

LHC – EXPERIENCE ATLAS CONCEPTION DES INSTALLATIONS AERAULIQUES

J. Roche

Division ST – Groupe Refroidissement et Ventilation (ST/CV)
CERN, Genève, Suisse

Résumé

Les premières cavernes destinées à la mise en place de détecteurs de physique ont été réalisées dans le cadre du projet proton/antiproton. Les quatre grandes expériences du LEP ont permis de nouveaux développements dans la conception, l'exécution et les modes d'opération des installations aérauliques. Ces développements ont permis de satisfaire les exigences propres aux équipements et aux conditions d'utilisation de ces ouvrages. L'expérience ATLAS, du projet LHC, nécessite de nouveaux développements, compte tenu de l'importance de l'ouvrage projeté, de la nature des équipements, des aspects nouveaux de sécurité et des conditions d'utilisation qui en découlent. Les installations de traitement d'air projetées doivent être conçues pour répondre aux différents critères de température, point de rosée, dissipation interne, extraction des gaz (Argon et mélanges gazeux) et sécurité. La conception fonctionnelle et les modes d'opération doivent garantir une fiabilité maximum en respectant les contraintes de sécurité vis-à-vis du personnel et de l'environnement.

1. INTRODUCTION

La conception, la réalisation et le mode de fonctionnement des installations de traitement d'air devront être élaborés en tenant compte de l'interdépendance des ouvrages souterrains (cavernes expérience et technique), puits d'accès et ouvrages de surface liés aux cavernes.

Ces installations assureront le chauffage, la ventilation, le refroidissement et la sécurité dans ces différents ouvrages.

1.1 Ouvrages (voir Fig. 1)

Les volumes respectifs des ouvrages souterrains et de surface s'établissent comme suit:

Niveau	Ouvrages	Volume brut (m3)	Total (m3)
Souterrain	Caverne expérience UX 15	55000	
	Caverne technique USA 15	20000	
	Puits PX 14	15000	
	Puits PX 15	4500	
	Puits PX 16	7000	101500
Surface	Bâtiment SX 15	35000	
	Bâtiment SDX 15	7500	42500

2. CRITERES DE DIMENSIONNEMENT DES INSTALLATIONS

2.1 Conditions extrêmes extérieures

	Température sèche °C	Humidité relative %	Point de rosée °C
Eté	+ 32	40	+ 15,5
Hiver	- 12	90	-13

2.2 Ouvrages souterrains, conditions ambiantes en régime stabilisé

Ouvrages souterrains	Température sèche [°C]	Point de rosée [°C]	Température de pulsion [°C]
Caverne expérience UX 15	+ 22 à +26 *	≤ 12	+ 17 ± 1 **
Caverne technique USA 15	+ 22 à +26	≤ 12	+ 17 ± 1 **

* Gradient entre le niveau 0 et le sommet de la caverne.

** Minimum +15 °C si la température au sommet de la caverne atteint + 26 °C.

2.3 Apports internes

Ouvrages	kW
Caverne expérience UX 15	≤100
Caverne technique USA 15	
Salles de contrôle et de comptage	≤125
Equipement technique cryo/électrique/refroidissement	≤120

2.4 Ouvrages de surface - Conditions ambiantes

2.4.1 Conditions hivernales

	Température sèche °C	Température sèche °C (EJP)
Bâtiments SX 1 et SDX 1	+ 19± 2	+ 8 ± 2

EJP = Effacement Jour de Pointe

(Remarque: la température ambiante après une ouverture des portes pendant 1 heure pour une température extérieure de - 12 °C atteindra 0 °C.)

2.4.2 Conditions estivales

	Température sèche °C au niveau du sol	Température sèche °C au niveau du toit
Bâtiments SX 1 et SDX 1	+ 32	+ 45

3. PRINCIPAUX CONSTITUANTS

Le tableau ci-dessous indique pour chaque ouvrage le nombre et l'emplacement des unités aptes à assumer les différentes fonctions.

Ouvrage	Emplacement équipements	Unités de pulsion	Unités de reprise, extraction et désenfumage 400°C/2 heures	Unités d'extraction des gaz Argon ou Azote et/ou mélanges gazeux	Extraction désenfumage 400°C/2 heures	Désenfumage	Remarques
Caverne UX 15	SUX 1	1+1*	1+1	1+1*			Unités implantées dans un espace confiné.
Caverne technique USA 15	SUX 1	1+1*		1+1*		1+1*	Pulsion air primaire
	Caverne technique USA 15	5					Unités de post-traitement
Zone d'accès protégée dans PX 15	SUX1	1+1*					Accès sécurisé
Bâtiment SX 1	Bâtiment SX 1	4			6		Chauffage-ventilation
Bâtiment SDX 1	SUX 1	1			6		Chauffage-ventilation

* unité en stand-by.

4. MODES D'OPERATION

4.1 Caverne UX 15 (voir figures 2 à 9)

4.1.1 Pulsion

Mode d'opération	Bouchons PX 14 et 16	Nombre d'unités en service	Débit en m3/h
Accessible	fermés	1	45000
Non accessible	fermés	1	45000
Urgence gaz	fermés	2	90000
Urgence feu/fumée	fermés	2	90000
Urgence feu/fumée	ouverts	2	90000

4.1.2 Extraction

Mode d'opération	Bouchons PX 14 et 16	Nombre d'unités en service	Débit en m ³ /h	Nombre de tourelles en service SX 1	Débit en m ³ /h
Accessible	fermés	1	45000		
Non accessible	fermés	1	45000		
Urgence gaz	fermés	2	90000		
Urgence feu/fumée	fermés	2	90000		
Urgence feu/fumée	ouverts			6	90000

4.1.3 Extraction Argon et mélanges gazeux

Mode d'opération	Bouchons PX 14 et 16	Nombre d'unités en service	Débit en m ³ /h
Tous les modes	fermés/ouverts	1	21000

4.2 Caverne technique USA 15 (voir Figs. 10-12)

4.2.1 Pulsion

Circuit	Fonction	Nombre d'unités en service	Nombre d'unités en stand-by	Débit unitaire m ³ /h	Débit total m ³ /h
Ensemble de la caverne	Air primaire	1	1	16000	16000
Salles de contrôle et comptage	Post-traitement	4		10000	10000
Equipements techniques	Post-traitement	1		40000	40000

4.2.2 Extraction

Circuit	Nombre d'unités en service	Nombre d'unités en stand-by	Débit en m ³ /h
Azote/mélanges gazeux	1	1	4000
Désenfumage	1	1	10000

5. FILTRATION DE L'AIR EXTRAIT

L'air extrait sera préalablement filtré avant rejet par des filtres fins. L'efficacité sera F 8 et F 9 selon la norme européenne EN 779 efficacité opacimétrique 95 % pour des particules comprises entre 1-10 µm.

6. CONTROLE ET GESTION DES EQUIPEMENTS

6.1 Automates

Ceux-ci:

- piloteront une ou plusieurs unités y compris les constituants associés implantés en surface et en souterrain,
- assureront le fonctionnement et la surveillance des unités de traitement d'air,
- contrôleront les séquences marche/arrêt et la gestion des boucles de régulation,
- exécuteront les commandes générées localement (console portable) ou à distance à partir d'un poste de supervision,
- dialogueront avec les autres automates liés à un même process.

6.2 Liaisons entre les automates

Elles seront réalisées par:

- des liaisons câblées avec les constituants associés,
- des bus avec les autres automates et le concentrateur (Master).

6.3 Master (concentrateur)

Le Master maître du réseau local:

- assurera l'interface entre les différents processus et le contrôle général,
- contiendra la copie exacte de toutes les bases de données des différents automates,
- contiendra la base de données générales (lecture/écriture) relative à la structure globale des installations,
- coordonnera les échanges de données entre le Master et les automates.

7. ALIMENTATION ELECTRIQUE

Les sources d'alimentation électrique seront au nombre de quatre:

- le circuit machine (délestable),
- les services généraux,
- le réseau assuré (réalimentation par un autre réseau),
- le réseau sécurité (réalimentation par un autre réseau ou par le diesel).

8. SOURCES DE CHAUFFAGE ET REFROIDISSEMENT

8.1 Chauffage

Deux sources:

- électricité (circuit machine et services généraux),
- eau chaude de récupération (circuit condenseur des groupes frigorifiques).

8.2 Refroidissement et déshumidification

Eau glacée 6/12 °C provenant de la production centralisée d'eau glacée.

9. CONCLUSION

Ce document définit la conception technique des installations aérauliques destinées à cette expérience. Les différents critères (conditions ambiantes, dissipations internes, modes d'utilisation des équipements, sécurité) définis par les différents groupes en charge des différents équipements, permettra de finaliser les spécifications techniques aptes à satisfaire ces différentes exigences.

REFERENCE

- [1] Expériences LEP: L3, ALEPH, OPAL, DELPHI.

BIBLIOGRAPHIE

ASHRAE HANDBOOK SI version

- 1997 FUNDAMENTALS
- 1996 HVAC SYSTEMS AND EQUIPMENT
- 1995 HVAC APPLICATIONS
- 1994 REFRIGERATION

ASHRAE STANDARDS

- Standard n° A/A 55-1992 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy
- Standard n° A 62-1981 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality

Le REKNAGEL (Pyc Edition) Manuel Pratique du Génie Climatique

- Tome 1 - Données fondamentales. 3ème Edition 1995
- Tome 2 - Chauffage et production d'eau chaude sanitaire. 3ème Edition 1996

Cours de climatisation (Edition/Chaud-Froid-Plomberie)

- Bases de calcul des installations de climatisation. 4ème Edition 1979

Guides AICVF (Pyc Edition)

- n° 1 Calcul des déperditions et charges thermiques d'hiver. Edition 1989
- n° 5 Conception et calcul des installations de ventilation. Edition 1992
- n° 11 Bruit des équipements. Edition 1997

I.E IDEL'CIK Mémento des pertes de charge. (Eyrolles édition) Paris 1969

- Catalogues ABB-SOLYVENT, CAMFIL, GEBHARDT, HESCO, SIEMENS

Figure 1 - Volumes des différents ouvrages.

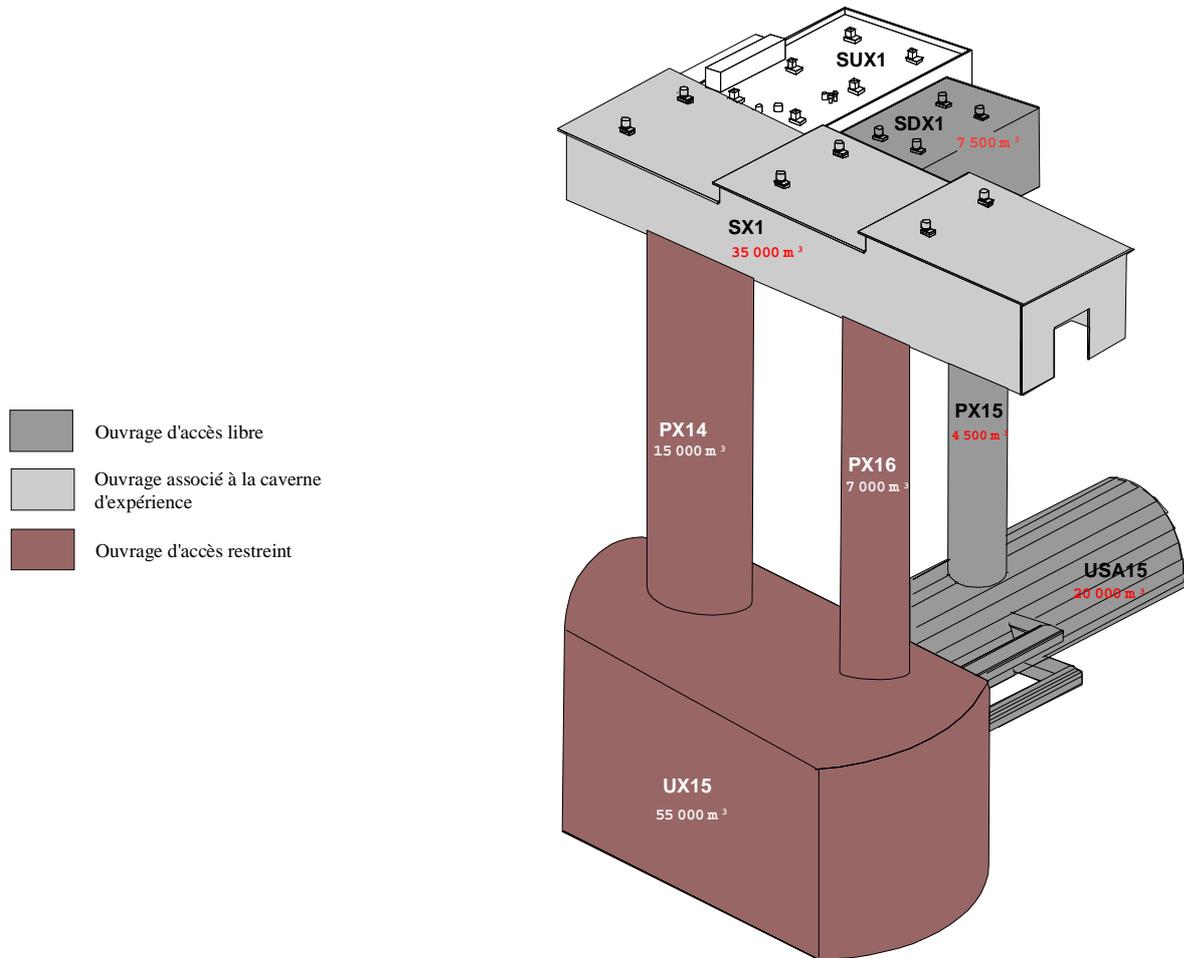


Figure 2 - Circuits Pulsion/Extraction. Expérience Accessible et Non Accessible.
Bouchons PX 14 et 16 fermés.

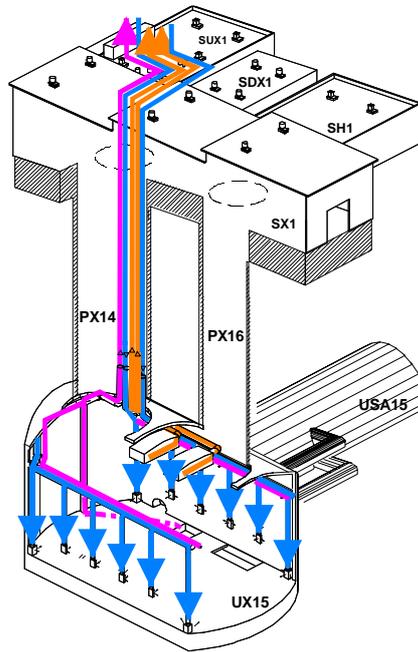


Figure 3 - Circuits Pulsion/Extraction. Expérience Accessible Urgence feu/fumée.
Bouchons PX 14 ou/et 16 ouverts.

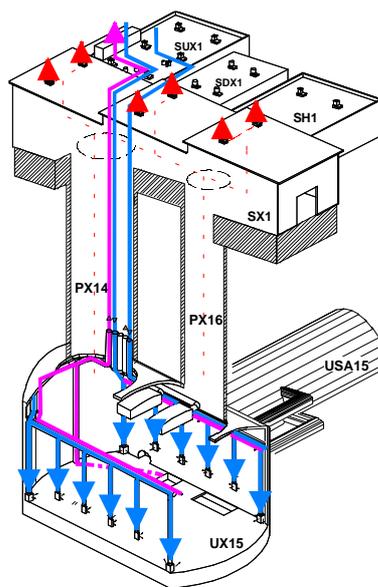


Figure 4 - Schéma de principe Pulsion/Extraction. Expérience Accessible fonctionnement tout air neuf.
Bouchons PX 14 et 16 fermés.

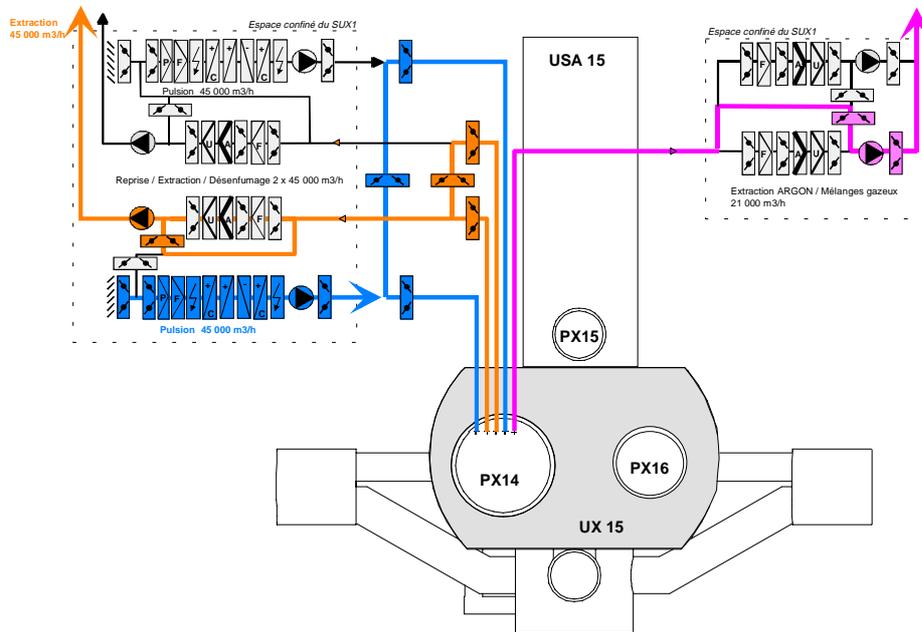


Figure 5 - Schéma de principe Pulsion/Extraction. Expérience Non Accessible. Bouchons PX 14 et 16 fermés.

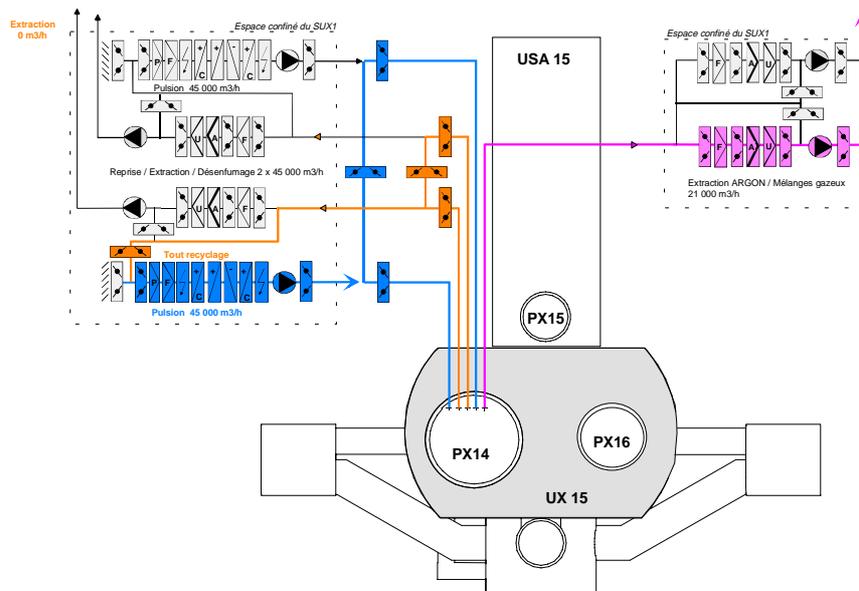


Figure 6 - Schéma de principe Pulsion/Extraction. Expérience Non Accessible purge de l'ambiance avant autorisation d'accès. Bouchons PX 14 et 16 fermés.

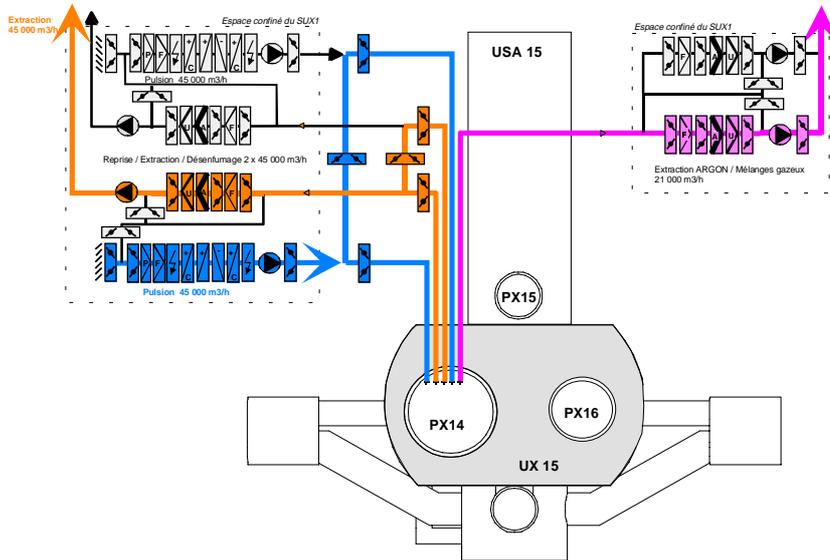


Figure 7 - Schéma de principe Pulsion/Extraction. Expérience Non Accessible Urgence Gaz. Bouchons PX 14 et 16 fermés.

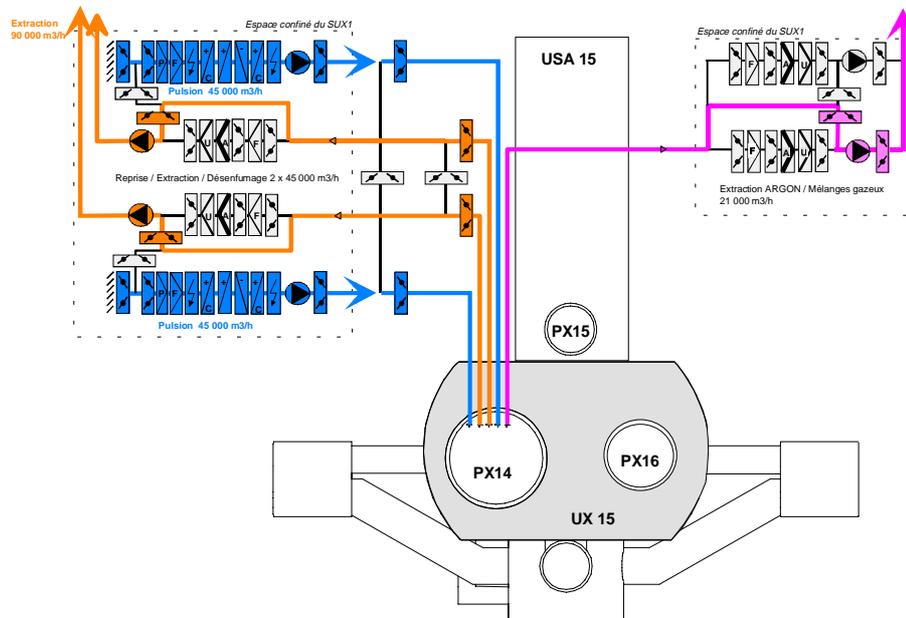


Figure 8 - Schéma de principe Pulsion/Extraction. Expérience Non Accessible Urgence Feu/Fumée.
Bouchons PX 14 et 16 fermés.

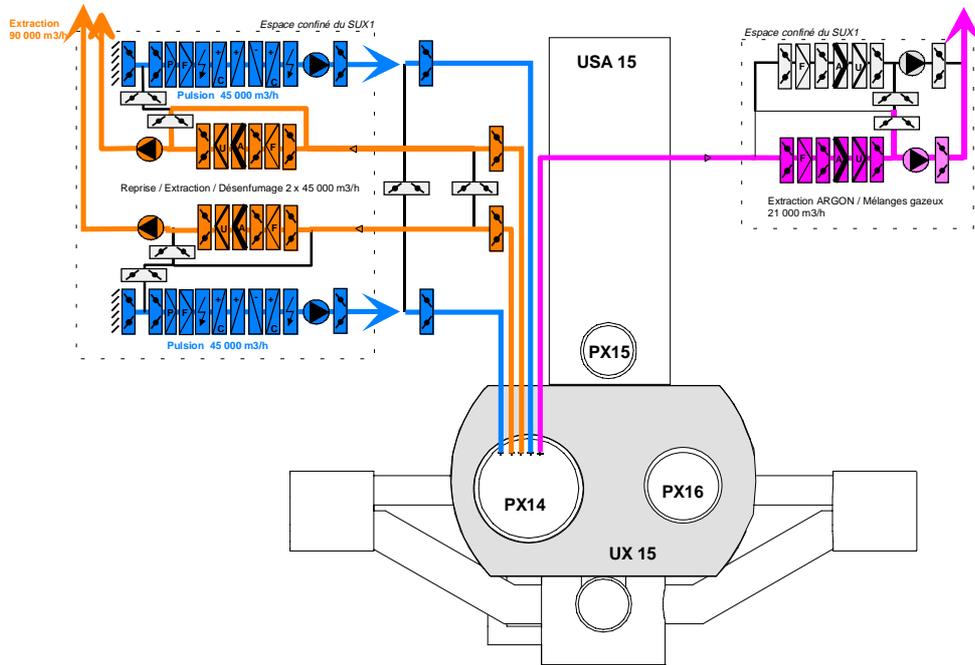


Figure 9 - Schéma de principe Pulsion/Extraction. Expérience Accessible Urgence Feu/Fumée.
Bouchons PX 14 ou/et 16 ouverts.

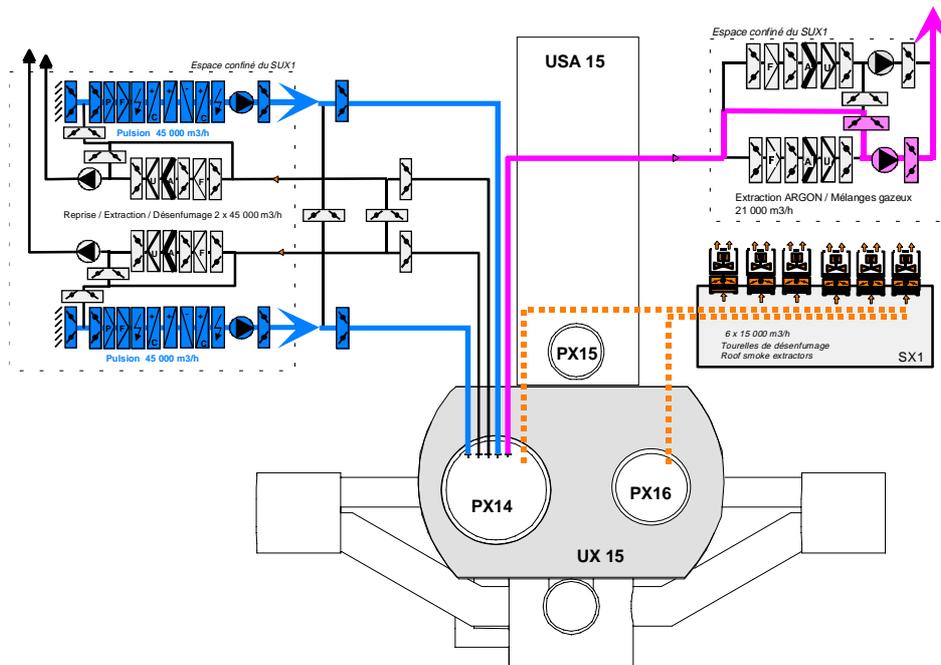


Figure 10 - Circuits Pulsion/Extraction.

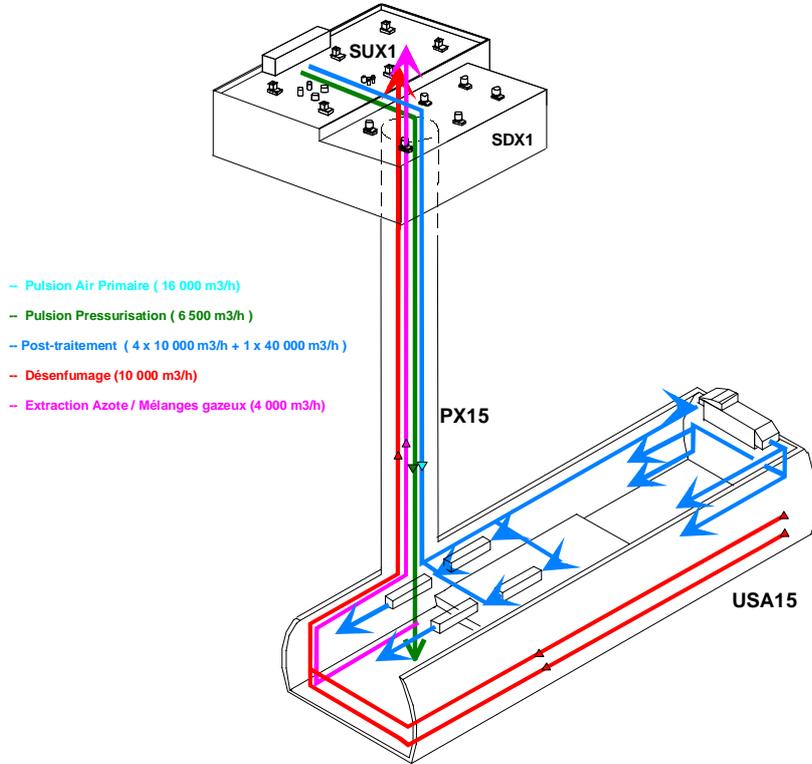


Figure 11 - Schéma de principe Pulsion/Extraction à partir des unités implantées dans le SUX 1.

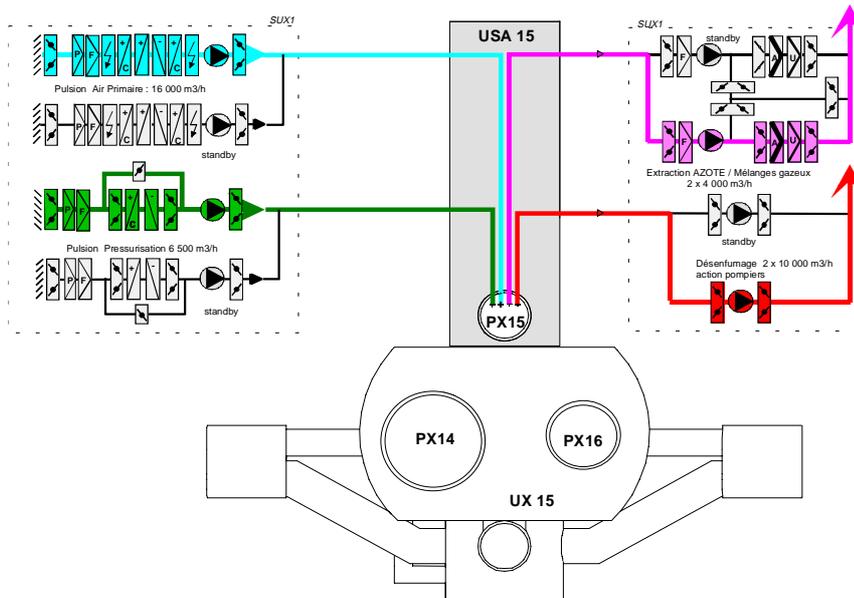


Figure 12 - Schéma de principe des unités de post-traitement (Racks, Cryogénie...) implantées dans l'USA 15.

