



Observatoire des Appareils à Pression

Réunion publique

Résultats collecte REX et accidentologie
2017 à 2022

Rapport année 6

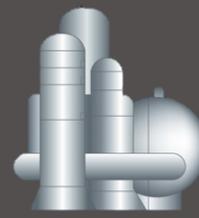
webinaire du 24 avril 2024

14h00 - 17h00

Forme hybride sur [inscription](#)

14h00 – 14h15	Accueil	Jean-Philippe Longin – Président AFIAP	15"
14h15 – 15h00	Résultats de la collecte des contrôles 2022	OBap, Cetim BARPI	20" 20"
15h00 – 16h40	Hydrogène : point de vue du Ministère, de France-Hydrogène et France-Chaudronnerie	BSERR OBap France-Chaudronnerie Cetim - Hymmeet France-Hydrogène AQUAP	20" 10" 20" 20" 20" 10"
16h40 – 17h00	Questions / réponses et conclusion	BSERR, BARPI, OBap, France-Chaudronnerie, Cetim – Hymmeet, France-Hydrogène, AQUAP	20"





OBap

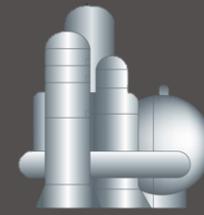
Observatoire des Appareils à Pression

ACCUEIL

Jean-Philippe Longin

Président AFIAP





OBap

Observatoire des Appareils à Pression

***Résultats de la collecte des
contrôles & REX 2022***

Jean-Louis Iwaniack / Dominique Deveaux

animateur OBAP / Expert Cetim



➤ Les ESP et les RPS et les CTP

Typologie des équipements à traiter :

- Générateurs de vapeur (GV)
- Autoclaves (ACAFR)
- Récipients fixes
- Récipients à pression simple (RPS)
- Systèmes frigorifiques selon CTP (SF)
- Tuyauteries ,
- Tous les CTP depuis 2022

Extension à venir : ESPT, ...

➤ Les données :

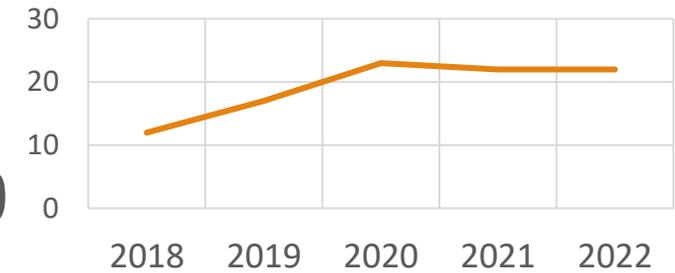
➤ Périmètre non constant entre 2018 et 2020

➤ Graphe à 2 échelles

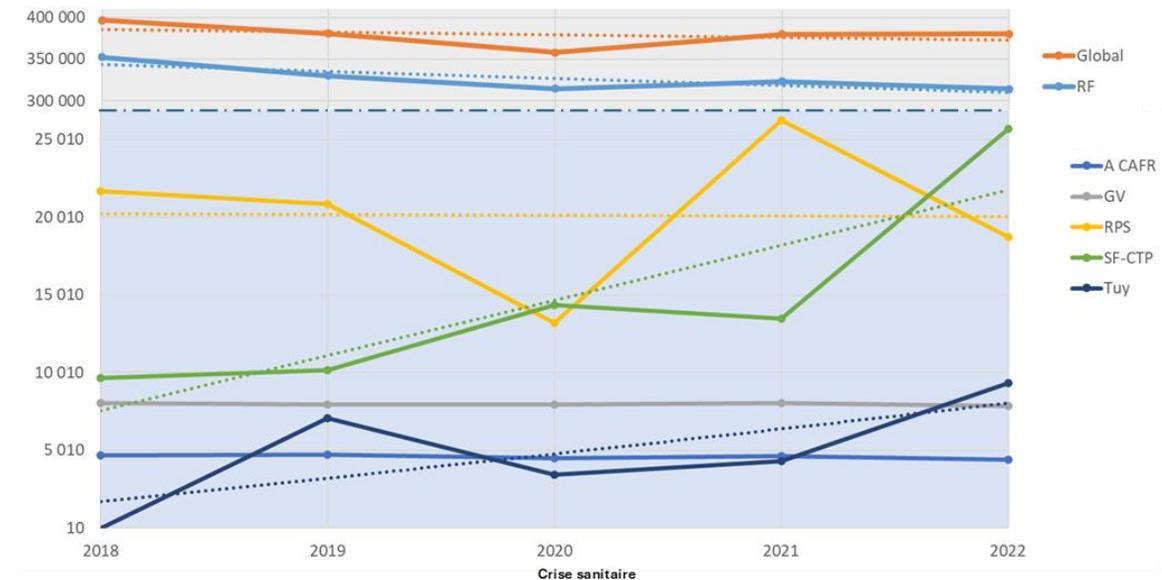
➤ 2020 : Pandémie

➤ Définition contributeur :

Nombre de contributeurs



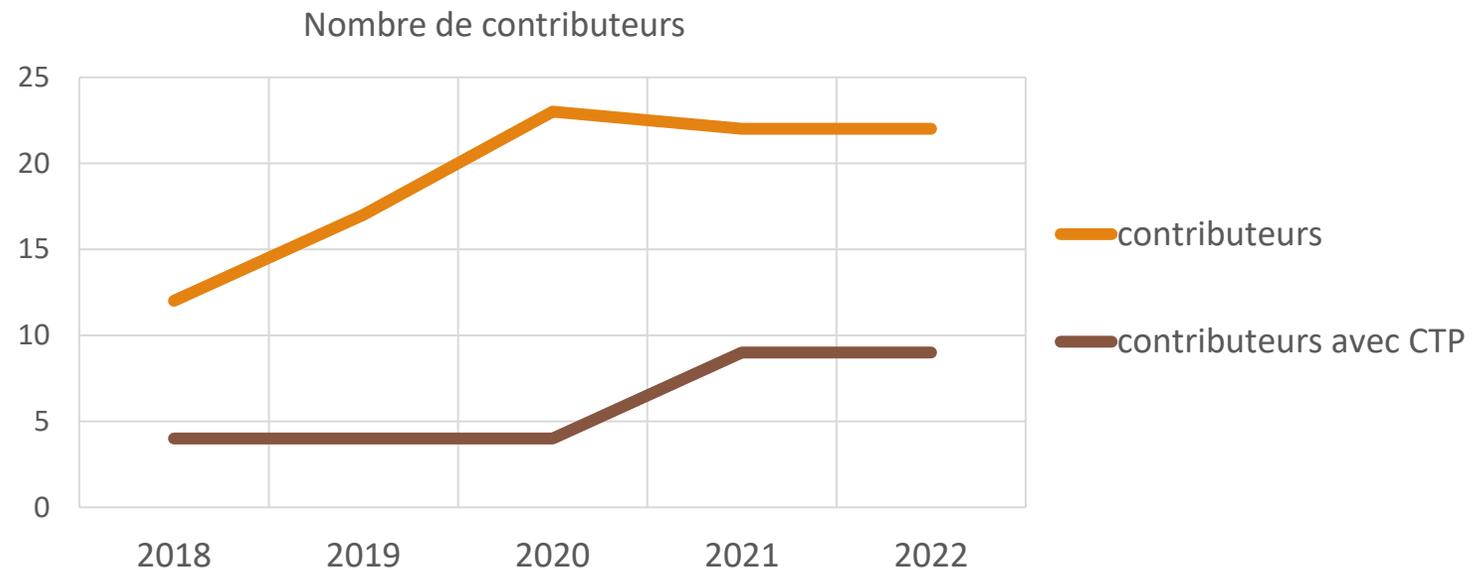
Quantitatifs globaux



Contributeurs	
1	AFGC (4 CTP)
2	AFIAP (4 CTP)
3	ALSTOM (1 CTP)
4	CFPB (2 CTP)
5	COPACEL (1 CTP)
6	FEDENE (1 CTP)
7	RTE (1 CTP)
8	SNPAA (1 CTP)
9	UFIP (2 CTP)
10	USNEF (1 CTP)

Contributeurs
EDF (SIR)
TECNEA (SIR, OH)
FILIANCE (organismes)
STORENGY (SIR)

Tous les contributeurs ont répondu à l'exception d'une structure qui n'a pas mis en service son matériel attaché à ce CTP.



		Nombre d'équipement en fonction			
	ANNEE	Requalification périodique	Inspection périodique	Moyenne	Ecart type
TOTAL	2022	1 731 153	1 577 616	1 654 384	76 769

Le Parc National estimé (PNe) :
1.5 <PNe< 2.3 millions
d'équipements en exploitation

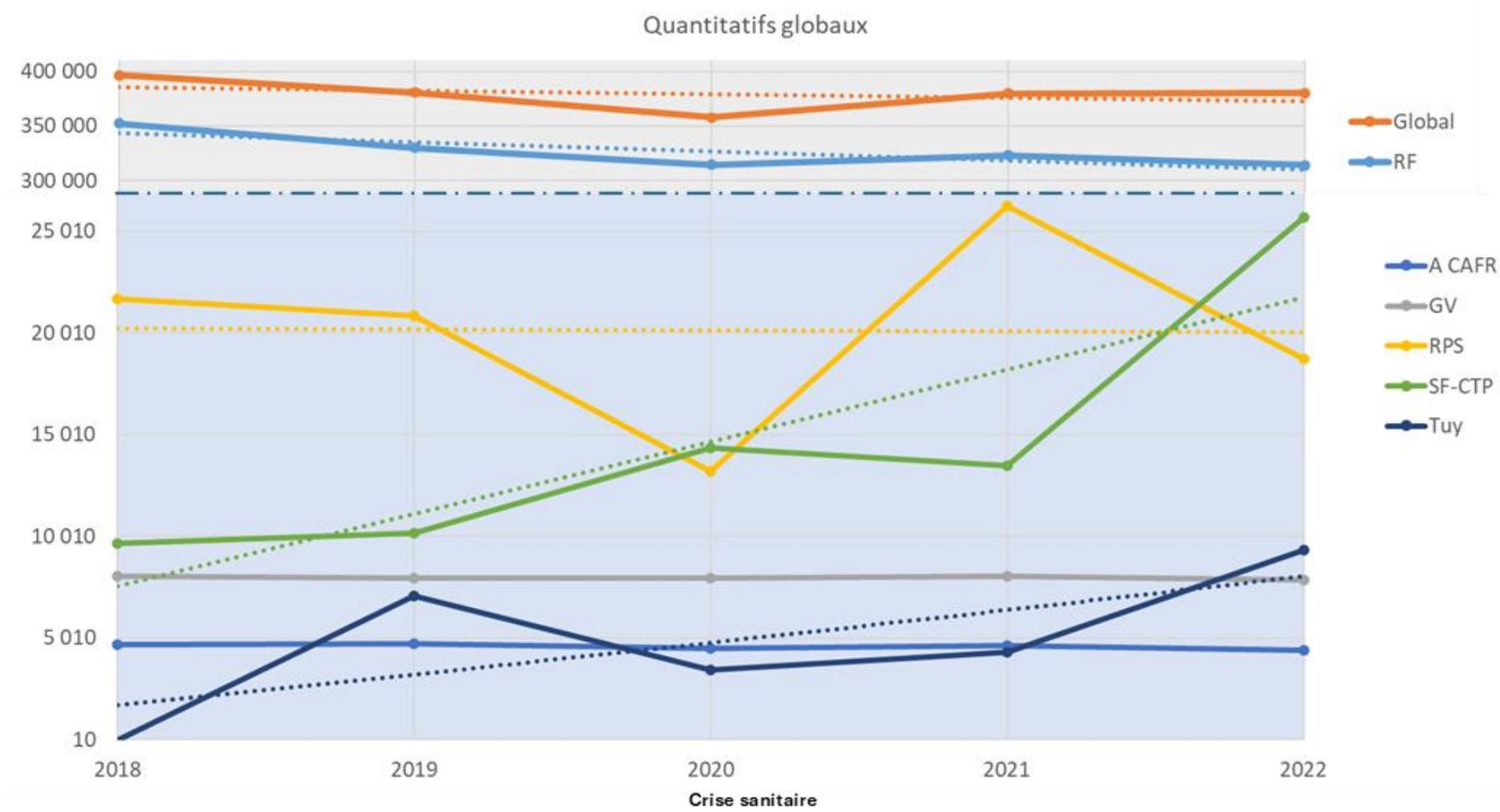
Résultats année 6 : Evolution 2017 à 2022



TYPOLOGIE	CONTRÔLE (anciennement somme des contrôles)						Evolution de CONTRÔLE depuis 2017 en %				
	2017	2018	2019	2020 (Pandémie)	2021	2022	2017 2018	2017 2019	2017 2020	2017 2021	2017 2022
Autoclave CAFR	7 575	4 668	4 733	4 501	4 625	4 406	- 38	- 38	- 41	- 39	-42
Générateur de Vapeur	10 806	8 048	7 975	7 940	8 027	7 880	- 26	- 26	- 27	- 26	-27
Réceptacles à pression simples RPS	26 285	21 702	20 856	13 201	26 264	18 736	- 17	- 21	- 50	0	-28
Réceptacles fixes	343 758	352 566	329977	314 689	323 303	314 263	3	- 4	- 8	- 6	-8
Systèmes frigorifiques	10 207	9 641	10 172	14 348	13 478	25721	- 6	0	41	32	152
Tuyauterie	19	0	7098	3 425	4 299	9 315	NA	>100	>100	>100	>100
TOTAL	398 650	396 625	380 811	358 104	379 996	380 321	- 1	- 4	- 10	- 5	5

+2.3 millions de Contrôles collectés en 6 ans

Résultats année 6 : Evolution 2017 à 2022



+2.3 millions de Contrôles collectés en 6 ans

Contrôles 2022:

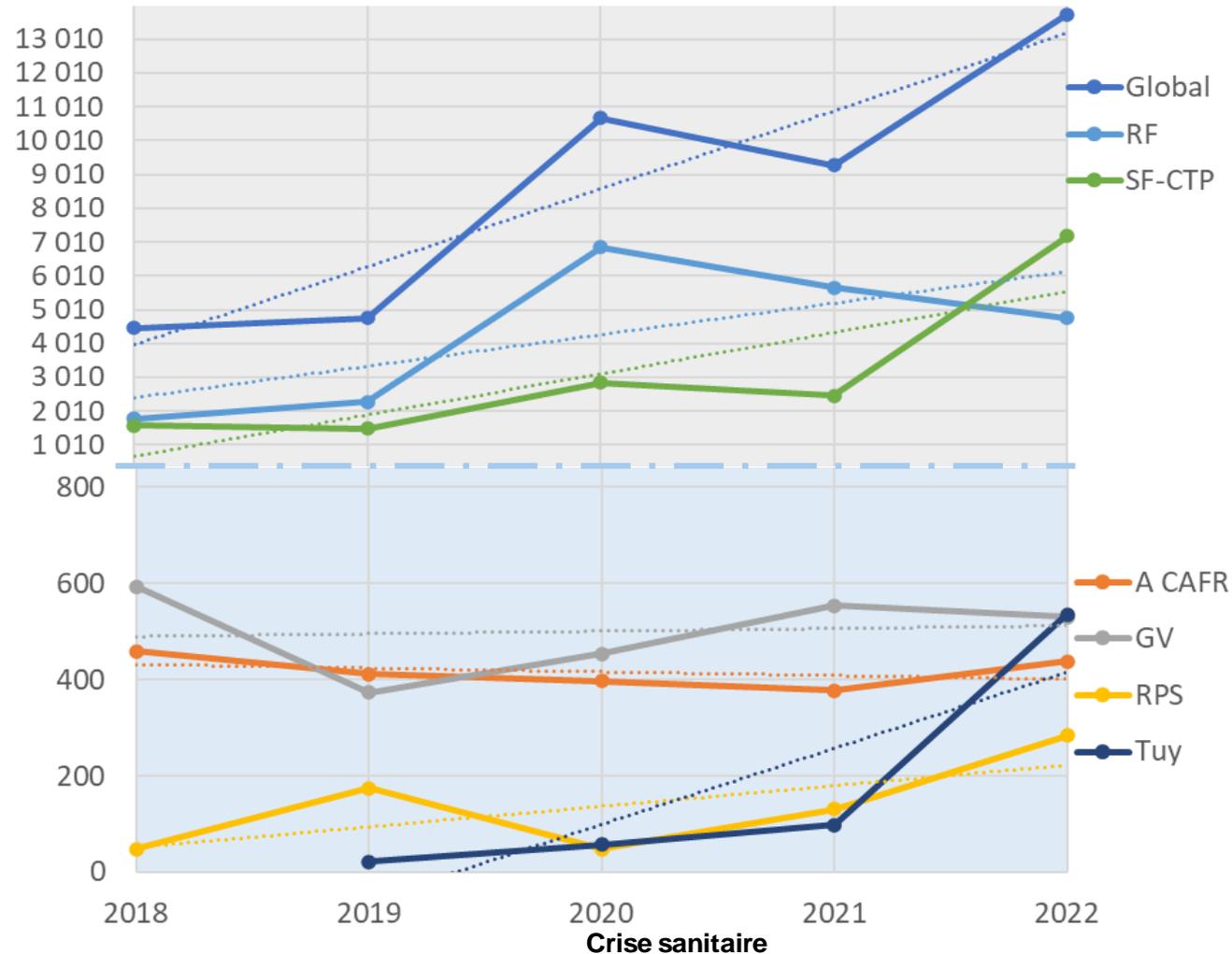
- Les quantitatifs, pour toutes les familles des Autoclaves CAFR aux RF, sont sous le niveau de 2018,
- Seules les catégories SF-CTP et tuyauteries contrôlées continuent d'augmenter,
- Au global, le nombre total d'équipements contrôlés restent cette année à des niveaux comparables à 2019 et 2021

Résultats année 6 : CMS (Contrôle Mise en Service)



TYPOLOGIE	Controle de Mise en Service					Evolution				Evolution	
	2018	2019	2020 (Pandémie)	2021	2022	2018- 2019	2019- 2020	2020- 2021	2021- 2022	2018- 2021	2018- 2022
Autoclave CAFR	459	412	397	377	438	-10%	-4%	-5%	16%	-18%	-5%
Générateur de Vapeur (GV)	593	374	454	554	531	-37%	21%	22%	-4%	-7%	-10%
Récipients à pression simple RPS	48	175	48	131	284	265%	-73%	173%	117%	173%	492%
Récipients Fixes	1 794	2 287	6 863	5 657	4 770	27%	200%	-18%	-16%	215%	166%
SF-CTP Groupe froid selon CTP	1 579	1 492	2 861	2 460	7 183	-6%	92%	-14%	192%	56%	355%
Tuyauterie (**)		22	57	99	536	NA	159%	74%	441%	350%	2336%
TOTAL	4 473	4 762	10 680	9 278	13 742	6%	124%	-13%	48%	107%	207%

Contrôle de Mise en service

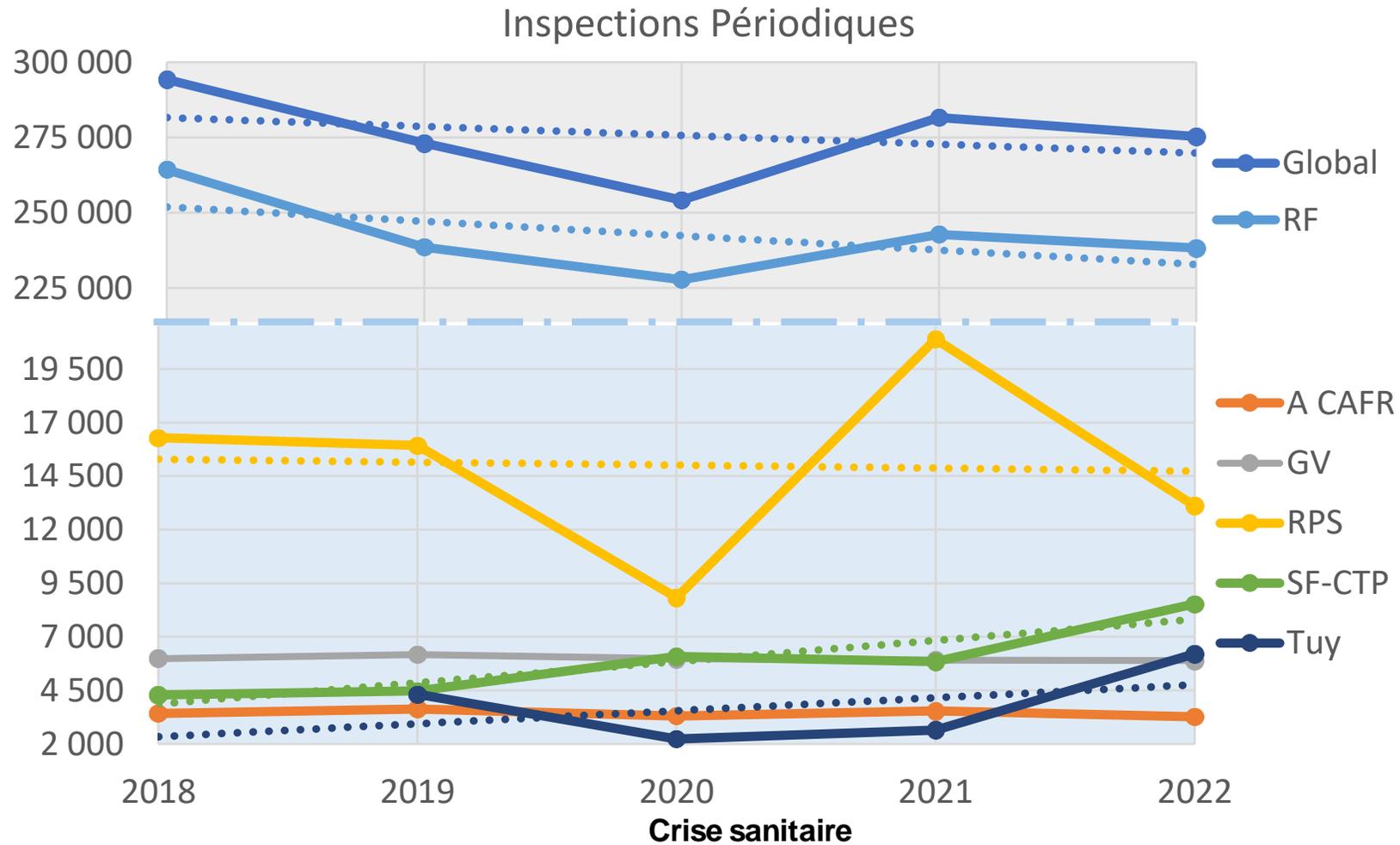


TYPOLOGIE	Fréquence de refus				
	2018	2019	2020	2021	2022
Autoclave CAFR	0,9%	2,7%	0,5%	2,1%	0,5%
Générateur de Vapeur (GV)	0,8%	1,6%	2,6%	2,5%	3,4%
Récipients à pression simple RPS	8,3%	6,3%	25,0%	12,2%	5,6%
Récipients Fixes	3,6%	1,5%	0,0%	2,2%	2,2%
SF-CTP Groupe froid selon CTP	0,3%	11,9%	4,8%	9,4%	0,0%
Tuyauterie (**)	NA	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
TOTAL	1,8%	5,0%	1,5%	4,3%	1,0%

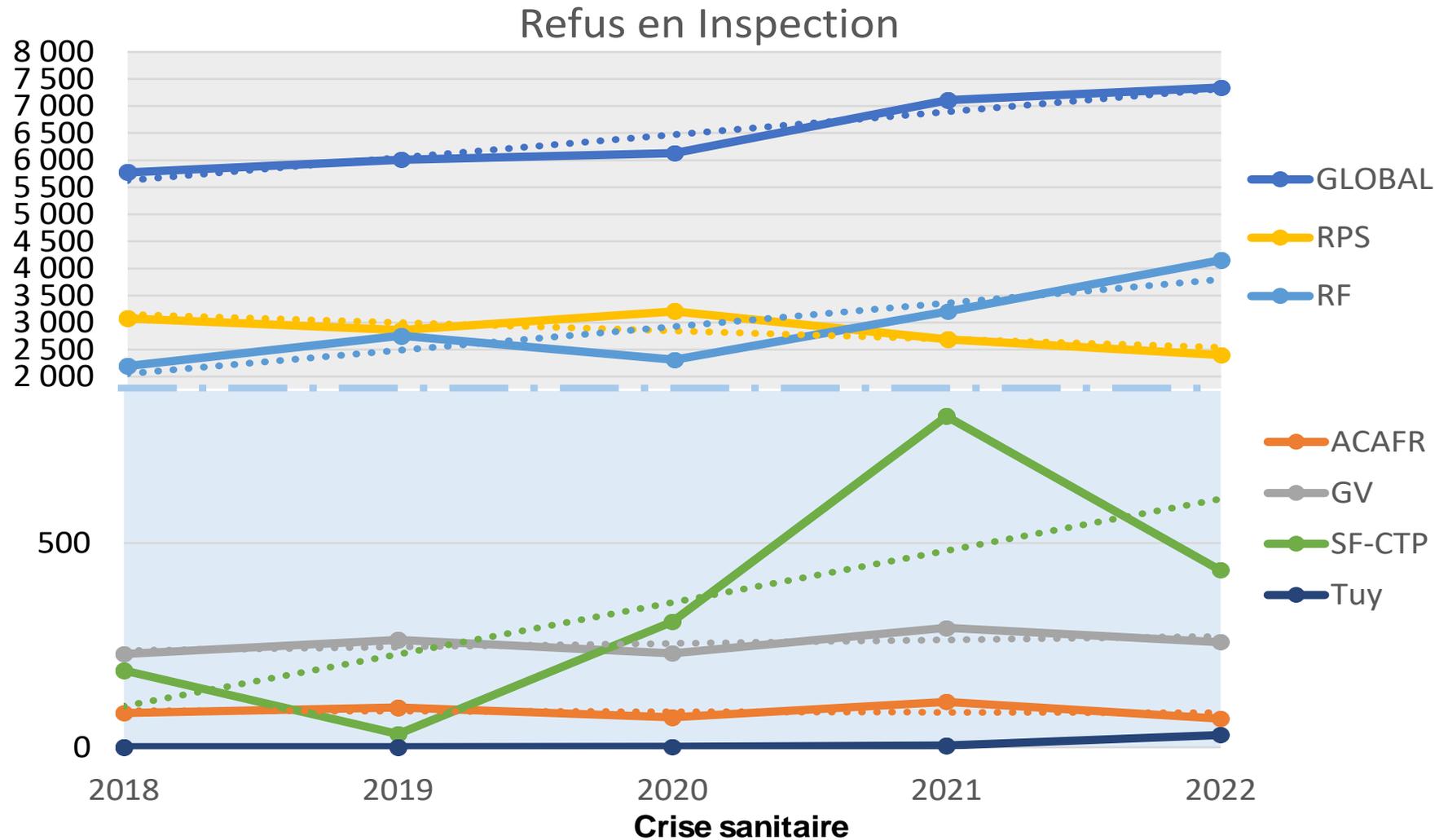
Contrôles 2022 :

- Augmentation notable des CMS pour les SF-CTP et Tuyauterie, au global ce sont eux qui entraînent les résultats à la hausse.
- Cette progression est produite par les contrôles réalisés avec plan d'inspection.
- A noté une fréquence de refus la plus basse depuis 2018 (1% en 2022 contre 5% en 2019) .

Résultats année 6 : IP (Inspection Périodique)



Résultats année 6 : IP (Inspection Périodique)



Contrôles 2022 :

- Retour à une certaine stabilité du nombre d'inspection réalisé avec une année comparable à 2019, et là encore majoritairement porté par les RF et influencés par les SF-CTP et Tuyauterie.
- Cette progression est produite par les contrôles réalisés sans plan d'inspection.
- Une fréquence de refus en hausse continue depuis 2018, et issue majoritairement des inspections périodiques sans plan d'inspection.

Résultats année 6 : Répartition des non-conformités

SEC0/SECV0/SEC1/SEC2 : nombre de non-conformité liée à un **accessoire de sécurité**

PRE0/PREV0/PRE1/PRE2 : **accessoire sous pression**

PAR0/PAR1/PAR2 : nombre de non-conformité liée à **l'épaisseur de paroi**

MRA0/MRAV0/MRA1/MRA2 : nombre de non-conformité liée à un **manquement aux règles administratives** impactant directement la sécurité de l'appareil en exploitation

EPR 1 : nombre de non-conformité liée à **l'épreuve** lors d'une RP

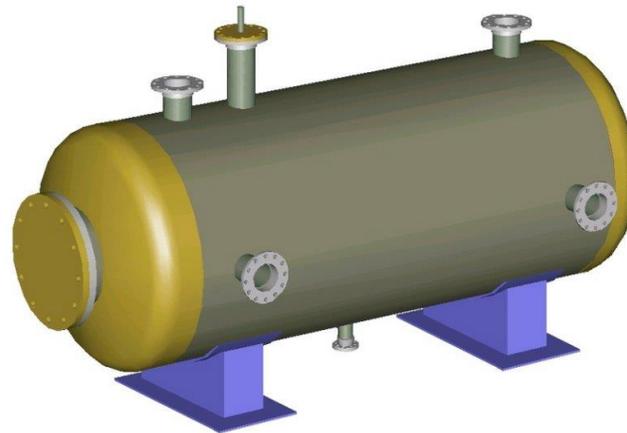
Avec :

0 = lors d'un CMS,

V0 = lors d'un CMSV,

1 = lors d'une RP,

2 = lors d'une IP)



CMS : contrôles de mise en service

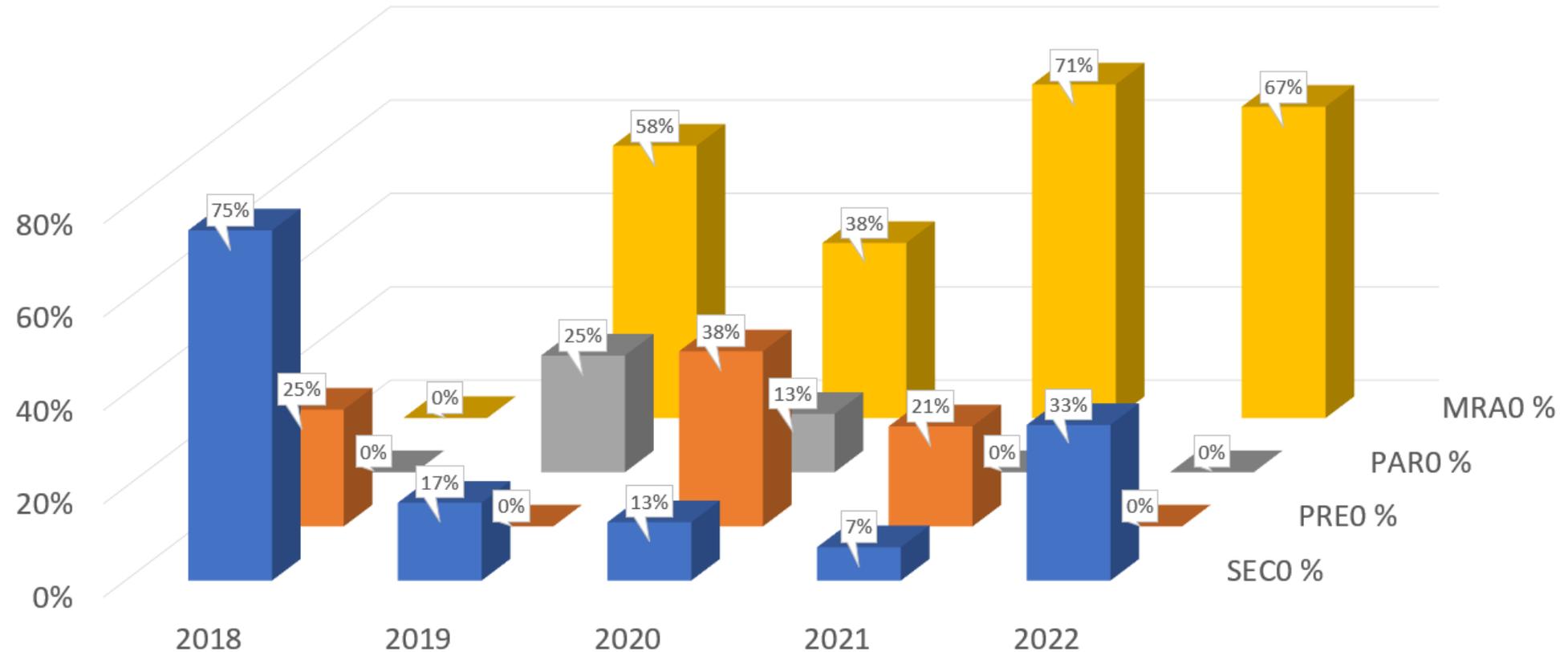
CMSV : contrôles de mise en service volontaire

RP : requalifications périodiques

IP : inspections périodiques

Résultats année 6 : Répartition des non-conformités

ACAFR: Répartition des non-conformités en Contrôle de Mise en Service

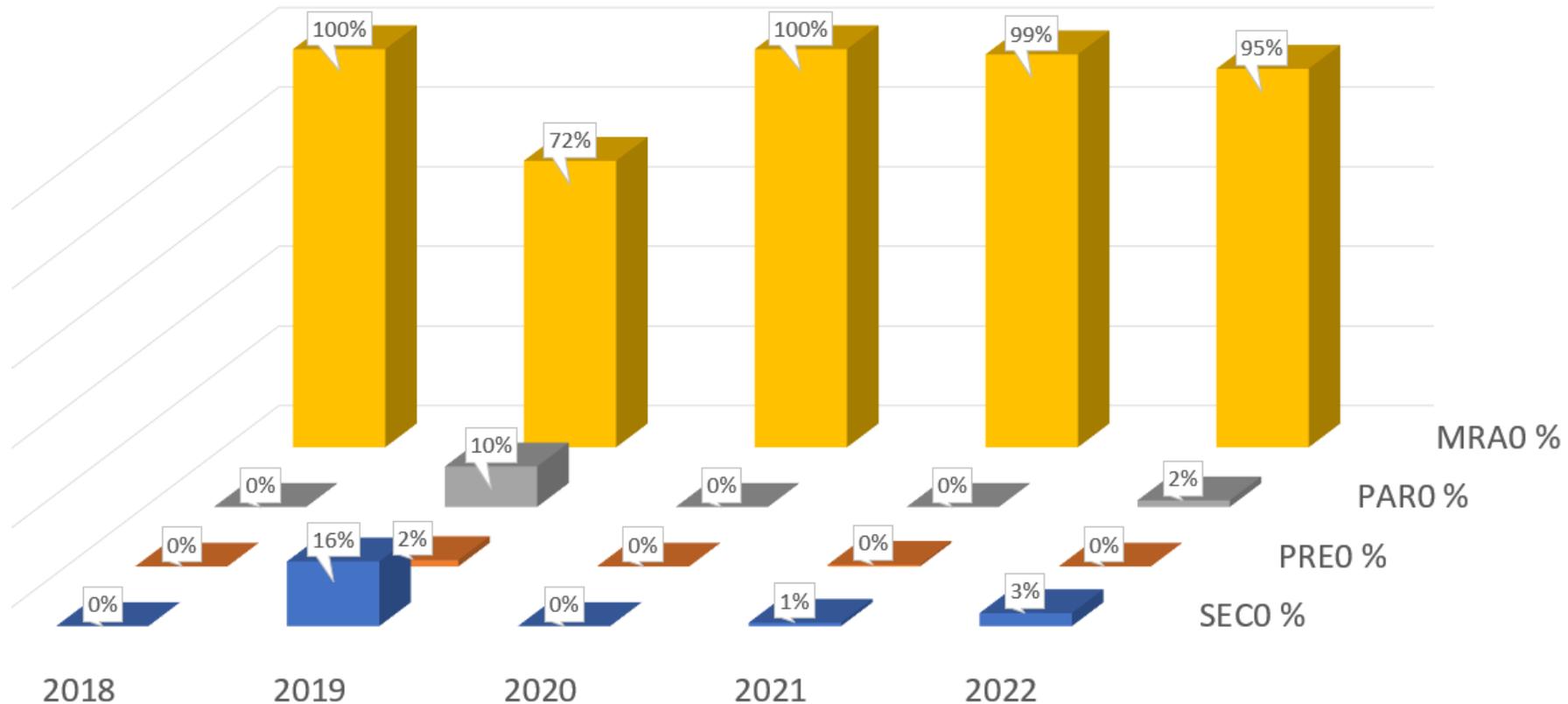


CMS : contrôles de mise en service , **CMSV** : contrôles de mise en service volontaire, **RP** : requalifications périodiques, **IP** : inspections périodiques
 0 = lors d'un CMS, VO = lors d'un CMSV, 1 = lors d'une RP, 2 =lors d'une IP)

SEC = accessoire de sécurité, **PRE** = accessoire sous pression, **PAR** = épaisseur de paroi, **MRA** = manquement aux règles administratives

Résultats année 6 : Répartition des non-conformités OBap

SF-CTP : Répartition des non-conformités en Contrôle de Mise en Service



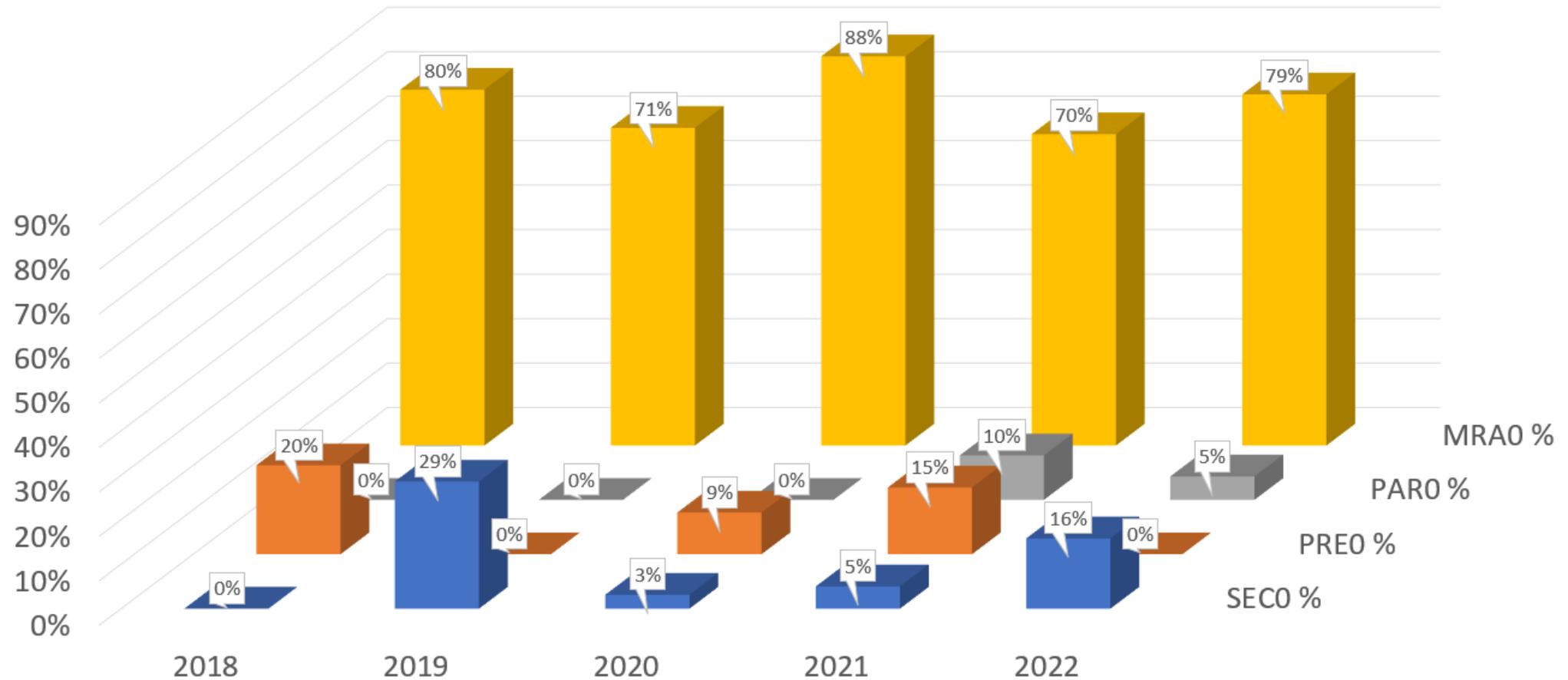
CMS : contrôles de mise en service , **CMSV** : contrôles de mise en service volontaire, **RP** : requalifications périodiques, **IP** : inspections périodiques

0 = lors d'un CMS, VO = lors d'un CMSV, 1 = lors d'une RP, 2 =lors d'une IP)

SEC = accessoire de sécurité, **PRE** = accessoire sous pression, **PAR** = épaisseur de paroi, **MRA** = manquement aux règles administratives

Résultats année 6 : Répartition des non-conformités

GV : Répartition des non-conformités en Contrôle de Mise en Service



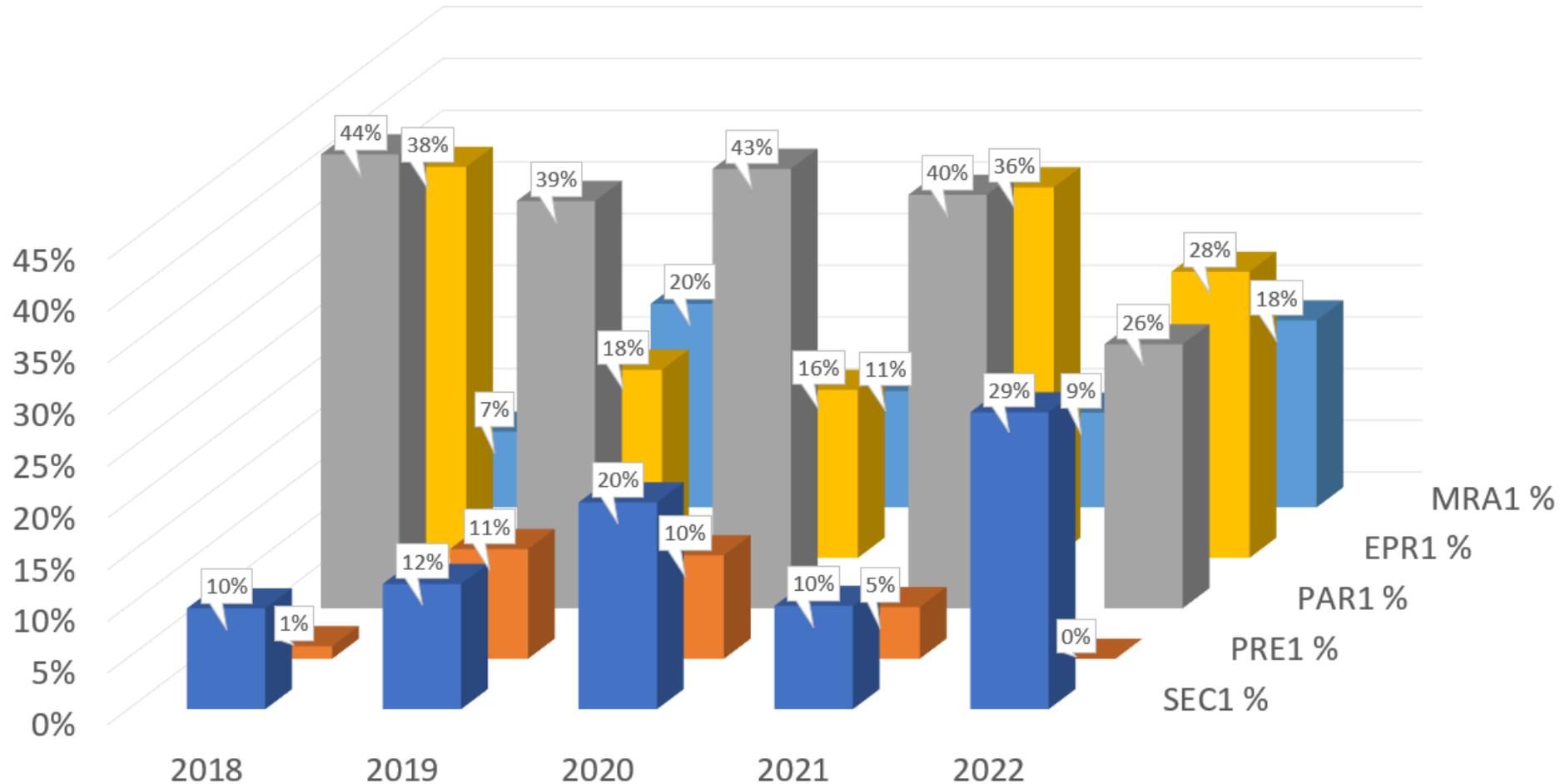
CMS : contrôles de mise en service , **CMSV** : contrôles de mise en service volontaire, **RP** : requalifications périodiques, **IP** : inspections périodiques

0 = lors d'un CMS, VO = lors d'un CMSV, 1 = lors d'une RP, 2 =lors d'une IP)

SEC = accessoire de sécurité, **PRE** = accessoire sous pression, **PAR** = épaisseur de paroi, **MRA** = manquement aux règles administratives, **EPR** = épreuve

Résultats année 6 : Répartition des non-conformités

GV: Répartition des non-conformités en Requalification Périodique



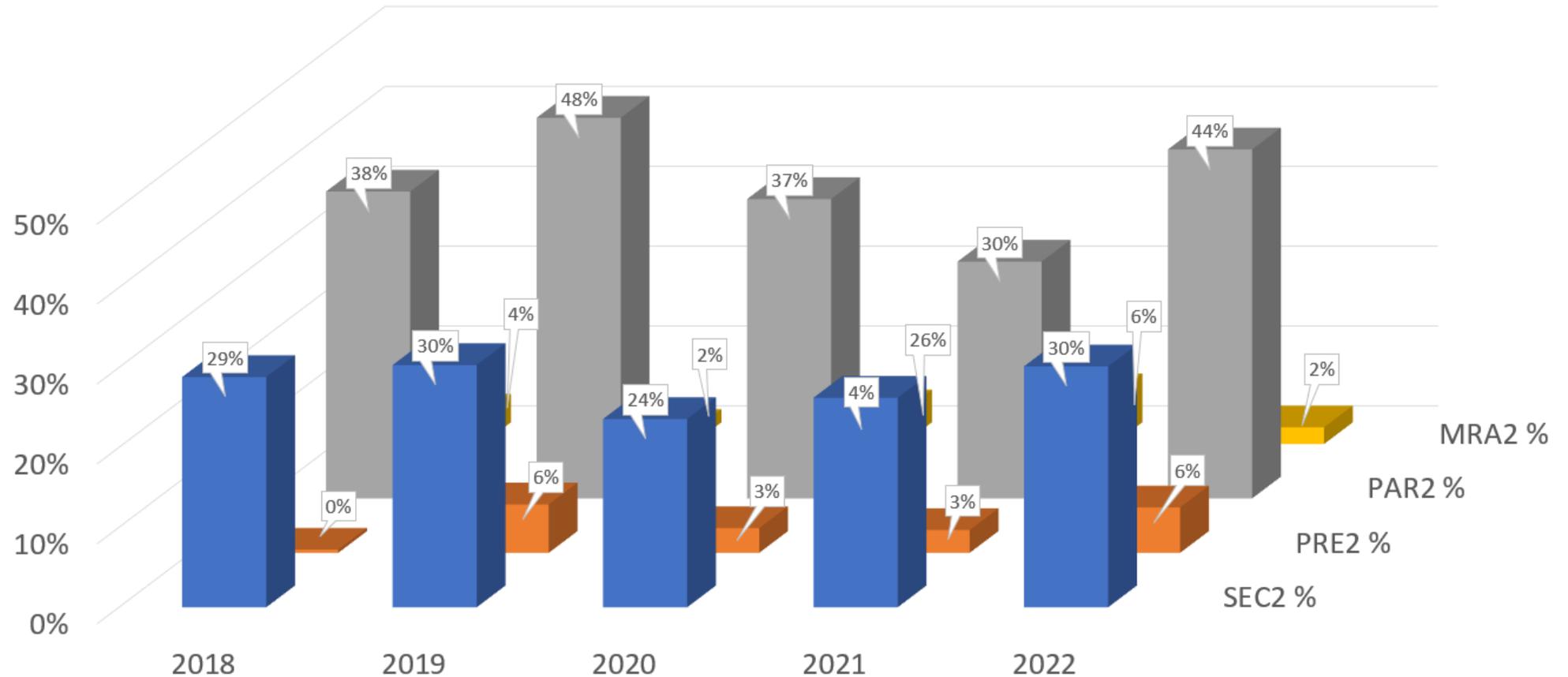
CMS : contrôles de mise en service, CMSV : contrôles de mise en service volontaire, RP : requalifications périodiques, IP : inspections périodiques

0 = lors d'un CMS, VO = lors d'un CMSV, 1 = lors d'une RP, 2 = lors d'une IP

SEC = accessoire de sécurité, PRE = accessoire sous pression, PAR = épaisseur de paroi, MRA = manquement aux règles administratives, EPR = épreuve

Résultats année 6 : Répartition des non-conformités

GV: Répartition des non-conformités en Inspection Périodique



CMS : contrôles de mise en service , **CMSV** : contrôles de mise en service volontaire, **RP** : requalifications périodiques, **IP** : inspections périodiques

0 = lors d'un CMS, VO = lors d'un CMSV, 1 = lors d'une RP, 2 =lors d'une IP)

SEC = accessoire de sécurité, **PRE** = accessoire sous pression, **PAR** = épaisseur de paroi, **MRA** = manquement aux règles administratives, **EPR** = épreuve

Résultats année 6 : Répartition des non-conformités

Synthèse :

- La répartition des non-conformités a peu évolué sur cette campagne de contrôles.
- Elles sont principalement dues à des non-conformités liées :

	Epaisseurs de paroi	Accessoires de sécurité	règles administratives
CAFR appareil à couvercle amovible à fermeture rapide	X	X	X
GV Générateur de Vapeur	X	X	
RPS récipient à pression simple (couvert par la directive DRPS)	X	X	X
RF récipient à pression fixe (couvert par la DESP)			X
Tuyauterie tuyauterie telle que définit dans l'arrêté [7]	X		X

Résultats année 6 : Exemple d'analyse de CTP



Exemple : Echangeur Graphite

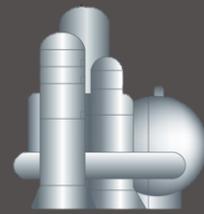
CTP n° 14 : nature de l'exigence	A la charge de	A destinati on de	Spécificités du CTP	Commentaires du rédacteur	Situation du document : Retour d'expérience de l'application du CTP n°14 (31/03 2022)		
					Echangeur	Autres récipients (Colonne, ...)	Commentaire
Annexe 4 : Gestion du retour d'expérience	CTNIIC France CHIMIE, UFIP	OBAP pour DGPR (Art. 4 de la BSERR 20- 017)	Le CTP propose un modèle de fiche de REX.	Le CTP vise explicitement la remontée d'information vers l'OBAP.	Rubrique « Echangeur »	Rubrique « Autres récipients (colonnes ...)	Les items en tête de colonne du REX correspondent aux items du § 5 du CTP : Dispositions particulières de surveillance en exploitation : Conforme

Avis sur le REX :

Le REX concerne 43 équipements ayant fait l'objet de 48 contrôles dont 4 refus concernant uniquement les calandres en acier des circuits d'eau de réfrigération.

La conclusion sur l'absence de difficultés particulières d'application du CTP est explicite ainsi que l'absence de découverte de nouveau mode d'endommagement. Sans que cela apparaisse explicitement on notera l'absence de préconisation en faveur d'une révision du CTP.

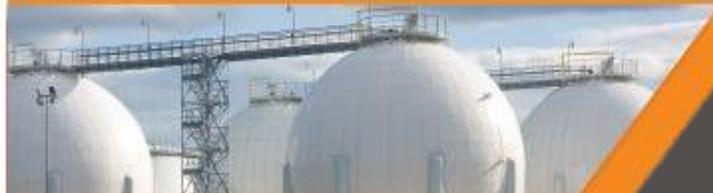
Les différents remplacements d'éléments internes effectués sont de nature à confirmer l'efficacité des IP et des actions correctives qui en découlent. Le mode de dégradation des composants graphite par chocs mécaniques ou thermiques est confirmé.



OBap

Observatoire des Appareils à Pression

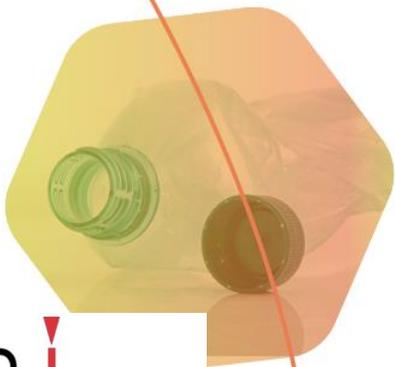
Accidentologie 2022



Vincent Perche



Accidentologie AP 2022



Vincent PERCHE – Adjoint au chef du BARPI

24/04/2024

Réglementation

Article L.557-49 (Produits et équipements à risques) :

Tout opérateur économique, tout exploitant et tout organisme habilité porte, dès qu'il en est informé, à la connaissance de l'autorité administrative concernée :

1° Tout accident occasionné par un produit ou un équipement ayant entraîné mort d'homme ou ayant provoqué des blessures ou des lésions graves ;

2° Toute rupture accidentelle en service d'un produit ou d'un équipement soumis à au moins une opération de contrôle prévue à l'article L. 557-28.



Réglementation

Article R.512-69 (ICPE) :

L'exploitant d'une installation soumise à autorisation, à enregistrement ou à déclaration est tenu de déclarer, dans les meilleurs délais, à l'inspection des installations classées les accidents ou incidents survenus du fait du fonctionnement de cette installation qui sont de nature à porter atteinte aux intérêts mentionnés à l'article L. 511-1.

Importance pour les exploitants d'ICPE de déclarer aussi les événements AP dans une ICPE qui répondent aux critères du R.512-69

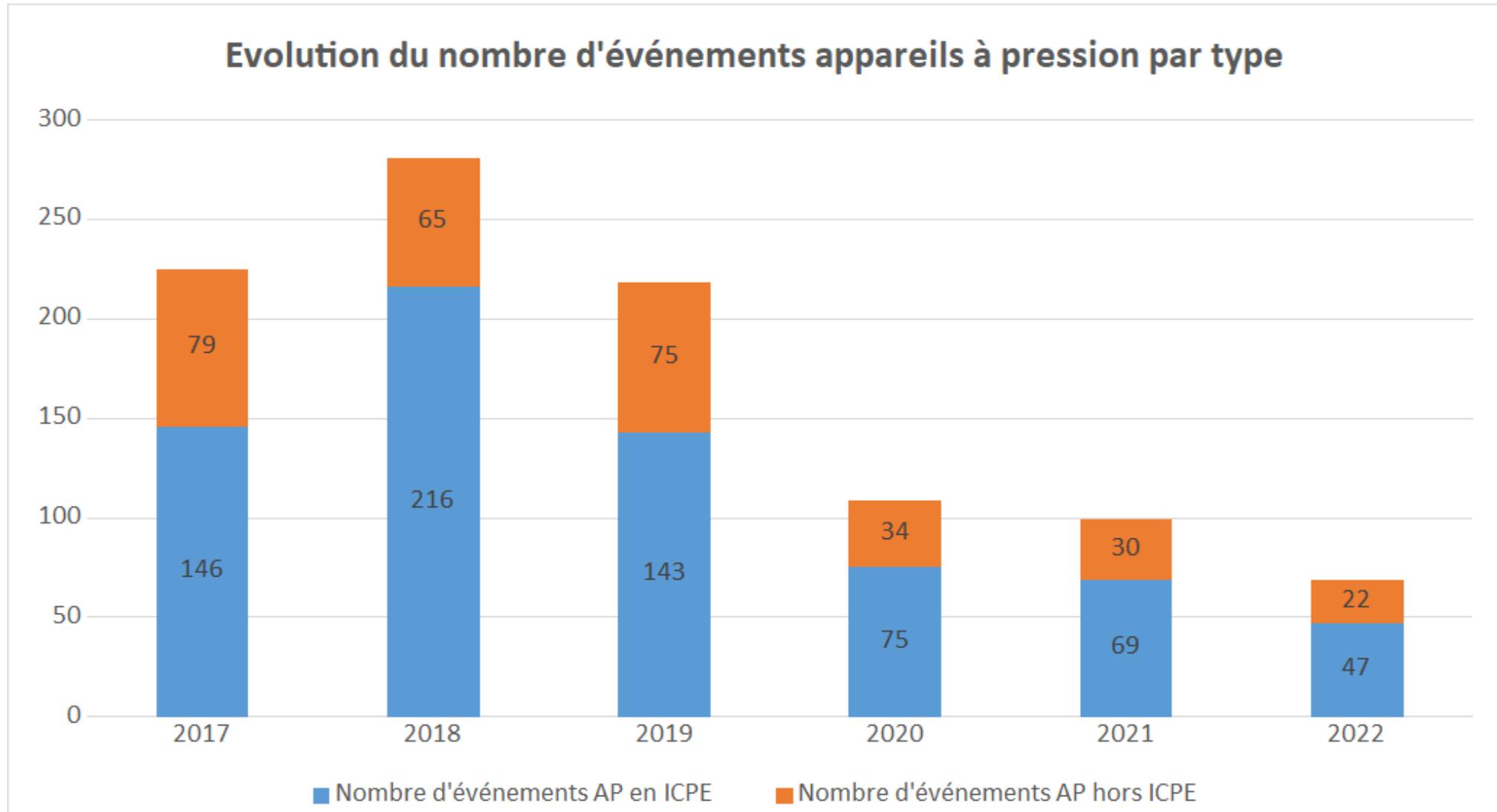
Champs couverts

Pertes de confinement sur un appareil à pression durant l'année 2022 recensés dans la base de données ARIA du BARPI

⇒ sont exclues de l'analyse :

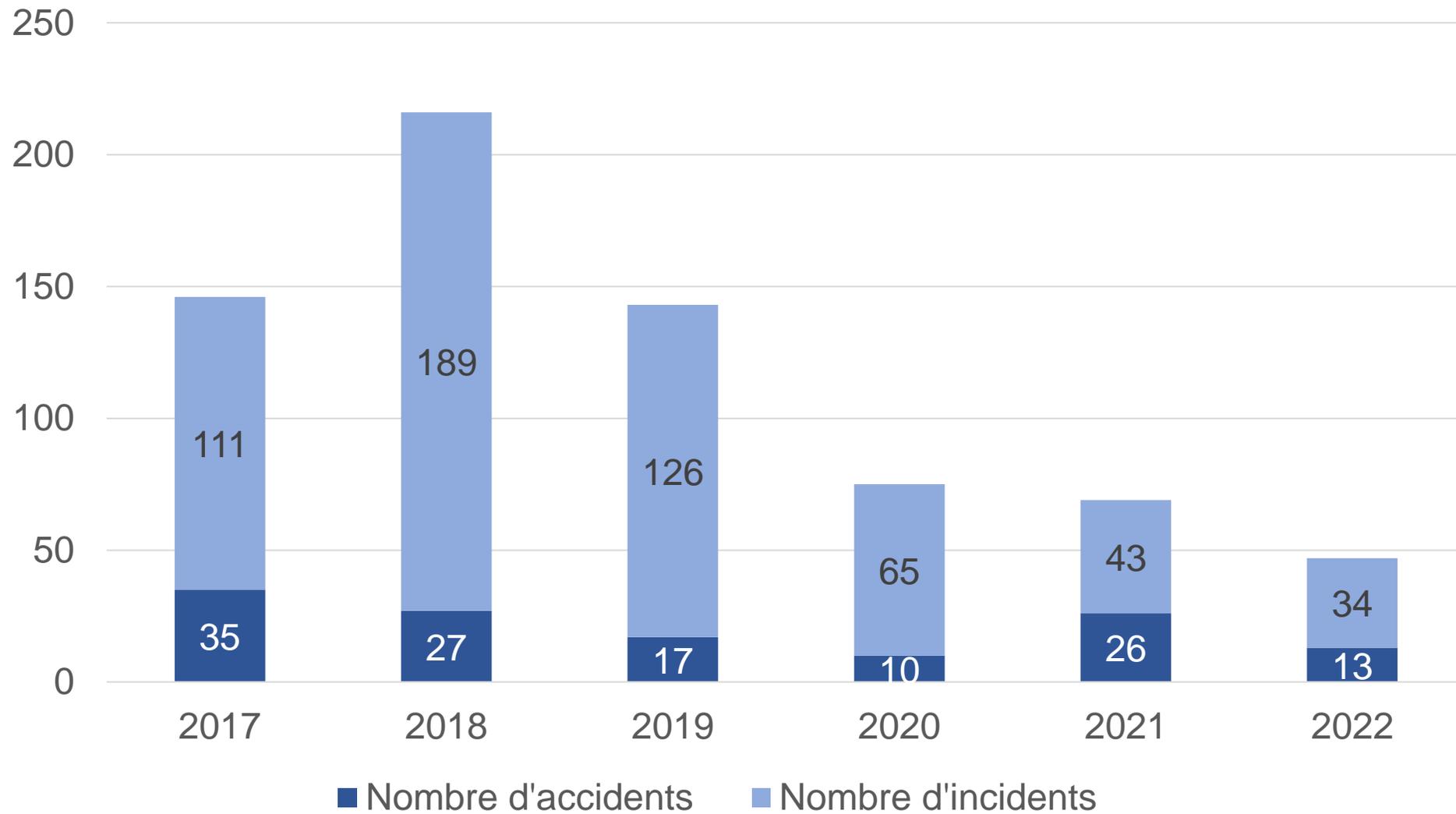
- les chaudières individuelles (particuliers / pression < seuil AP) ;
- les flexibles ou les appareils reliés à des bouteilles de gaz domestique (particuliers) ;
- les pompes de station-service ;
- les canalisations de transport (ex : gaz, vapeur, hydrocarbures, H₂...).

Accidentologie AP



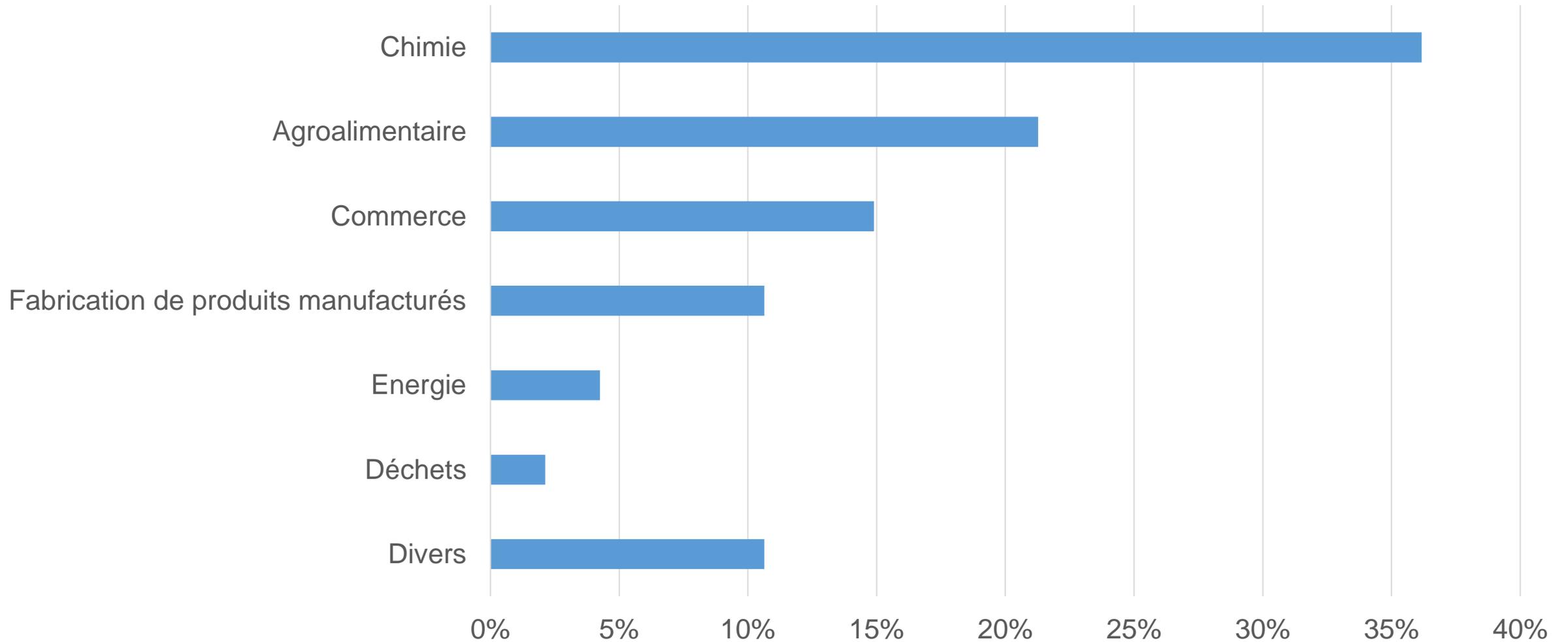
Nota : Parc des appareils à pression est estimé par l'OBAP entre 1.5 et 2.3 millions d'appareils à pression

Accidentologie AP en ICPE



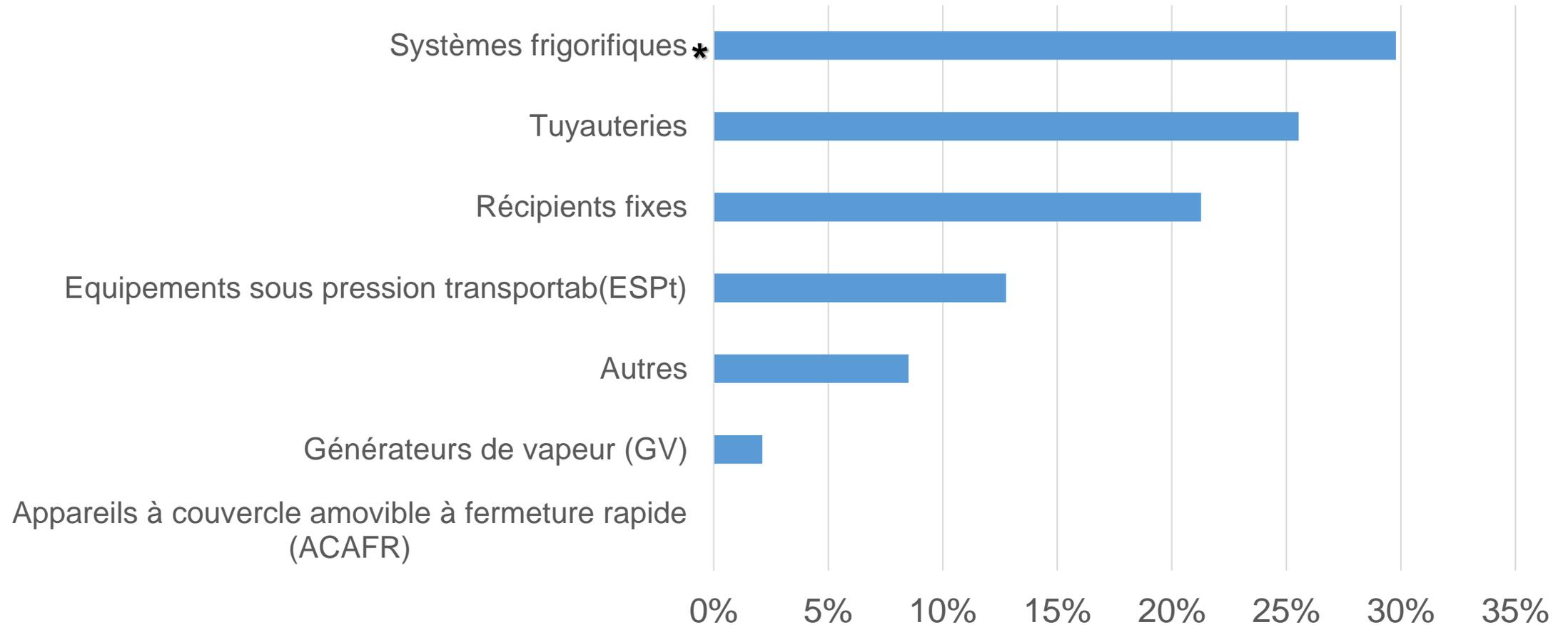
Accidentologie AP en ICPE

Événements ICPE par secteur d'activité en 2022



Accidentologie AP en ICPE

Evénements ICPE par type d'équipement en 2022

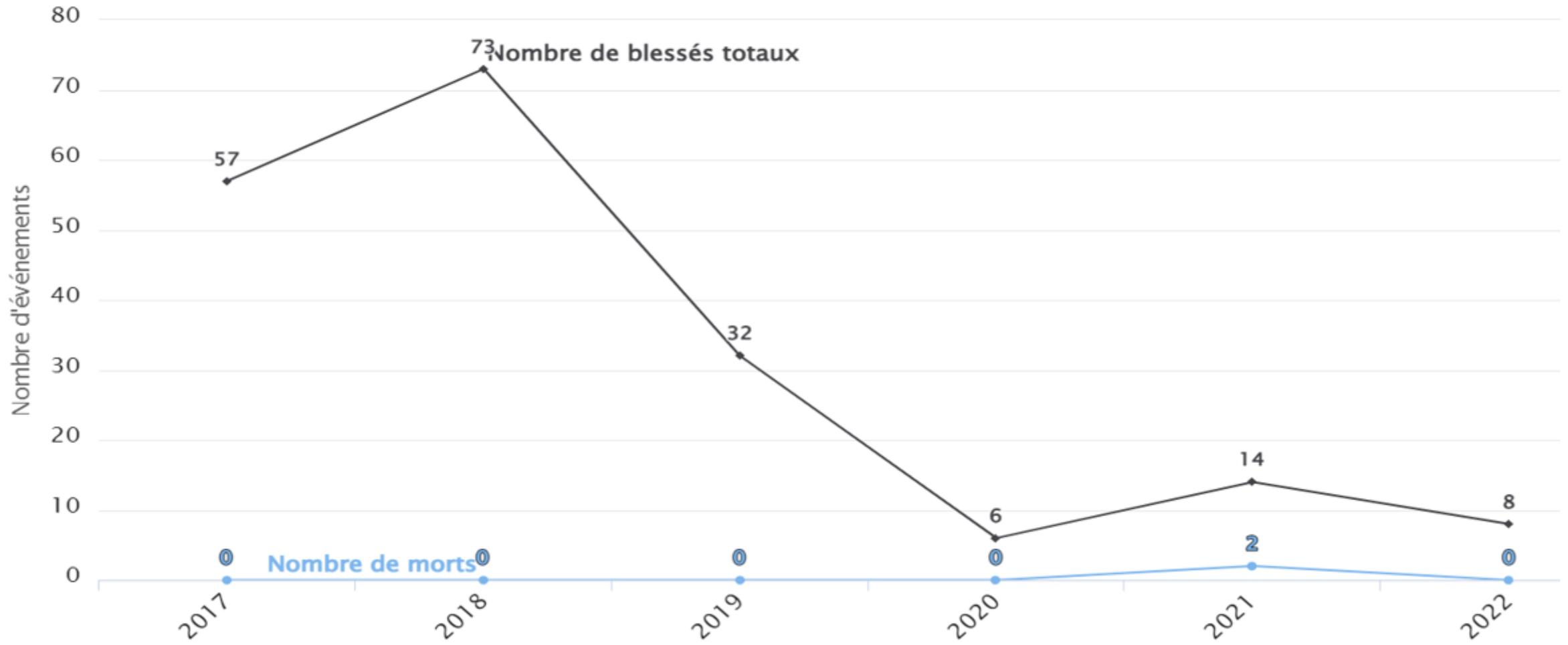


* 2021 : 19 événements, 2022 : 14 événements

La réglementation des équipements frigorifiques sous pression a évolué avec mise en œuvre au 01-01-2021

Accidentologie AP en ICPE

Evolution des conséquences humaines



Accidentologie AP en ICPE : exemple

Explosion d'une cuve de gaz liquide dans une usine recyclage de cuves

		<input type="checkbox"/>	ARIA - 10-05-2022 - 24 - LA FEUILLADE					
		<input type="checkbox"/>	<i>Naf 52.10 : Entreposage et stockage</i>					
		<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/>						

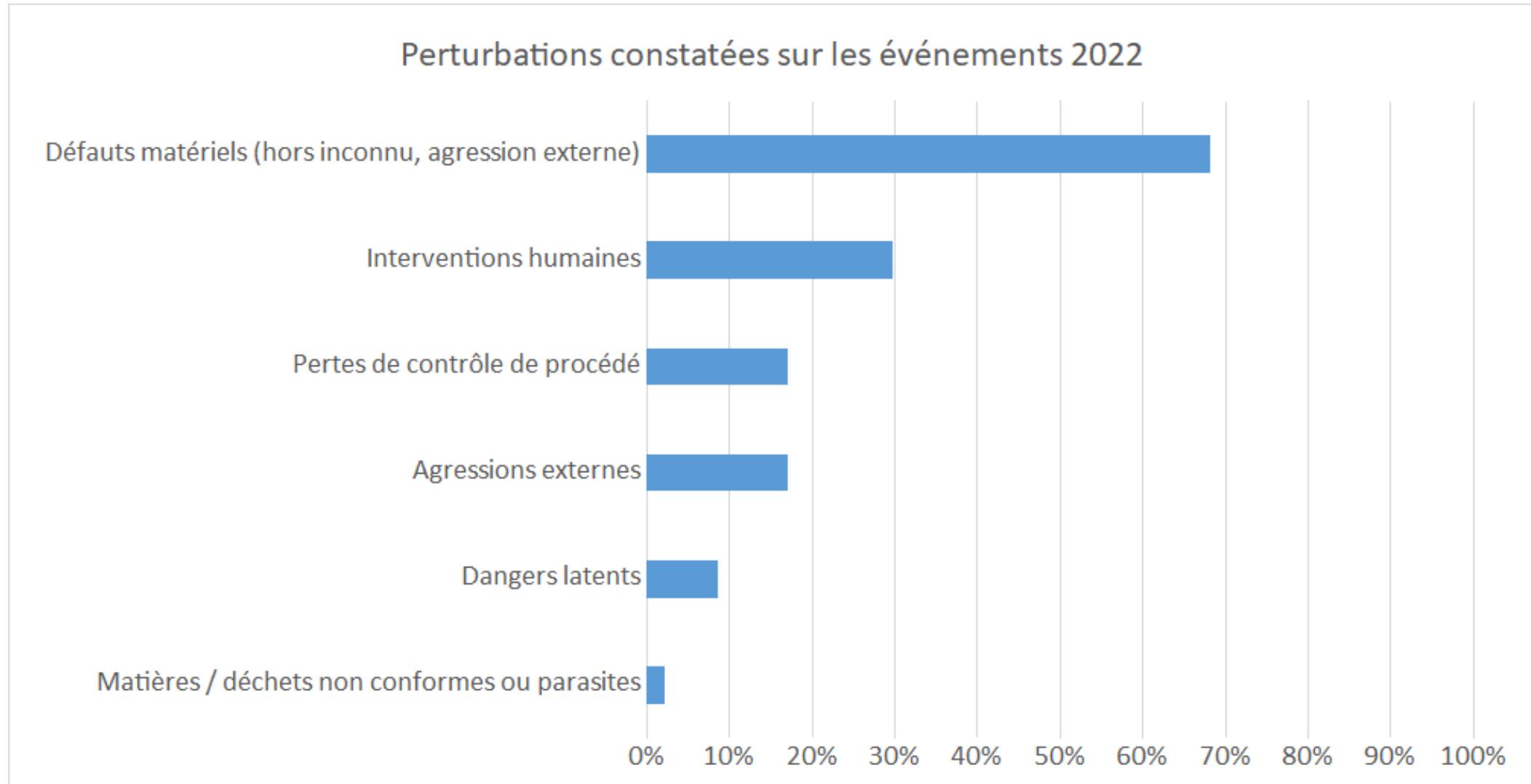
Vers 14h45, à la suite d'un retour de tournée en clientèle, la grue auxiliaire d'un camion heurte une cuve contenant 300 kg de propane au moment du déchargement des réservoirs sur le parc d'une usine spécialisée dans le recyclage de cuves de gaz. Le réservoir bascule du poids lourd et tombe à proximité du camion tête en bas provoquant une rupture de la soupape et libérant ainsi le gaz liquide. Le chauffeur fait immédiatement le tour du côté gauche pour accéder à la cabine du camion et l'éteindre avant de se diriger vers la sortie du parc. Le gaz se propage autour du camion provoquant une explosion flash suivie d'un incendie. Au moment du départ de feu, un employé coupe la torchère et la station de transfert qui étaient en cours de fonctionnement depuis le début de l'après-midi. Avec l'aide d'un collègue, ils utilisent tous les extincteurs à disposition pour tenter de limiter la propagation de l'incendie. Les pompiers éteignent l'incendie à l'aide de 2 lances et protègent les bouteilles de gaz à proximité.

Le souffle de l'explosion brûle le chauffeur au troisième degré au niveau des jambes et du dos. Il est hélicoptéré à l'hôpital. Le propane liquide a brûlé immédiatement évitant une pollution potentielle des sols.

Pas d'analyse sur la raison qui a fait que la grue a heurté une cuve : environnement encombré ? problème d'ergonomie ? de co-activité ? d'absence d'une personne pour guider la manutention ? de défaillance du bras de déchargement ? de maîtrise de l'opérateur ?

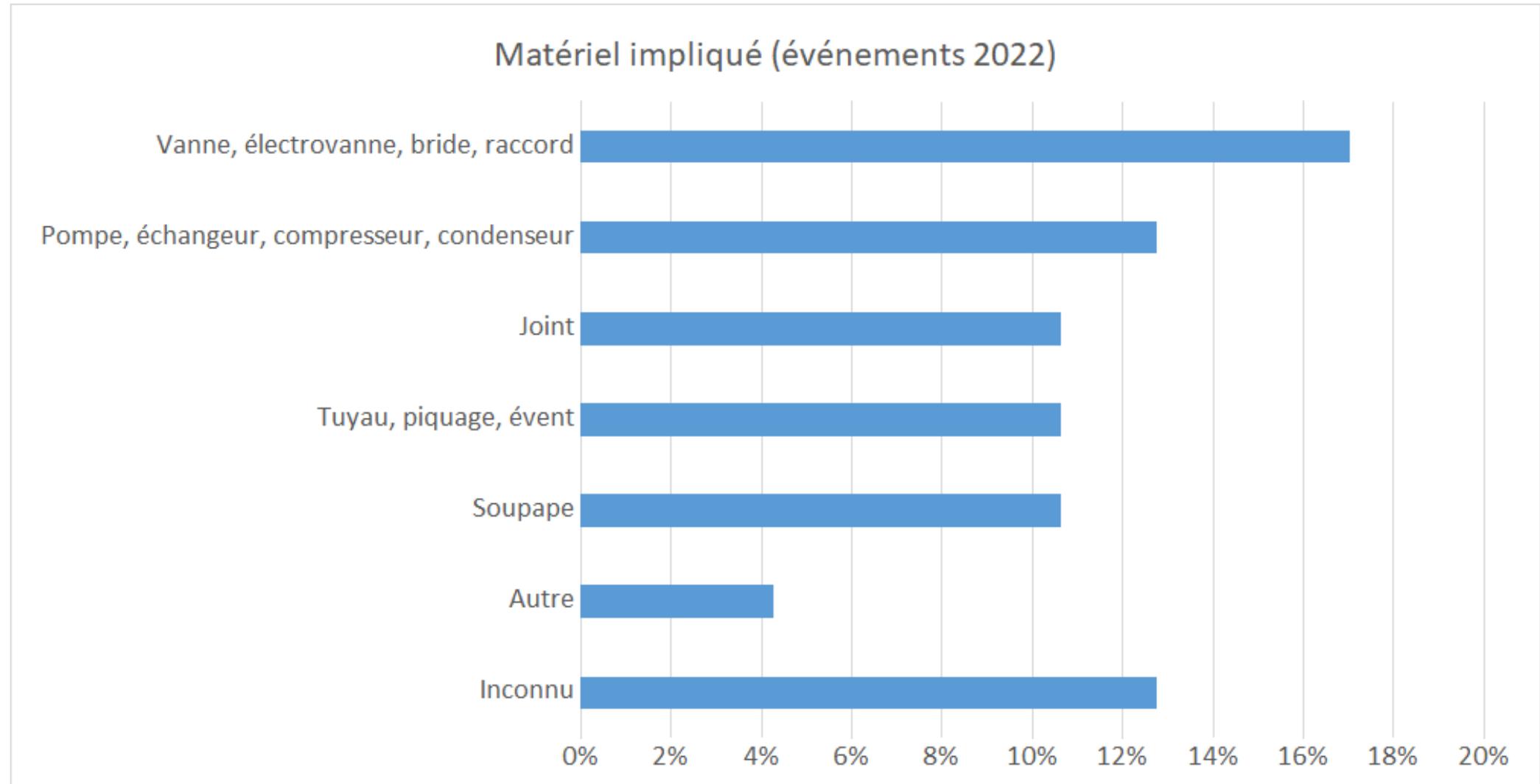
Pas d'analyse -> Pas d'action corrective -> le même accident peut survenir une nouvelle fois

Accidentologie AP en ICPE : causes premières



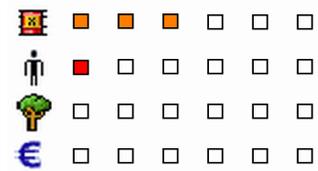
Nota : Il peut y avoir plusieurs causes premières par événement

Accidentologie AP en ICPE : Matériel impliqué



Nota : La défaillance matérielle peut être due à une autre cause première (erreur humaine...)

Accidentologie AP en ICPE : exemple



Fuite de gaz sur une citerne GPL

ARIA 58899 - 11-04-2022 - 41 - ROMORANTIN-LANTHENAY

Accident

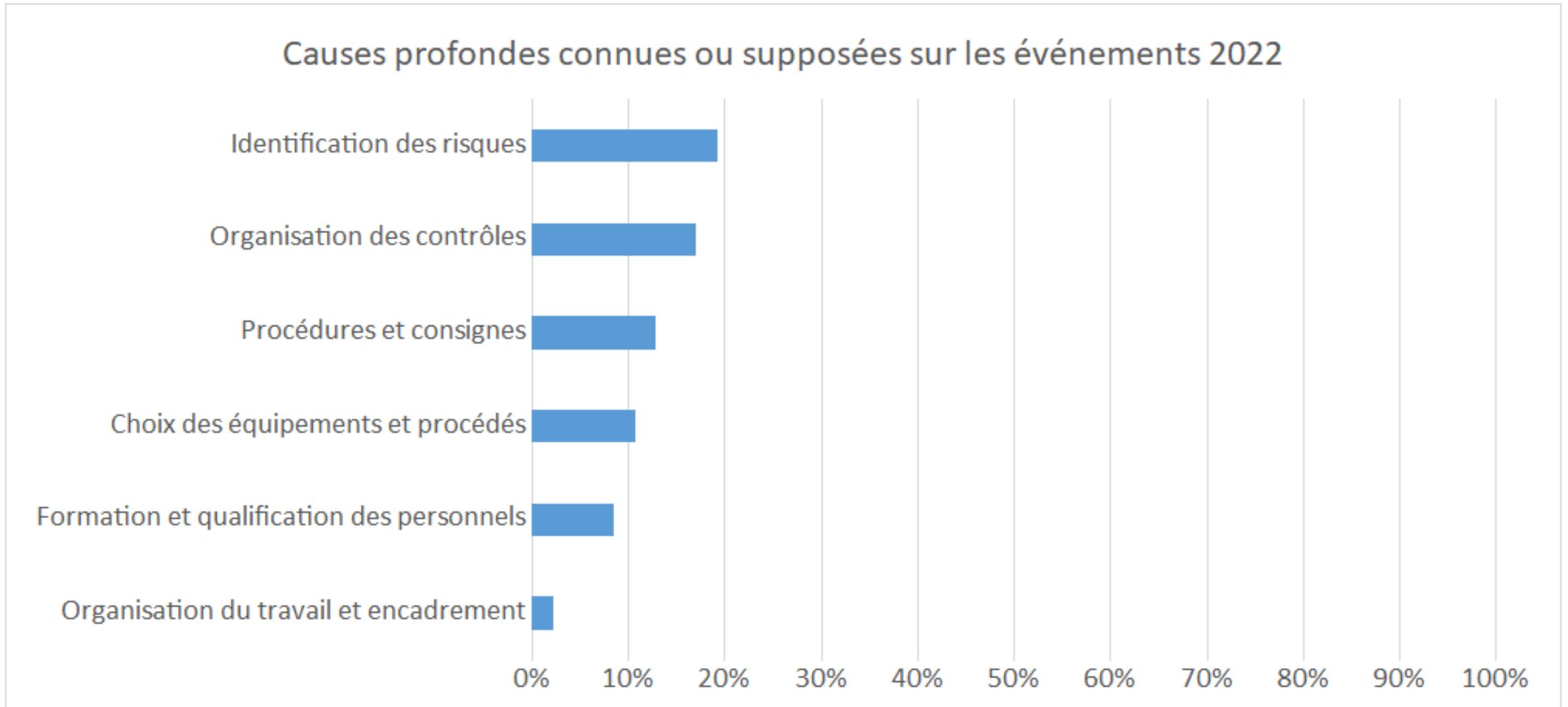
Naf 47.11 : Commerce de détail en magasin non spécialisé à prédominance alimentaire

Vers 16h30, lors d'une intervention d'inspection périodique réglementaire d'une citerne GPL de 5 t effectuée par une entreprise extérieure dans une station-service, une fuite de gaz se produit. La citerne GPL est enterrée et remplie à 100 % au moment des faits soit 11 700 l. Un périmètre de sécurité de 150 m est mis en place et une lance est établie à proximité de la citerne. Deux magasins sont évacués. Deux personnes sont transférées à l'hôpital suite à l'inhalation de gaz. Les mesures effectuées à l'aide du catharomètre donnent sous le vent à 1 m une valeur de 7 % de gaz et sous le vent à 5 m, 2 %.

Vers 20h30, après intervention du technicien pour stopper la fuite, la station est fermée et le périmètre de sécurité est levé.

Lors de l'opération de contrôle de la citerne, une des étapes consiste à vérifier le bon fonctionnement du clapet porte-soupape. Pendant le démontage de la soupape, l'ensemble clapet porte-soupape a été éjecté du bossage du fait d'une mauvaise manipulation (la contre-clé qui servait à maintenir l'écrou du clapet/porte-soupape n'était pas maintenue), ce qui a généré une fuite estimée à 700 kg de propane. La procédure en place et la formation sont réalisées sur citerne aérienne ce qui n'était pas adapté.

Accidentologie AP en ICPE : causes profondes



Nota : Causes profondes connues que dans 46% des cas

Accidentologie AP hors ICPE

Événements chez les particuliers :

Le BARPI a recensé :

- 7 explosions de bouteilles de gaz
- 1 fuite sur une bouteille de gaz
- 3 fuites de cuve de gaz
- 1 explosion due au gaz sans autre précision

Un seul événement fait l'objet d'une précision sur l'origine : un problème de soupape a généré une fuite sur une cuve de gaz.

Ces accidents ont provoqué 3 morts, 5 blessés graves (hospitalisation > 24h) et 7 blessés légers.



Accidentologie AP hors ICPE

Événements autres

6 événements concernent des bouteilles de différents gaz (acétylène, chlore, gaz, air). Les phénomènes sont 2 explosions, 3 fuites et 1 incendie. Les conséquences sont 1 décès.

Les perturbations connues sont : 1 erreur humaine, 1 surchauffe, 1 défaillance matérielle.

Les autres événements concernent une fuite sur une cuve suite à rupture au niveau d'un évent, un rejet d'ammoniac suite à une erreur humaine, une fuite suite à une bride desserrée. Les conséquences sont 1 blessé léger.



Conclusions AP en ICPE

- Faible nombre d'événements remontés (volonté de se recentrer sur les événements les plus graves)
 - Importance de la déclaration d'événements selon R.512-69
- Les erreurs humaines sont la première cause de fuite, suivies de la perte de contrôle des procédés.
- Les installations de réfrigération, que ce soit à l'ammoniac ou utilisant des fluides frigorigènes, sont les installations les plus représentées
- Les causes profondes ne sont connues que dans 46% des cas
 - Importance de réaliser une analyse approfondie des événements afin de pouvoir maîtriser les risques des installations.
- Parmi les causes profondes rencontrées, on retrouve majoritairement l'identification des risques et l'organisation des contrôles.

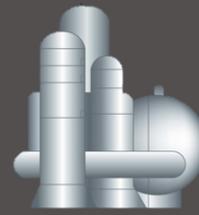


Conclusions AP hors ICPE

- La majorité des événements recensés concernent les particuliers (55% des cas) et des bouteilles de gaz (67% des AP).
- La connaissance des circonstances de ces événements n'est que peu connue. Ainsi, il n'est pas possible de tirer un retour d'expérience sur ces événements.
- Concernant les autres cas, les bouteilles de gaz sont aussi majoritairement présentes dans l'accidentologie remontée au BARPI. L'analyse de ces événements est peu fournie. Ainsi, il n'est pas possible de tirer un retour d'expérience sur ces événements.

Merci de votre attention

barpi@developpement-durable.gouv.fr



OBap

Observatoire des Appareils à Pression

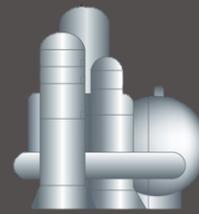
Contributeurs 2022



Année 6 : Membres de l'Observatoire

INSTANCES REPRESENTEES	Représentants	Suppléants
AFGC	BOURHIS Maxime-William	GRANGIER Richard
APAVE	BUTAYE Alexandre	GODEFRIN Laurent
ASAP	CAPRON Christian	MOREL Pascal
BARPI	PERCHE Vincent	
BSERR	PECOULT Christophe	BERNARD Cécile
BUREAU VERITAS	MAIRET Franck	Villeneuve Laurent
CEA	SIMON Hélène	PICHEREAU Éric
CETIM	IWANIACK Jean-Louis	
COFREND	GENEAU Stéphane	Martin Etienne
COPACEL	LOUDART Benedicte	
CTNIIC	PRIGOT Philippe	BESSIERE Sébastien
EDF	FIETTA Mathieu	SABLONNIERE Yvonnick
FEDENE	FELD Samuel	
FGL	AUBERTIN Olivier	
FILIANCE	LELONG Jean-Marc	
France-Chaudronnerie	BOUHOURLIA Yassine	
INSTITUT DE SOUDURE	GOYHENECHÉ Éric	BLANCHARD Sébastien BENGLER Frédéric
LCLF	LASSERRE Valérie	BONNEFOND Lionel
RTE	INVERSIN Michael	GLAUTHLIN Thierry
SNPAA	KURTSOGLU Nicolas	BOYENVAL Philippe/ MADRE Romain
STORENGY - ENGIE	BRAQUET Laurent	BLANCHETIERE Gaël
TECNEA Inspection	De CHAMPSAVIN Yann	
TOTALENERGIES/UFIP EM	PRIGOT Philippe	CLEMENT Franck
UNICLIMA	MALDONADO Jérôme	
AFIAP	LONGIN Jean-Philippe	

- Importance de l'exhaustivité des résultats remontés au titre de la réglementation en vigueur
- Continuer l'effort de remontée de tous les porteurs de CTP



OBap

Observatoire des Appareils à Pression

Hydrogène

Différents points de vue



Ministère

Centres
Techniques

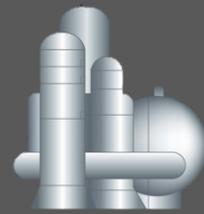


Représentants
constructeurs

Représentants
exploitants

Organismes





OBap

Observatoire des Appareils à Pression

Ministère de la Transition écologique et de la cohésion des territoires



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

Cécile BERNARD/Rudy RAVOI/Christophe PECOULT



MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES

*Liberté
Égalité
Fraternité*

DGPR/SRT/SDRA/BSERR



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

WEBINAIRE OBAP

Le mercredi 24 avril 2024

PARTIE II / Filière hydrogène

Cécile BERNARD/Rudy RAVOI/Christophe PECOULT (BSERR)

PARTIE II / Filière hydrogène

- 15h00 : présentation du BSERR
- 15h20 : présentation de l'OBAP
- 15h30 : présentation de France Chaudronnerie
- 15h50 : présentation du Cetim
- 16h10 : présentation de France Hydrogène
- 16h30 : présentation de l'AQUAP
- 16h40 : questions/réponses, conclusion
- 17h00 : fin

Le BSERR ?

- ✓ **BSERR - Bureau de la Sécurité des Équipements à Risques et des Réseaux**
- ✓ Bureau situé en administration centrale au sein de la **DGPR - Direction Générale de la Prévention des Risques**
- ✓ Rôle du BSERR :
 - Elaboration et suivi des réglementations :
 - ✓ Des appareils à pression
 - ✓ Des canalisations de transport de gaz, d'hydrocarbures et de produits chimiques
 - ✓ De la distribution et de l'utilisation du gaz
 - ✓ Des travaux effectués à proximité des réseaux de toutes natures
 - Animation et pilotage du réseau des DREAL et des pôles de compétence chargés du contrôle :
 - ✓ Surveillance de marché
 - ✓ Surveillances des organismes
 - ✓ Surveillance du parc en exploitation

Sommaire

1. Contexte et objectifs
2. L'action de l'administration
3. Le groupe de travail H₂ porté par l'OBAP

Une utilisation en pleine évolution

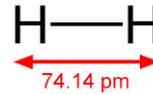
4 types d'usage « appareils à pression » sont d'ores et déjà identifiés :

- La production,
- L'utilisation,
- Le transport,
- Le stockage/distribution.

→ Cf. Présentation France Hydrogène

Propriétés et risques associés à l'usage de l'hydrogène

Un composé léger et petit (11 fois plus léger que l'air)



- Propice aux fuites
- Capacité à modifier les propriétés mécaniques des métaux et des alliages :
-> fragilisation (FPH) et attaque à haute température (HTHA)

Un composé extrêmement inflammable

- Risque d'incendie (flamme incolore et inodore) et d'explosion

Un composé impliqué dans plusieurs réactions chimiques,
dont certaines très réactives (avec le chlore)

- Risque accru d'incendie et d'explosion

Exemples de réactions chimiques

- $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \leftrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2$
- $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$
- $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$

Dans le cas des nouveaux usages, l'hydrogène se stocke généralement à très haute pression :

⇒ plage moyenne 350-700 bar sous forme gazeuse ou liquide à basse température

⇒ = **RISQUE PRESSION ELEVE**

Nb : sachant que la réglementation considère un risque pression dès 0,5 bar

Ex. d'incident : fuite d'hydrogène dans une entreprise de construction aéronautique (avril 2023) – Base ARIA (BARPI)

Lors de la mise en fonctionnement d'un **nouveau compresseur d'hydrogène** dans une **entreprise de construction aéronautique**, un opérateur détecte une fuite d'hydrogène suite à l'arrêt intempestif de ce dernier.

La fuite est identifiée au niveau de l'interface du raccordement de la ligne d'alimentation et du compresseur. Les installations sont mises en sécurité et l'équipement est consigné. La production d'hydrogène est arrêtée pendant plusieurs semaines. Au moment de l'évènement, le **compresseur venait d'être mis en service**. Son arrêt n'est pas lié à la fuite.

Plusieurs éléments seraient à l'origine de la fuite :

- un **mauvais montage** du joint de la bride d'interface ;
- une tuyauterie d'alimentation H₂ **montée sous contrainte** (modification d'un support suite à test de réception) ;
- la **fourniture d'un joint non dimensionné** pour la tenue en pression de service.

À la suite de cet évènement, l'exploitant procède à des modifications :

- reprise de la fixation de la tuyauterie pour supprimer les contraintes ;
- mise en place d'un joint dimensionné pour la tenue en pression ;
- s'assurer qu'après des tests d'étanchéité, il n'y ait pas de modifications de la configuration du système avant la mise en fonctionnement ;
- **partage du retour d'expérience** avec les exploitants et les chefs de projets responsables des modifications et création de bancs d'essais.

Ex. d'accident : jet enflammé d'hydrogène dans une entreprise métallurgique (septembre 2023) – Base ARIA (BARPI)

Vers 13h50, un **jet enflammé d'hydrogène** se produit en extérieur sur un site spécialisé dans la **production de réservoirs sous pression**. Un **opérateur est brûlé à 80 %**, il est transporté à l'hôpital le plus proche. **L'employé qui lui a porté secours est légèrement blessé**. Les employés présents maîtrisent les débuts de foyers d'incendie à l'aide d'un extincteur à poudre avant l'arrivée des pompiers. Une cellule psychologique est mise en place. Les 40 employés sont renvoyés chez eux.

La victime était chargée de réaliser des tests d'étanchéité à l'hydrogène de cylindres destinés au stockage de ce même gaz.

Ces tests sont réalisés à des pressions de 150 ou 495 bars. L'hydrogène utilisé est distribué par une ensemble de vannes et flexibles.

Au moment de l'accident, un flexible s'est déconnecté et l'hydrogène s'est enflammé.

L'exploitant mène une réflexion pour :

- **utiliser un gaz neutre** pour la réalisation des tests d'étanchéité ;
- **réaliser les tests dans une zone dédiée**, spécifique et aménagée pour réduire les risques ;
- industrialiser la réalisation de cette opération.

Les intérêts ?

- Pourquoi s'intéresser à ce sujet ?
 - Développement d'énergies nouvelles avec de nouveaux usages impliquant de nouveaux acteurs et pouvant impliquer de nouveaux risques (plage de pression allant jusqu'à 1000 bar)
- Objectifs :
 - Maîtriser le risque en évitant l'accident,
 - Avoir une bonne connaissance de ces risques nouveaux afin de ne pas freiner le développement de ces nouvelles technologies
- Comment : en prenant en considération le retour d'expériences

= principe d'anticipation et de mobilisation des acteurs AVANT d'avoir un accident

L'action A.3 = action spécifique 2024 (dont hydrogène)

- [Instruction](#) du 15 décembre 2023 « Actions nationales 2024 de l'inspection des installations classées »
 - Disponible sur le site Aida Ineris
 - Définit les actions prioritaires pour l'année 2024 pour les inspecteurs des installations classées
- Chaque région doit mettre en œuvre une action dans la liste A.1 à **A.3** (l'action A.3 étant celle relative aux énergies nouvelles et aux ESP)

A.3 Energies nouvelles et équipements sous pression

Le développement des énergies nouvelles (hydrogène, biogaz, etc.) peut impliquer la fabrication, la mise en service et l'exploitation d'équipements sous pression par des acteurs qui, dans certains cas, **ne connaissent pas encore suffisamment bien la réglementation applicable en la matière**. Cette méconnaissance peut conduire à des difficultés pour la réalisation des contrôles réglementaires lorsque ceux-ci n'ont pas été pris en compte dès la conception des installations, voire à des situations à risques.

Une **sensibilisation des acteurs au niveau national** est d'ores et déjà prévue dans le cadre des **travaux de l'OBAP** (Observatoire des appareils à pression).

En complément, des **contrôles seront menés** sur des sites susceptibles d'accueillir ce type d'installation. L'objectif de ces contrôles est de **s'assurer**, d'une part, **que les équipements ont été conçus conformément à la réglementation en vigueur** et, d'autre part, **que les exploitants ont bien anticipé les différents contrôles réglementaires à effectuer**. L'identification des sites pourra utilement se baser sur les déclarations de mise en service effectuées dans le **logiciel Lune** et sur les données renseignées dans **l'outil GUNenv**.

L'objectif est de réaliser 5 à 10 inspections ou actions de surveillance de marché par région, en lien avec les pôles de compétences "appareils à pression".

Objectifs visés

1. Garantir la sécurité des équipements
2. S'assurer du respect de la réglementation
3. Sensibiliser les acteurs impliqués sur la filière
4. Avoir une meilleure connaissance des usages et des éventuelles problématiques



➤ Deux axes de travail :

- Grâce aux contrôles menés par l'État
- Mobilisation de l'OBAP (Observatoire des appareils à pression)

L'action de contrôle de l'administration

➤ Périmètre :

- Surveillance de marché (fabricants, distributeurs, organismes notifiés)
- Surveillance du parc (exploitants et organismes habilités)

➤ Comment ?

- Agents en charge du contrôle des appareils à pression (DREAL et pôles de compétence AP)

➤ Finalités :

- S'assurer que les équipements ont été **conçus** et fabriqués conformément à la réglementation en vigueur
- S'assurer que les exploitants ont bien **anticipé** les différents contrôles réglementaires à effectuer dès la conception des installations (choix d'équipements facilement inspectables)

La réglementation relative aux appareils à pression

Fabrication : la directive 2014/68/UE du 15 mai 2014 est le cadre réglementaire pour la **mise sur le marché des équipements sous pression (ESP)**. Les normes harmonisées peuvent aider à répondre à ces exigences essentielles de sécurité (EES).

Remarque préliminaire :

« Le fabricant est tenu d'analyser les dangers et les risques afin de déterminer ceux qui s'appliquent à ses équipements du fait de la pression ; **il conçoit et construit ensuite ses équipements en tenant compte de son analyse** »

Moyens d'inspection :

EES 2.4 de l'annexe I :

« a) Les équipements sous pression sont conçus de telle sorte que **toutes les inspections nécessaires à leur sécurité puissent être effectuées.**

b) Il importe de prévoir des moyens permettant de **déterminer l'état intérieur** de l'équipement sous pression [...] »

Procédure d'évaluation de la conformité :

§6 de l'article 14 :

« **Les ensembles** visés à l'article 4, paragraphe 2, font l'objet d'une **procédure globale d'évaluation de la conformité** qui comprend les évaluations suivantes:

a) l'évaluation de chacun des équipements sous pression constitutifs [...]

b) l'évaluation de l'intégration des différents éléments de l'ensemble [...]

c) l'évaluation de la protection de l'ensemble contre le dépassement des limites de service admissibles [...] »

La réglementation relative aux appareils à pression

Exploitation :

L'arrêté du 20 novembre 2017 est le cadre réglementaire pour le **suivi en service des ESP/RPS**.

Par défaut, le régime général s'impose (voir périodicités ci-contre)

Type d'équipement	IP (art. 15)	RP (art. 18)
Récepteur mobile - autres que métalliques	1 an	2 ans
Récepteur mobile - autres que métalliques (objet d'essai de vieillissement)	4 ans	6 ans
Récepteur - fluide corrosif vis-à-vis des parois	4 ans avec VI	6 ans
Récepteur - cas général	4 ans avec VI	10 ans
Tuyauterie - fluide corrosif vis-à-vis des parois	PDC - Exploitant	6 ans
Tuyauterie - cas général	PDC - Exploitant	10 ans

Par **exception**, des aménagements sont possibles :

- Plans d'inspection élaborés selon le guide professionnel pour les services d'inspection reconnus - DT-84
- BSEI n° 14-080 pour une dispense de visite intérieure en fonction de la pression, teneur en eau et pour certains gaz à une température max de 200°C et sans autre mode de dégradation
- Cahier des charges n° 212-15 – bouteilles autres que métalliques, destinées au fonctionnement d'un système pile à combustible embarqué, initialement rédigé par l'AFGC en 2015 et prévoyant des tests de vieillissement

Le groupe de travail H₂ porté par l'OBAP

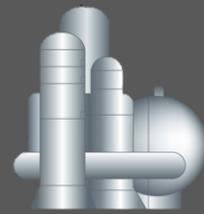
- Périmètre : nouvelles technologies utilisant de l'hydrogène et usages actuels
- Pilotage par l'OBAP ([Observatoire des appareils à pression](#)) en mode gestion de projet
 - Avoir un état des lieux actuel des usages liés à l'hydrogène (matrice recensement)
 - Rôle de coordination avec les divers acteurs sur le sujet
- Mobilisation proactive en s'appuyant sur les représentants des acteurs :
 - Les concepteurs et les fabricants : [France Chaudronnerie](#) (fabrication, codes de construction)
 - Les fabricants : [CETIM](#) (normalisation)
 - Les exploitants : [France Hydrogène](#) (exploitation, suivi en service)
 - Les organismes notifiés et habilités : l'[AQUAP](#) (évaluation des nouveaux équipements, suivi des résultats des contrôles)
- Selon le champ d'application, présentation de la feuille de route incluant les objectifs visés :
 - L'état des lieux (l'existant)
 - Le plan d'actions (les priorités, les éléments de réflexion)
 - Le retour d'expérience, notamment les éventuelles difficultés rencontrées



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

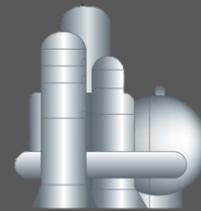
CONCLUSION



OBap

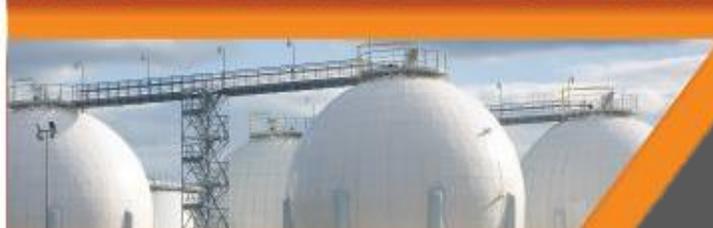
Observatoire des Appareils à Pression

**Observatoire de Appareils
à pression**



OBap

Jean-Louis Iwaniack



Coordinateur / pilote

- Création fin 2023, suite aux recommandations du BSERR dans le dernier édito du rapport n°5 de 2023 de l'OBAP, d'un GT dénommé : Renouvelables et ESP sur le thème de l'hydrogène (**GT Renouvelable & ESP / H₂**)

Composition GT

- Constructeurs équipements
- Producteurs
- Transporteurs
- exploitant
- Stockistes
- Distributeurs

Champ d'application

- **Recenser** les appareils à pression pouvant être utilisé dans le domaine de l'hydrogène et devant respecter la réglementation

Éléments pris en compte

- **Cas d'usage**
 - Production
 - Transport
 - Utilisation
 - Stockage
 - Distribution

Éléments à prendre en compte (suite)

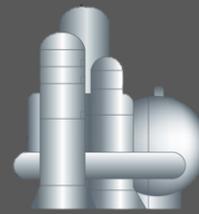
- **Différents types d'Appareil à Pression**
 - Tuyauteries
 - Récipients
 - Accessoire sous pression
 - Ensembles
 - RSPT
- **Référentiels de fabrication**
- **Référentiels de suivi en service**

Exemple : éléments concernant la tuyauterie

Typologie	Matière	Pression maxi	DN maxi	domaine	Année au plutôt
Tuyauterie	Aluminium	1000 bars	< DN25	Stockage, distribution	2017
	Métallique	10 bars	< DN50	Production, utilisation	1977 2010
		50 bars	< DN38	Stockage, Distribution, Production	2017
		300 bars	< DN15		1977 2015
		500 bars	< DN25	Stockage, production	2013
		1000 bars	< DN50	Stockage, distribution	2016

Exemple : éléments concernant les récipients

Typologie	Pression maxi	Matière	Volume	domaine	Année au plutôt
Récipients	< 10 bars	Métallique	10 à 50 litres	Utilisation	2011
			10 à 50 litres		2010
			10 à 50 litres		2016
	10 à 50 bars		10 à 50 litres		2023
	50 à 300 bars	Composite	50 à 100 litres		2015
		Hybride (liner)	100 à 500 litres		2023
			10 à 50 litres		2022
	300 à 500 bars	Métallique	10 à 50 litres		2015
		Composite	100 à 500 litres		2023
		Métallique	10 à 50 litres		2017
<1000 bars	Métallique	10 à 50 litres	2022		



OBap

Observatoire des Appareils à Pression

France-Chaudronnerie



Yassine Bouhouria





RÈGLES DE BONNES PRATIQUES POUR LA CONCEPTION, FABRICATION ET CONTRÔLES DES ESP HYDROGÈNE



DEROULEMENT.

1. L'HYDROGENE DANS LES CODES : POURQUOI ? COMMENT ?

2. LES TRAVAUX.

2.1 LA CONCEPTION

2.2 LES MATERIAUX

2.3 LA FABRICATION

2.4 LES CONTRÔLES



2.1 L'HYDROGENE DANS LES CODES : POURQUOI ? COMMENT ?

RÔLE DES CODES DE CONSTRUCTION :

- **Définition** : Ensemble de règles qui définissent les exigences techniques et de sécurité pour la conception, la construction, et l'exploitation d'installations industrielles, y compris les équipements sous pression.
- **Objectif** : Assurer la sécurité, la durabilité et la fonctionnalité des infrastructures tout en protégeant la santé publique et l'environnement.

• COMMENT ?

- **Innovation Technologique** : encourage le développement et l'adoption de nouvelles technologies et matériaux résistants à l'hydrogène.
- **Uniformité des Standards** : assure une uniformité dans la construction et l'exploitation sécuritaire des installations d'hydrogène à travers différentes juridictions.
- **Réduction des Risques** : diminue les risques d'accidents et améliore la confiance du public dans les technologies de l'hydrogène.

COMMENT ?

Impact de l'Hydrogène sur les Codes de Construction :

- **Défis Techniques** : L'hydrogène présente des défis uniques en raison de sa haute inflammabilité, sa petite taille moléculaire (facilitant les fuites), et ses effets potentiels de fragilisation sur les matériaux.
- **Adaptations nécessaires** : **sécurité, matériaux ,conception.**



DEROULEMENT.

2.1 LA CONCEPTION

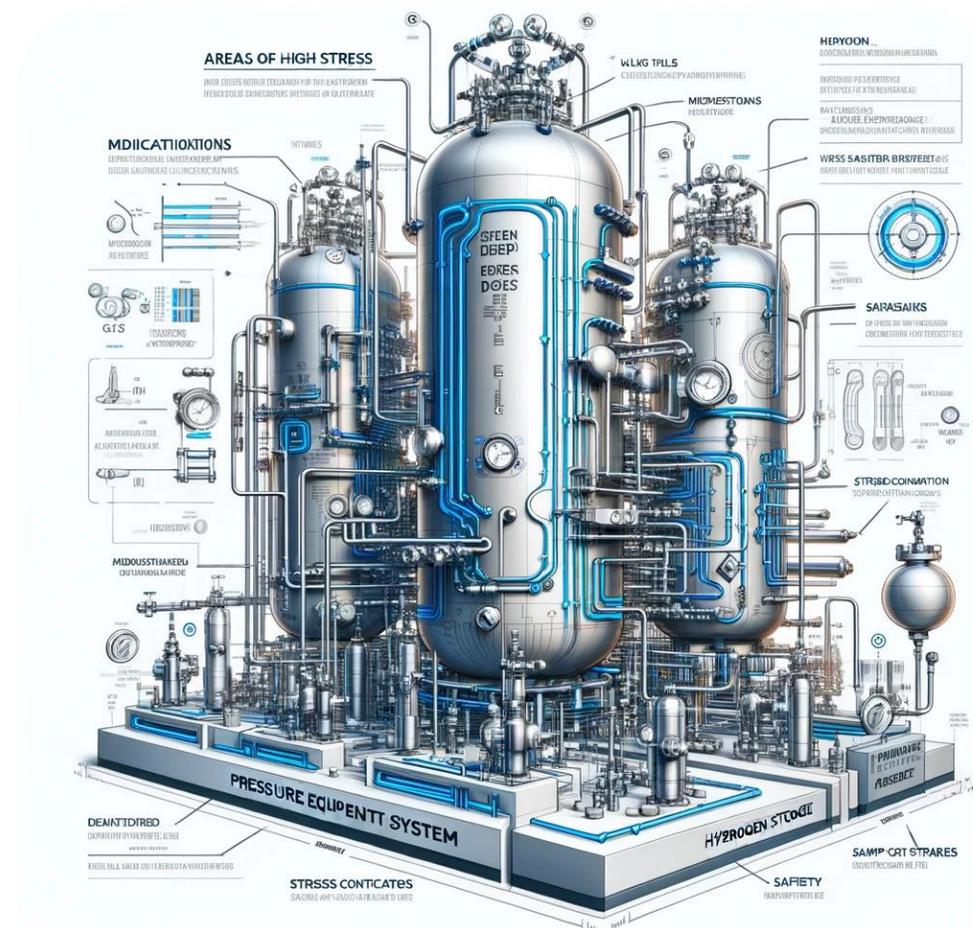


2.1 LA CONCEPTION

- **LES BONNES PRATIQUES.**
- **POINTS DE CONCENTRATION DE CONTRAINTES ET GÉOMÉTRIES FAVORABLES:** conceptions qui réduisent les concentrations de contraintes, telles que des courbes douces et des transitions graduelles au lieu de coins vifs.

LES AUTRES BONNES PRATIQUES.

- **REVÊTEMENTS PROTECTEURS**
- **ANALYSES DES CONTRAINTES**
- **CONCEPTION PRÉVENTION DES FUITES**
- **FATIGUE**



DEROULEMENT.

2.2 LES MATÉRIAUX



2.2 MATÉRIAUX

LES BONNES PRATIQUES.

• **SÉLECTION DES MATÉRIAUX** : matériaux qui résistent à la fragilisation par l'hydrogène, tels que certains aciers inoxydables austénitiques ou des alliages d'aluminium spéciaux, pour éviter la détérioration sous l'effet de l'hydrogène sous haute pression.

• **RÉSISTANCE À LA CORROSION** : matériaux résistants à la corrosion dans les environnements à hydrogène pour prolonger la durée de vie de l'équipement et maintenir l'intégrité structurelle.

• **COMPATIBILITÉ CHIMIQUE** : les matériaux en contact avec l'hydrogène soient compatibles pour éviter des réactions chimiques indésirables qui pourraient compromettre la sécurité.

Matériel	Résistance à la Fragilisation par l'Hydrogène	Résistance à la Corrosion	Commentaires
Acier Inoxydable Austénitique	Élevée	Très élevée	Idéal pour les conditions de haute pression et les environnements corrosifs.
Acier Inoxydable Ferritique	Modérée	Élevée	Moins coûteux mais plus susceptible à la fragilisation sous certaines conditions.
Alliage d'Aluminium	Faible à modérée	Élevée	Léger, mais nécessite des précautions spéciales contre la fragilisation.
Titane	Élevée	Très élevée	Très résistant à la corrosion, excellent pour des applications critiques.
Nickel et ses Alliages	Très élevée	Très élevée	Coûteux mais offre une excellente résistance dans les environnements les plus exigeants.



2.3 LA FABRICATION



2.3 LA FABRICATION

• LES BONNES PRATIQUES.

- SELECTION DU MATERIAU
- PROCÉDÉS DE SOUDAGE
- TRAITEMENTS THERMIQUES
- CONTROLES NON DESTRUCTIFS
- PROTECTION CONTRE LA CORROSION
- MANIPULATION ET STOCKAGE DES MATERIAUX

Etape de Fabrication	Description Technique Détaillée	Contrôles et tests Spécifiques
Vérification des Matériaux	Réception et examen des alliages métalliques tels que l'acier inoxydable austénitique ou les alliages de nickel, spécifiquement sélectionnés pour leur résistance à la fragilisation par l'hydrogène. Tests de dureté et de résilience à température ambiante et sous froid.	Essais mécaniques pour vérifier les propriétés de traction, de résilience, et dureté; analyses spectrométriques pour la composition chimique.
Soudage	Utilisation de techniques de soudage avancées comme le soudage TIG ou MIG, avec des paramètres optimisés pour éviter la porosité et les inclusions. Emploi de gaz protecteurs adéquats pour minimiser l'oxydation et autres impuretés.	Inspection visuelle des soudures, tests de pénétration par liquide pénétrant et radiographie pour détecter des fissures ou des cavités internes.
Automatisation	Intégration de systèmes de commande numérique par ordinateur (CNC) pour usinage de précision et robots de soudage pour garantir la cohérence des joints. Utilisation de logiciels de suivi de production pour réguler les flux de travail et les paramètres de machine.	Vérification des paramètres de fabrication en temps réel; ajustements automatisés basés sur des capteurs intégrés pour maintenir les standards de qualité.
Inspections Régulières	Contrôles détaillés à chaque étape critique de la fabrication, incluant la conformité des dimensions, l'alignement des composants, et l'intégrité des assemblages. Utilisation de gabarits et de calibres pour mesures précises.	Inspections dimensionnelles avec instruments de mesure de haute précision, telles que les micromètres et les comparateurs optiques.
Tests Non Destructifs (TND)	Application de techniques TND sophistiquées comme l'échographie à ultrasons pour évaluer l'épaisseur des parois et la continuité des matériaux, la radiographie pour visualiser les structures internes, et la magnétoscopie pour détecter des	Ultrasons pour détecter des délaminations ou inclusions non métalliques, radiographie pour inspection des soudures, magnétoscopie pour surface de composants ferromagnétiques.



2.4 LES CONTRÔLES



2.4 LES CONTRÔLES

•TEST D'ETANCHEITE :

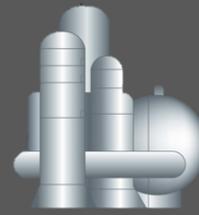
- Utilisation** : Identifie les fuites de gaz ou de liquide à travers les joints ou les matériaux.
- Méthodes** : Test des "mille bulles", tests à l'hélium et autres gaz traceurs.
- Avantages** : Détecte les fuites minuscules et peut quantifier la taille des fuites.

•THERMOGRAPHIE INFRAROUGE :

- Utilisation** : Détecte les variations thermiques qui peuvent indiquer des défauts comme des pertes de matière ou des inclusions.
- Avantages** : Non-invasif et capable de scanner rapidement de grandes surfaces.

Technique de CND	Applications Spécifiques	Avantages pour ESP à Hydrogène
Radiographie Industrielle	Détecte les fissures, porosités et inclusions dans les soudures et les matériaux.	Fournit une image détaillée de l'intérieur des composants, permettant une évaluation précise de l'intégrité.
Ultrasons	Mesure l'épaisseur des parois, détecte les fissures internes et les délaminations.	Haute précision, adapté pour les matériaux épais et complexes, permet des mesures de profondeur exactes.
Courants de Foucault	Détecte les fissures de surface et sous-surface dans les matériaux conducteurs.	Rapide et efficace pour les inspections en continu, peut être automatisé pour les contrôles réguliers.
Magnétoscopie	Localise les discontinuités de surface dans les matériaux ferromagnétiques.	Sensible aux petites fissures et autres défauts de surface, idéal pour les inspections rapides.
Test d'étanchéité	Identifie les fuites de gaz ou de liquide à travers les joints ou les matériaux. Inclut les tests des "mille bulles", à l'hélium et autres gaz traceurs.	Détecte les fuites minuscules, peut quantifier la taille des fuites, essentiel pour garantir l'intégrité des systèmes d'hydrogène.





OBap

Observatoire des Appareils à Pression

Normalisation ESP / H2



Xavier Cazauran



Normalisation ESP / H2

Webinaire OBAP 24 avril 2024

Sommaire

1. Pourquoi normalise-t-on et qui normalise ?

2. Cartographie d'instances

3. Marché mondial

4. Types de normes et croisements

5. Exemples

Normalisation H2 – Pourquoi, qui ?

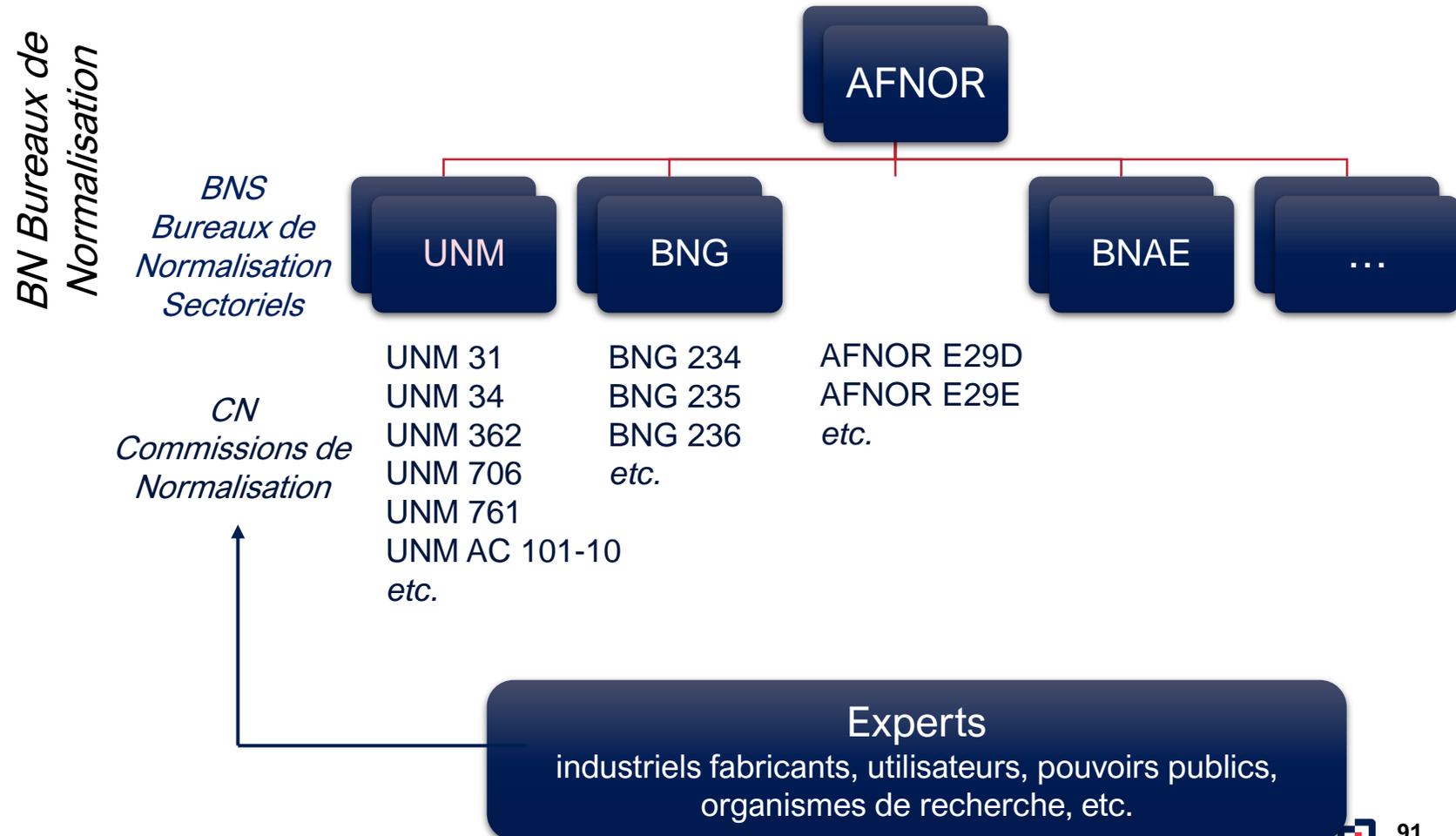
Pourquoi normalise-t-on ?

- spécificités de l'hydrogène (dangerosité, fragilisation, fuites)
- + nouveaux usages

⇒ besoin de référentiels techniques

⇒ Travaux pré-normatifs dans les feuilles de route de R&D

Qui normalise en France ?

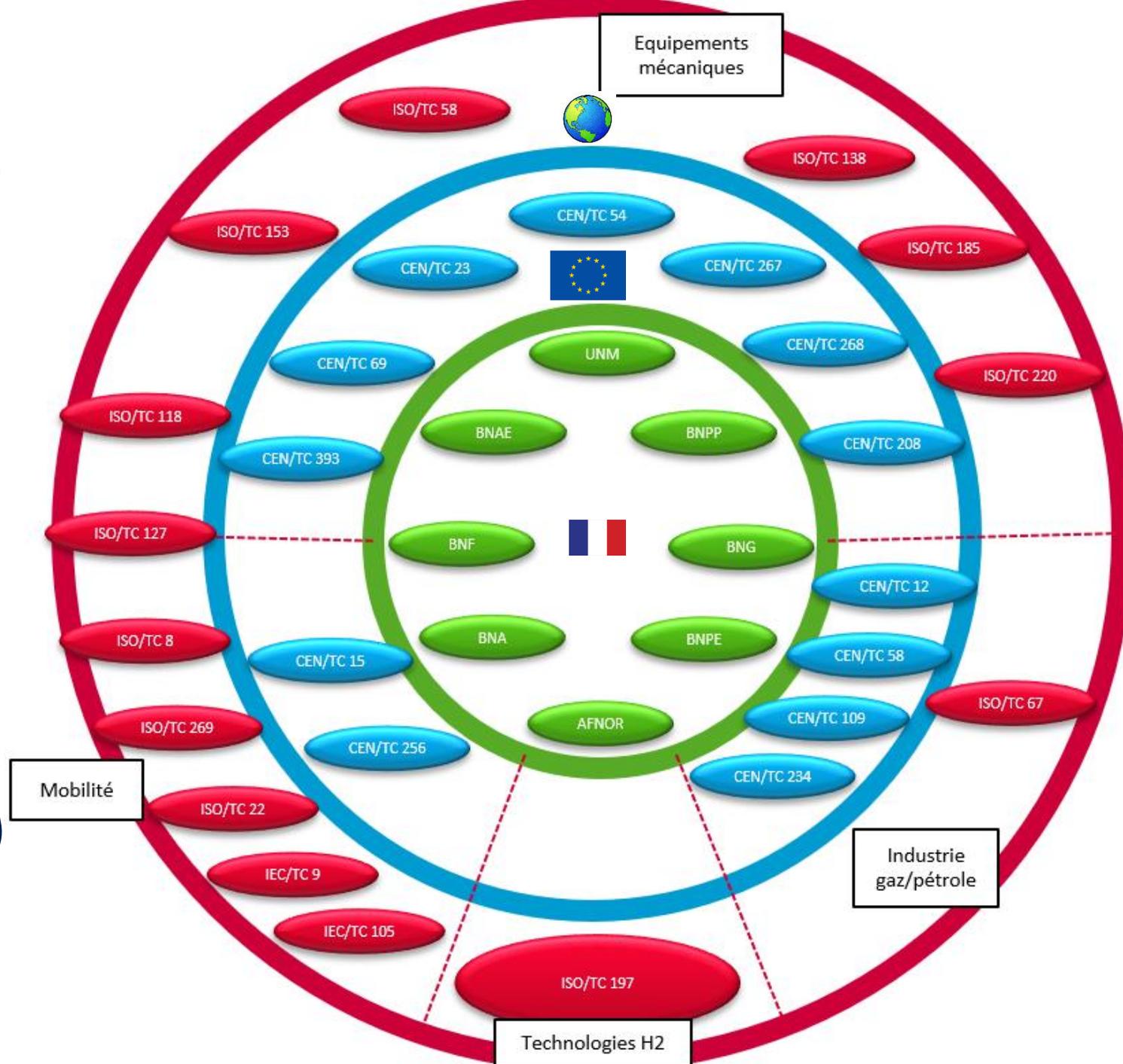


Cartographie

Comités techniques ISO, IEC, CEN et CN françaises ...

... avec normes / projets H2 et ESP

**Produits mécaniciens ...
et ESP ...
sont partout !**



Marché mondial

Fabrications françaises pour l'étranger ou achats à l'étranger ...

⇒ Prendre en compte les références de pays étrangers

Codes & Standards ANSI, API, ASME, CGA, SAE, ...

Des pays sont en avance avec leurs références publiées

Exemple de référence :

➤ ASME B31.12 Hydrogen Piping and Pipelines

Types de normes

Produits (génériques ou pour applications spécifiques)

- Bouteilles
- Réservoirs
- Tuyauteries
- Canalisations
- Robinets
- Raccords
- ...

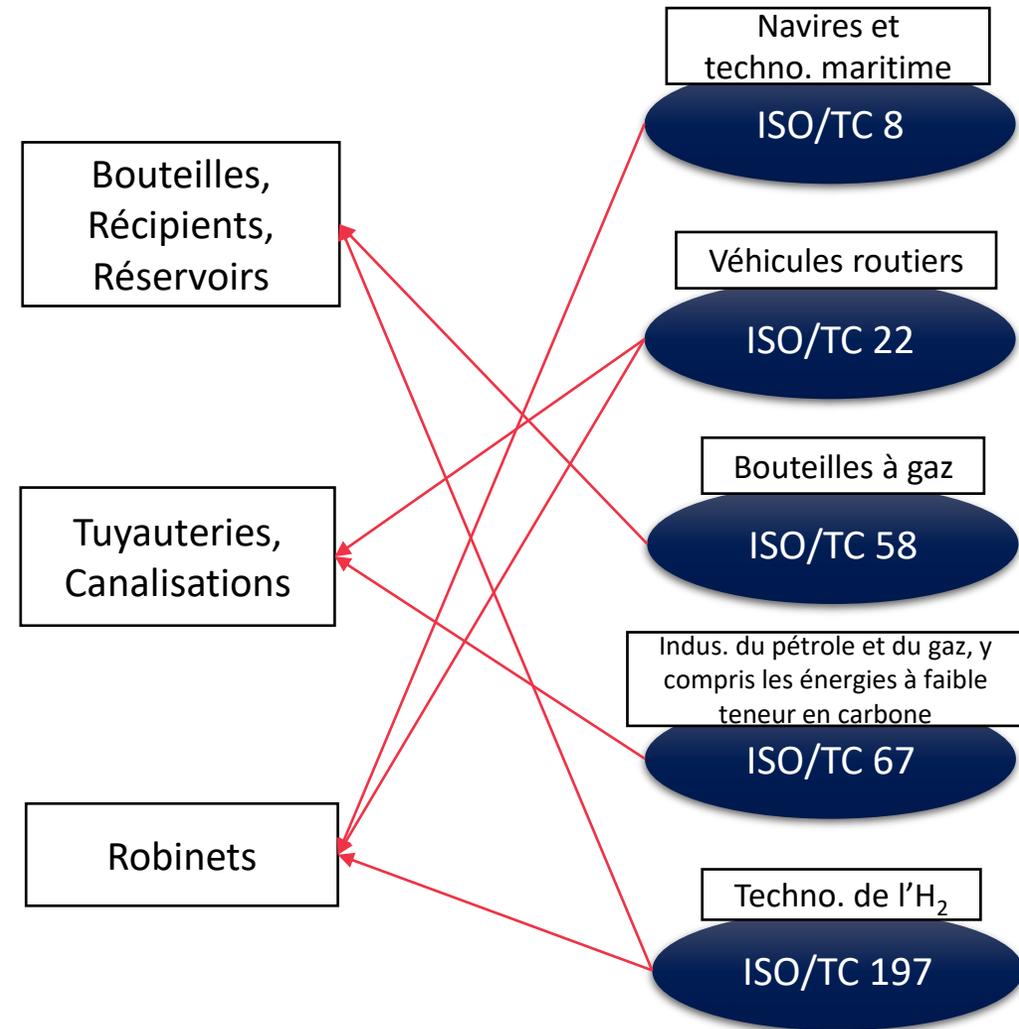
Ensembles d'équipements (applications)

- ❖ Production
- ❖ Infrastructures
- ❖ Transport / Distribution
- ❖ Véhicules (routier, non-routier, ferroviaire, maritime, fluvial, aérien)
- ❖ ...

Matériaux (métaux, composites, polymères)

Exemples TC / ESP

Domaine	CEN/TC	ISO/TC
Bouteilles à gaz	23 transportables	58
Réceptifs sous P	54 non soumis à la flamme	11 et chaudières
Robinetterie	69 industrielle	153
Tuyauteries industrielles	267	



Exemples normes ESP dédiées H₂

ESP
application

Etat	Document normatif	Titre
Révision	pr EN 17533	Hydrogène gazeux - Bouteilles et tubes pour stockage stationnaire
Nouvelle partie	pr EN 13445-15	Réceptacles sous pression non soumis à la flamme - Partie 15 : exigences spécifiques pour applications hydrogène
Nouvelle	ISO/AWI TR 19884-2	Gaseous Hydrogen - Cylinders and tubes for stationary storage — Part 2: Material test data of class A materials (steels and aluminum alloys) compatible to hydrogen service
Publiée	ISO 11114-4	Bouteilles à gaz transportables — Compatibilité des matériaux et des robinets avec les contenus gazeux — Partie 4: Méthodes d'essai pour le choix des aciers résistants à la fragilisation par l'hydrogène
Nouvelle	ISO/WD 13985	Hydrogène liquide - Réservoirs de carburant pour véhicules terrestres
Nouvelle partie	pr EN 13480-11	Tuyauteries industrielles métalliques - Partie 11: Exigences complémentaires relatives aux tuyauteries pour application hydrogène
Nouvel amendement	ISO 13623/FDAmd 1	Industries du pétrole et du gaz naturel — Systèmes de transport par conduites — Amendement 1: Exigences complémentaires relatives au transport de fluides contenant du dioxyde de carbone ou de l'hydrogène
Nouvelle	EN XXX	Robinetterie industrielle - Exigences supplémentaires pour les robinets métalliques pour application hydrogène
Nouvelle	ISO/AWI 21341	Ships and marine technology — Test procedures for liquid hydrogen valve of hydrogen ships
Publiée	ISO 19880-3	Carburant d'hydrogène gazeux – Stations de distribution – Partie 3 : vannes

Normes générales n'excluant pas l'H₂

NF EN ISO 18119:2018

Bouteilles à gaz — Bouteilles et tubes à gaz en acier et en alliages d'aluminium, sans soudure — Contrôles et essais périodiques

Les bouteilles prévues pour un changement de service de gaz doivent être évaluées conformément à l'ISO 11621.

De plus, pour les bouteilles en acier sans soudure, les exigences suivantes s'appliquent:

S'il apparaît que le contenu est de l'hydrogène ou tout autre gaz fragilisant, seules les bouteilles fabriquées ou homologuées pour contenir de l'hydrogène doivent être utilisées. Vérifier la compatibilité de la bouteille avec le remplissage à l'hydrogène, notamment en termes de résistance maximale à la traction et d'état de surface interne. Les bouteilles en acier sans soudure marquées conformément à l'ISO 13769 sont gravées «H». Les bouteilles en acier sans soudure qui n'ont pas été vérifiées ou qui ne sont pas gravées «H» ne doivent pas être réutilisées avec de l'hydrogène. Leur aptitude au nouveau service prévu doit être évaluée conformément à l'ISO 11621.

Normes générales n'excluant pas l' H₂

NF EN ISO 11621:2006

Bouteilles à gaz — Mode opératoire pour le changement de service de gaz

4.2 Gaz pouvant modifier la condition de la bouteille

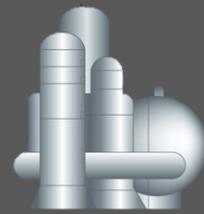
Les bouteilles ayant été utilisées pour un certain service de gaz peuvent avoir subi des conditions influant sur leur utilisation future et les rendre impropres à un autre service de gaz. De telles bouteilles sont soumises à des procédures de requalification très strictes ou peuvent être interdites pour un autre service de gaz. Des exemples sont [...] les bouteilles en acier qui ont été utilisées pour l'hydrogène alors qu'elles n'étaient pas conçues et réalisées pour ce gaz (voir 11114-1).

5.3.9 Vérification de la compatibilité des services antérieurs à l'aide de l'ISO 11114-1 (opération 9)

Des bouteilles peuvent être en cours d'utilisation, alors que la technologie actuelle ne le permettrait pas, par exemple une bouteille à trop haute résistance pour un service hydrogène. Si une bouteille n'est pas compatible avec son service de gaz (voir ISO 11114-1), elle doit être retirée de ce service. Toutefois, elle peut être utilisée pour un autre service de gaz à condition de satisfaire au contrôle END correspondant (par exemple, contrôle transversal aux ultrasons ou par émission acoustique) et à l'épreuve hydraulique.



Pour un futur industriel
responsable et respectueux
de la planète



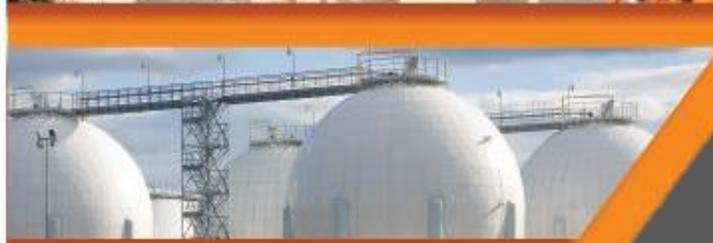
OBap

Observatoire des Appareils à Pression

France-Hydrogène



Rémi Courbin



Webinaire OBAP

**Equipements sous pression
hydrogène**

24.04.2024



France Hydrogène



Les acteurs de la filière réunis au sein de France Hydrogène

L'ensemble de la chaîne de valeur représentée

460

**Acteurs
de la Filière**

121

Grands
groupes & ETI

208

PME - PMI

71

Collectivités
territoriales

11

Pôles de
compétitivité

22

Org.
Recherche,
Univ, écoles

27

Associations,
fédérations,
Grps divers

* Dec23-Janv24

Ce qui nous anime

Vision, raison d'être et missions

Agir ensemble pour développer tous les usages de l'hydrogène

Et en faire une solution pérenne au service de la transition écologique

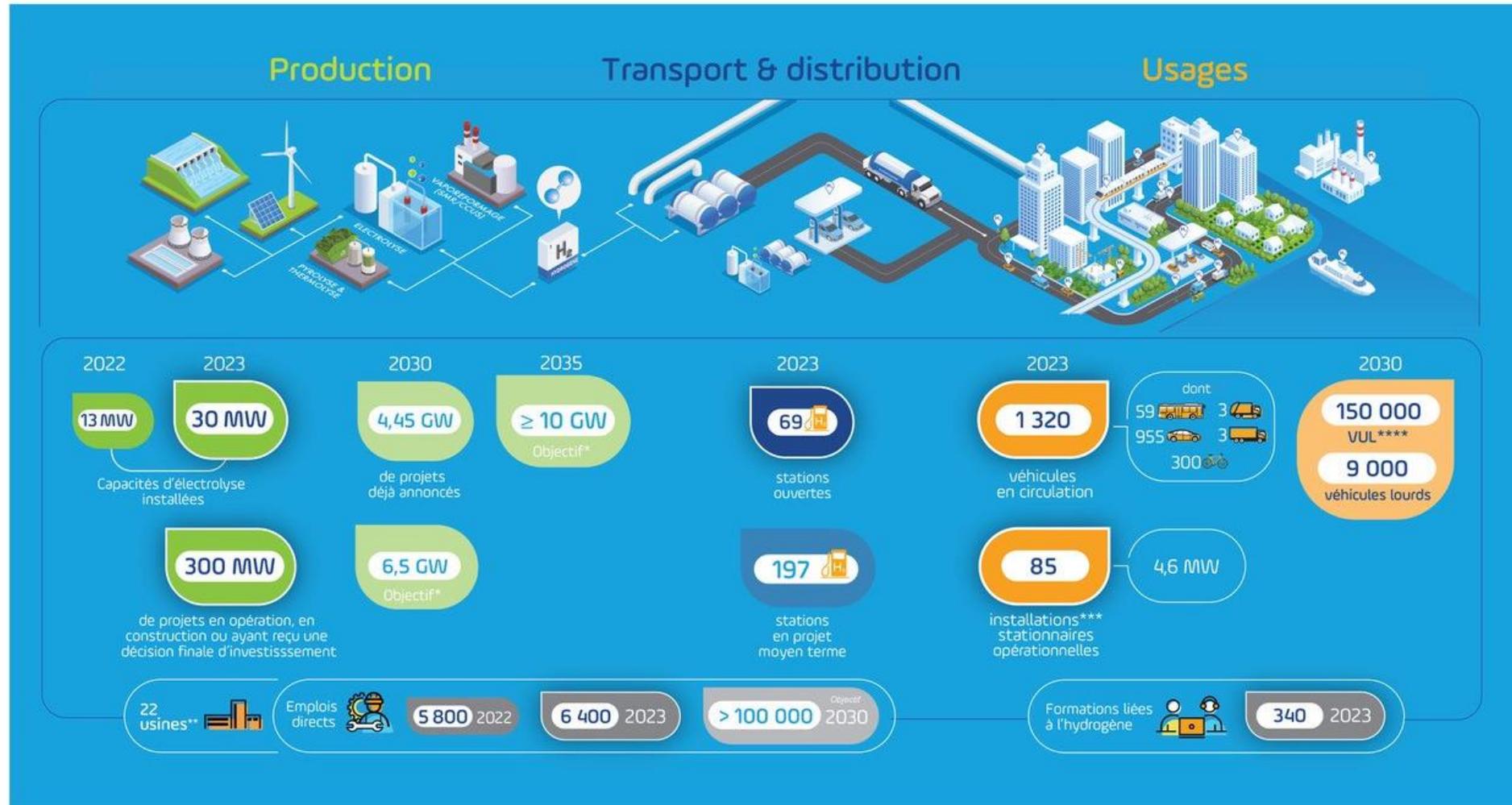
Une équipe de 20 permanents
14 Délégations en régions



La filière hydrogène en France en 2023



Chiffres clés du déploiement de l'hydrogène renouvelable et bas-carbone en France en 2023



* Objectif filière en ligne avec les objectifs de la stratégie nationale hydrogène

** Usines de fabrication d'équipements clés en activité (électrolyseurs, piles, réservoirs, stations, véhicules)

*** Groupes électrogènes, chaudières, back-up (ventes France)

**** Parc roulant total Véhicules Utilitaires légers

www.france-hydrogene.org/publication/chiffres-cles-du-deploiement-de-lhydrogene-en-france-en-2023

Projet de nouvelle Stratégie nationale (SNH2)

Des objectifs à 2030 et 2035

Déploiement de 6,5 GW d'électrolyse bas-carbone en 2030 et de 10 GW en 2035

- Correspondant à 600 kt d'H₂ décarboné en 2030 puis 1 Mt en 2035
- Suivi du développement de **technologies de production d'hydrogène par voie de biomasse** (pyrogazéification, pyrolyse de la biomasse) et de l'exploration sur **l'hydrogène naturel**

Ouverture aux importations d'hydrogène ou de ses dérivés « dès lors que celui-ci est disponible de manière compétitive et décarbonée »

Développement de **l'infrastructure de transport et de stockage de l'hydrogène**

- **500 km de canalisations**
- Connexion des hubs hydrogène, fin du tracé des premiers réseaux en 2026

Infrastructure de recharge limitée aux contraintes du règlement européen AFIR

Usages :

- **Flexibilité du système énergétique** en améliorant la **capacité d'effacement** des électrolyseurs et en développant des **capacités de stockage**
- **Mobilité routière : usages intensifs** (VUL ou les engins off-road) et sur les **véhicules lourds**
- Examen de toutes les « **solutions de motorisation par combustion de l'hydrogène** » pour le routier et dans une moindre mesure pour le secteur maritime et fluvial.
- **Secteurs maritime et aérien** : travail sur les carburants de synthèse.

Export Filière industrielle française

- Accompagnement des sociétés françaises à l'export pour des équipements industriels français ou des solutions françaises

Équipements sous pression hydrogène



Équipements sous pression hydrogène

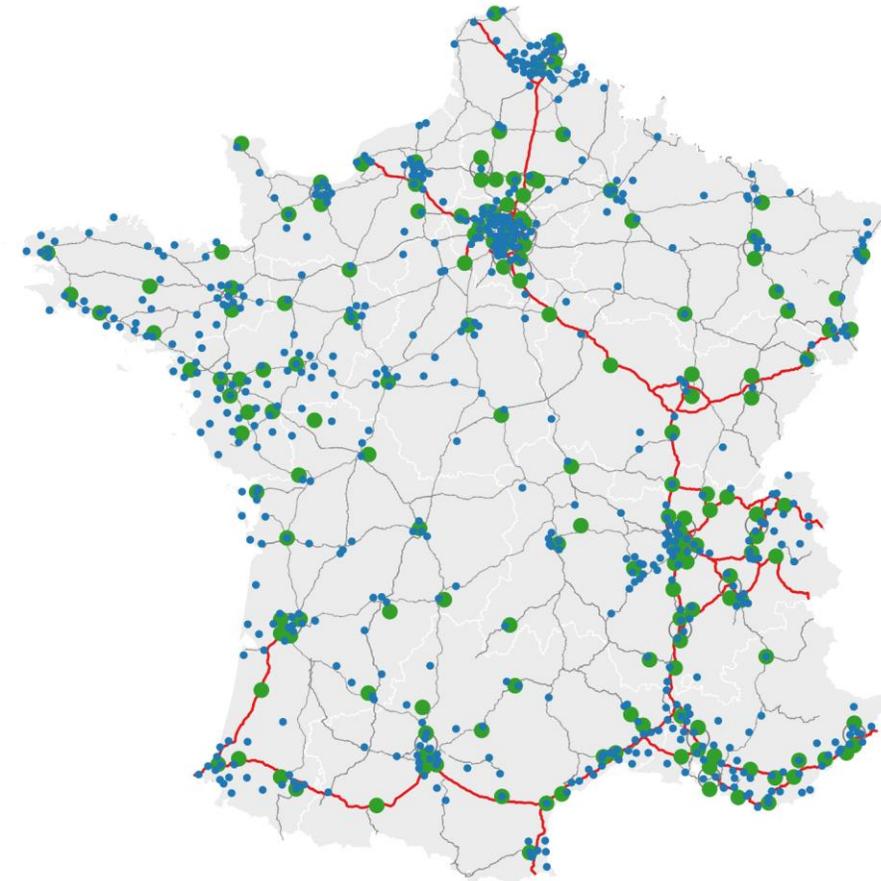
Développement des nouveaux usages de l'hydrogène

Le développement des nouveaux usages de l'hydrogène, notamment dans la mobilité, requièrent une implantation d'infrastructures de production et de distribution d'hydrogène sur l'ensemble du territoire.

Ces infrastructures font appel à des logistiques et des équipements utilisant:

- des quantités & volumes d'hydrogène plus faibles : de l'ordre de 1 tH₂/jour vs. 100 tH₂/jour sur une raffinerie
- des pressions plus élevées : jusqu'à 1 000 bar sur une station de distribution vs. jusqu'à ~200 bar sur un site industriel
- Des unités plus diffuses sur le territoire (hors plateformes industrielles) et à proximité ou ouverte au public

Ces différences impliquent une gestion des risques adaptée par rapport aux usages « historiques » de l'hydrogène, notamment par la réglementation

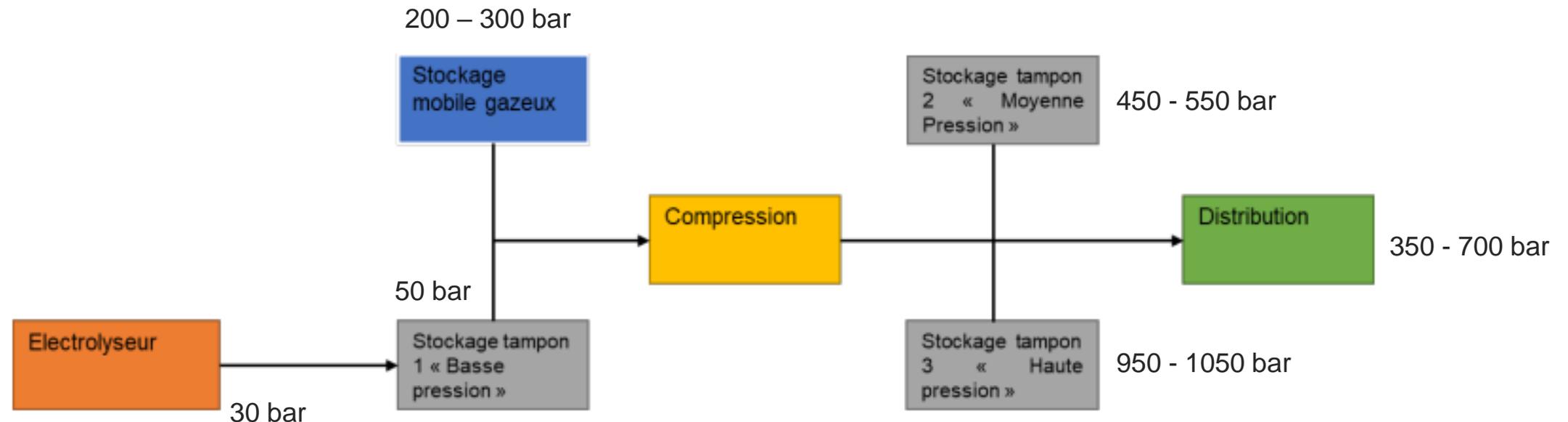


Modélisation de l'infrastructure de recharge Etude France Hydrogène-PFA-IRT SystemX

Équipements sous pression hydrogène

Exemple: schéma d'une installation de distribution d'hydrogène

Selon la configuration et les usages desservis (VUL à 700 bar, bus à 350 bar), une station de distribution hydrogène va intégrer différents équipements (électrolyseurs, remorque de stockage source, compresseurs, distributrice) et types de tuyauteries et de stockages tampons ayant des couples pression-volume/DN différents selon les équipements et selon les exploitants.



Équipements sous pression hydrogène

Typologies des équipements sous pression hydrogène

La plupart des systèmes à hydrogène mettant en œuvre l'hydrogène à pression élevée sont soumis à la directive des Equipements Sous Pression (ESP, directive 2014/68/UE)

Les ESP les plus courants dans la filière hydrogène sont :

- Les récipients sous pression : bouteilles/tubes de stockage d'hydrogène (cf. photos ci-contre), compresseurs
- Les réservoirs d'un véhicule non routier (chariot élévateur ou télescopique, machine off-road, ...) ou de systèmes ferroviaires
- Les tuyauteries : Flexible station, ligne évents, ..
- Les accessoires sous pression et de sécurité: Vannes, soupapes, Instrumentations, Filtres, Nozzle, Break-away, Echangeurs etc.



Source: Hynamics, Stockage tampon station-service,
Volume: ~1 670 L (par tube), Pression : 450 bar



Source: Hynamics, Stockage basse pression station-service
Volume: 20 000 L, Pression : 50 bar

Équipements sous pression hydrogène

Les obligations d'un exploitant d'un équipement sous pression hydrogène

Acquisition d'un ESP

L'exploitant doit tout d'abord s'assurer de sa conformité à la réglementation ESP (à minima le marquage CE sur l'appareil) et de la présence de la documentation obligatoire (marquage CE, déclaration de conformité UE du fabricant, notice, documents techniques, plan et schéma...).

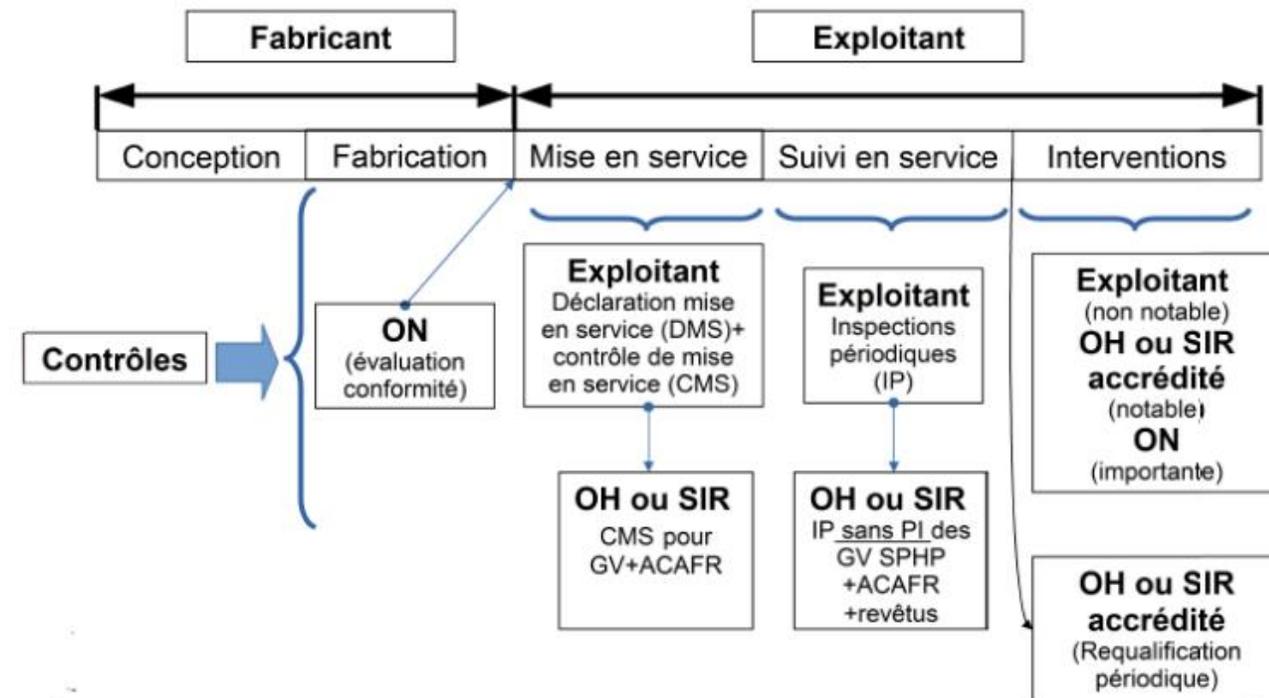
→ Une station de distribution est généralement considéré comme un ensemble avec une évaluation de conformité réalisée par un O.N. (variable selon le niveau d'intégration et les ON)

Installation

Il doit ensuite s'assurer que l'installation et l'assemblage éventuel de ses équipements sont conformes aux prescriptions du fabricant et de la réglementation.

Déclaration et contrôle de mise en service

- Les récipients et tuyauteries répondant à certains critères (cf. diapo suivante) doivent faire l'objet d'une déclaration
- Avant la mise en service d'un ESP soumis à déclaration l'exploitant doit faire procéder à un contrôle de mise en service réalisé par une personne compétente.



Etapes de la vie d'un équipement sous pression (OH : Organisme de contrôle habilité, ON : Organisme notifié, SIR : Service d'inspection reconnu), [Guide pour l'évaluation de la conformité et la certification des systèmes à hydrogène](#), Ineris-ADEME-France Hydrogène.

Équipements sous pression hydrogène

Déclaration de mise en service

Réipients

Sont soumis à déclaration de mise en service **les réipients** dont la pression maximale admissible PS est supérieure à 4 bar et dont le produit de la pression maximale admissible PS par le volume V ($P_s \times V$) est supérieur à 10 000 bar.L.

2 exemples:

- 1 670 L x 450 bar = 750 000 bar.L (stockage tampon moyenne pression)
 - 30 – 80 L x 350 bar = 10 500 bar.L (chariot et machines off-road)
- Compte-tenu des pressions importantes mises en jeu sur les nouveaux usages (>300 bar) et la volonté d'augmenter la taille des réipients (>50 L), **l'essentiel des réipients est soumis à déclaration. On recense près de 3 000 réipients à date.**

Tuyauteries

Sont également soumises à déclaration de mise en service **les tuyauteries**, destinées à transporter un gaz inflammable tel que l'hydrogène, dont la pression maximale admissible est supérieure à 4 bar et dont la dimension nominale* (DN) est supérieure à 350 mm ou dont le produit de la pression maximale admissible par le diamètre nominal est supérieur à 3 500. Ne sont toutefois pas concernées les tuyauteries dont le diamètre nominal est inférieur ou égal à DN 100.

- Les valeurs de DN varient de 4 à 100 mm (généralement < 100) et les pressions varient de 50 à 975 bar. **Certaines tuyauteries haute pression (événements) sont soumises à déclaration (quelques dizaines recensées à date).**

Équipements sous pression hydrogène

Suivi en service des ESP H₂: inspection et requalification périodique

Sont soumis aux obligations de suivi en service :

- les ESP destinés à contenir un gaz inflammable, tel que l'hydrogène, de plus de 1 L, dont la pression maximale admissible est supérieure à 200 bar et dont le produit de leur pression maximale admissible par leur volume est supérieure à 50 bar.L → Les ESP hydrogène dépassent généralement ce seuil
- les tuyauteries destinées à contenir un gaz inflammable, tel que l'hydrogène, dont la dimension nominale est supérieure à DN 100 → Les ESP hydrogène restent généralement en-dessous de ce seuil (sauf canalisations H2)
- les tuyauteries destinées à contenir un gaz inflammable, tel que l'hydrogène, dont la dimension nominale est supérieure à DN 25 et dont le produit de leur pression maximale admissible par leur dimension nominale est supérieur à 1 000 → Les ESP hydrogène dépassent généralement ce seuil

Il n'existe pas à date de cahier ou de guide technique sur lequel les exploitants permettent de s'appuyer pour élaborer leur propre plan d'inspection pour leur ESP hydrogène. Par conséquent, le suivi en service se fait selon les modalités d'un régime général défini par l'arrêté du 20 novembre 2017 comportant :

- Des inspections périodiques à réaliser au plus tard tous les 4 ans, elle permet de vérifier le bon état extérieur et intérieur de l'équipement, ses accessoires de sécurité ainsi que la bonne tenue de son dossier d'exploitation.
- Des requalifications périodiques: à réaliser tous les 6 à 10 ans (selon le type d'ESP). Il s'agit d'une inspection associée le plus fréquemment à une épreuve hydraulique ou plus rarement à un essai pneumatique avec suivi par émission acoustique

Équipements sous pression hydrogène

Retour d'expérience du suivi en service des ESP H₂

L'étape de vérification intérieure lors des inspections périodiques n'est aujourd'hui pas adaptée aux stockages tampon moyenne et haute pression, sur les stations de distribution d'hydrogène.

- Au-delà des impacts opérationnels des inspections sur les installations (arrêt des installations pendant environ 2 semaines), le problème principal est **la perte d'étanchéité du fait du démontage des têtes de bouteilles lors de la vérification intérieure**. Lors de la remise en service des installations (post-inspection), il est difficile et parfois impossible de retrouver l'étanchéité initiale, ce qui amène parfois à condamner des bouteilles sur le site, engendrant des impacts supplémentaires pour l'exploitant

Aujourd'hui, des demandes d'aménagement spécifiques sont faites pour les bouteilles type I (métalliques) avec des justificatifs multiples (conformité matière, etc...), grâce à la décision BSEI ([14-080](#)) du 20/08/14 qui dispense de vérification intérieure des équipements sous pression contenant du gaz, dont l'hydrogène, jusqu'à des pressions de 300 bar.

Pour les bouteilles de type II (métalliques avec liner) utilisées pour les moyenne et haute pressions (>450 bar), les bouteilles sont démontées et ouvertes pour la vérification intérieure, ne pouvant bénéficier de cette dispense.

Au-delà de la limite à 300 bar, la décision ne s'applique que si le récipient n'est pas soumis au phénomène de fatigue, ce qui reste à démontrer pour les ESP des stations de distribution qui sont soumis au cyclage (remplissages et vidanges réguliers).

Équipements sous pression hydrogène

Création d'un groupe de travail interne chez France Hydrogène

Pour travailler sur cette problématique, France Hydrogène a lancé un groupe de travail en interne avec ses adhérents, constitué d'exploitants de stations de distribution d'hydrogène et de fabricants de réservoirs.

L'ensemble des exploitants a convenu que les démontages pour inspection intérieure sont à proscrire sur les ESP H2, à minima sur les stockages MP/HP des stations.

Sur la base du recensement effectué par l'OBAP, le groupe de travail a défini plusieurs actions :

- Etayer le retour d'expérience des ESP H2 avec les problématiques rencontrées pour l'ensemble des inspections périodiques réalisées à date, - **S1 2024**
- Quantifier le nombre d'inspections et de requalifications à venir (à 2-3 ans) pour les différents types de récipients (type I, II, III, IV) et de tuyauteries - **S2 2024**
- Démontrer que les équipements recensés ne montrent aucune défaillance et conserve une certaine qualité de fluide dans le temps (présence d'eau, niveaux de corrosion très faibles) – **S2 2024/S1 2025**
- Travailler sur une méthodologie de contrôle alternatif dispensant de visite intérieure et permettant d'adresser l'ensemble des modes de dégradation des récipients, par exemple via un contrôle acoustique de fuite, en s'inspirant du travail existant pour les stations GNV - **2025**

Merci de votre attention !

Documents pédagogiques sur les équipements sous pression hydrogène

- [Guide pour l'évaluation de la conformité et la certification des systèmes à hydrogène](#)
- [Fiche pratique sur la réglementation des équipements sous pression applicable aux systèmes H2](#)

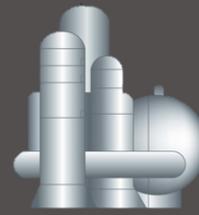
Contacts :

remi.courbun@france-hydrogene.org



www.france-hydrogene.org

<https://vigny.france-hydrogene.org/>



OBap

Observatoire des Appareils à Pression

Amélioration analyse qualitative
Réflexion des organismes habilités

AQUAP

Alexandre Butaye



Réflexion des organismes habilités pour améliorer l'analyse qualitative

24 avril 2024

Rôle de l'Aquap

- L'Aquap regroupe les Organismes Habilités ou Notifiés français pour les contrôles des Equipements Sous Pression
 - Selon l'AM du 20/11/2017 pour les ESP en service
 - Selon la DESP pour les Equipements neufs

Faire évoluer l'analyse avec les technologies

- Les évolutions techniques, en matériaux ou en fluide, ou les nouveaux usages impliquent un nouveau comportement et de possibles nouveaux risques
 - Il faut capter du REX pour ces équipements afin de pouvoir adapter leur suivi futur au mieux (aménagements et mesures compensatoires)
- L'hydrogène est bien connu. Les hautes pression aussi. Le cumul des deux est nouveau :
 - Besoin de faire évoluer nos pratiques pour sortir les données pertinentes spécifique à ces applications

Bilan à date

- Beaucoup de données qui permettent :
 - De conclure sur les contrôles réalisés. Les « mauvais élèves » ne sont pas intégrés dans les statistiques
 - De mieux maîtriser le parc français et voir les tendances générales
- Difficile d'être plus concluant. Mais que manque-t-il pour y arriver? Et surtout, quelles sont les conclusions attendues??
- A noter, il faut 2 ans pour exploiter de nouvelles données : développement informatique, année de récupération des données sur le terrain et le traitement
 - C'est maintenant qu'il faut s'organiser pour capter le REX

Données déjà remontées

- Motif du refus :
 - Règles administratives
 - Paroi : déformation, manque d'épaisseur, corrosion, supportage, fissure
 - NC sur accessoire de sécurité/sous pression
 - Epreuve non valide : fuite ou déformation
- Cette liste permet d'identifier les problèmes techniques avec l'identification des non conformités dues aux parois ou épreuve, donc l'incapacité de l'équipement à tenir la pression
- Le CTP USNEF est identifié, mais c'est le seul CTP tagué

Partir de l'objectif

Objectif : Avoir un REX pertinent, en :

- Permettant de voir les tendances par secteur d'activité :
 - Les différents secteurs ont des contraintes et des usages différents. En pratique, cela implique aussi un suivi différent des équipements.
- Permettant une analyse selon des critères techniques des équipements : pression, fluide, etc.
 - Avec ces paramètres, on pourra cibler :
 - certains équipements ou usages,
 - plus à risque ou moins connu,
 - et voir la tendance des défauts (techniques ou documentaires)

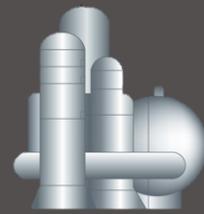
Partir de l'objectif

- Pouvant faire un focus sur les aménagements (CTP, décalorifugeage, etc) :
 - au delà de voir si les CTP sont bien utilisés pour les équipements concernés, cela permettrait de consolider le REX fait sur ces équipements et donc d'ajuster au mieux les contrôles
 - En fonction des COCL on saura si l'aménagement est pertinent et potentiellement applicable à d'autres familles d'équipements, comme les équipements d'hydrogènes à haute pression

Données manquantes et difficultés

- La donnée de base : le risque. Caractéristiques de l'équipement : la pression, le volume et le fluide (groupe 1 ou 2 mais pas que : hydrogène, ammoniac, etc).
 - Attention cette dernière donnée n'est pas exhaustive. Tous les équipements/exploitants ne précisent pas le fluide. Seul le groupe est obligatoire.
- Secteur d'activité : possibilité de le capter par les OH et autres via le SIRET (données Oiso)
 - Lien à faire avec le code APE pour être exploitable par l'OBAP et le BSERR
- Aménagement : les autres CTP que USNEF ou calorifugés ne sont pas remontés
 - Donnée collectée par les organismes, mais non remontée

Des questions?



OBap

Observatoire des Appareils à Pression

Questions / réponses



OBap

Ministère

Centres

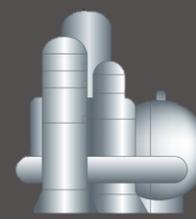
Techniques

Représentants
constructeurs

Représentants
exploitants

Organismes





OBap

Merci de votre attention

Pour tout contact OBAP/AFIAP

afiap@afiap.org

obap@cetim.fr

