

ÉLABORATION D'UN PLAN D'INTERVENTION POUR LA LUTTE CONTRE L'INCENDIE DU LABORATOIRE DE PRODUCTION DE RADIOISOTOPES MÉDICAUX CERN-MEDICIS



CONTEXTE

Dans le cadre de la construction d'un nouveau laboratoire sur le site existant du CERN-ISOLDE, le Service de Secours et Feu est confronté à un nouveau défi dans le domaine de la protection contre l'incendie

OBJECTIVE DE L'ÉTUDE

Adapter les moyens d'intervention, les accès et les tactiques d'extinction à l'exploitation et aux risques particuliers des nouvelles installations



DESCRIPTION DU LABORATOIRE: CERN MEDICIS-NANOLAB

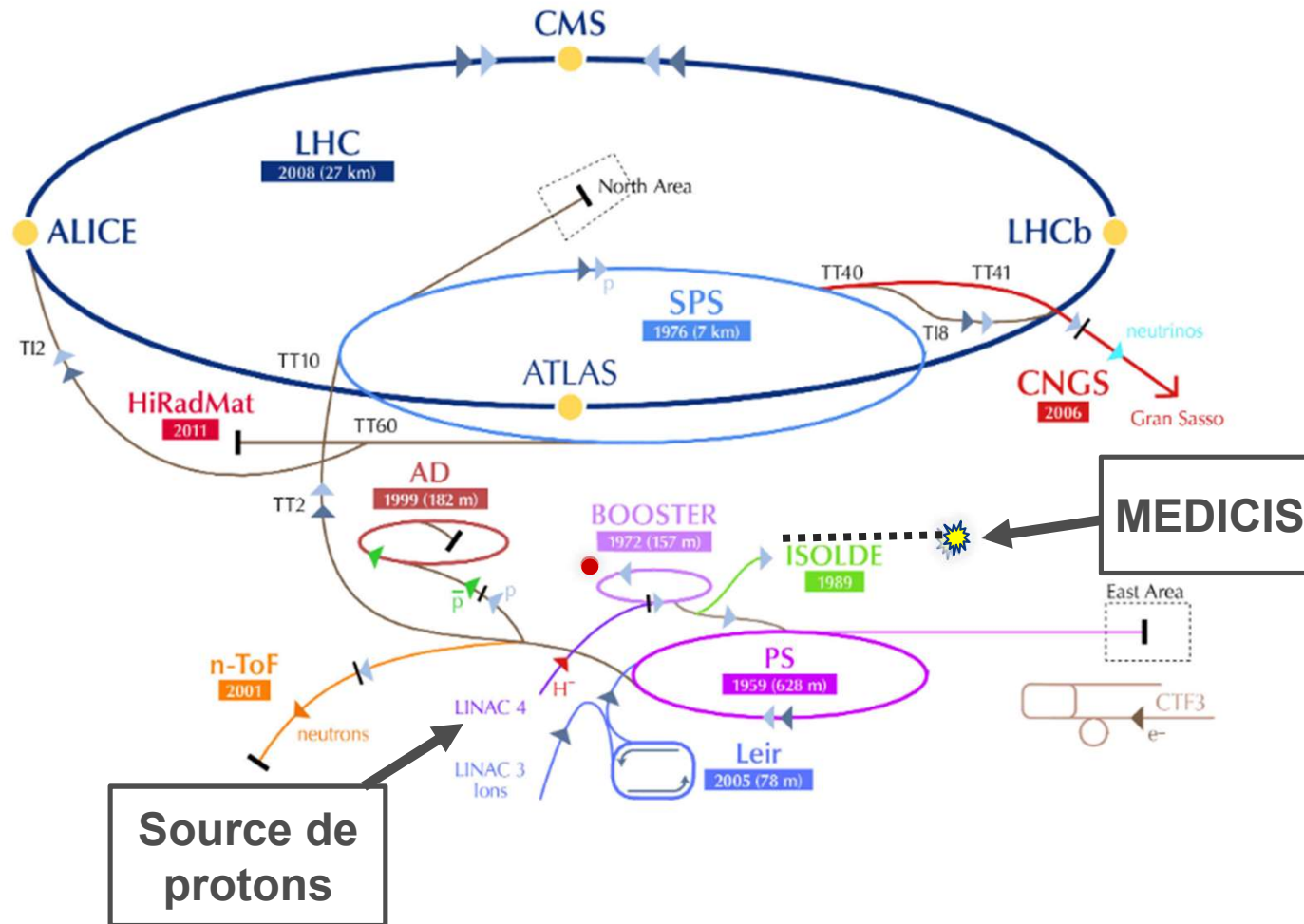


HSE
Occupational Health & Safety
and Environmental Protection Unit



ATSR, Annecy 09/2022

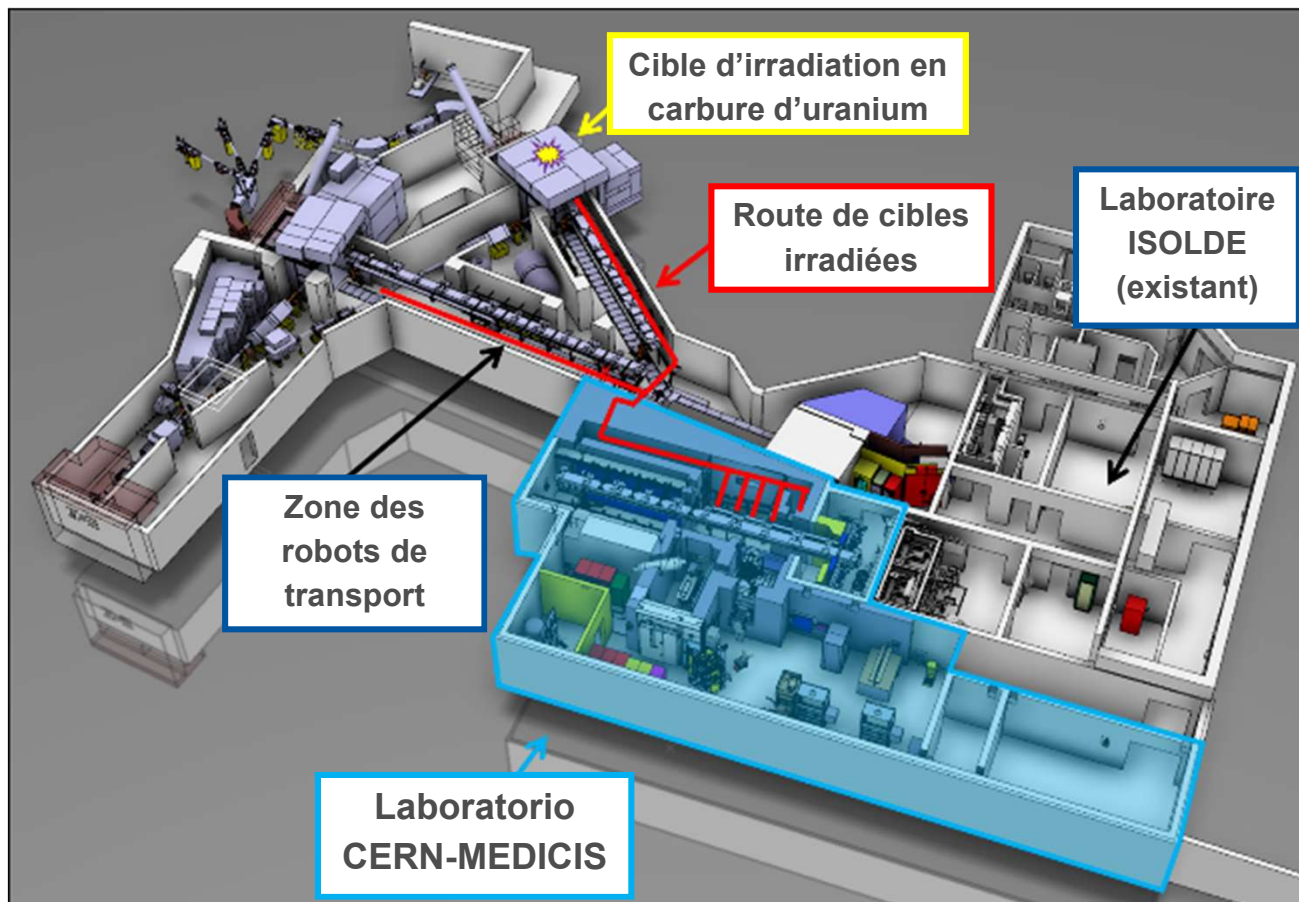
CHAÎNE D'ACCÉLÉRATEURS DU CERN



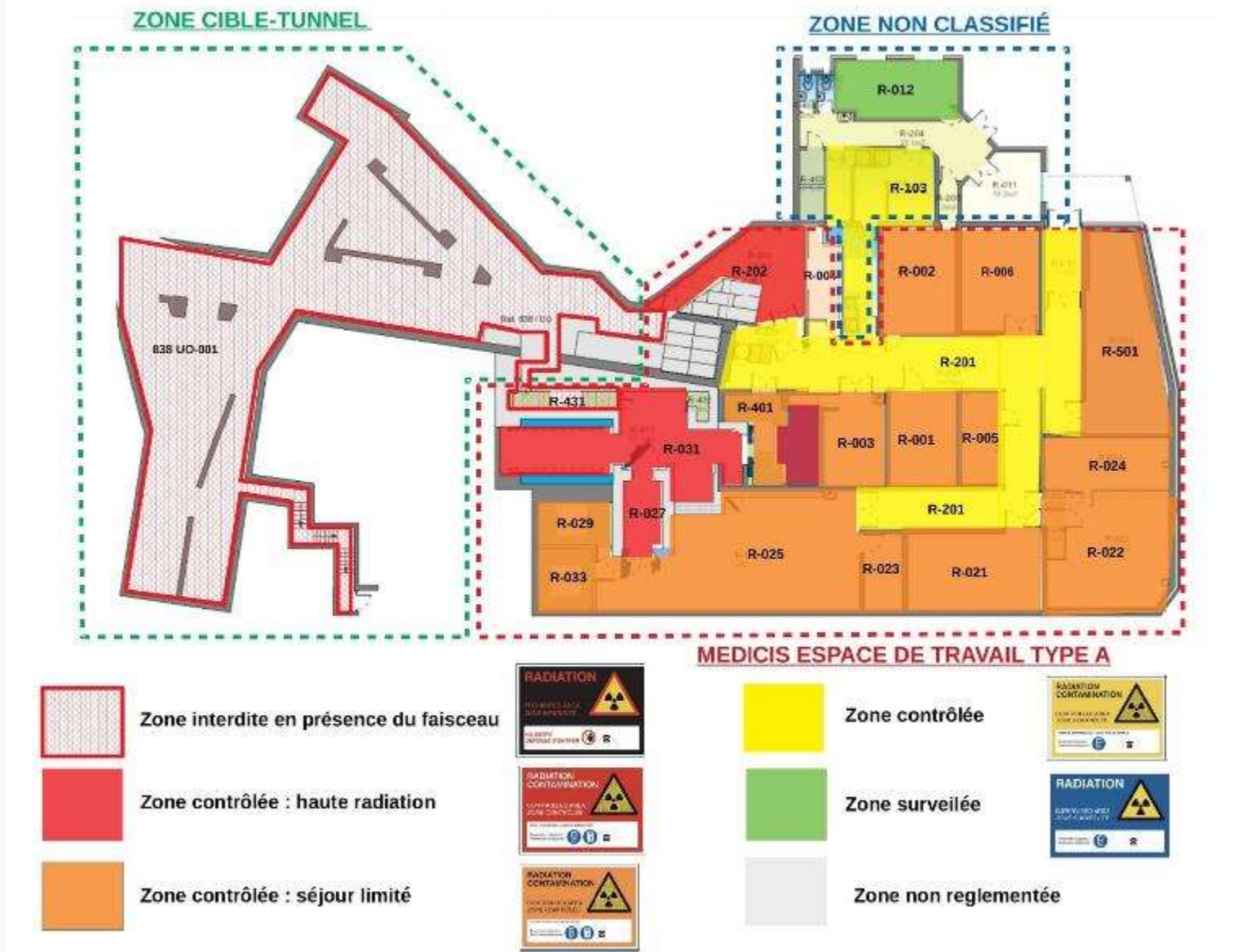
Medical Application	Isotope half-life	Parent isotope beam	Target -Ion source	In-target Activity (Bq)	Extracted Activity (Bq)
α, β - therapy/ SPECT/dosimetry	²¹³ Bi 45.6m	²²⁵ Ac	UC _X -Re	2.8E8	2.8E7
α, β therapy	²¹² Bi 60.6m	²²⁴ Ac	UC _X -Re	1.7E9	1.7E8
β therapy	¹⁷⁷ Lu 6.7d	¹⁷⁷ Lu RILIS/VD	Ta-Re/ Re-VD5	6.4E8	6.4E6
Auger therapy	¹⁶⁶ Yb 56.7h	¹⁶⁶ Yb	Ta-Re	4.1E10	2.1E9
β therapy	¹⁶⁶ Ho 25.8h	¹⁶⁶ Ho	Ta-Re	9.6E6	4.8E5
β -Auger therapy	¹⁶¹ Tb 6.9d	¹⁶¹ Tb	UC _X -Re	1.9E7	9.5E5
β - therapy	¹⁵⁶ Tb 5.35d	¹⁵⁶ Tb	Ta-Re	5.5E7	5.5E5
SPECT	¹⁵⁵ Tb 5.33d	¹⁵⁵ Dy/Tb	Ta-Re	5.3E9	5.3E7
β therapy	¹⁵³ Sm 46.8h	¹⁵³ Sm	UC _X -Re	2.8E9	1.4E8
PET/CT	¹⁵² Tb 17.5h	¹⁵² Dy/Tb	Ta-Re	3.7E10	3.7E8
α therapy	¹⁴⁹ Tb 4.1h	¹⁴⁹ Tb	Ta-Re	3.8E10	3.8E8
¹⁴⁰ Pr-PET/ Auger therapy	¹⁴⁰ Nd 3.4d	¹⁴⁰ Nd	Ta-Re	1.2E10	6.0E8
β - therapy	⁸⁹ Sr 50.5d	⁸⁹ Sr	UC _X -Re	2.0E9	1.0E8
PET	⁸² Sr 25.5d	⁸² Sr	UC _X -Re	1.7E9	8.5E7
β - therapy	⁷⁷ As 38.8h	⁷⁷ As	UC _X -VD5	5.8E9	2.9E8
PET	⁷⁴ As 17.8d	⁷⁴ As	Y ₂ O ₃ -VD5	3.8E8	1.9E7
PET	⁷² As 26.0d	⁷² As	Y ₂ O ₃ -VD5	9.1E9	4.6E8
PET	⁷¹ As 65.3h	⁷¹ As	Y ₂ O ₃ -VD5	5.9E9	3.0E8
β therapy	⁶⁷ Cu 61.9h	⁶⁷ Cu	UC _X -Re	1.5E9	1.1E8
PET, dosimetry, therapy	⁶⁴ Cu 12.7h	⁶⁴ Cu	Y ₂ O ₃ -VD5	7.1E9	3.6E8
PET	⁶¹ Cu 3.3h	⁶¹ Cu	Y ₂ O ₃ -VD5	5.1E9	2.6E8
β therapy	⁴⁷ Sc 3.4d	⁴⁷ Sc	Ti	4.2E10	2.1E9
PET	⁴⁴ Sc 4.0h	⁴⁴ Sc	Ti	5.7E10	2.9E9
PET	¹¹ C 20.3m	¹¹ CO	NaF-LiF-VD5	-	1.4E9



DIAGRAMME DE PROCESSUS



ZONES RÉGLEMENTÉES



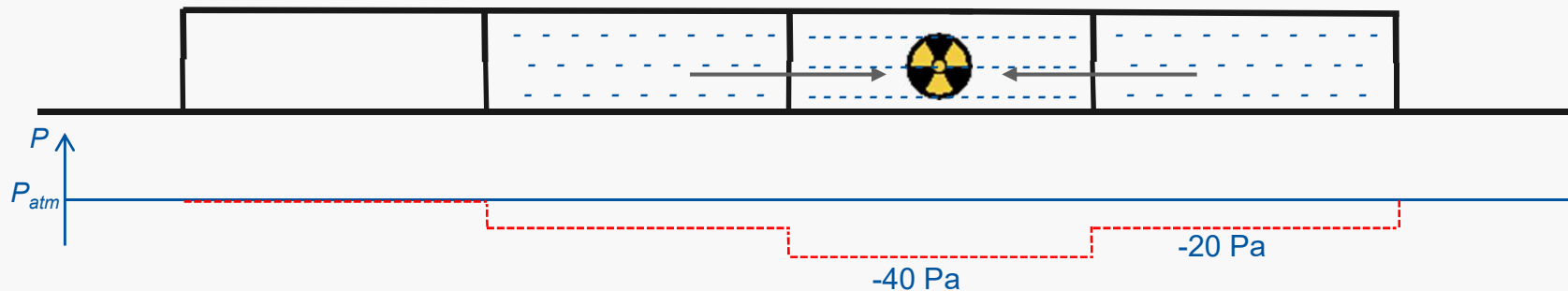
ORaP 814.501: ORDONNANCE SUR LA RADIOPROTECTION SUISSE

En raison des activités élevées produites (sources non-scellées avec plus de 10.000 fois la limite d'autorisation), le laboratoire est classé comme un **secteur de travail de type A (article 81)**

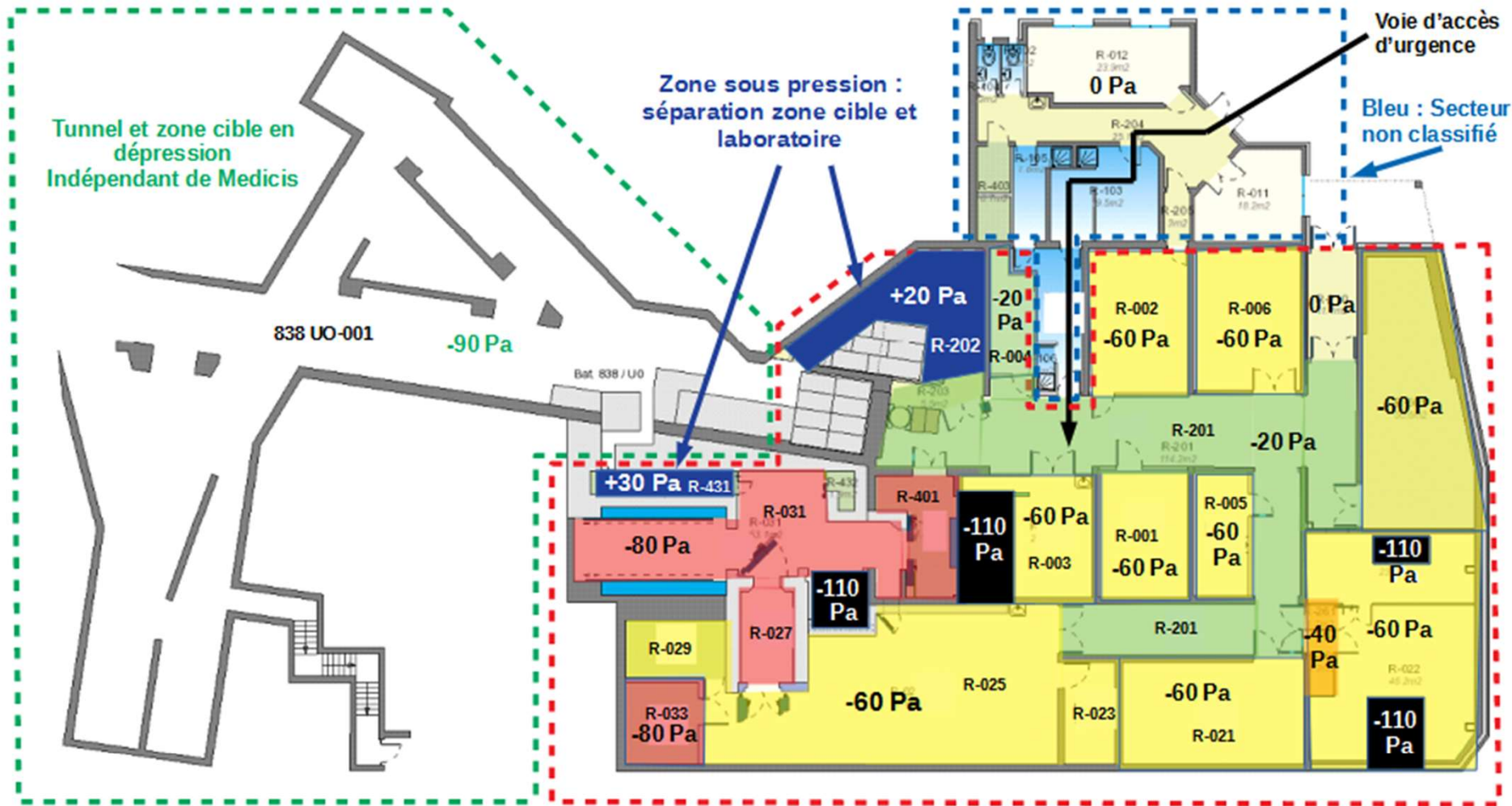
ORaP 814.554: ORDONNANCE SUR L'UTILISATION DE MATIÈRES RADIOACTIVES

L'annexe 5 détaille les exigences pour les installations :

- résistance au feu (EI-90, EI-60)
- étanchéité
- **dépression**
- renouvellement de l'air (5 volumes par heure)



VALEURS DE LA CASCADE DE DÉPRESSION

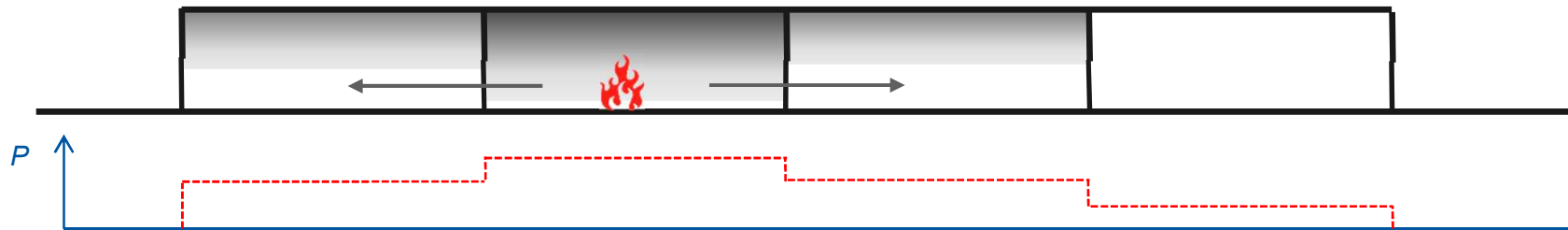


Secteur de travail Type A : Valeurs de dépression

Très bien, mais en cas d'incendie...?

CONSIDÉRATIONS SUR LE TRAJET DES GAZ D'INCENDIE ET DE LA FUMÉE

Surpression à cause de la fumée et aux gaz du combustion provenant du compartiment incendie dans les pièces adjacentes.

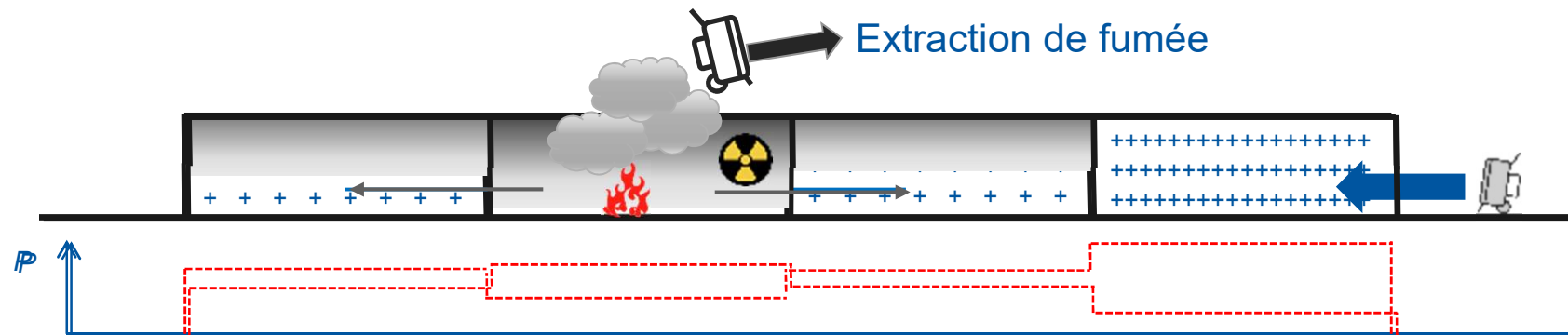


APPROCHE TACTIQUE GÉNÉRALE DE LA LUTTE CONTRE L'INCENDIE

Générer une **surpression** dans les compartiments adjacents ou une **dépression dans le local incendié** pour contenir la fumée et les gaz d'incendie.

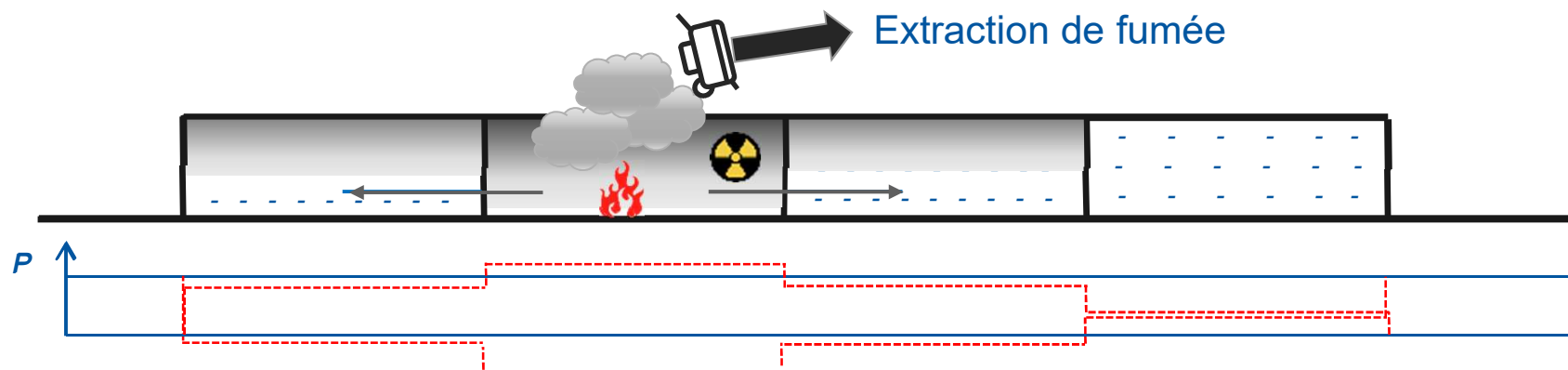
Le gradient de pression augmente du compartiment incendie vers les pièces adjacentes en cascade. Pour empêcher la propagation de la fumée, il y a deux options différentes: Pression **positive** ou **negative**

CONTRÔLE DE LA PROPAGATION AU MOYEN DE VENTILATION À PRESSION POSITIVE:



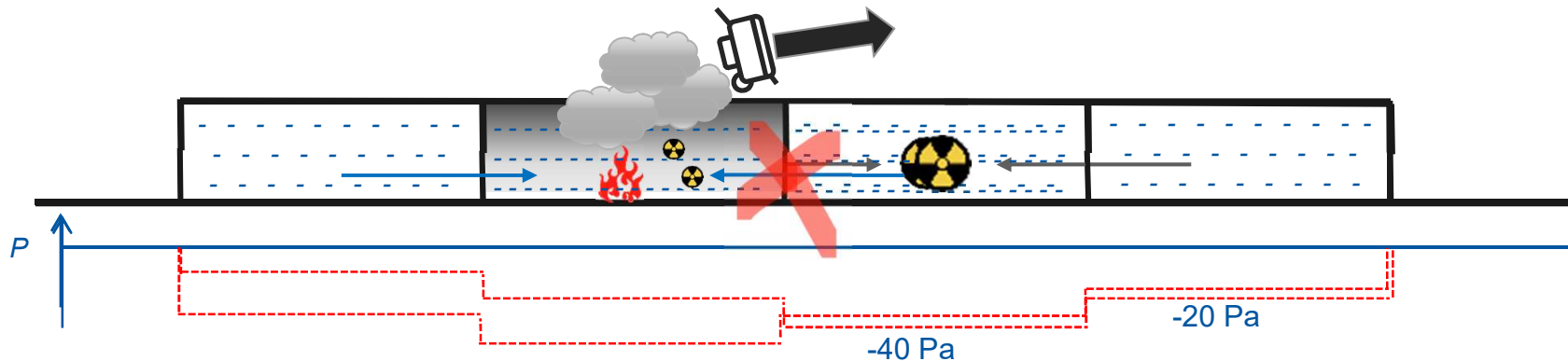
Le fait d'insuffler de l'air frais dans les locaux situés à côté du siège du feu évite la propagation de la fumée. La ventilation dans le foyer (desenfumage) reste active. Mais on ne peut pas mettre en surpression un secteur Type A

CONTRÔLE DE LA PROPAGATION PAR VENTILATION À PRESSION NEGATIVE



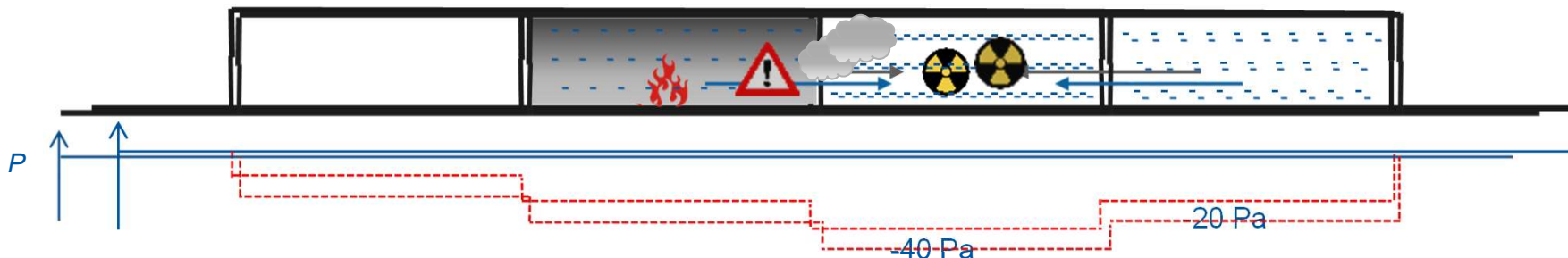
La ventilation du siège du feu évite la propagation des fumées par dépression et ΔP est permise par les fuites entre les pièces adjacentes. Compatible avec secteur Type A

CONFLIT : LORSQUE LES SOURCES RADIOACTIVES ET LE FEU NE SONT PAS DANS LE MÊME LOCAL



Si on essaye de confiner le feu par l'extraction des fumées, le flux d'air ira des zones radioactives vers les zones non radioactives : Inversion de la dépression, contraire à l'ORaP 814.554.

Si on maintient la cascade de dépression pour confiner la radiation, la fumée et les gaz chauds sortiront du compartiment en feu et la fumée se propagera.



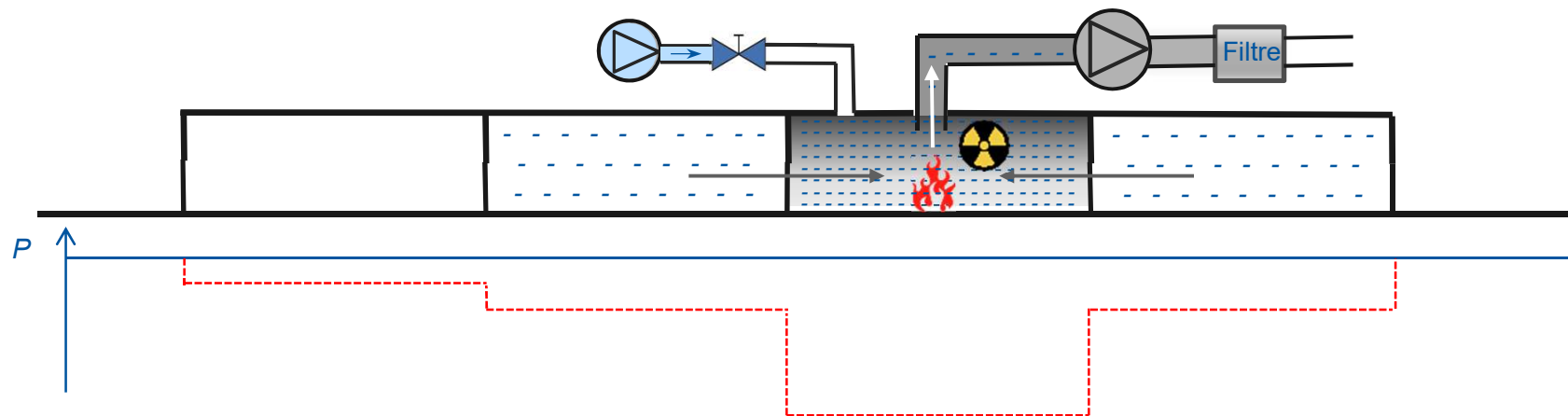
Besoin d'établir des conditions spécifiques pour tout type de scénario d'incendie

DÉTECTION D'UN INCENDIE DANS DES LOCAUX CONTENANT DU MATÉRIEL RADIOACTIF

En cas d'incendie, la ventilation en cascade à pression négative est modifiée pour limiter la propagation du feu, ce qui est toujours en accord avec l'Ordonnance 814.554 pour les laboratoires de type A puisque nous maintenons la cascade de dépression. Il existe deux scénarios différents :

PREMIÈRE PHASE : CONFINEMENT DYNAMIQUE

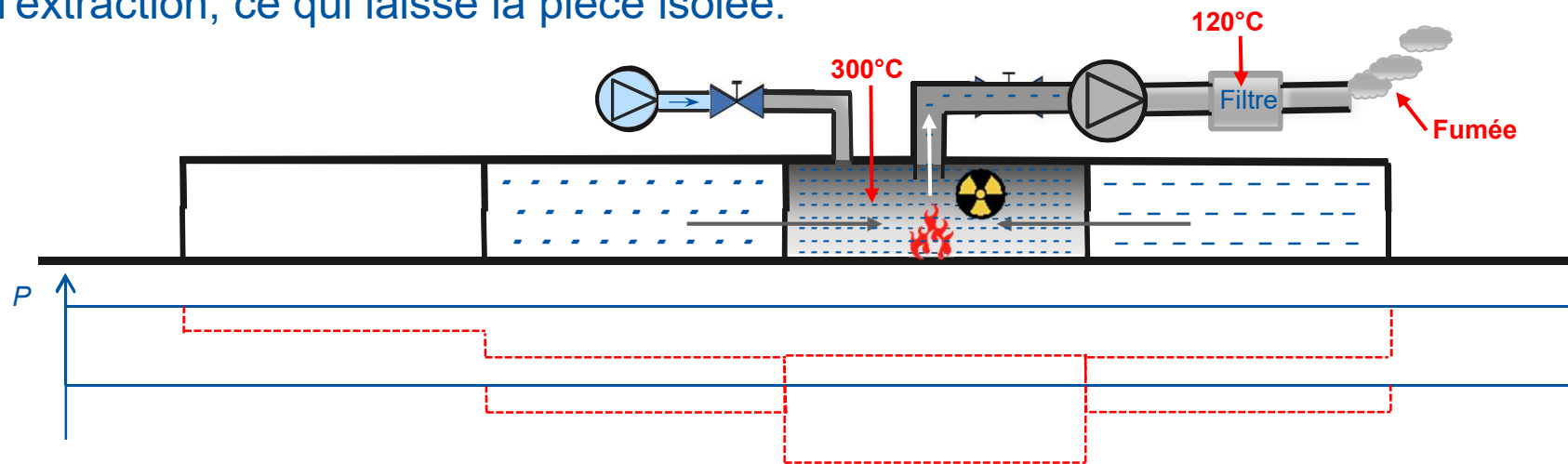
Après un délai de 5 minutes pour permettre l'évacuation, l'alimentation en air est coupée en fermant un clapet dans la ligne d'alimentation. L'extraction d'air reste active. Cela augmente la dépression dans les locaux et coupe l'alimentation en oxygène, limitant ainsi la propagation



DEUXIÈME PHASE : CONFINEMENT STATIQUE

Si $T \geq 300 \text{ °C}$ ou $T \geq 120 \text{ °C}$ au filtre ou fumée détectée au cheminée:

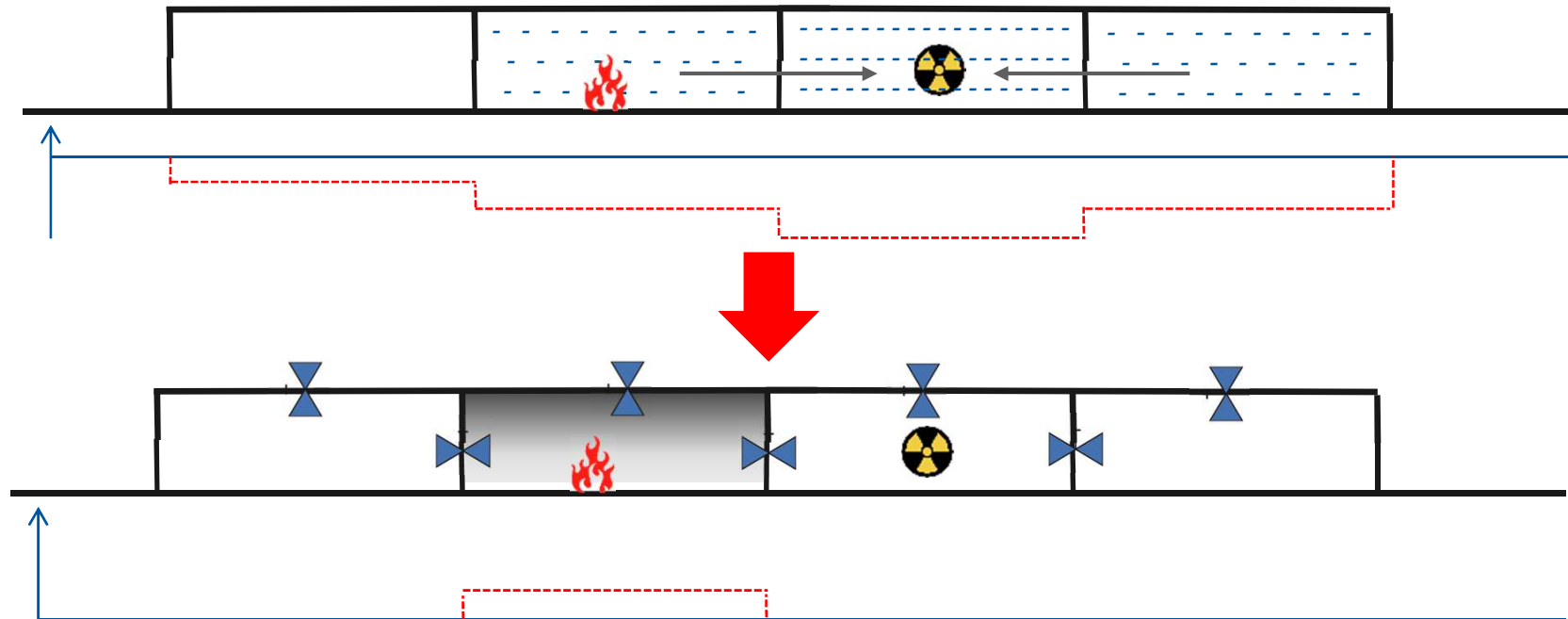
La sortie d'air est coupée par la fermeture d'un autre registre du côté de l'extraction, ce qui laisse la pièce isolée.



Ce mode permettra l'accumulation de la pression de la fumée dans les locaux mais maintiendra le **couloir** (toujours en dépression) comme **barrière intermédiaire avant l'atmosphère**. Une partie de la fumée pourrait éventuellement sortir du foyer par des fuites mais les **portes coupe-feu retarderont la propagation** vers les secteurs suivants.

INCENDIE DÉTECTÉ DANS DES LOCAUX SANS MATÉRIEL RADIOACTIF : CONFINEMENT STATIQUE

Tous les secteurs d'incendie sont isolés en fermant tous les clapets coupe-feu de l'installation. La cascade de dépression est annulée et passe en mode statique, ce qui retarde la propagation de la fumée dans tous les laboratoires.



Cela pourrait être considéré comme le pire scénario en termes de danger de propagation de la fumée dans l'atmosphère.

TEST DES CONDITIONS DE VENTILATION EN CAS D'INCENDIE AVEC DE LA FUMÉE FROIDE ET L'UTILISATION DES EXTINCTEURS CO₂

Conçu pour obtenir des données techniques sur le terrain dans les deux conditions de ventilation du feu :

- **Confinement dynamique:** registre d'entrée fermé, extraction en marche.
- **Confinement statique:** clapets d'entrée et de sortie fermés



OBJECTIVE

Voir la réponse de la cascade de pression à l'intervention de lutte contre l'incendie par:

- ❑ Adition soudain de CO₂
- ❑ Vaporisation de l'eau d'extinction

Débit de conception de la ventilation
(5 fois le volume d'air par heure)

Décharge de l'extincteur CO₂
Environ 4,5 m³ en 30 secondes

900 m³/h



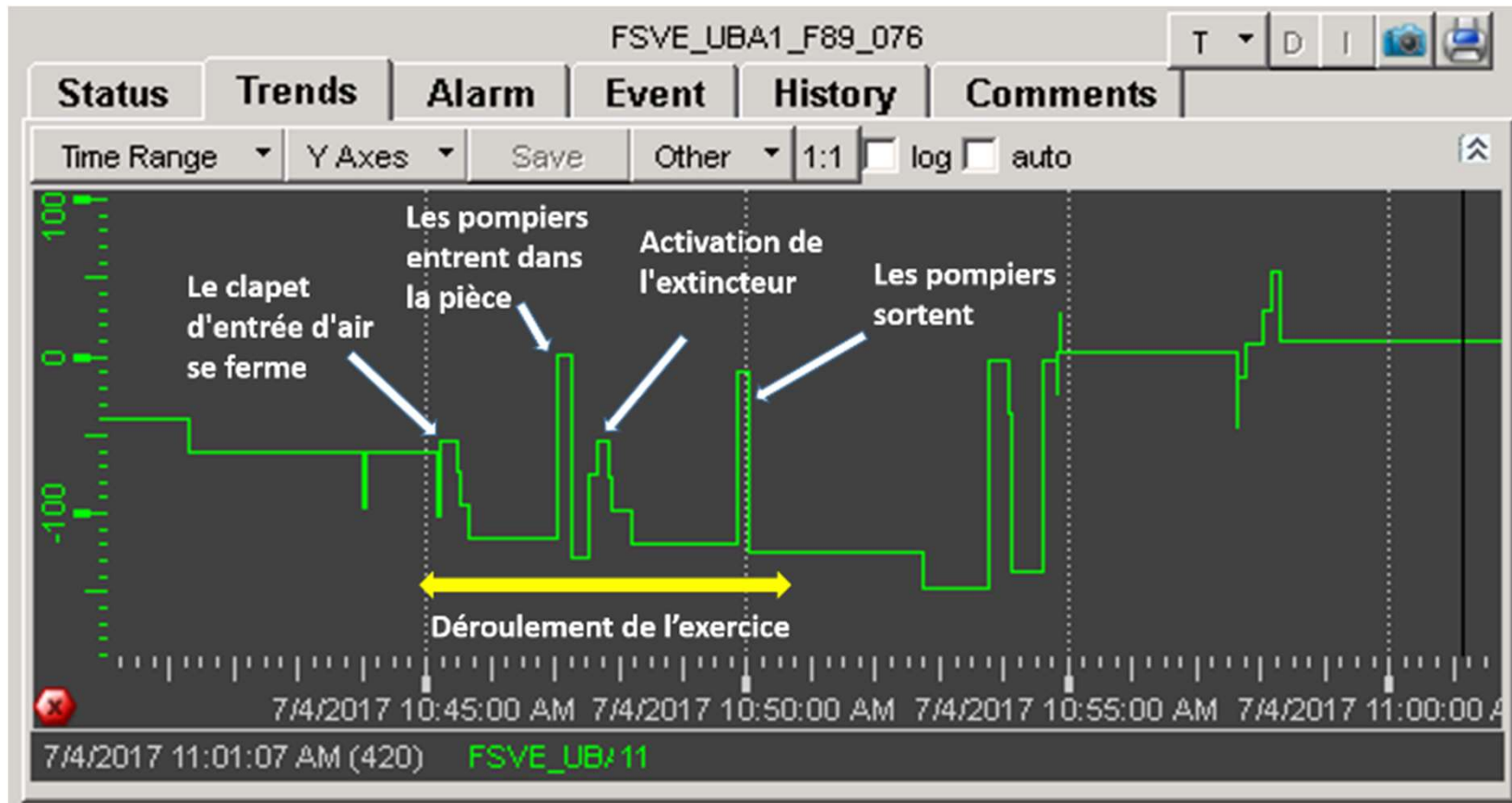
500 m³/h

LIMITATIONS

Comme Medicis est une extension d'une installation existante, nous ne pouvons utiliser que de la fumée froide: pas de conditions réelles d'incendie

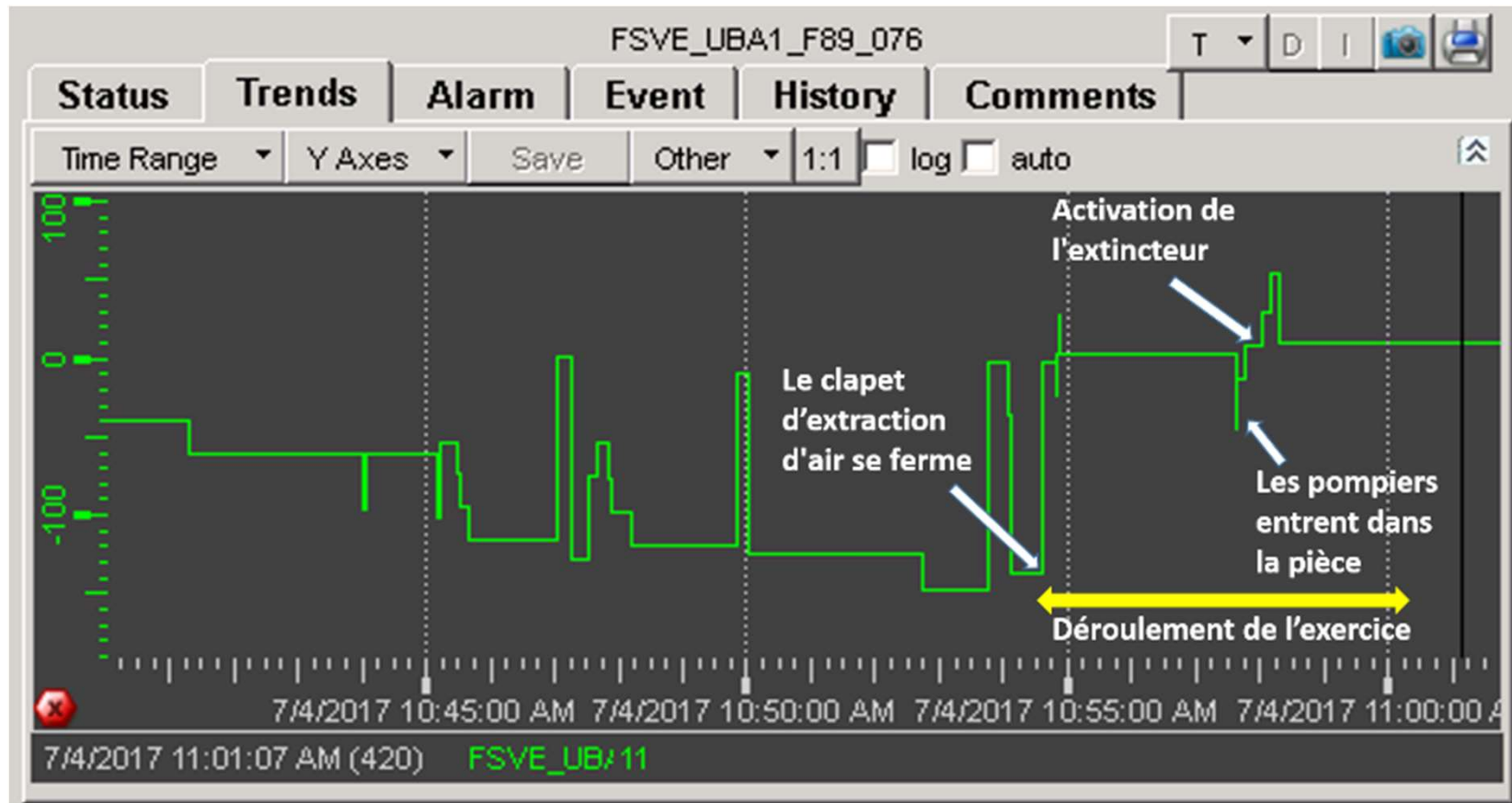
MODE DE CONFINEMENT DYNAMIQUE

Graphique montrant les variations de pression lors du premier essai. Nous pouvons observer que la décharge de l'extincteur crée un **coup de pression positif de 70 Pa** mais nous maintenons toujours la dépression dans la pièce.



MODE DE CONFINEMENT STATIQUE

Graphique montrant les variations de pression lors du second test. La pièce étant isolée, la décharge de l'extincteur crée à nouveau une poussée **de pression positive de 70 Pa**, cette fois au-dessus de la pression atmosphérique..



VIDEO SUPPORT

Vidéo d'un des tests effectués :



Test 1 (DYNAMIQUE)

Test 2 (STATIQUE)

Plus efficace

Fermeture du clapet d'entrée: La **dépression** passe du ΔP nominal à **-120 Pa** par rapport au couloir.



Isoler la pièce égalise la pression par rapport au couloir ($\Delta P=0$).

La décharge de l'extincteur augmente la pression mais nous **maintenons toujours la dépression (-50 Pa)**.



La décharge de **l'extincteur augmente la pression**, ce qui amène le local en **surpression (70 Pa)**.

La sortie de la pièce désactive à nouveau la dépression pendant quelques secondes mais aucune fumée visible ne sort.



La sortie de la pièce fait sortir de la fumée vers le couloir.

DES EFFETS SECONDAIRES INATTENDUS AVEC DES LOCAUX NON IMPLIQUÉS DANS LE TEST

Exemple de propagation de fumée: absence d'étanchéité dans un passage de câbles qui communique deux pièces

Au deuxième test, lorsque le siège du feu était **en mode statique**. La surpression créée par l'extincteur a forcé la fumée à passer de pièce, activant l'alarme et isolant son secteur d'incendie.

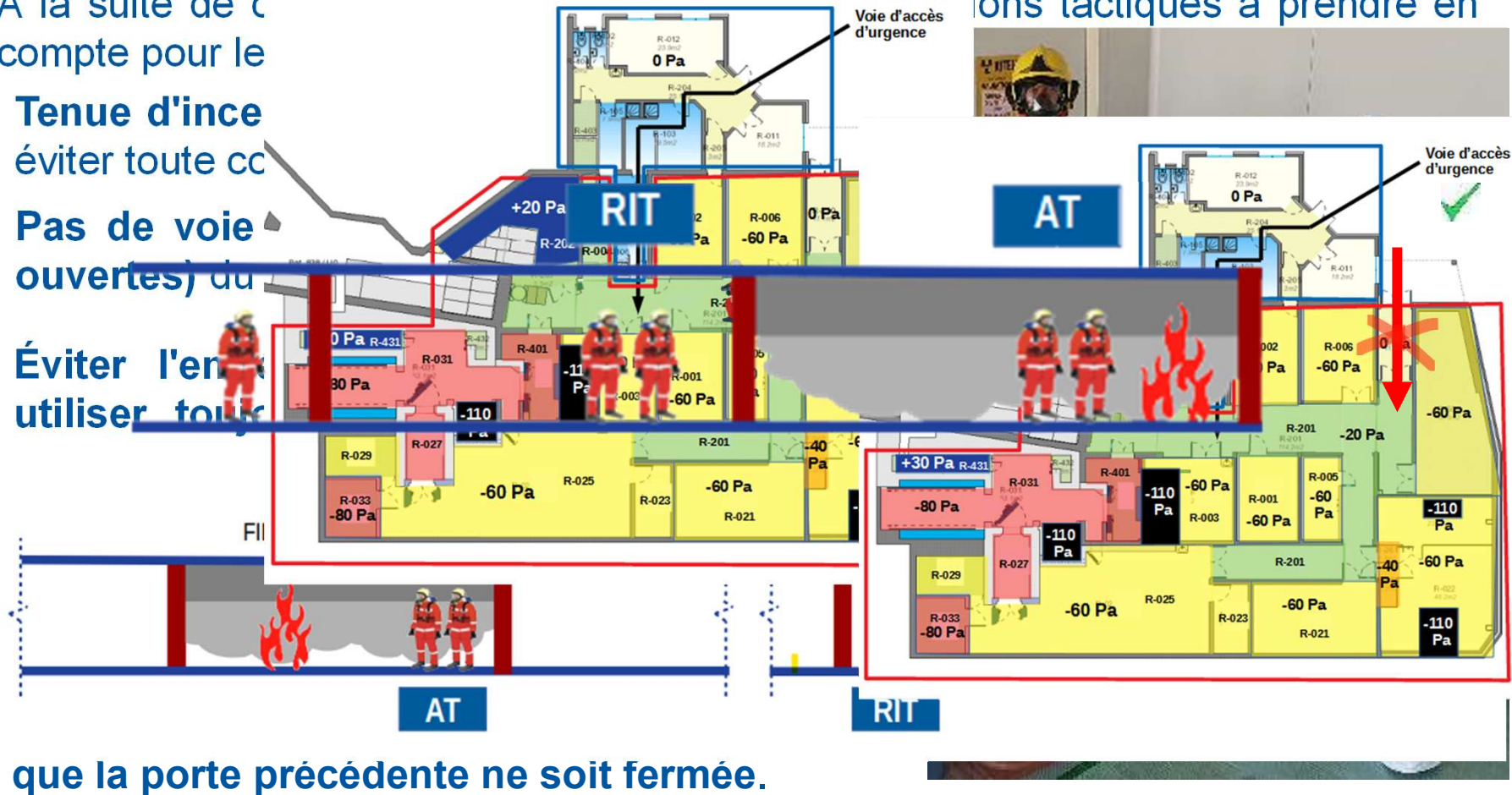
Toute variation inattendue d'étanchéité ou porte mal fermée peut changer radicalement le schéma de ventilation



ADAPTATION DE LA RÉPONSE TACTIQUE DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

À la suite de c
compte pour le

- Tenue d'ince
éviter toute cc
- Pas de voie
ouvertes) du
- Éviter l'en
utiliser touj



que la porte précédente ne soit fermée.



ADAPTATION DE LA RÉPONSE TACTIQUE DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

- Privilégier comme moyens d'extinction des **extincteurs au CO₂** aux extincteurs à eau portables avant de passer à l'attaque au CAFS ou jet d'eau.

Moyens d'extinction:

10 Kg CO₂

6 Kg eau

150 lpm eau

Formation de vapeur:

500 m³/h

720 m³/h

9.000 m³/h



- Minimiser la production de vapeur en réduisant l'application d'eau sur les surfaces chaudes.

RÉSULTATS

1. SOP Secteur de Travail Type A

2. INTERVENTION SUPPORT PLAN

Établissement d'un plan d'intervention basé sur les détecteurs d'incendie actifs pour connaître le schéma de ventilation auquel nous serons confrontés lors de l'accès aux locaux.

3. FORMATION DU PERSONNEL

Standard Operating Procedures
MEDICIS-NANOLAB OPERATIONAL PLAN

EN - Page: 13/27
EDMS: 1899754 - Ver: 1 - DATE: 09.09.2022
Written by: J. Cuadrado

Standard Operating Procedures
SOP FOR INTERVENTION IN TYPE-A LABS

EN - Page: 1/3
EDMS:190007 - Ver: 0 - DATE: 10.10.2017
Written by: J. Cuadrado

112.1 SCOPE OF APPLICATION

CERN FB emergency response to **TYPE-A** Laboratories:

- Class A Working Sectors
- Presence of **high activity non-sealed radioactive sources**: Risk of **airborne and surface contamination**
- Specific ventilation pattern** for normal working conditions and in case of fire

112.2 PPE

Any personnel on interior operations must wear **SCBA, fire hood and both nitrile and fire gloves**. There is a high risk of radioactive contamination in case of fire in the laboratory. **All personnel** regardless of their position should wear **full turnout fire gear** (fire boots, turnout trousers, coat and helmet) as well as personal and operational dosimeters. Refer to Risk Based SOP-RP for SAS, contamination check and undressing procedures

112.3 DESCRIPTION OF CLASS A WORKING SECTOR VENTILATION SYSTEM

- A laboratory classified as **Class A Working Sector** by the Swiss Radioprotection legislation 814.501 (ORaP) is a facility that uses non-sealed radioactive sources with **activities over 10.000 times the authorisation limit (LA)** for each concerned isotope. For scaling purposes, the inhalation of **one LA** activity means a committed effective dose of **5mSv** so we face a real **high contamination risk** ⚠️ ☢️
- Radioprotection regulations define the ventilation parameters for these facilities that include a minimum of 5 air renovations per hour for each fire sector. It is designed to create a **differential negative pressure** in order to have higher **depression in premises** with higher contamination risk to **confine** potential leaks into the facility. By design, typically there is a **-20 Pa** depression in the first line premises as corridors, **-60 Pa** in the laboratories and **-110 Pa** in glove boxes and remote control cells (with respect to outer atmospheric pressure)
- In case of emergency the ventilation pattern will evolve according to the location of fire detection and the number of fire detectors active. We could find different configurations on arrival at the fire scene and they could also vary due to our intervention if smoke travels from one premise to other, activating new fire heads:
- Fire detection** with a **single detector active, wherever in a laboratory or in the corridor**, will trigger fire and evacuation alarm (CSAM level 3 alarm) but **will not affect the ventilation** system, maintaining depression cascade as described above
- Fire detection** with **more than one detector active in a laboratory will close air inlet**, increasing depression in the premise. If the incipient fire evolves to a developed stage increasing temperature over 300°C in the room, 120°C at the filters or smoke is detected in the stack it will isolate the room leading to a static ventilation mode.

FIRE DETECTED-LAB

More than 1 detector active in a Laboratory

AIR SUPPLY CLOSED

Depression in the premise increases after 5 minute delay for evacuation

LAB ISOLATED

Only in case of developed fire: If 300° C in the lab, or 120° C in the filters, or Smoke is detected in the stack

atmosphere and Target Tunnel

4. EXERCICE INCENDIE 23.04.2018



Démarrage du générateur de fumée



Occupants du bâtiment dans le point de rencontre informant les pompiers

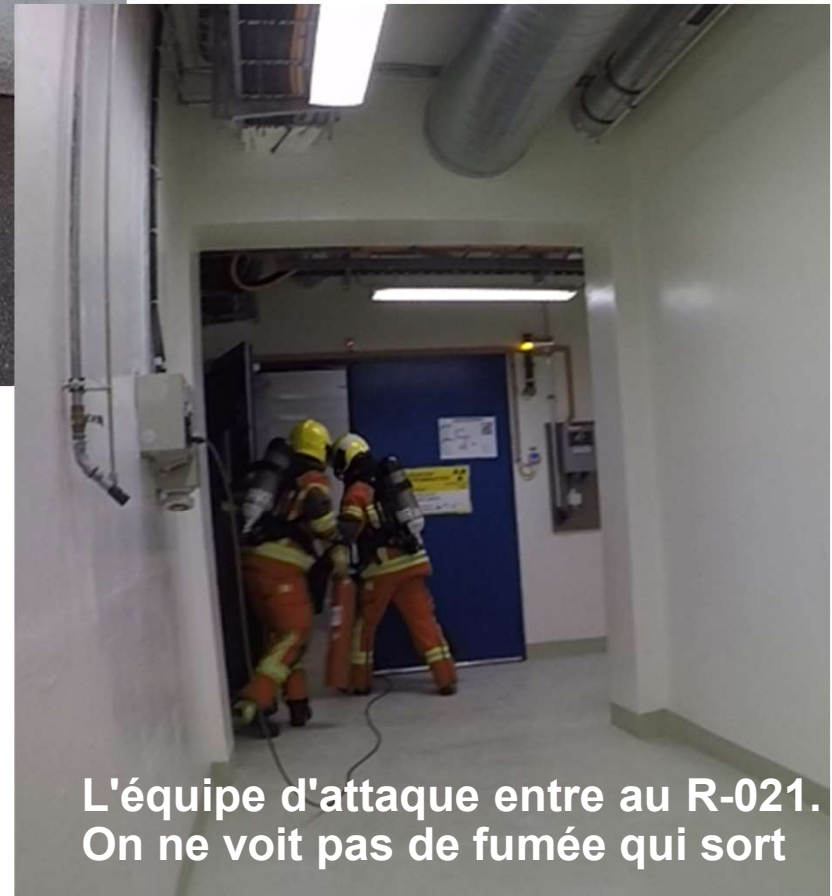


L'officier et le chef d'unité obtiennent des renseignements

EXERCICE INCENDIE 23.04.2018



Équipe d'intervention à l'extérieur de l'établissement



L'équipe d'attaque entre au R-021. On ne voit pas de fumée qui sort



Instructions before entry



Inspection de la pièce adjacente avec caméra thermique

EXERCICE INCENDIE 23.04.2018



Contrôle de la contamination avec moniteur mains / pieds dans le SAS avant la sortie.

SAS D'INTERVENTION POUR CONTRÔLE ET DÉSHABILLEMENT DES INTERVENANTS ET/OU TRANSFERT DE VICTIMES



**CONCLUSION:
LE SERVICE DU POMPIERS EST PRÊT À INTERVENIR**

**MERCI
POUR
VOTRE
ATTENTION**



HSE
Occupational Health & Safety
and Environmental Protection Unit



ATSR, Annecy 09/2022 30