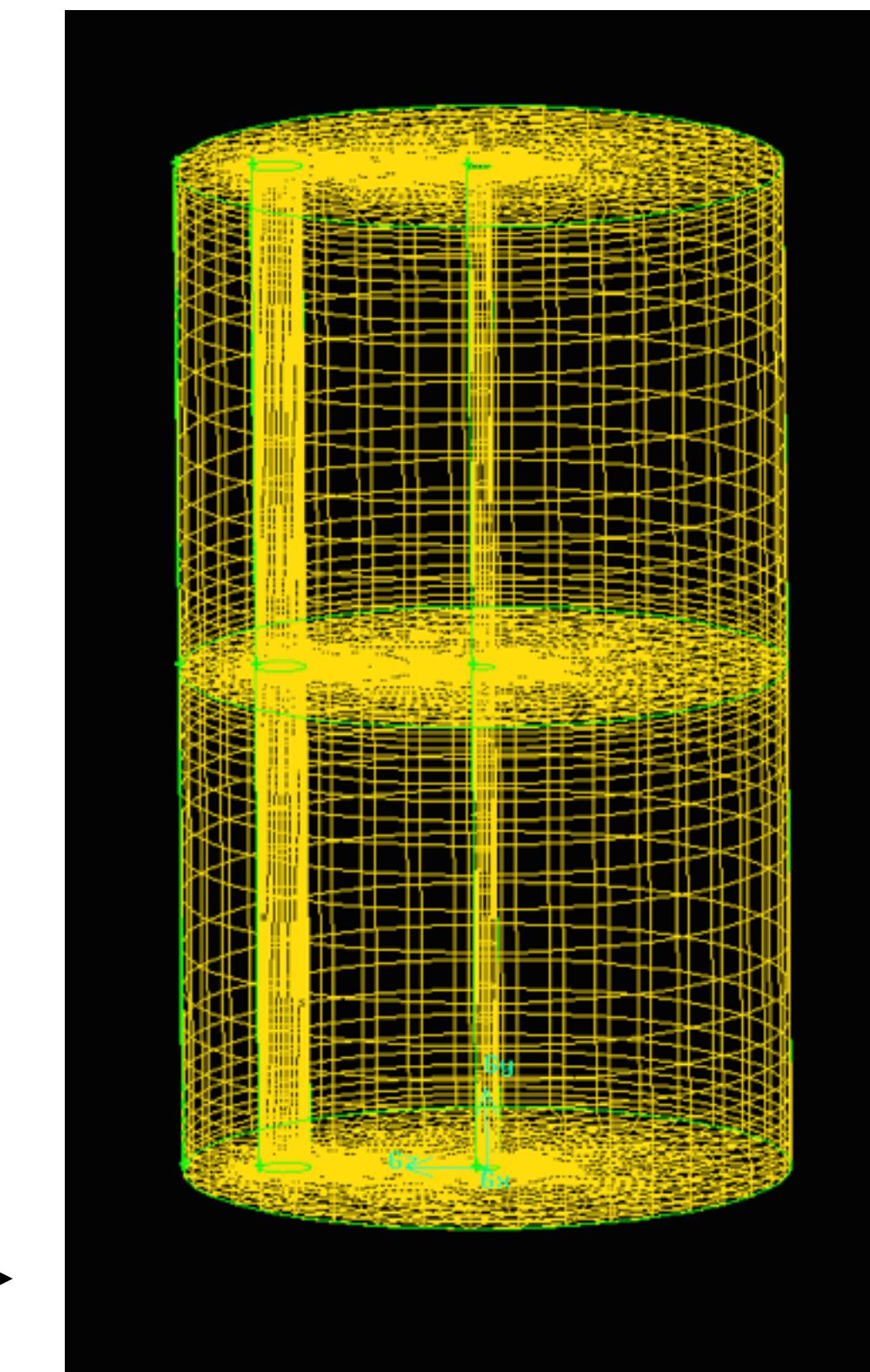


Logiciel commercial Fluent (CFD)

Évacuation



Soufflage

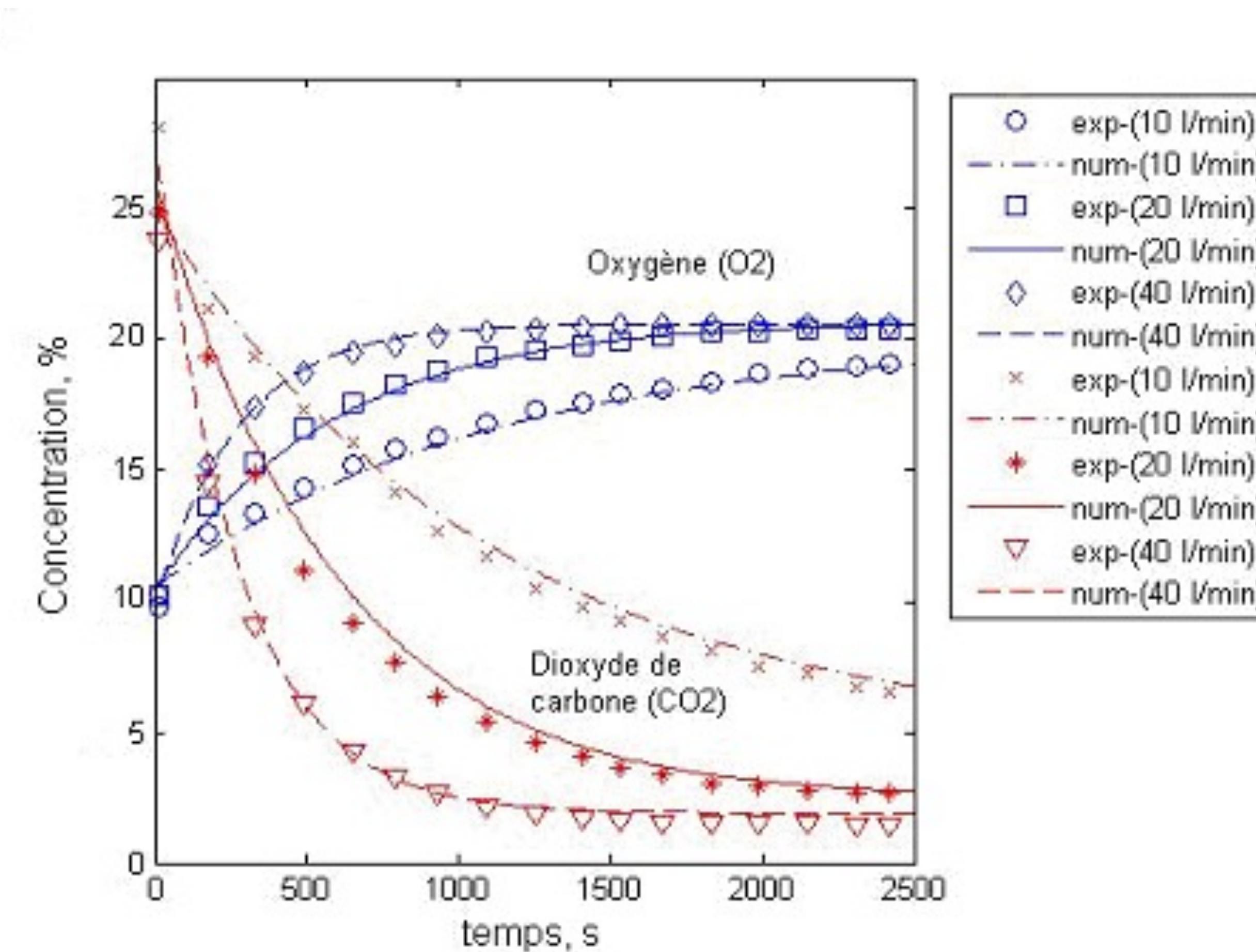


Maillage structuré
71 000 cellules

H est la hauteur de l'espace libre du silo; D est le diamètre du silo

Modèle numérique d'un espace libre de silo de 10 m de hauteur et 6 m de diamètre

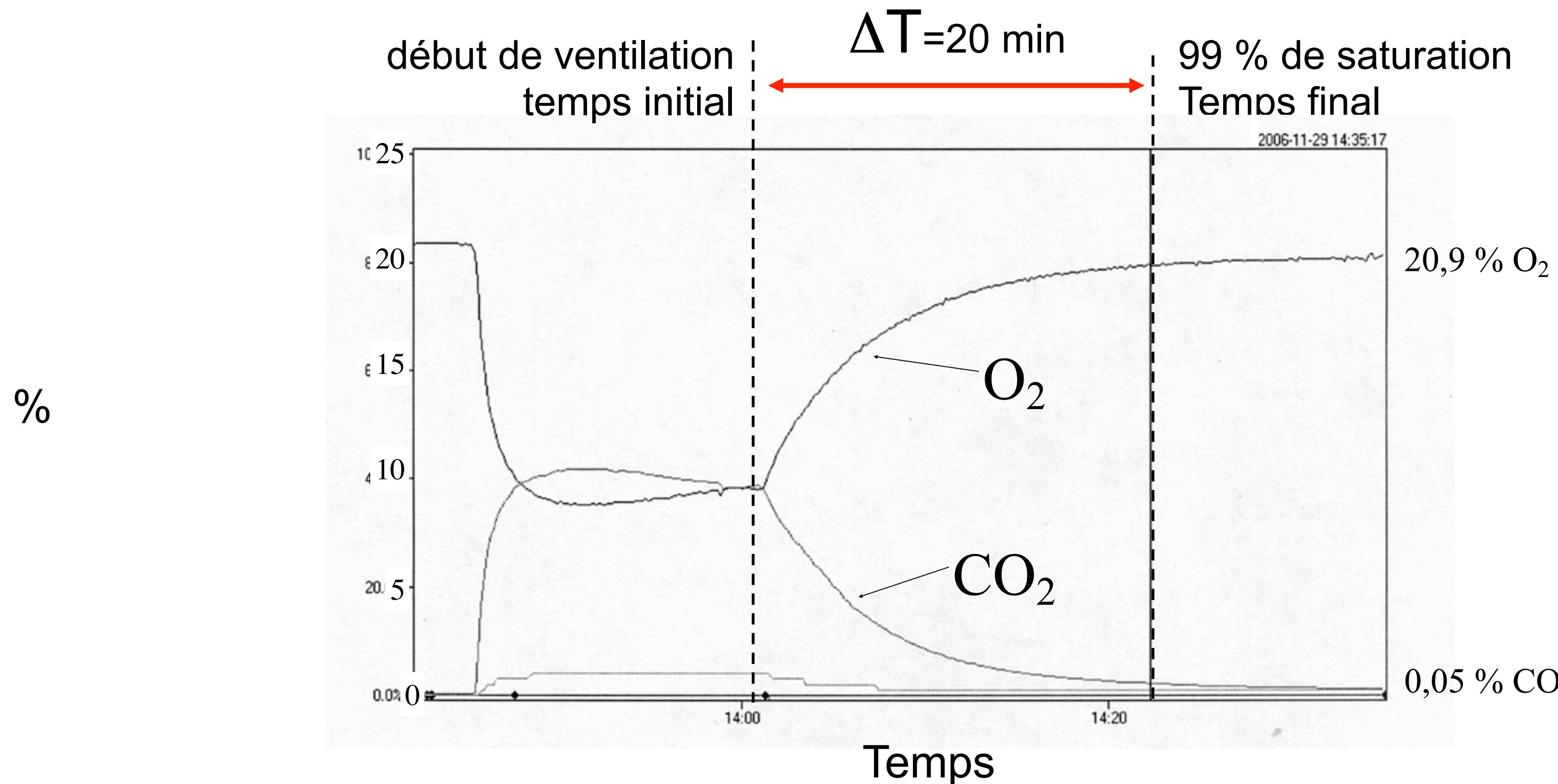
Validation – Calculs de simulations numériques



- Comparaison des temps de ventilation théoriques et expérimentaux

Détermination du temps de ventilation

Débit = 20 L/min, Volume = 120 L
Exemple de calcul



Modèle analytique

$$\Delta t = \frac{\delta D^2 H}{4Q} [\ln(21\% - C_i O_2) + 0,86 C_i CO_2 + 5,2]$$

Δt : temps de ventilation, [min].

D : diamètre du silo-tour, [m].

H : hauteur du silo-tour, [m]

Q : débit de l'air de soufflage, [m³/min]

$C_i CO_2$: concentration CO₂ initiale, [%]

$C_i O_2$: concentration O₂ initiale, [%]

Validation du modèle

m ³ /min	Exp.	Num.	Modèle
10	54 min	56 min	58 min
20	26 min	28 min	29 min
40	13 min	14 min	16 min

$C_i O_2 = 0\%$ et $C_i CO_2 = 100\%$

$$\Delta t = 4 \frac{\text{Volume à ventiler}}{\text{Débit de ventilation}}$$

$H = 6,45\text{ m}$, $D = 6\text{ m}$, $C_i O_2 = 10\%$
et $C_i CO_2 = 25\%$

1/taux de changement
d'air par heure

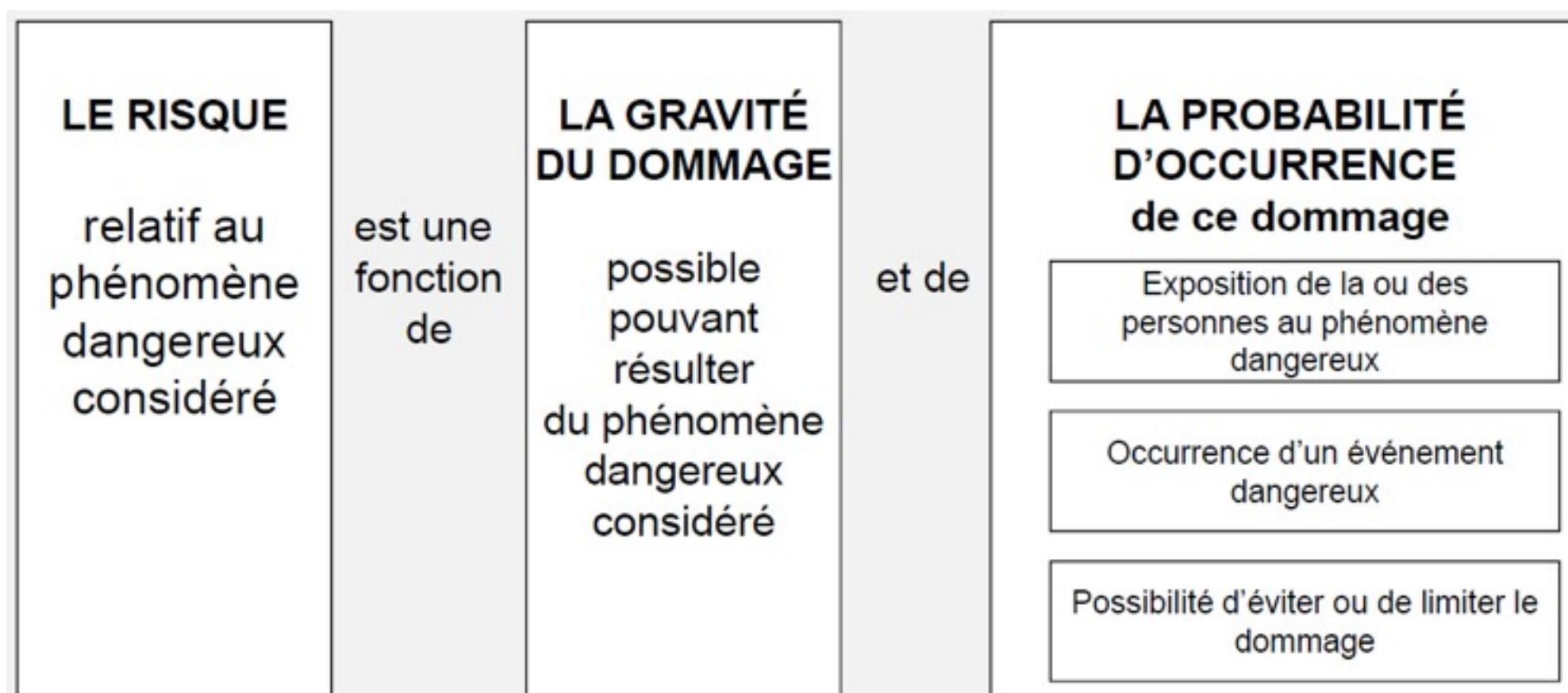
Conclusion

□ Sensibilisation au besoin en ventilation

- En cours

□ À améliorer :

- Conception sécuritaire : intégrer la ventilation
- Analyser les risques
- Préciser et systématiser les processus afin d'aider les décideurs lors de la préparation des permis
- Audits des pratiques



Source : ISO 12100:2010

Merci

Damien Burlet-Vienney, ing. M.Sc.A.
dambur@irsst.qc.ca
514 288-1551, poste 408

Ali Bahloul, Ph.D.
ali.bahloul@irsst.qc.ca
514 288-1551, poste 395



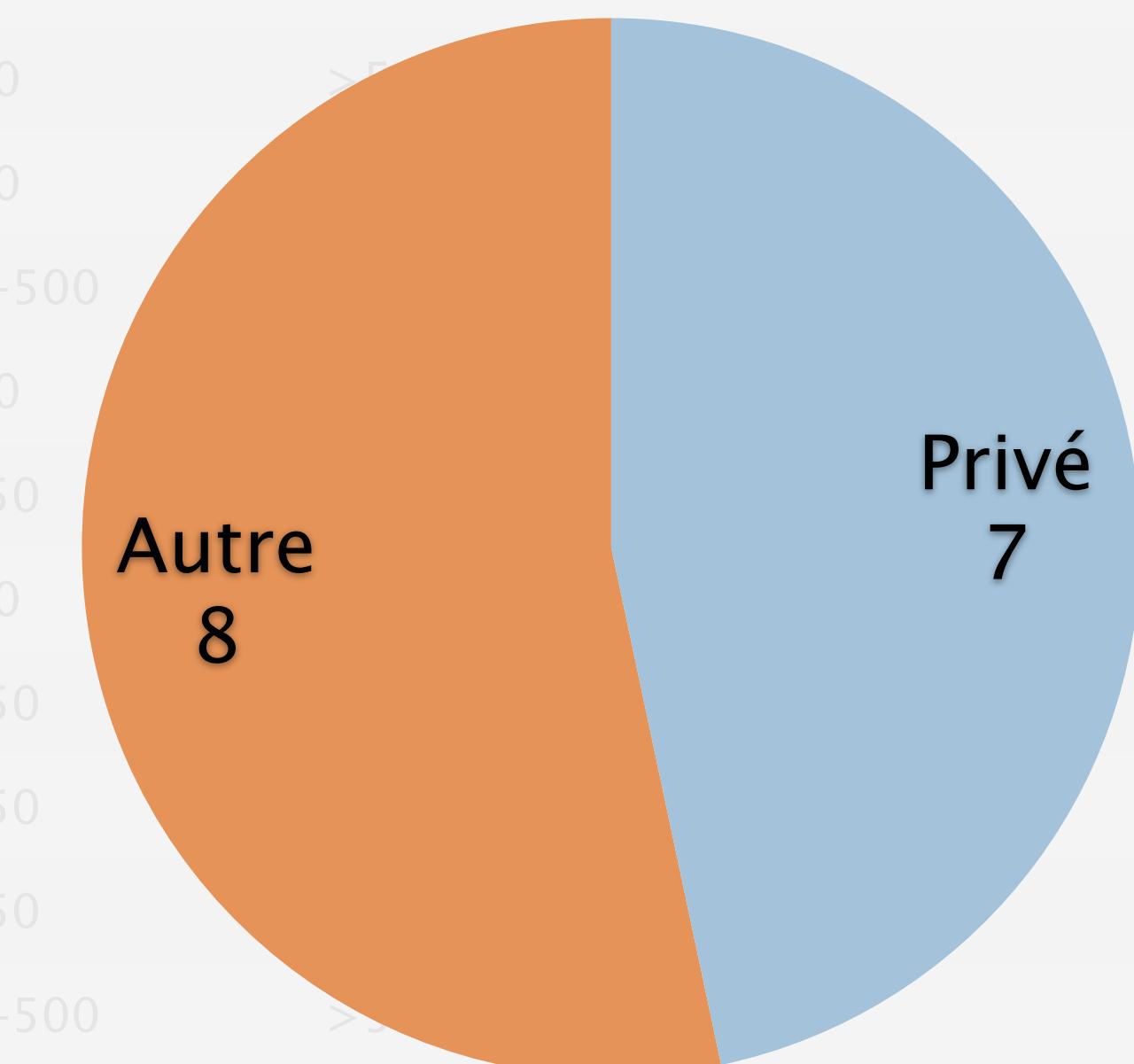
Source: www.hse.gov.uk

Échantillon obtenu

	Secteur d'activité	Nb employés	Nb espace clos	Entrées / an	Date du programme	Espaces clos observés	Profondeur (m)	Pénétration (m)
A	Enseignement	500-1000	10-50	10-50	2012	Vide sanitaire	/	15
B	Administration publique	100-500	>500	>500	2008	Chambre de vanne	2,5	3
C	Administration publique	100-500	>500	>500	2005	Puits d'accès	4,5	2
D	Transformation du pétrole	100-500	>500	>500	<2000	Réservoir	/	15
E	Fabrication d'équipement	500-1000	100-500	>500	2003	Réservoir	/	3
F	Administration publique	50-100	>500	100-500	<2000	Puits d'accès	3	/
G	Administration publique	<20	10-50	10-50	2011	Puits d'accès	3,5	/
H	Fabrication d'équipement	>1000	>500	100-500	2004	Local technique	2,5	6
I	Production d'énergie	20-50	10-50	100-500	2002	Conduit	9	30
J	Production d'énergie	<20	10-50	100-500	2002	Puits d'accès	9	6
K	Production d'énergie	20-50	10-50	<10	<2000	Puits d'accès	3	3
L	Transport et entreposage	50-100	100-500	>500	2007	Citerne camion	2	15
M	Transport et entreposage	50-100	10-50	100-500	2004	Citerne camion	2	3,5
N	Construction	>1000	N/A	>500	2002	Puits d'accès	3	/
O	Fabrication d'équipement	100-500	50-100	10-50	2010	Bassin de plaquage	3,5	/

Échantillon obtenu

	Secteur d'activité	Nb employés	Nb espace clos	Entrées / an	Date du programme	Espaces clos observés	Profondeur (m)	Pénétration (m)
A	Enseignement	500-1000	10-50	10-50	2012	Vide sanitaire	/	15
B	Administration publique	100-500	>500	>500	2008	Chambre de vanne	2,5	3
C	Administration publique	100-500	>500	>500		Puits d'accès	4,5	2
D	Transformation du pétrole	100-500	>500	>500		Réservoir	/	15
E	Fabrication d'équipement	500-1000	100-500	100-500		Réservoir	/	3
F	Administration publique	50-100	>500	>500		Puits d'accès	3	/
G	Administration publique	<20	10-50	10-50		Puits d'accès	3,5	/
H	Fabrication d'équipement	>1000	>500	>500		Local technique	2,5	6
I	Production d'énergie	20-50	10-50	10-50		Conduit	9	30
J	Production d'énergie	<20	10-50	10-50		Puits d'accès	9	6
K	Production d'énergie	20-50	10-50	10-50		Puits d'accès	3	3
L	Transport et entreposage	50-100	100-500	>500		Citerne camion	2	15
M	Transport et entreposage	50-100	10-50	100-500	2004	Citerne camion	2	3,5
N	Construction	>1000	N/A	>500	2002	Puits d'accès	3	/
O	Fabrication d'équipement	100-500	50-100	10-50	2010	Bassin de plaquage	3,5	/



Échantillon obtenu

Secteur d'activité	Nb employés	Nb espace clos	Entrées / an	Date du programme	Espaces clos observés	Profondeur (m)	Pénétration (m)
A Enseignement	500-1000	10-50	10-50	2012	Vide sanitaire	/	15
B Administration publique	100-500	>500	>500	2008	Chambre de vanne	2,5	3
C Administration publique	100-500	>500	>500	2005	Puits d'accès	4,5	2
D Transformation du pétrole	100-500	>500	>500	<2000	Réservoir	/	15
E Fabrication d'équipement	500-1000	100-500	>500	2003	Réservoir	/	3
F Administration publique	50-100	>500	100-500	<2000	Puits d'accès	3	/
G Administration publique	<20	10-50	10-50	2011	Puits d'accès	3,5	/
H Fabrication d'équipement	>1000	>500	100-500	2004	Local technique	2,5	6
I Production d'énergie	20-50	10-50	100-500	2002	Conduit	9	30
J Production d'énergie	<20	10-50	100-500	2002	Puits d'accès	9	6
K Production d'énergie	20-50	10-50	<10	<2000	Puits d'accès	3	3
L Transport et entreposage	50-100	100-500	>500	2007	Citerne camion	2	15
M Transport et entreposage	50-100	10-50	100-500	2004	Citerne camion	2	3,5
N Construction	>1000	N/A	>500	2002	Puits d'accès	3	/
O Fabrication d'équipement	100-500	50-100	10-50	2010	Bassin de plaquage	3,5	/

Échantillon obtenu

Secteur d'activité	Nb employés	Nb espace clos	Entrées / an	Date du programme	Espaces clos observés	Profondeur (m)	Pénétration (m)
A Enseignement	15	500-1000	10-50	2012	Vidéo sanitaire	/	15
B Administration publique							
C Administration publique							
D Transformation d'équip.	11						
E Fabrication d'équip.							
F Administration publique							
G Administration publique	8						
H Fabrication d'équip.							
I Production d'énergie							
J Production d'énergie	4						
K Production d'énergie							
L Transport et entreposage	0						
M Transport et entreposage							
N Construction							
O Fabrication d'équipement							
Employés		Espaces clos		Entrées/an		Pénétration (m)	
	>1000	10-50	100-200	2004	Citerne camion	3,5	
		N/A	>500	2002	Puits d'accès	/	
	100-500	50-100	10-50	2010	Bassin de plaquage	3,5	/

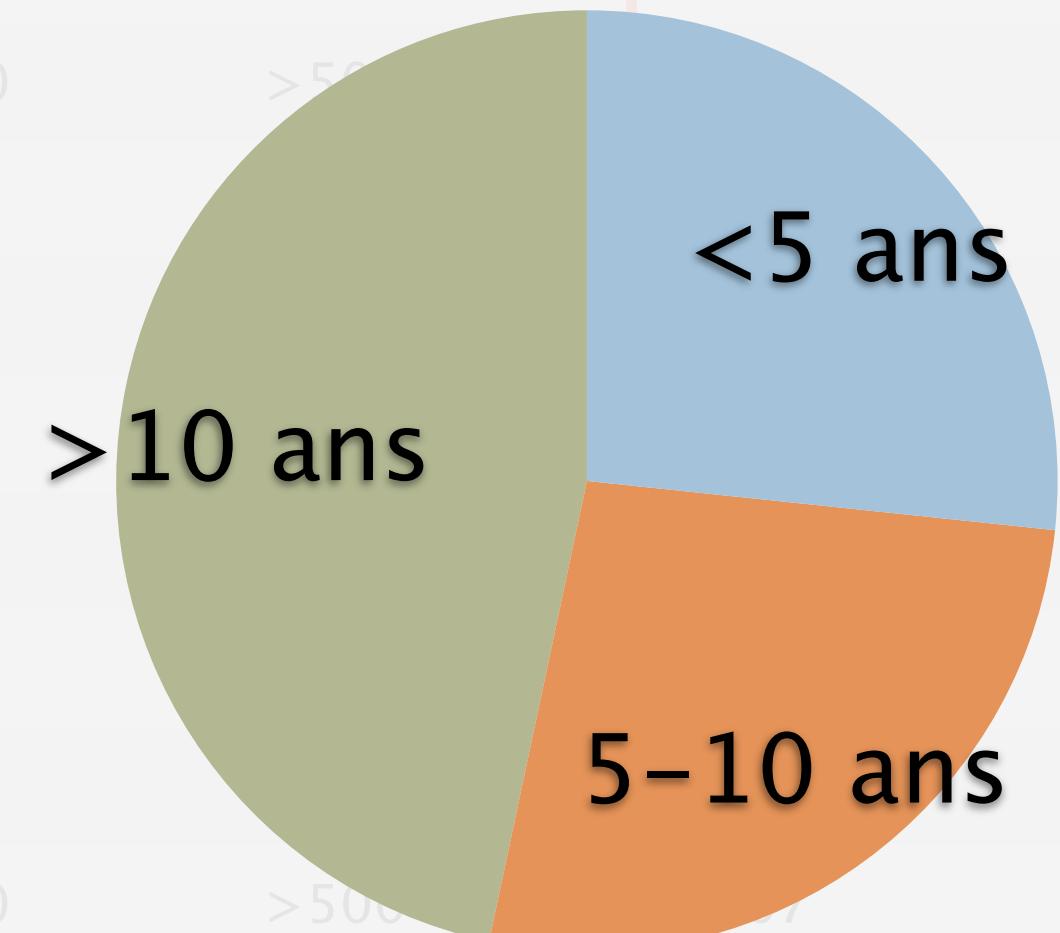
Échantillon obtenu

Secteur d'activité	Nb employés	Nb espace clos	Entrées / an	Date du programme	Espaces clos observés	Profondeur (m)	Pénétration (m)
A Enseignement	500-1000	10-50	10-50	2012	Vide sanitaire	/	15
B Administration publique	100-500	>500	>500	2008	Chambre de vanne	2,5	3
C Administration publique	100-500	>500	>500	2005	Puits d'accès	4,5	2
D Transformation du pétrole	100-500	>500	>500	<2000	Réservoir	/	15
E Fabrication d'équipement	500-1000	100-500	>500	2003	Réservoir	/	3
F Administration publique	50-100	>500	100-500	<2000	Puits d'accès	3	/
G Administration publique	<20	10-50	10-50	2011	Puits d'accès	3,5	/
H Fabrication d'équipement	>1000	>500	100-500	2004	Local technique	2,5	6
I Production d'énergie	20-50	10-50	100-500	2002	Conduit	9	30
J Production d'énergie	<20	10-50	100-500	2002	Puits d'accès	9	6
K Production d'énergie	20-50	10-50	<10	<2000	Puits d'accès	3	3
L Transport et entreposage	50-100	100-500	>500	2007	Citerne camion	2	15
M Transport et entreposage	50-100	10-50	100-500	2004	Citerne camion	2	3,5
N Construction	>1000	N/A	>500	2002	Puits d'accès	3	/
O Fabrication d'équipement	100-500	50-100	10-50	2010	Bassin de plaquage	3,5	/

Échantillon obtenu

Secteur d'activité	Nb employés	Nb espace clos	Entrées / an	Date du programme	Espaces clos observés	Profondeur (m)	Pénétration (m)
A Enseignement	500-1000	10-50	10-50	2012	Vide sanitaire	/	15
B Administration publique	100-500	>500	>500	2008	Chambre de vanne	2,5	3
C Administration publique	100-500	>500	>500	2005	Puits d'accès	4,5	2
D Transformation du pétrole	100-500	>500	>500	<2000	Réservoir	/	15
E Fabrication d'équipement	500-1000	100-500	>500	2008	Réservoir	/	3
F Administration publique	50-100	>500	10-50	2005	Puits d'accès	3	/
G Administration publique	<20	10-50	10-50	2005	Puits d'accès	3,5	/
H Fabrication d'équipement	>1000	>500	10-50	2004	Local technique	2,5	6
I Production d'énergie	20-50	10-50	10-50	2002	Conduit	9	30
J Production d'énergie	<20	10-50	10-50	2002	Puits d'accès	9	6
K Production d'énergie	20-50	10-50	10-50	2002	Puits d'accès	3	3
L Transport et entreposage	50-100	100-500	>500	2007	Citerne camion	2	15
M Transport et entreposage	50-100	10-50	100-500	2004	Citerne camion	2	3,5
N Construction	>1000	N/A	>500	2002	Puits d'accès	3	/
O Fabrication d'équipement	100-500	50-100	10-50	2010	Bassin de plaquage	3,5	/

Élaboration du programme



Échantillon obtenu

	Secteur d'activité	Nb employés	Nb espace clos	Entrées / an	Date du programme	Espaces clos observés	Profondeur (m)	Pénétration (m)
A	Enseignement	500-1000	10-50	10-50	2012	Vide sanitaire	/	15
B	Administration publique	100-500	>500	>500	2008	Chambre de vanne	2,5	3
C	Administration publique	100-500	>500	>500	2005	Puits d'accès	4,5	2
D	Transformation du pétrole	100-500	>500	>500	<2000	Réservoir	/	15
E	Fabrication d'équipement	500-1000	100-500	>500	2003	Réservoir	/	3
F	Administration publique	50-100	>500	100-500	<2000	Puits d'accès	3	/
G	Administration publique	<20	10-50	10-50	2011	Puits d'accès	3,5	/
H	Fabrication d'équipement	>1000	>500	100-500	2004	Local technique	2,5	6
I	Production d'énergie	20-50	10-50	100-500	2002	Conduit	9	30
J	Production d'énergie	<20	10-50	100-500	2002	Puits d'accès	9	6
K	Production d'énergie	20-50	10-50	<10	<2000	Puits d'accès	3	3
L	Transport et entreposage	50-100	100-500	>500	2007	Citerne camion	2	15
M	Transport et entreposage	50-100	10-50	100-500	2004	Citerne camion	2	3,5
N	Construction	>1000	N/A	>500	2002	Puits d'accès	3	/
O	Fabrication d'équipement	100-500	50-100	10-50	2010	Bassin de plaquage	3,5	/