







# Normalisation et comportement au feu

Liens entre normalisation et recherche

Par Eric GUILLAUME









#### Les réglementations

- Réglementations à approche descriptive (prescriptive):
  - Les objectifs de sécurité ne sont pas forcément explicitement cités
  - Le niveau de sécurité est obtenu par l'application stricte des règles édictées : obligation de moyens
  - Le niveau de sécurité obtenu est supposé répondre à l'objectif de sécurité
    - Retour d'expérience
    - Démarche adaptative (liée au retour d'expérience)
  - Un système qui répond en tous points à la réglementation est présumé répondre aux objectifs de sécurité



#### Les réglementations

- Réglementations à approche performantielle (par objectif) :
  - Les objectifs de sécurité sont explicitement cités
  - Les critères de performance et d'acceptation sont plus ou moins décrits
  - Le niveau de sécurité obtenu est démontré : obligation de résultat
  - L'évaluation peut être absolue (seuils d'acceptation) ou relative (en comparaison à une solution strictement conforme à la réglementation descriptive)





#### **Objectifs**

Réglementation basée sur l'évaluation de performances

Performances absolue ou relative

Obligation de résultats

Voie actuelle et future pour certains ouvrages

#### **Descriptif**

Approche basée sur des essais conventionnels

Supposé attendre un objectif de résultats non explicite

Obligation de moyens

Seule voie possible il y a 15 ans

#### LES RÉGLEMENTATIONS

#### **Evaluation** des performances

#### **Approche Relative**

Comparaison des performances d'une solution de conception alternative à celles d'une conception réglementaire prise comme référence et supposée atteindre par nature le niveau de sécurité requis

**Approche Absolue** 

Comparaison des performances d'une solution de conception alternative à un niveau de sécurité explicite, défini par des critères de performance absolus

Critères en relation avec les objectifs : Température, niveaux de flux, concentration en toxiques, niveau des fumées...



#### Les réglementations

- Réglementations à approche descriptive + ouverture aux approches par objectif :
  - Bâtiment : désenfumage, AM8, comportement au feu des structures, IT249
  - Marine civile : SOLAS II-2 R17
  - Marine militaire : NSC VI R14
  - Ferroviaire : STI
  - Tunnels : arrêté du 22 novembre 2005



#### Les réglementations

- Réglementations descriptives + ouvertures non formalisées mais applicables après accord des autorités :
  - ICPE (ex : entrepôts 1510)
  - Habitat
  - IGH
  - Code du travail
- o Réglementations à objectif :
  - SEVESO II (industries lourdes chimiques)
  - Installation Nucléaires de Base (INB) et de Base Secrètes (INBS)



#### LES NORMES

#### Normes contractuelles

 Leur valeur est liée à leur citation dans un contrat, l'application est toujours négociable avec le client (mais attention, un contrat dès lors qu'il est conclu, a force de loi entre les parties)

#### Normes obligatoires

 Une norme devient obligatoire quand elle est citée explicitement par un texte réglementaire, par exemple l'appel à une Norme Européenne Harmonisée en support d'une Directive Européenne

#### Autres normes

Leur utilisation reste volontaire



# LA NORMALISATION EN SÉCURITÉ INCENDIE

Les objectifs, les groupes de travail, les sujets

#### **OBJECTIFS DE LA NORMALISATION**

- Capter l'état de l'art d'un domaine à un instant
- Faciliter les échanges, entre autre commerciaux, sur la base de spécifications techniques communes
- Servir de support à la réglementation et à la certification
- Outil de lobbying technique ou commercial

#### LES GROUPES DE TRAVAIL

- Groupes nationaux, européens, internationaux
- Comités généraux, comités sectoriels
- o Passage d'une activité nationale à une activité miroir depuis 10 ans
- o Faible implication en France dans les travaux de normalisation
- Forte mobilisation de certains pays : Chine, Japon, USA, UK, Allemagne...

#### NOMENCLATURE

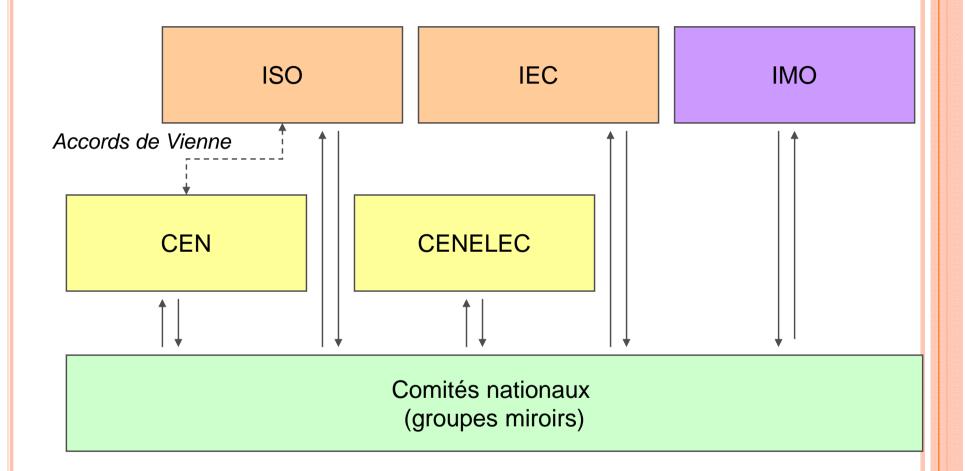
#### Plusieurs dénominations

- NF : Norme française
- EN : Norme européenne
- ISO: Norme internationale
- Une norme peut être NF EN ISO...

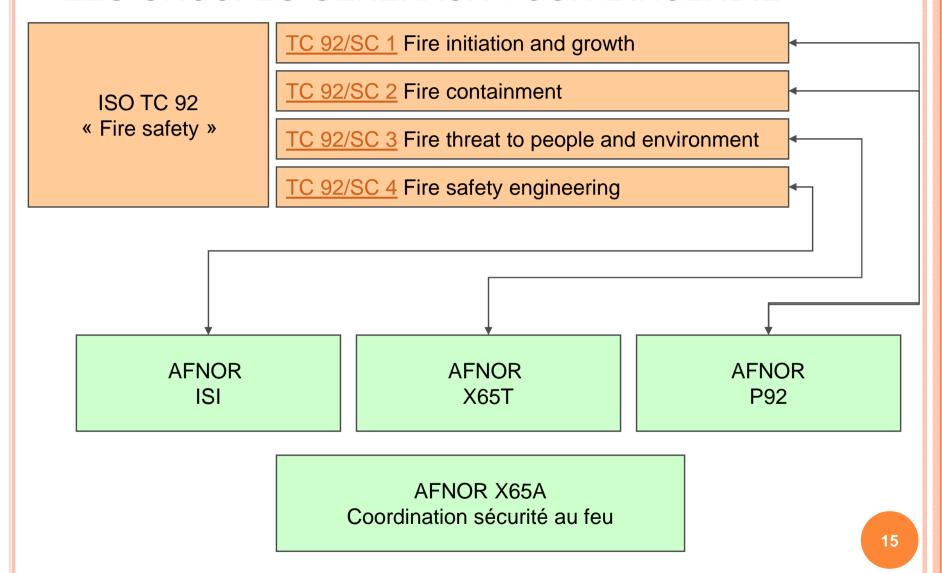
#### o Différents stades :

- Rapport technique (TR)
- Spécification technique (TS)
- Norme homologuée

#### STRUCTURE GÉNÉRALE



#### LES GROUPES GÉNÉRAUX POUR L'INCENDIE



- WG 05 Small and bench scale fire test methods
- WG 07 Large and intermediate scale fire test methods
- WG 10 Specifications for measuring devices and instruments used in fire tests and methodologies of analysis
- WG 11 Methods of use of reaction fire tests for fire safety engineering
- WG 15 Joint WG between ISO/TC 92/SC 1 and ISO/TC 126: Ignition propensity of cigarettes

- WG 1 General requirements
- WG 2 Calculation methods
- WG 3 Fire resistance tests for doors, shutters and glazed elements
- WG 4 Ventilation ducts and fire dampers
- WG 5 External exposure of roofs
- WG 6 Sealed penetrations of fire resistant separating elements
- WG 7 Fire safety engineering in fire resistance tests
- WG 9 Joint between ISO/TC 92/SC 2 and ISO/TC 178: Lift landing doors
- WG 11 Fire Resistance of Separating Elements Exposed to Hydrocarbon Type Fires
- WG 12 Pressure vessels subjected to hydrocarbon fires

- TG 3 Coordination and planning
- WG 1 Fire model
- WG 2 Fire chemistry
- WG 5 Prediction of toxic effects of fire effluents
- WG 6 Fire Threat to the Environment

- WG 01 Application of fire safety performance concepts to design objectives
- WG 06 Design fire scenarios and design fires
- WG 07 Assessment, verification and validation of fire models and computer codes
- WG 09 Calculation methods for FSE
- WG 11 Behaviour and movement of people
- WG 12 Structures in fires
- WG13 Active fire protection systems

### ISO TC92/SC4 : PROGRAMME DE TRAVAIL (MAI 2015) Normes publiées

- o ISO/TS 13447:2013 Fire safety engineering -- Guidance for use of fire zone models
- ISO 16730:2008 Fire safety engineering -- Assessment, verification and validation of calculation methods
- ISO/TR 16730-2:2013 Fire safety engineering -- Assessment, verification and validation of calculation methods -- Part 2: Example of a fire zone model
- ISO/TR 16730-3:2013 Fire safety engineering -- Assessment, verification and validation of calculation methods -- Part 3: Example of a CFD model
- ISO/TR 16730-4:2013 Fire safety engineering -- Assessment, verification and validation of calculation methods -- Part 4: Example of a structural model
- ISO/TR 16730-5:2013 Fire safety engineering -- Assessment, verification and validation of calculation methods -- Part 5:
   Example of an Egress model
- ISO 16732-1:2012 Fire safety engineering -- Fire risk assessment -- Part 1: General
- ISO/TR 16732-2:2012 Fire Safety Engineering -- Fire risk assessment -- Part 2: Example of an office building
- o ISO/TR 16732-3:2013 Fire safety engineering -- Fire risk assessment -- Part 3: Example of an industrial property
- ISO/TS 16733:2006 Fire safety engineering -- Selection of design fire scenarios and design fires
- o ISO 16734:2006 Fire safety engineering -- Requirements governing algebraic equations -- Fire plumes
- ISO 16735:2006 Fire safety engineering -- Requirements governing algebraic equations -- Smoke layers
- ISO 16736:2006 Fire safety engineering -- Requirements governing algebraic equations -- Ceiling jet flows
- o ISO 16737:2012 Fire safety engineering -- Requirements governing algebraic equations -- Vent flows
- ISO/TR 16738:2009 Fire-safety engineering -- Technical information on methods for evaluating behaviour and movement of people
- ISO 23932:2009 Fire safety engineering -- General principles
- ISO/TS 24679:2011 Fire safety engineering -- Performance of structures in fire

#### ISO TC92/SC4: PROGRAMME DE TRAVAIL (MAI 2015)

#### NORMES EN DÉVELOPPEMENT

- ISO/AWI TR 16576 Fire safety engineering -- Example of fire safety objectives and functional requirements for nonindustrial buildings
- ISO/DIS 16730-1 Fire safety engineering -- Procedures and requirements for verification and validation of calculation methods -- Part 1: General
- ISO/DIS 16733-1 Fire safety engineering -- Selection of design fire scenarios and design fires -- Part 1: Selection of design fire scenarios
- ISO/NP 16733-2 Fire safety engineering -- Selection of design fire scenarios and design fires -- Part 2: Example of a multipurpose covered stadium
- ISO/AWI 17886 Fire safety engineering -- Design of evacuation experiments
- o ISO/AWI 23932-1 Fire safety engineering -- General principles -- Part 1: General
- ISO/AWI 24678 Fire safety engineering -- Requirements governing Algebraic formulas -- Flashover-related phenomena in enclosed spaces
- o ISO/DTR 24679-2 Fire safety Engineering -- Performance of structure in fire -- Part 2: Example of an airport terminal
- o ISO/TR 24679-3 Fire safety engineering -- Performance of structure in fire -- Part 3: Example of an open car park
- ISO/WD TR 24679-4 Fire safety Engineering -- Performance of structure in fire -- Part 4: Example of a multi-storey building in Japan
- ISO/WD TR 24679-5 Fire safety Engineering -- Performance of structure in fire -- Part 5: Example of a multi-storey building in New Zealand
- ISO/DTS 29761 Fire Safety Engineering -- Selection of design occupant behavioural scenarios
- ISO/AWI 29763 Fire Safety Engineering -- Requirements governing algebraic equations -- Thermal radiation from pool fire flames

#### LES GROUPES GÉNÉRAUX

TC 21/SC 2 Manually transportable fire extinguishers

TC 21/SC 3 Fire detection and alarm systems

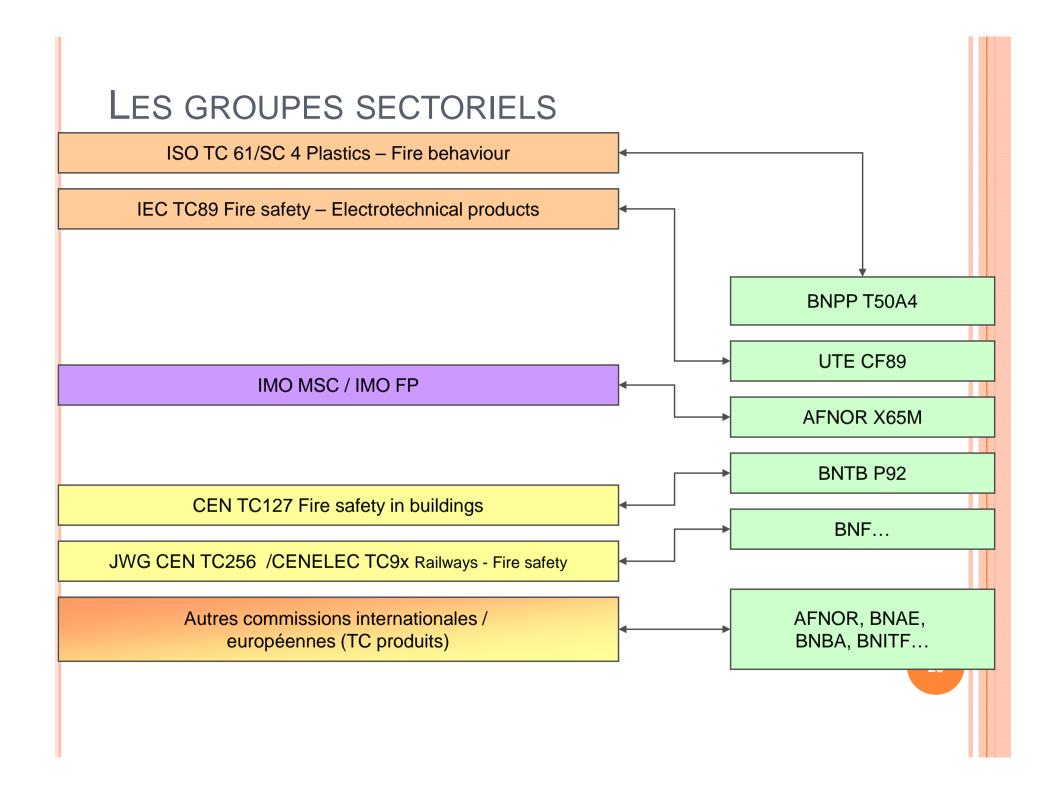
ISO TC 21« Equipment for fire protection and fire fighting »

TC 21/SC 5 Fixed firefighting systems using water

TC 21/SC 6 Foam and powder media and fixed firefighting systems using foam and powder

TC 21/SC 8 Gaseous media and firefighting systems using gas

TC 21/SC 11 Smoke and heat control systems and components

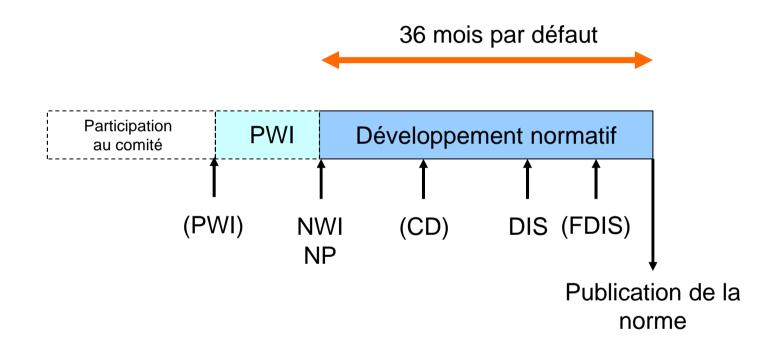


#### Rappel du processus ISO

		00 Preliminary stage	10 Proposal stage	20 Preparatory stage	30 Committee stage	40 Enquiry stage	50 Approval stage	Publication stage	90 Review stage	95 Withdrawal stage
3	00 Registration	00.00 Proposal for new project received	10.00 Proposal for new project registered	20.00 New project registered in TC/SC work programme	30.00 Committee draft (CD) registered	40.00 DIS registered	50.00 FDIS registered for formal approval	60.00 International Standard under publication		
,	20 Start of main action	00.20 Proposal for new project under review	10.20 New project ballot initiated	20.20 Working draft (WD) study initiated	30.20 CD Study/ballot initiated	40.20 DIS ballot initiated: 3 months	50.20 Proof sent to secretariat. FDIS ballot initiated: 2 months		90.20 International Standard under periodical review	95.20 Withdrawal ballot initiated
5	60 Completion of main action	00.60 Close of review	10.60 Close of voting	20.60 Close of comment period	30.60 Close of voting/ comment period	40.60 Close of voting	50.60 Close of voting. Proof returned by secretariat	60.60 International Standard published	90.60 Close of review	95.60 Close of voting
90 Decision Substages	92 Repeat an earlier phase		10.92 Proposal returned to submitter for further definition		30.92 CD referred back to Working Group	40.92 Full report circulated: DIS referred back to TC or SC	50.92 FDIS referred back to TC or SC		90.92 International Standard to be revised	95.92 Decision not to withdraw International Standard
ages	93 Repeat current phase					40.93 Full report circulated: decision for new DIS ballot			90.93 International Standard confirmed	
,	98 Abandon	00.98 Proposal for new project abandoned	10.98 New project rejected	20.98 Project deleted	30.98 Project deleted	40.98 Project deleted	50.98 Project deleted			
3	99 Proceed	00.99 Approval to ballot proposal for new project	10.99 New project approved	20.99 WD approved for registration as CD	30.99 CD approved for registration as DIS	40.99 Full report circulated: DIS approved for registration as FDIS	50.99 FDIS approved for publication		90.99 Withdrawal of International Standard proposed by TC or SC	95.99 Withdrawal of International Standard

# International harmonized stage codes

#### CHRONOLOGIE DE DÉVELOPPEMENT D'UNE NORME



#### CHRONOLOGIE DE DÉVELOPPEMENT D'UNE NORME : EXEMPLE

SUMMARY

Project reference: ISO 5660-1:2015 Edition: 3 ID: 57957 Current stage: 60.60 Stage date: 2015-03-20 Stage version: 1

Registration date: 2011-04-26 Time in months: 47 Time frame in months; 48

English title: Reaction-to-fire tests -- Heat release, smoke production and mass loss rate -- Part 1; Heat release rate (cone calorimeter method) and smoke production rate (dynamic measurement)

French title: Essais de réaction au feu -- Débit calorifique, taux de dégagement de fumée et taux de perte de masse -- Partie 1: Débit calorifique (méthode au calorimètre à cône) et taux de dégagement de fumée (mesurage dynamique)

Status: Normal

@ COMMITTEE

Committee: ISO/TC 92/SC 1/WG 5

Project leader: Grayson, Stephen J Mr (BSI Experts) ISO tech. prog. manager (TPM): Rossi, Anna Caterina Dr (ISO) Secretary: Borchert, Bernd Mr. (BSI)

Secretariat: BSI

STAGE HISTORY

tage 🕕	Version	Description	Target date	Limit date	Started	Status
10,00	1	Proposal for new project registered			2010-12-15	CLOSED
10.20	13	New project ballot initiated			2011-01-18	CLOSED
10.60	1	Close of voting	2011-04-18 🕕		2011-04-26	CLOSED
10.99	1	New project approved			2011-04-26	CLOSED
20.99	1	WD approved for registration as CD			2011-11-09	CLOSED
30.00	10	Committee draft (CD) registered		2012-04-26	2012-04-24	CLOSED
30.20	1	CD study/ballot initiated			2012-04-25	CLOSED
30.60	1	Close of voting/comment period		·	2012-06-27	CLOSED
30.99	10	CD approved for registration as DIS			2013-03-21	CLOSED
40.00	1	DIS registered	2013-05-20 🕕	2012-10-28	2013-03-27	CLOSED
40.20	1	DIS ballot initiated	2013-05-24 🕕		2013-05-24	CLOSED
40.60	18	Close of voting	2013-08-25 🕕		2013-08-26	CLOSED
40.99	1	Full report circulated: DIS approved for registration as FDIS			2014-03-17	CLOSED
50.00	1	Final text received or FDIS registered for formal approval	2014-05-16 🕕	2014-10-28	2014-05-15	CLOSED
50.20	10	Proof sent to Secretariat or FDIS ballot initiated: 2 months	2014-11-05 🕦		2014-11-05	CLOSED
50.60	1	Close of voting Proof returned by Secretariat	2015-01-06 🕕		2015-01-07	CLOSED
60.00	1	International Standard under publication			2015-01-21	CLOSED
60.60	1	International Standard published		2015-04-28	2015-03-20	CURRENT



# NORMALISATION ET RECHERCHE: UTILISATION DES NORMES DANS LA RECHERCHE.

#### BESOIN DE NORMES

- Pour unifier les protocoles d'essai
- Pour réduire et <u>afficher</u> l'incertitude :
  - Justesse
  - Fidélité (répétabilité et reproductibilité)
- Pour maîtriser <u>métrologiquement</u> ses mesures
- Donc pour être sûr de ce qu'on fait !

#### Exemples – le Cône Calorimètre

- De nombreuses équipes utilisent l'équipement dans le monde, tant en R&D qu'en homologation
- Le résultat d'essai est très sensible à :
  - La procédure d'étalonnage du calorimètre et de l'irradiance
  - Le facteur de Thornton retenu
  - La condition thermique de face arrière
- Pour que les résultats soient comparables, un suivi strict de la norme ISO 5660-1 est nécessaire, e.g. laine de silice en face arrière
- Participez aux campagnes d'essais interlaboratoires! (vous serez surpris...)

#### EXEMPLES – L'ANALYSE DES FUMÉES PAR IRTF

- De nombreuses équipes utilisent l'équipement dans le monde, tant en R&D qu'en homologation
- Le résultat d'essai est très sensible à :
  - La qualité de l'étalonnage
  - La résolution des interférences
  - Le système d'échantillonnage et de conditionnement des effluents
- Pour que les résultats soient comparables, un suivi strict de la norme ISO 19702 est un minimum!
- La norme est en constante amélioration, contribuez !
- Participez (encore) aux campagnes d'essais interlaboratoires

## EXEMPLES — LE CÔNE CALORIMÈTRE EN ATMOSPHÈRE CONTRÔLÉE

- Méthode introduite dans les années 90'
- Design de l'équipement variable, longueur de cheminée non définie
- Problèmes de comparaison des publications déjà établies
- Besoin de développer une norme identifié



#### NORMALISATION ET RECHERCHE:

VALORISATION DE LA R&D DANS LA NORMALISATION.

QUELQUES EXEMPLES DE SUCCÈS...
ET D'ÉCHECS!

#### Types de transferts

- Un projet de recherche correspond à une future norme ou à la révision d'une norme, voire un grand nombre de documents
  - o Gros projets de recherche
  - Participation d'instances normatives au projet
  - Développement en parallèle
- Un projet de recherche permet de préciser des éléments d'une norme, par exemple les tolérances, l'étalonnage...
  - Utilisation des publications scientifiques en référence
- Un projet de recherche utilise des normes de portée générale, pour les appliquer dans un contexte spécifique
- Ne pas négliger l'identification du besoin!

#### Recherche

#### Normalisation

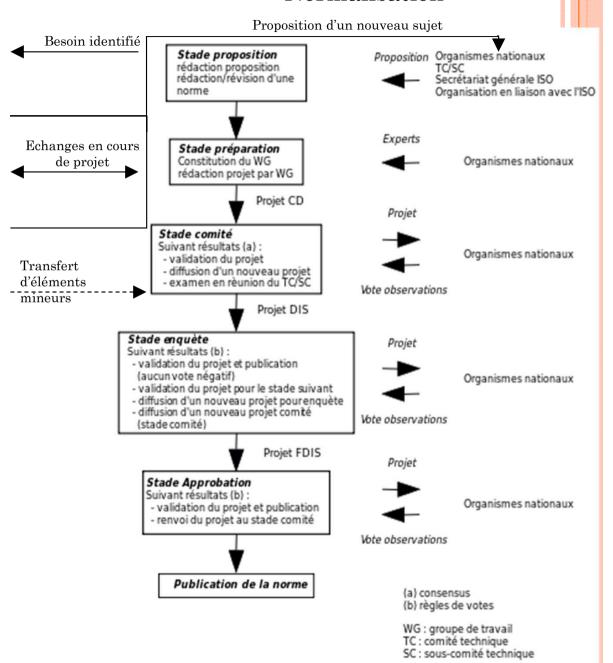
#### Projet de recherche à réaliser

Définition du partenariat et de l'AAP Réponse à AAP

Réalisation du projet de recherche

#### Projet de terminé

Résultats publiés Rapports de recherche disponibles



#### DÉVELOPPEMENT D'UNE MÉTHODE D'ANALYSE DE GAZ PAR FTIR POUR LES FUMÉES D'INCENDIE (1)

- Projet de recherche : SAFIR, 4<sup>ème</sup> PCRD (SMT 4-CT96-2136) terminé en 1999
- Partenaires principaux : SP, VTT, BRE, GRL, LSF
- Livrables: Rapports de recherche, plusieurs publications importantes
  - HAKKARAINEN, T. et. al., Smoke Gas Analysis by Fourier Transform Infrared Spectroscopy, The SAFIR Project, 1999.
  - HAKKARAINEN, T. et. al., Smoke gas analysis by Fourier Transform Infrared Spectroscopy Summary of the SAFIR project results. Fire and Materials vol. 24(2000):101-112
- Premières discussions à l'ISO TC concerné en 2000 : présentation du projet.
   Plusieurs partenaires sont présents à l'ISO TC92/SC3 de longue date, dont le LNE
- Inscription au programme de travail en 2001 par le SC.
   Chef de projet à l'ISO : Y. Le Tallec (LNE)
- Changement de chef de projet en 2005 E. Guillaume (LNE)
- Publication de la norme ISO 19702 en 2006, reprise en collection NF

## DÉVELOPPEMENT D'UNE MÉTHODE D'ANALYSE DE GAZ PAR FTIR POUR LES FUMÉES D'INCENDIE (2)

- L'édition 1 de la norme est encore très incomplète.
- La technique progresse et son utilisation se généralise
- En parallèle : lobbying réglementaire, introduction de la méthode dans plusieurs réglementations
  - International : Organisation Maritime Internationale
  - Européen : Matériel roulant ferroviaire
- Décision de révision en 2007, chef de projet peu efficace (A. Stec, UCLAN)
- Echec d'avoir un document au vote DIS (Délai dépassé en 2010),
- Changement du chef de projet (P. Blomqvist, SP) et nouvelle proposition NP
- Participation forte du LNE dans la rédaction de cette édition 2

### DÉVELOPPEMENT D'UNE MÉTHODE D'ANALYSE DE GAZ PAR FTIR POUR LES FUMÉES D'INCENDIE (3)

- Projet actuel en cours de publication
- Quelques travaux récemment finalisés pour préciser certains éléments
  - Task force: 3 experts ISO
  - Quelques essais pour fixer une tolérance manquante
  - Short Communication dans un journal feu
- 6 publications avec auteurs LNE dans les références de la norme (sur 35)
- Apports pour le labo :
  - Notre savoir-faire est transféré, notre recherche depuis les années 90 est valorisée
  - Les pratiques normalisées sont les nôtres (étalonnages, pratique) : adaptation facile, équipement décrit
  - Nous sommes parmi les référents internationaux sur la technique

#### AÉROSOLS ET NANOAÉROSOLS DE COMBUSTION

- Besoin exprimé par l'ISO TC92/SC3 sur sa feuille de route
- Norme « analytique », état de l'art exhaustif des méthodes et interprétations
- Projet initié par le SC en 2007, E. Guillaume (LNE) nommé chef de projet
- En parallèle, développement de la compétence à DE52, au cours des années 2000 :
  - o Développement pour l'IRSN, 2003-2006
  - Publication avec SP, 2005
  - ANR Nanofeu, 2007-2010
- Développement de la norme : cas « idéal »
  - o (PWI en 2007), NP en 2009, CD en 2010, DIS en 2012
- Publication de la norme ISO 29904 en 2013, reprise en collection NF
- Suite à prévoir : normes spécifiques par méthodes

#### VALIDATION DES MÉTHODES D'ANALYSE DE FUMÉES

- Besoin exprimé par l'ISO TC92/SC3 sur sa feuille de route : traçabilité et validation des méthodes d'analyse chimique des fumées
- Développement de 3 normes
  - ISO 12828-1 : Limites de détection et quantification Publié en 2011
  - ISO 12828-2 : Validation intralaboratoire des méthodes d'analyse En cours, CD
  - ISO 12828-3 : Essais interlaboratoires (initié, PWI)
- Projets menés par une équipe d'experts, lead. E. Guillaume (LNE)
- Reprennent le savoir-faire du LNE, en support à l'accréditation ISO 17025 des laboratoires (mettre tout le monde au même niveau)
- Nombreuses références aux travaux du LNE
  - E. Guillaume et.al. Analysis of HBr, HCl and SO<sub>2</sub> produced during thermal degradation of materials. Adaptation of a standardized method. Proceedings of 13rd International Metrology Congress, Lille, France, June 18-21, 2007.
  - C. Yardin et.al.. Analyse de la production de HCI, HBr et SO<sub>2</sub> lors de la dégradation thermique des matériaux - Adaptation d'une méthode standardisée. Traitements & Matériaux Vol. 403:43-52, 2010

#### ETALONNAGE DES FLUXMÈTRES

- Besoin exprimé par l'ISO TC92/SC1 sur sa feuille de route
  - Création d'un WG (ISO TC92/SC1/WG10)
- Travaux LNE menés par DMSI en collaboration avec DE
  - Pour le LNE, J-R Filtz, support E. Guillaume
  - o Projet de recherche européen lié: HFCAL, 4ème PCRD (SMT4-CT98-2266), 1999-2002
  - Essais d'intercomparaisons nécessaires pour développer les normes
- Développement de 4 normes Fire tests Calibration and use of heat flux meters
  - o Participation forte de plusieurs instituts de métrologie : SP, LNE, NIST
  - Nombreuses références aux travaux du LNE, dispositifs d'étalonnage du LNE décrits comme bancs primaires
  - o ISO 14934-1:2010 (Ed. 1): General principles
  - ISO 14934-2:2013 (Ed. 2): Primary calibration methods
  - o ISO 14934-3:2012 (Ed. 2): Secondary calibration method
  - ISO/TS 14934-4:2007 (Ed. 1): Guidance on the use of heat flux meters in fire tests
- En cours : extension du scope du WG à d'autres mesurandes : métrologie dans les essais au feu
  - Opacimètres LED...

#### ESSAIS SUR MEUBLES REMBOURRÉS

- Projet européen CBUF : début des années 90
  - Essais de comportement au feu des meubles rembourrés
  - o Très forte notoriété scientifique du projet : ouvrage, publications
- Proposition de normaliser les méthodes d'essai au CEN TC 207
  - o Projets d'essais de sièges EN 1021-3 et −4
  - Abandon après le stade prEN
- Raisons de l'échec :
  - Pas de commanditaire
  - o Industrie du « Meuble rembourré » contre le projet
  - Lobbying important
  - Pas de débouché réglementaire!
- Mais... une norme française a été établie
  - NF D 60-013, reprise dans la réglementation incendie ERP (AM18)



#### PROJET TRANSFEU (1)

- Harmonisation européenne sur la sécurité ferroviaire
  - o Directive Européenne 2008/57/CE
  - Norme Harmonisée pour prouver la conformité feu : EN 45545-2
- Besoin de préciser la méthode d'essai de détermination de la toxicité des fumées
  - o Utilisation de la norme ISO 19702 précédemment décrite pour l'analyse
  - Création d'une nouvelle méthode pour les essais
- Etablissement d'un projet de recherche 7<sup>ème</sup> PCRD : TRANSFEU (SCP8-GA-2009-233786), 2009-2012
  - Commanditaire: CEN TC 256 Applications ferroviaires
  - DIN dans le consortium (secrétariat du CEN TC256)
  - Industrie ferroviaire : constructeurs, exploitants
  - Instances réglementaires
  - Projet porté par le LNE, 21 partenaires de 14 pays

#### PROJET TRANSFEU (2)

- Dans le projet de recherche
  - o Développement de la méthode d'essai
  - Validation de la méthode
  - Essais interlaboratoires
  - Rapports publics
- Démarrage des travaux normatifs
  - o Proposition de la France à l'ISO TC 92/SC1 pour la méthode d'essai
    - ISO 19021 au stade WD
    - Project leader : E. Guillaume (LNE)
  - Proposition du CEN TC256 pour introduire la méthode dans la révision de la norme EN 45545-2

Stage ①	Version	Description	Target date	Limit date	Started	Status
10.00	1	Proposal for new project registered			2013-03-14	CLOSED
10.20	1	New project ballot initiated			2013-03-15	CLOSED
10.60	1	Close of voting	2013-05-15 📵		2013-05-17	CLOSED
10.99	1	New project approved			2013-07-03	CLOSED
30.00	1	Committee draft (CD) registered			2014-10-15	CLOSED
30.20	1	CD study/ballot initiated			2014-10-16	CLOSED
30.60	1	Close of voting/comment period	2014-12-16 🕕		2014-12-18	CURRENT
40.00		DIS registered		2016-07-03		WAIT
50.00		Final text received or FDIS registered for formal approval				WAIT
60.60		International Standard published		2017-07-03		WAIT

### PROJET TRANSFEU (3)

- NWI proposé par la France :
  - o ISO Form 04
  - o Accompagné d'un projet de norme
  - o Accompagné de la base technique : rapports TRANSFEU
- Résultats du vote : Approuvé comme AWI en avril 2013. CD en 2014

Member responses - V	T	_			add to a	work pro-	aramana-										
Country (Manufacture)	'n	1a. Agree to add to v			No No			Market	1b.Stakeholders consultation		2. Relevant documents		3. Comments		4. Participation		
Country (Member body)	Status.	20.00	00 20.20 30.00 40.00		PWI: PWI:		Abs	relevance	Yes No		Yes No		Yes No		Yes No		
Australia (DA)	-					Yes	No			160	140	100	NO	100	NO	100	140
Australia (SA)	Р		_				_	X									
Belglum (NBN)	Р							Х			Х		Х		X		
Canada (SCC)	Р	Х	_						Х	Х			Х		Х	Х	
China (SAC)	Р						X		X	X		Х			Х		X
Czech Republic (UNMZ)	Р							Х			Х		Х		X		
Denmark (DS)	Р							Х									
France (AFNOR)	Р	X							X	X			X		X		X
Germany (DIN)	Р	Х							Х	X			Х		X	X	
Hungary (MSZT)	Р				Х				Х	х			Х		Х	X	
Iran, Islamic Republic of (ISIRI)	Р	Х							Х	х			Х		X	X	
Italy (UNI)	Р	Х							х	X			х	Х			Х
Japan (JISC)	Р		Х						Х		X	X			Х	Х	
Korea, Republic of (KATS)	Р	Х							Х	х			Х		Х	X	
Netherlands (NEN)	Р		Х						Х	X			Х		Х		X
New Zealand (SNZ)	Р			Х					Х	х			Х		Х	Х	
Portugal (IPQ)	Р							Х			х		Х		Х		
Russian Federation (GOST R)	Р	Х							Х		х	Х			Х	X	
Serbia (ISS)	Р							Х			х		Х		Х		
Sweden (SIS)	Р							Х		x			х		Х		
United Kingdom (BSI)	S	Х							Х	X			Х		Х	X	
United States (ANSI)	Р							х	х								
Sub-Total Question 1a		8	2	1	1	0	1	8									
Totals			1	2			1	8	14	12	6	3	15	1	17	9	4

#### PROJET TRANSFEU (4)

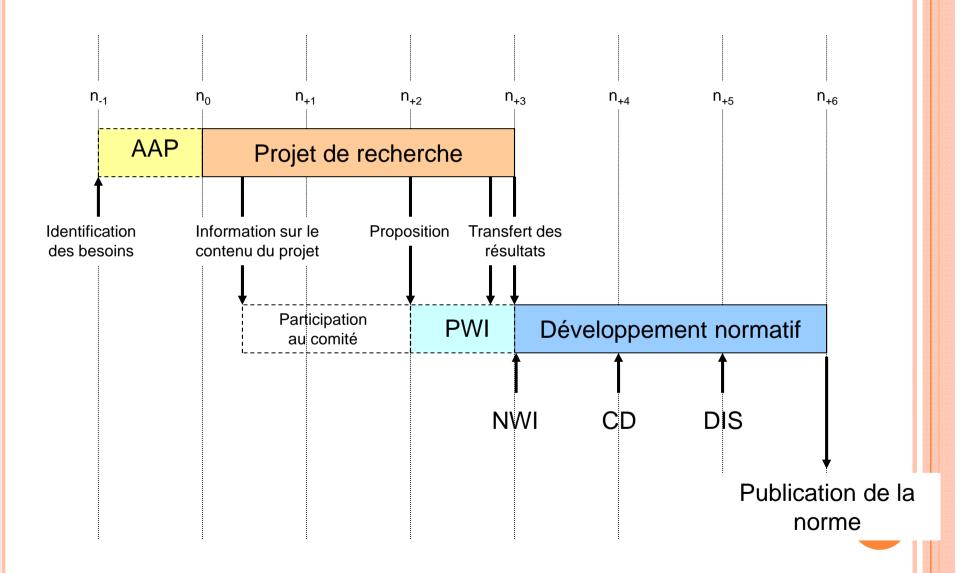
- Mode de preuve alternatif : Ingénierie de la Sécurité Incendie
- Il existe des normes de portée générale (ISO 23932, ISO 16730)
  - Normes principalement développés pour le bâtiment
  - Sont-elles applicables au ferroviaire ?
  - Avec quelles contraintes et spécificités ?
- Thèse LNE, 2 WP du projet Transfeu sur l'applicabilité de la démarche au ferroviaire
  - Plusieurs publications réalisées
    - E. Guillaume et.al. Application and limitations of a method based on pyrolysis models to simulate Railway rolling stock fire scenarios. Fire Technology, Vol.50(2):317-348, 2014
    - E. Guillaume et.al. Application of Fire Safety Engineering to Rolling Stock. Problemy Kolejnictwa, Vol. 160(4):51-75, 2013.

46

- A. Camillo et.al. Risk analysis of fire and evacuation events in the European Railway Transport Network. Fire Safety Journal, vol. 60:25-36, 2013.
- Base technique disponible pour répondre à la Directive Européenne 2008/232/CE par le calcul

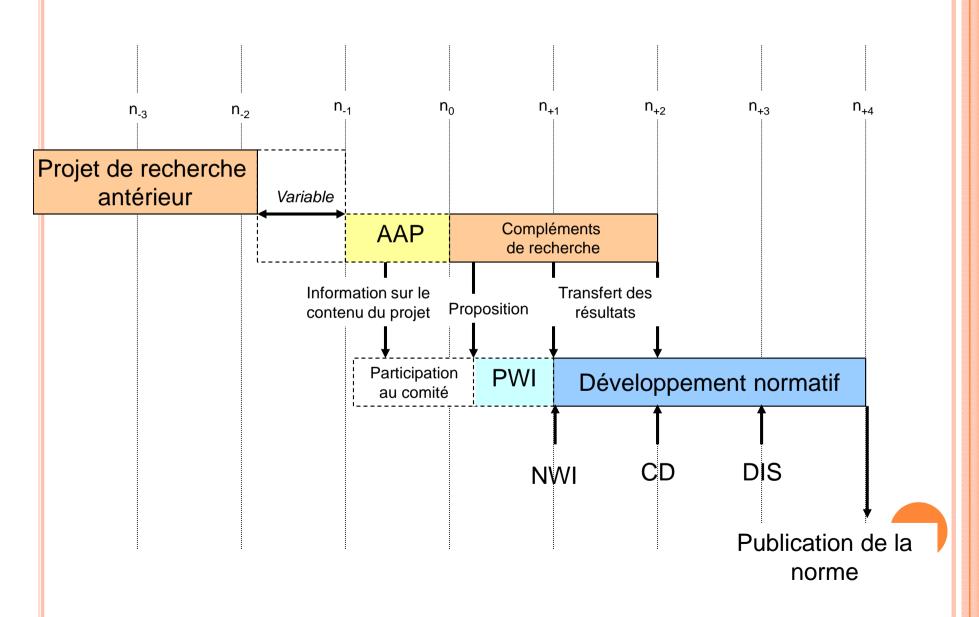
#### LIEN RECHERCHE-NORMALISATION: CHRONOLOGIE

Cas 1 : Partir d'une idée



#### LIEN RECHERCHE-NORMALISATION: CHRONOLOGIE

Cas 2 : Partir d'un projet existant ou de résultats antérieurs

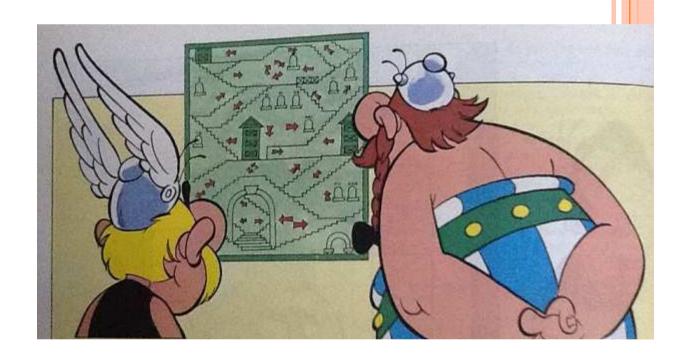


# LIENS RECHERCHE - NORMALISATION: QUELQUES VUES PERSONNELLES...

- Ne pas dissocier la normalisation, la recherche et le besoin applicatif
  - Ne pas transmettre un rapport de recherche à une commission de normalisation
  - Faire participer les acteurs de la normalisation dans le projet
  - Travailler dès l'AAP sur le besoin applicatif (et non seulement normatif)
- Travail collaboratif nécessaire : la normalisation, tout comme la recherche, est un métier.
- Faire participer dans le projet de recherche toutes les parties prenantes (industrie, labos...)

# EN CONCLUSIONS (1)

- Difficile de s'y retrouver dans la multitude de comités
- Intervention à niveau national, européen, international
- Processus de normalisation long
- Impact important et sous-estimé
- Lien avec les projets de recherche à développer... (i.e. H2020)



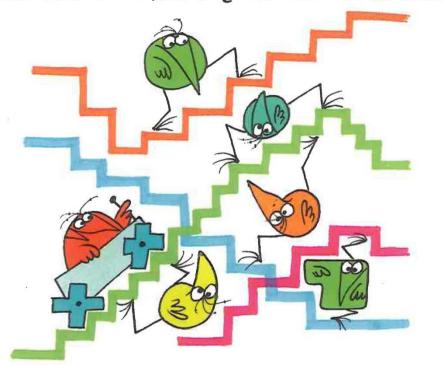
# EN CONCLUSIONS (2)

- o Beaucoup de documents développés,
- o Beaucoup de normes restent à écrire...
- Un besoin d'experts identifié... (et c'est gratuit pour les académiques !)
- L'accès à un réseau technique et industriel



#### BONNE CHANCE...

## La devise Shadok de la semaine



AVEC UN ESCALIER PRÉVU POUR LA MONTÉE ON REUSSIT SOUVENT À MONTER PLUS BAS QU'ON NE SERAIT DESCENDU AVEC UN ESCALIER PRÉVU POUR LA DESCENTE.















# APPROCHES NORMATIVES DE LA TOXICITÉ DES FUMÉES D'INCENDIE

Par Eric GUILLAUME









#### LES GAZ À ÉTUDIER

- L'exposition peut être plus ou moins longue, répétée ou unique. Les effets peuvent être immédiats ou retardés
- Les gaz ayant un effet toxique aigu
  - Effets immédiats (dans les 14 jours)
  - Exposition unique de faible durée (quelques minutes à plusieurs heures)
  - Effets à long terme suite à une exposition unique
- Les gaz ayant un effet chronique ou environnemental
  - Expositions répétées à des faibles doses

#### LES GAZ AYANT UN EFFET TOXIQUE AIGU

- Gaz asphyxiants (narcotiques)
  - Monoxyde de carbone
  - Cyanure d'hydrogène
  - Dioxyde de carbone

#### Gaz irritants

- Chlorure d'hydrogène, Bromure d'hydrogène
- Fluorure d'hydrogène
- Dioxyde de soufre
- Oxydes d'azote
- Aldéhydes : acroléine, formaldéhyde
- Autres : isocyanates, ammoniac...

#### LES GAZ AYANT UN EFFET TOXIQUE CHRONIQUE

- Hydrocarbures aromatiques
  - Benzène, toluène, styrène, xylène
  - Phénol
- Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)
  - Référence : Benzo-a-pyrène
- Dioxines, furanes
  - Référence : 2,3,7,8 TCDD

POP's

#### LES CRITÈRES

#### L'incapacitation

 l'aptitude du toxique ou du mélange de toxiques à avoir des effets irréversibles sur les personnes ou à entraver sa capacité à évacuer

#### La létalité

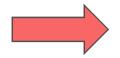
• un nombre donné de victimes

#### L'INTOXICATION

- L'effet d'une substance dépend :
  - De sa voie d'entrée : respiratoire, cutanée...
  - De l'efficacité de sa pénétration
    - HCI: pénétration à plus de 90%
    - Benzène : pénétration à quelques pourcents par voie respiratoire
  - De son mode d'action biologique ou physique :
    - Cibles dans l'organisme
    - Interaction avec les processus biologiques
  - De la cinétique d'intoxication
  - De l'efficacité des processus biologiques de détoxication

#### L'INTOXICATION

- Pour tous les gaz toxiques, il y a compétition entre les processus d'intoxication et de détoxication
- Si la détoxication est débordée, un effet « dose » apparaît.
- Du fait de ces éléments, le capital génétique, l'état de santé, l'âge, le sexe, les maladies passées et le poids vont avoir une influence considérable sur les effets toxiques



La variabilité au sein des populations est très importante

#### L'INTOXICATION

- Pour les gaz ayant des effets similaires et des cibles biologiques identiques, les règles d'additivité sont utilisées.
- L'additivité est pondérée de facteurs relatifs à la toxicité des substances
- La règle est violée pour certaines substances comme les oxydes d'azote

#### L'INTOXICATION: L'EFFET DOSE

Extension de la Loi de Haber : relation dose-effet

Effet = 
$$f(C_n \times T_m)$$

C: concentration

T: durée d'exposition

f: un modèle (par exemple, le modèle probit)

Le produit C x T représente une dose d'exposition n et m sont des paramètres de régression

#### L'INTOXICATION: L'EFFET DOSE

Modèle log-probit

$$p = F\left(\frac{\log(C) + m \cdot \log(t) - \mu}{\sigma}\right)$$

p est la probabilité qu'un individu choisi au hasard et exposé à une concentration C de substance pendant un temps T présente une réponse donnée.

L'estimation des paramètres de régression (m, µ et s) est obtenue par une analyse bayésienne des mesures des effets à différentes concentrations.

Le calcul peut être basé sur un comptage du taux d'occurrence de l'effet escompté des individus de la population.

#### L'INTOXICATION: L'EFFET DOSE

Dans le cas de l'analyse des décès, il permet la détermination des LC<sub>50</sub>, LC<sub>5</sub> et LC<sub>1</sub> pour un temps t donné est présenté ci-dessous :

$$LC_{50} = \exp(\mu - m \cdot \log(t))$$

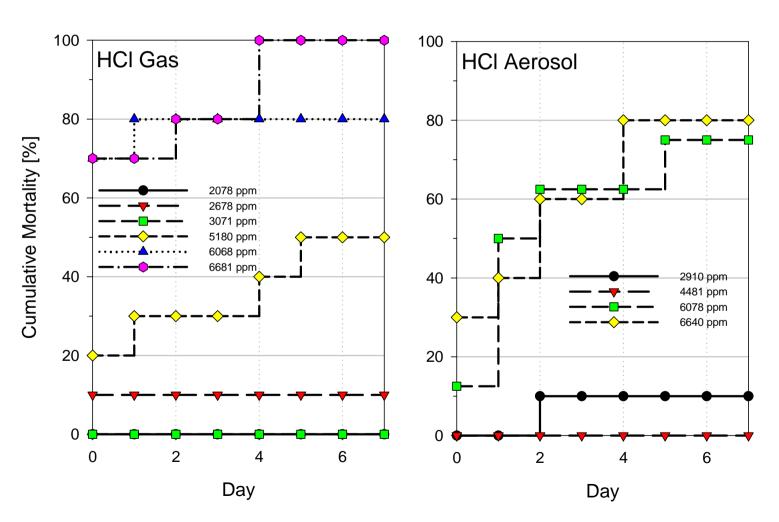
$$LC_{5} = \exp(\mu - 1,645 \cdot \sigma - m \cdot \log(t))$$

$$LC_{1} = \exp(\mu - 2,33 \cdot \sigma - m \cdot \log(t))$$

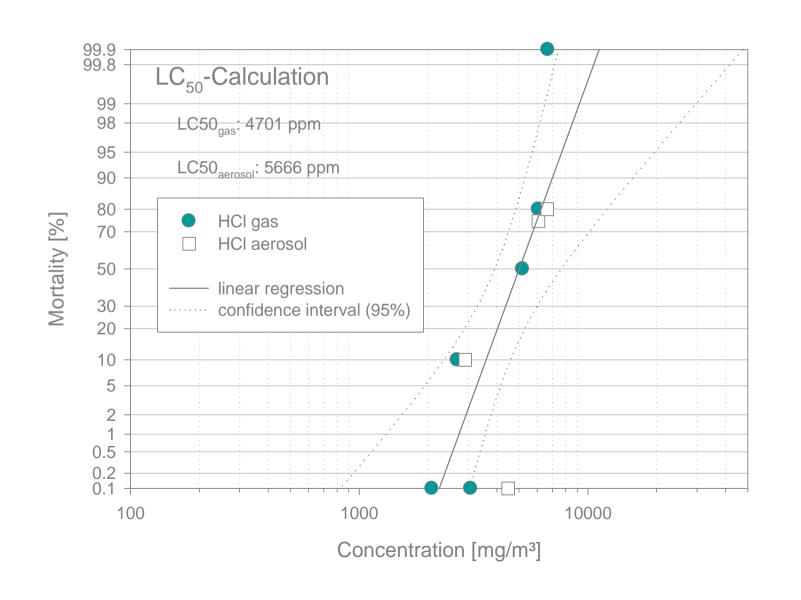
Ce calcul est connu sous le nom de loi log-probit. Les coefficients 1,645 et 2,33 viennent des coefficients de la loi normale à respectivement 95 % et 99 %.

Ils estiment donc que les effets suivent une loi normale au sein des populations.

# EXEMPLE : CHLORURE D'HYDROGÈNE — EXPOSITION UNIQUE 30 MIN, RAT



# EXEMPLE : CHLORURE D'HYDROGÈNE — EXPOSITION UNIQUE 30 MIN, RAT



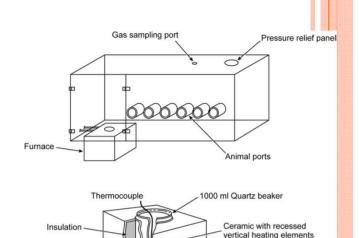
# L'ÉVALUATION DE LA TOXICITÉ DES FUMÉES D'INCENDIE

### DEUX FAMILLES DE MÉTHODES

- Méthodes directes :
  - Exposition d'un modèle animal aux effluents
  - Mesure directe de l'effet :
    - o sur la période d'exposition
    - Sur une période post-exposition (en général 14 jours)
- Méthodes indirectes :
  - Analyse de gaz (bien choisir les gaz !)
  - Utilisation d'un modèle mathématique (bien choisir le modèle!)

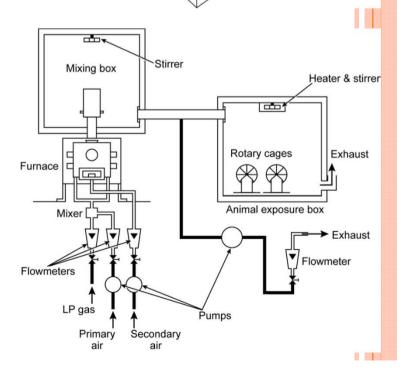
#### MÉTHODES DIRECTES

- Cup Furnace Smoke Toxicity Test Method
- NFPA 269/ASTM E1678
- University of Pittsburgh Tube Furnace
- DIN 53436 /Purser Tube furnace
- Méthode japonaise : cages rotatives



Thermocouple well

Heating element in bottom



Galvanized

#### Critères d'incapacitation :

- IDLH (NIOSH): 30 min, homme
- AEGL1, AEGL2, AEGL3
- ERPG
- EEGL

#### Critères de létalité

- LC1, LC5, LC50 modèle animal, temps d'exposition (par défaut rat, 30 min)
- Correction entre temps :  $LC_{50\,(30\,\mathrm{min})} = LC_{50\,(t)} \cdot \left(\frac{t}{0.5}\right)^{1/n}$

Temps (heures) t	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8
Facteur de correction n	1,0	1,25	1,6	1,8	2,0	2,15	2,3	2,4	2,5

-	$\overline{\sigma}$
	Ë
(	0
-	
	Ø
-	<u> </u>
	⋮
	Y
	ຯ
•	J

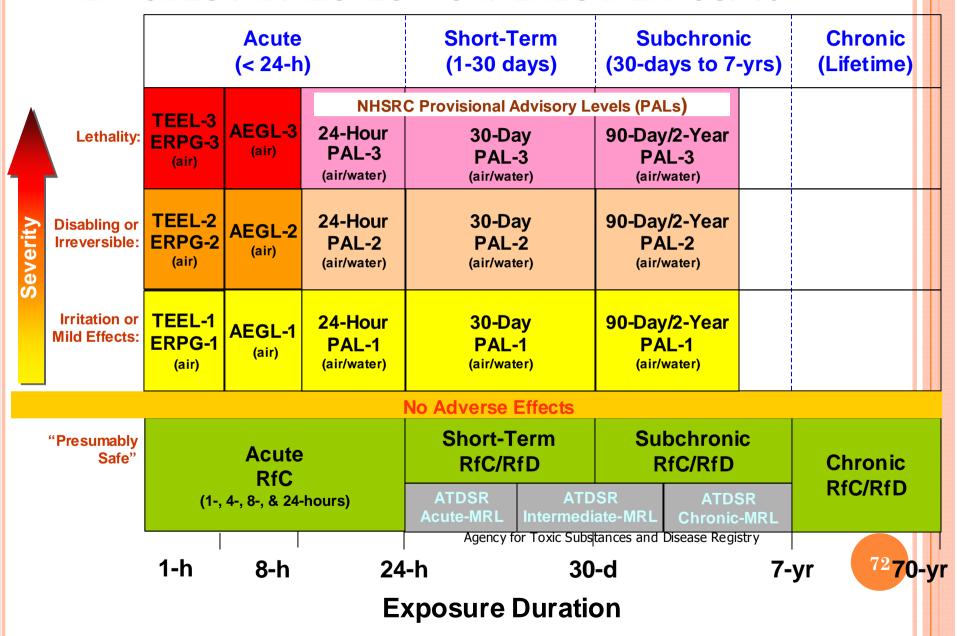
**Emergency** Response

Public Health

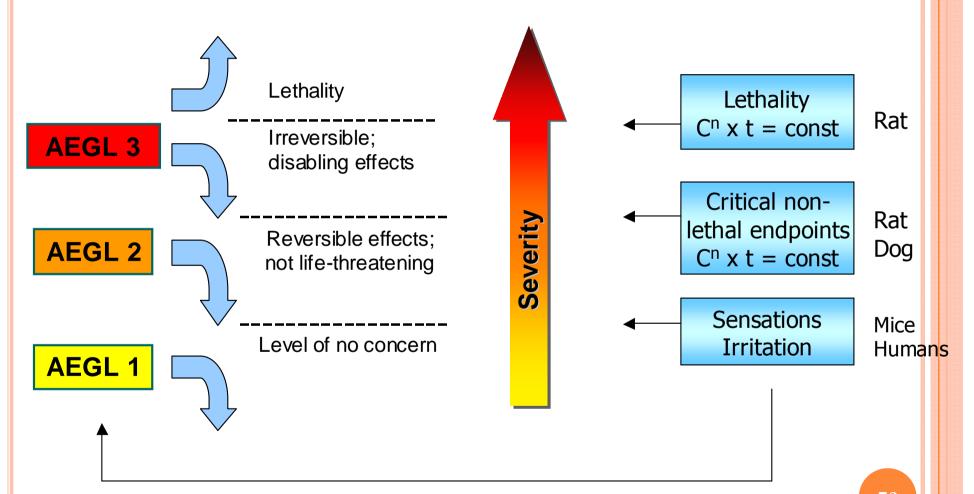
	<u> </u>	
Reference Value	Organization	Exposure Duration
PEL - Permissible Exposure Limit	OSHA	8-hour
Ceiling	OSHA	Up to10-minute
REL - Recommended Exposure Limit	NIOSH	8-hour
IDLH - Immediately Dangerous to Life and Health	NIOSH	Up to 30-minute
STEL - Short Term Exposure Limit	NIOSH	15-minute
TLV - Threshold Limit Value MAK / IOEL	ACGIH/DFG/EU	8-hour
TLV-STEL - TLV Short Term Exposure Limit	ACGIH	15-minute
AEGL - Acute Exposure Guideline Level (air only)	NAC/AEGL; NRC/AEGL	10- and 30-minute; 1-, 4- and 8-hour
DW HA - Drinking Water Health Advisory (water only)	EPA/OW	1-day; 10-day; longer-term
ERPG – Emergency Response Planning Guideline	AIHA	1-hour
TEEL - Temporary Emergency Exposure Level	DOE	1-hour
ERG – Emergency Response Guidebook	DOT	Specialized application
MRL - Minimal Risk Level (air and water)	ATSDR	1-14 days (acute); 15-364 days (intermed.); >365 days (chronic)
CA-REL - Reference Exposure Level	Cal-EPA OEHHA	1-8 hours
EPA – Acute RfC, short-term and subchronic RfC, RfC/RfD (air and water)	US EPA / IRIS	1-, 4-, 8-, and 24-hr, 30-d, 7-yr, lifetime
MEG – Military Exposure Guideline (air and water)	DOD-CHPPM	1, 8, 24-h, 14-d, 1-yr (air); 5, 14-d, 1-yr (water)

Military

PAL – Provisional Advisory Level Homeland Security; AETL: provisional EU-equivalent of AEGL (Homeland Security)



#### Les AEGL



Mode of action & relevance to humans - method of determination — intra-/interspecies variability

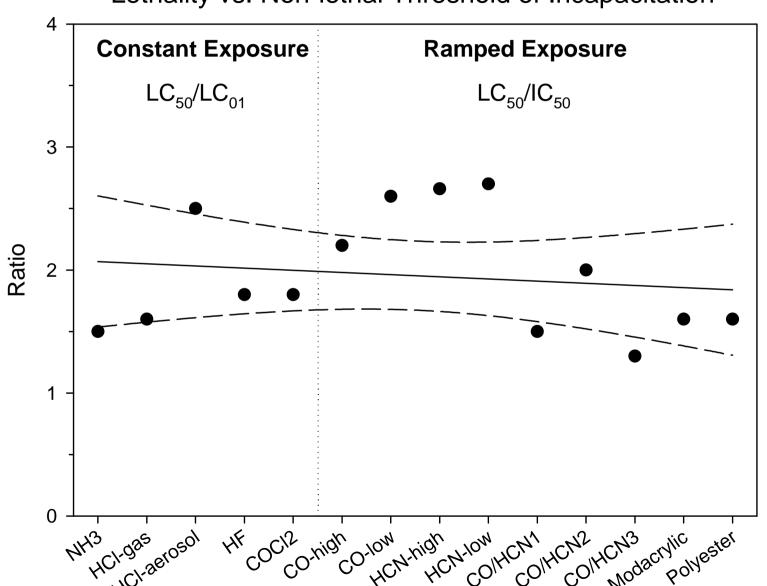
# MÉTHODES INDIRECTES – CRITÈRES D'INCAPACITATION

	IDLH 1987	IDLH 1994	AEGL (ppm / 30 min)				ERPG (ppm)		SEI	
	ppm / 30 min	ppm / 30 min	1	2	3	1	2	3	ppm / 30 min	
Dioxyde de carbone	50 000	40 000	•	-	•	-	-	-	-	
Monoxyde de carbone	1 500	1 200	ND	150	600	200	350	500	-	
Monoxyde d'azote	100	100	80	ND	ND	-	-	-	ND	
Dioxyde d'azote	50	20	0,5	15	25	1	15	30	50	
Dioxyde de soufre	100	100	0,2	0,75	32	0,3	3	15	-	
Fluorure d'hydrogène	30	30	1	34	62	2	20	50	200	
Bromure d'hydrogène	50	30	1	43	250	-	-	-	-	
Chlorure d'hydrogène	100	50	1,8	43	210	3	20	150	80	
Cyanure d'hydrogène	50	50	2,5	10	21	-	10	25	-	
Acrylonitrile	500	85		-		10	35	75	37	
Ammoniac	500	300	30	220	1600	25	150	750	500	
Formaldéhyde	30	20	0,9	14	70	1	10	25	ND	
Phénol	250	250	19	29	ND	10	50	200	-	
Benzène	3 000	500	73	1 100	5 600	50	150	1 000	-	
Styrène	5 000	700	20	160	1 900	50	250	1 000	-	
Toluène	2 000	500	200	570	4 200	50	300	1 000	-	
Sulfure d'hydrogène	300	100	0,6	32	59	0,1	30	100	100	
Acide formique	30	30	-	-	-	1	50	500	-	
Sulfure de carbone	500	500	5	200	600	1	50	500	-	
Acroléine	5	2	0,03	0,18	2,5	0,1	0,5	3	74	
Acétaldéhyde	10 000	2 000	45	340	1 100	10	200	1 000	-	

## MÉTHODES INDIRECTES — CRITÈRES DE LÉTALITÉ

	LC 50 rat, 30 min	SEL 30 min
	ppm	ppm
Dioxyde de carbone	180 000	-
Monoxyde de carbone	5 700	-
Monoxyde d'azote [49]	1710 (?)	ND
Dioxyde d'azote [46]	170	80
Dioxyde de soufre	1 400	-
Fluorure d'hydrogène [44]	2 900	377
Bromure d'hydrogène	3 800	-
Chlorure d'hydrogène [42]	3 800	470
Cyanure d'hydrogène [43]	165	60
Acrylonitrile [41]	3 000 (?)	236
Ammoniac [45]	23 500 (?)	4767
Formaldéhyde [47]	750	ND
Phénol	-	-
Benzène	-	-
Styrène	12 000 (?)	-
Toluène	> 34 000	-
Sulfure d'hydrogène [48]	1 000 (?)	472 - 600
Acide formique	6 200 (?)	-
Sulfure de carbone	-	-
Acroléine	150	-
Acétaldéhyde	20 000	-

Lethality vs. Non-lethal Threshold of Incapacitation



# MÉTHODES INDIRECTES — MODÈLES DE QUANTIFICATION

- Hypothèses d'effets dose / instantané et d'additivité
- Pas de prise en compte de synergies et d'antagonismes
- Basé sur le modèle N-gaz de Levin

$$FED = \frac{[CO]}{LC_{50CO}} + \frac{[HCN]}{LC_{50HCN}} + \frac{[HCl]}{LC_{50HCl}} + \frac{[C_{i}]}{LC_{50Ci}} + \dots$$

• En général, l'effet visé intervient à FED=0,3 pour 5% de la population ou à FED=1 pour 50% de celle-ci.

# MÉTHODES INDIRECTES - MODÈLES DE QUANTIFICATION

Modèle FED pour les gaz asphyxiants (ISO 13571)

$$FED = \sum_{t1}^{t2} \frac{\left[CO\right]}{\left(Ct\right)_{CO}} \Delta t + \sum_{t1}^{t2} \frac{\exp\left(\frac{\left[HCN\right]}{43}\right)}{\left(Ct\right)_{HCN}} \Delta t \qquad \text{(Ct)}_{CO} = 35\ 000\ \text{ppm.min}\ ; \\ \text{(Ct)}_{HCN} = 220\ \text{ppm.min}\ .$$

- + Facteur correctif Vco<sub>2</sub> si concentration élevée en CO<sub>2</sub>
- Modèle FEC pour les gaz irritants (ISO 13571)

$$FEC = \sum_{i=1}^{n} \frac{\varphi_i}{F_i}$$

$$F_{HCI} = F_{HBr} = 1000 \text{ ppm}$$
  $F_{HF} = 500 \text{ ppm}$ 

$$F_{HF} = 500 \text{ ppm}$$

$$F_{acrolein} = 30 ppm$$

$$F_{NO_2} = 250 \text{ ppm}.$$

$$F_{\text{formaldehyde}} = 250 \text{ ppm}$$

# MÉTHODES INDIRECTES — MODÈLES DE QUANTIFICATION

Modèle N-gaz avec oxygène (ISO 13344)

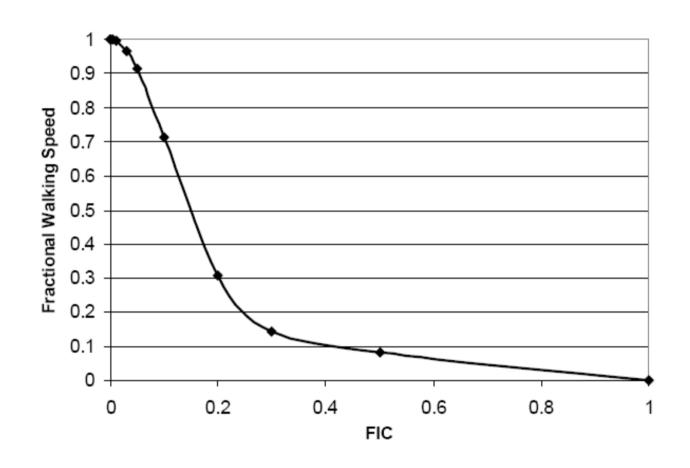
$$FED = \frac{m[CO]}{[CO_2] - b} + \frac{21 - [O_2]}{21 - LC_{50}O_2} + \frac{[HCN]}{LC_{50}HCN} + \frac{[HCl]}{LC_{50}HCl} + \frac{[HBr]}{LC_{50}HBr}$$

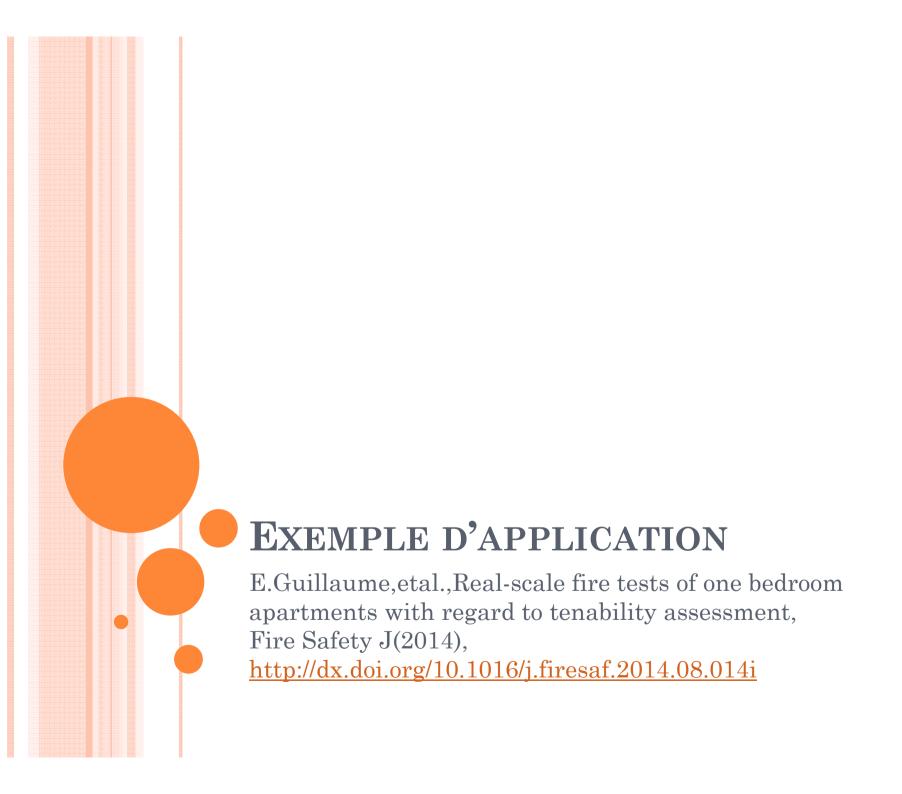
$$= \frac{m[CO]}{[CO_2] - b} + \frac{21 - [O_2]}{(21 - 5,4)\%} + \frac{[HCN]}{150ppm} + \frac{[HCl]}{3700ppm} + \frac{[HBr]}{3000ppm}$$

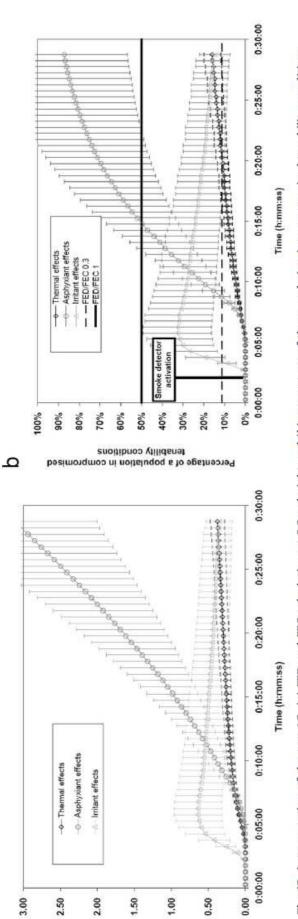
Les paramètres m et b dépendent de la concentration en CO<sub>2</sub> :

- Si [CO<sub>2</sub>] est inférieure à 5%, m = -18 et b = 122000 ;
- Si [CO<sub>2</sub>] est supérieure à 5%, m = 23 et b = 38600.

#### INTERACTION MOUVEMENT - INTOXICATION







FED or FEC

a

Fig. 15. Interpretation of the test 1C: (a) FED and FEC calculation at 0.6 m height and (b) percentage of the population in compromised tenability conditions.

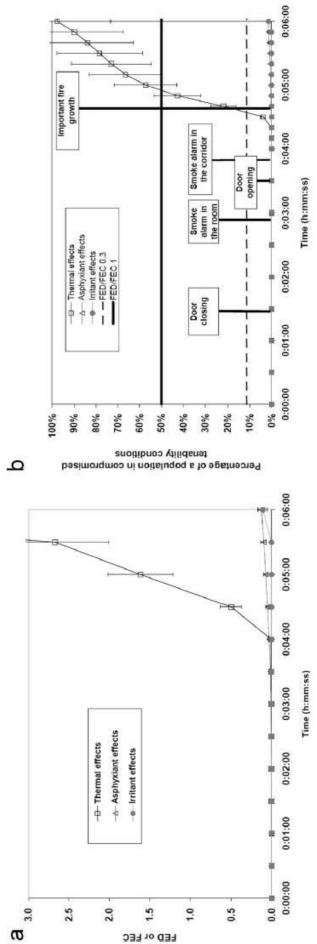


Fig. 17. Interpretation - Scenario 28-II: (a) FED and FEC calculation at the room center and (b) percentage of the population in compromised tenability conditions.