

ANNEXE 2.2-A

ELEMENTS D'APPLICATION DU PROTOCOLE PROMEVERTERTIAIRE

Pour les contrôles et mesures sur les systèmes de ventilation des bâtiments non résidentiels, les productions du projet PromevenTertiaire sont disponibles depuis novembre 2022. Le projet PromevenTertiaire a succédé à Promevent Résidentiel. Tous deux sont des projets multi-partenaires, co-financés par l'ADEME dans le cadre de l'appel à projet de recherche « Vers des bâtiments responsables à l'horizon 2020 ». Le site promevent.fr dédié à ces projets regroupe l'ensemble des productions : rapports, guides, annexes techniques, communications.

Ces projets proposent d'améliorer la fiabilité des protocoles d'évaluation des performances des systèmes de ventilation mécanique.

Le protocole Promevent Résidentiel a servi de socle pour l'élaboration du Protocole Ventilation RE2020 qui s'applique aujourd'hui réglementairement dans les bâtiments résidentiels.

Le protocole PromevenTertiaire est actuellement d'application volontaire, tout comme l'était Promevent Résidentiel à sa parution. Il est nécessaire de mettre en place des éléments d'application qui viendront compléter le protocole en vue d'une application uniforme de ce dernier. C'est le cœur du travail mené par le GT2 de CAP2030 dans la phase 2 du projet qui vise à rendre opérationnel et applicable le protocole PromevenTertiaire. L'ambition initiale est de travailler sur des typologies de bâtiments données, a minima bureaux et enseignement qui sont des usages réglementaires, mais les travaux montrent la possibilité d'étendre ce champ, y compris à la rénovation, puisqu'il est davantage question de type de systèmes de ventilation que d'usage de bâtiments. Le champ d'application du protocole PromevenTertiaire étant limité aux systèmes de ventilation mécaniques les plus courants.

Afin d'uniformiser les pratiques, il a paru indispensable, à la lumière des retours d'expérience de plus de deux années d'application volontaire du protocole PromevenTertiaire, de mettre en avant les éléments facilement applicables et de travailler à la reprise de certains éléments qui manquaient de clarté d'un point de vue opérationnel. Ainsi, trois sujets clés ont fait l'objet de discussions avec le groupe d'experts :

- les listes de points de vérification ont été passées en revue pour reformulation, précision, et clarification quant à la nature de ces vérifications (points réglementaires ou de bonne pratique) ;
- les mesures fonctionnelles ont été approfondies en apportant des précisions quant à la mesure à réaliser, à la méthode à employer, aux incertitudes et erreurs maximales tolérées à fixer, lesquelles ont également conduit à cadrer l'étalonnage du matériel de mesure ;
- le sujet de la qualification des opérateurs a été traité par les membres du groupe de travail.

Ces différents éléments sont exposés ci-après.

Sommaire

1.	Rappel des étapes du diagnostic de ventilation en tertiaire	3
2.	Points de vérification	3
2.1.	Excel des points de vérification	3
2.2.	Remarque concernant les points de pré-inspection	4
2.3.	Exigence sur les points de vérification	4
3.	Mesures.....	5
3.1.	Méthodes de mesure	5
3.2.	Exigences sur les résultats de mesure et EMT de l'appareil utilisé	8
	Etalonnage du matériel de mesure	10
4.	Tableau des méthodes de mesure aux terminaux	11
5.	Méthodes de mesure de débit aux UTA.....	12

1. RAPPEL DES ETAPES DU DIAGNOSTIC DE VENTILATION EN TERTIAIRE

Le diagnostic des installations de ventilation se décompose en plusieurs grandes étapes représentées en figure 1. Les évolutions apportées par le GT2 de la phase 2 de CAP2030 ne portent que sur certaines étapes identifiées comme nécessitant des compléments d'application.

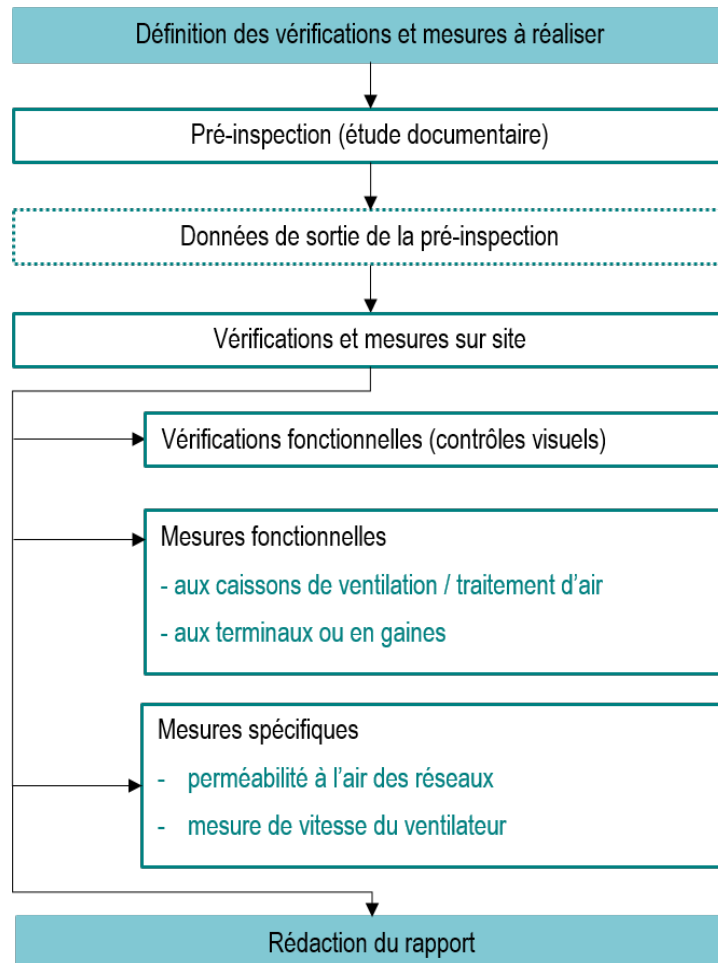


Figure 1. Organisation générale d'un diagnostic d'une installation de ventilation (source : PromevenTertiaire)

La règle d'échantillonnage du protocole PromevenTertiaire, servant à délimiter le périmètre des vérifications et des mesures fonctionnelles en l'absence de toute demande spécifique de la part du maître d'ouvrage est applicable.

2. POINTS DE VERIFICATION

2.1. Excel des points de vérification

Les
listes

des points de vérification (annexe 2.2-B) sont issues du protocole PromevenTertiaire. Elles se matérialisent par un fichier Excel comportant 3 feuilles. Sur ces listes, avec le retour des experts du groupe de travail, plusieurs modifications sont apportées sur un ou plusieurs points de vérification :

- précision sur l'objectif du contrôle ;
- précision quant au cadre d'application ;
- modification de la dénomination du point de vérification ;
- explication des acronymes.

En complément, trois colonnes sont créées sur chaque feuille du fichier Excel existant. Elles permettent pour chaque point de vérification, de savoir si celui-ci :

- est un point d'application réglementaire, auquel cas le texte réglementaire en question doit être précisé ;
- fait partie des bonnes pratiques ;
- est cette bonne pratique qui doit être rendue obligatoire.

Ce premier travail matérialise que, dans les usages non-résidentiels, très peu de points de vérification sur les systèmes de ventilation s'avèrent être des points réglementaires.

2.2. Remarque concernant les points de pré-inspection

Pour les points de vérification liés à la pré-inspection l'opérateur n'est pas chargé de vérifier la véracité de la documentation fournie mais sa présence et sa cohérence. Les questions à se poser sont :

- est-ce j'ai reçu la documentation ?
- est-ce que parmi tous ces documents, les points suivants (A2 à A9) sont cohérents entre eux à ce stade ?

Ainsi, **en termes de pré-inspection, il est obligatoire de vérifier la présence des documents (point de vérification A1)** pour, sur les points de vérification A2 à A9, vérifier la cohérence entre DEO ou DOE - dossier des ouvrages exécutés - (si disponible à ce moment), étude thermique, CCTP (Cahier des clauses techniques particulières) et DIUO (dossier d'intervention ultérieur sur l'ouvrage) voire dossier d'installation (si bâtiment soumis et si déjà disponible).

2.3. Exigence sur les points de vérification

Pour l'application du protocole PromevenTertiaire il est proposé de valider tous les points réglementaires et tous les points de bonne pratique rendus obligatoires.

Autrement dit, tous les points devront être contrôlés par l'opérateur, seulement, il faudra a minima obtenir la cohérence de tous les points « obligatoires » pour que le projet soit validé.

Spécifiquement sur les établissements recevant du public il est nécessaire de rappeler que l'application du protocole PromevenTertiaire ne se substitue pas au suivi de la qualité de l'air intérieur.

3. MESURES

En préalable aux mesures, il est à noter que l'opérateur ne peut se substituer aux membres de l'équipe projet qui ont la responsabilité du respect des réglementations auxquelles le bâtiment est soumis. Ainsi **la validation ou non des mesures doit se faire en fonction des documents d'exécution émanant du bureau d'étude CVC qui a la responsabilité de vérifier le respect de la réglementation.**

3.1. Méthodes de mesure

Des mesures de débit au terminal et au global sont nécessaires.

De manière générale, les mesures au terminal sont effectivement à privilégier car plus représentatives du débit soufflé ou extrait par pièce (car il y a toujours de la déperdition entre le conduit et la bouche et car il y a parfois des soucis de mise en œuvre des modules de régulation). Elles peuvent être complétées par des mesures en conduits.

Mesures de débit global

Le tableau du protocole PromevenTertiaire sur le sujet n'a pas apporté de remarque. Pour rappel voici ledit tableau en figure 2 :

	Air neuf	Air soufflé	Air repris	Air rejeté
Simple flux par extraction				
Simple flux par insufflation				
Double flux ou CTA 100% air neuf				
CTA avec recyclage				

Tableau 2 : Recommandations pour les mesures de débit d'air global



: mesure recommandée permettant la vérification de l'obtention du débit global d'air neuf fourni (soufflé) et extrait (repris)



: mesure réalisable permettant de vérifier le bon fonctionnement de l'installation et la cohérence avec les spécifications des documents de référence ; cette mesure doit tenir compte de plusieurs éléments parmi lesquels l'augmentation de l'incertitude selon la méthode de mesure choisie, les fuites internes du caisson ou de la CTA selon l'ancienneté de l'installation, etc.

Figure 2. Recommandations pour les mesures de débit d'air global (source : PromevenTertiaire)

Mesure de débit au terminal / en conduit terminal

Concernant les mesures de débit aux terminaux plusieurs sujets sont exposés ci-dessous.

➤ Clarification des termes désignant les terminaux

Un tableau de synthèse des méthodes de mesures autorisées en fonction du type de terminal rencontré est présenté dans PromevenTertiaire et repris en paragraphe 4 du présent document. Un glossaire (Annexe 2.2-C) est proposé. Sa structuration est en lien avec la norme NF EN 12792 qui fixe la terminologie du domaine « Ventilation dans les bâtiments ». Les termes du tableau des mesures et les termes employés dans la norme sont mis en cohérence (par exemple « terminaux » serait remplacé par « bouches d'air » qui est le terme générique employé dans la norme).

➤ Prise en compte des dispositifs de mesure de pression intégrés

En complément des mesures au terminal et en conduit terminal le tableau comporte à présent une colonne pour identifier les mesures à la station de mesure (si existante) ou à la prise de pression intégrée.

Ces dispositifs de mesure ne concernent que certains produits, et pour ceux-ci il convient de se référer à la documentation fabricant pour effectuer la mesure de débit.

➤ Développement d'une méthode de mesure de débit pour les UTA

Une méthode est proposée pour 4 configurations couramment rencontrées :

1. UTA ou bouches de l'UTA non raccordées au réseau de ventilation ;
2. UTA ou bouches de l'UTA raccordées au réseau de soufflage et non raccordées au réseau de reprise du système de ventilation avec une bouche de reprise et une bouche de soufflage pour le brassage ;
3. bouches de l'UTA raccordées au réseau de soufflage et non raccordées au réseau de reprise du système de ventilation desservant plusieurs pièces en soufflage avec une seule bouche de reprise pour plusieurs pièces (dans la circulation...) ;
4. bouches de l'UTA raccordées au réseau de soufflage et au réseau de reprise du système de la CTA.

Le paragraphe 5 de ce document détaille la méthode pour ces 4 cas.

➤ Confirmation de la méthode de mesure applicable aux poutres climatiques et aux registres à iris

Il est généralement attendu qu'un tube de pression soit présent ou intégré pour permettre la prise de mesure. Cette caractéristique a été observée sur les modèles fréquemment rencontrés sur site. Le retour fabricants permet de confirmer que cette disposition est présente.

➤ Cas de la modulation des débits

Concernant la modulation des débits, l'annexe du protocole fournit une méthode qui n'a pas été remise en question. Il est à noter que pour la modulation des débits à partir de sonde de CO₂, la question s'est posée de proposer une méthode spécifique mais il n'a finalement pas été envisagé de méthode impliquant la saturation des capteurs. A défaut, la méthode de l'annexe peut être utilisée, c'est-à-dire que le débit nominal est activé par action manuelle ou par pilotage des registres.

3.2. Exigences sur les résultats de mesure et EMT de l'appareil utilisé

Il convient de **se référer à la valeur de dimensionnement qui sera comparée à la valeur mesurée.**

L'écart entre la valeur mesurée brute et la valeur de dimensionnement doit être inférieur à la tolérance fixée pour que le résultat de la mesure soit qualifié de « cohérent ».

Cette tolérance tient compte de l'incertitude globale. L'incertitude globale englobe tous les paramètres créant de l'incertitude : configuration de terrain, flux d'air, l'appareil de mesure, etc.

L'appareil de mesure doit donc être suffisamment performant pour ne contribuer que peu à l'incertitude. Son EMT (erreur maximale tolérée) est à cadrer pour répondre à une incertitude de mesure souhaitée et viable.

L'incertitude de mesure s'exprime sur le débit ou la pression. La mesure de vitesse d'air ou la mesure de pression différentiel sont des méthodes secondaires de mesure du débit car in-fine c'est aussi un débit qui est mesuré. Il est donc proposé de définir une exigence identique à celle pour le débit.

Néanmoins, l'incertitude serait plus grande lorsqu'une mesure de vitesse est réalisée que lorsqu'une mesure directe de débit est faite. Ceci est lié à la méthode, au positionnement de la sonde qui doit être dans un plan perpendiculaire au flux d'air, et dans le sens du flux, sans être en capacité de le vérifier en conduit.

Dans le cadre de CAP2030, pour cadrer EMT et incertitude globale, il est proposé de se baser sur les exigences de la **NF EN 16211, du résidentiel, des essais en tertiaire**. Cela nous amène à la **caractérisation suivante des EMT et incertitudes**.

Appareil de mesure	EMT instrument	Incetitude globale	Commentaire
Cône + anémomètre (débit)	$\max(3,6 \text{ m}^3/\text{h} ; 10\%)$	15%	
Balomètre (débit)	$3,6 \text{ m}^3/\text{h} + 5\%$	15%	Selon le rapport T3 PromevenTertiaire, pour un débit > 100 m^3/h , avec l'EMT définie dans la norme ou celle du constructeur, l'incertitude globale est inférieure à 15%.
Tube souple + manomètre (pression statique)	$\max(0,5 \text{ Pa} ; 3\%)$	$\max(5 \text{ Pa} ; 10\%)$	
Manomètre (pression différentielle)	$0,4 \text{ Pa} + 3\%$	15%	

Anémomètre seul et tube de Pitot (vitesse de l'air)	0,1 m/s + 5%	15% *	EMT aussi égale à 0,1 m/s + 5% selon norme * en respectant les distances et nb de points de mesure de la NF EN 16211
---	--------------	-------	---

Remarque concernant les balomètres : un balomètre ne peut pas à lui seul couvrir toute la plage des mesures possibles en tertiaire. Une vigilance est donc attendue de la part du mesureur pour utiliser cet instrument dans la plage de fonctionnement pour laquelle il a été étalonné et pour laquelle l'EMT décrite ci-dessus est respectée.

Afin de conclure sur le résultat de mesure, les exigences à respecter sont les suivantes :

➤ **Mesure de débit au terminal**

Débit mesuré <u>avec appareil dans la plage d'utilisation et respectant l'EMT définie</u>	+	15 %	≥	Débit théorique
---	---	------	---	-----------------

➤ **Mesure de pression statique au terminal** (pour les bouches auto et hygro - attention utilisation en tertiaire)

Pression mesurée <u>avec appareil respectant l'EMT définie</u>	+	Max (10% Pmesurée ; 5Pa)	≥	Pmin
--	---	--------------------------	---	------

ET

Pression mesurée	-	Max (10% Pmesurée ; 5Pa)	≤	Pmax
------------------	---	--------------------------	---	------

Dans le cas d'une **mesure avec capteur de pression intégré** (plénium par exemple), la documentation fabricant peut donner une incertitude de mesure. Appliquer une incertitude forfaitaire à de l'intérêt mais cette incertitude forfaitaire n'a pu être déterminée faute de retours exhaustifs des fabricants.

Ainsi si la documentation fabricant donne une incertitude il convient de la prendre en compte mais si aucune incertitude de mesure n'est donnée par le fabricant, la mesure par le dispositif de pression intégré ne peut servir de justification pour la cohérence du système, l'utilisation d'une autre méthode de mesure est nécessaire.

➤ **Mesure de vitesse d'air au terminal ou en conduit**

Proposition de fixer un critère identique au débit pour la tolérance, mais EMT propre à l'instrument de mesure de vitesse. Soit :

Débit calculé à partir de la vitesse mesurée avec appareil
dans la plage d'utilisation et respectant l'EMT définie + 15 % ≥ Débit théorique

Étalonnage du matériel de mesure

L'**étalonnage du matériel** se fait sur les grandeurs **débit, vitesse d'air** et **pression**. L'étalonnage permet de s'assurer que le matériel utilisé, dans la gamme donnée, peut être utilisé pour un contrôle, une mesure. Ces exigences sont en lien avec la qualification des mesureurs qui doivent vérifier que l'appareil est adapté à la mesure.

En lien avec l'étalonnage, plusieurs sujets complémentaires émergent et des propositions d'application en lien avec ces sujets sont détaillées ci-dessous.

Accréditation

L'exigence est de faire étalonner le matériel par un **laboratoire COFRAC**. Néanmoins, il est accepté de déroger à cette exigence jusqu'au 01/01/2027 considérant qu'une phase de transition est nécessaire.

Fréquence d'étalonnage

Un étalonnage **tous les deux ans** est requis pour les contrôles et mesures suivants PromevenTertiaire.

Nombre de points pour l'étalonnage du matériel

La plage de mesure étalonnée doit être cohérente avec les plages de mesure utilisées.

Le programme d'étalonnage doit comporter a minima 4 points, excepté pour le balomètre, qui par sa grande plage de fonctionnement requiert d'avoir a minima 5 points. Les points sont répartis ainsi :

- minimum,
- maximum et
- 2, 3 voire plus de points intermédiaires.

4. TABLEAU DES METHODES DE MESURE AUX TERMINAUX

Méthodes / Grandeurs mesurées	Mesure au terminal									Mesure en conduit terminal			Mesure à la station de mesure / prise de pression intégrée
	Débit	Débit	Débit	Débit	Débit	Débit	Pression statique	Débit via vitesse d'air	Débit via méthode du k (NF EN 16211)	Débit via vitesse d'air	Pression statique	Pression différentielle	Se référer à la documentation fabricant
Appareils	Cône avec anémomètre thermique ponctuel (fil chaud)	Cône avec anémomètre thermique en réseau (quadrillage)	Cône avec anémomètre à moulinet / hélice	Cône avec anémomètre à moulinet déporté	Hotte, balomètre avec redresseur	Cône avec compensation de pression	Tube souple relié à manomètre	Anémomètre thermique ou à moulinet seul	Capteur de pression différentielle	Anémomètre thermique / Tube de Pitot	Tube souple relié à manomètre	Tube souple relié à manomètre	
Terminals de soufflage													
Terminals petits débits (bouches type VMC)		x	x	x		x			x				
Grilles		x	x	x	x	x		x		x			
Soufflage unidirectionnel				x	x	x				x			x
Plafonniers mélanges		x			x	x				x			x
Plafonniers tourbillonnaires					x	x				x			x
Linéaires					(?)	(?)				x			x
Diffuseurs à déplacement d'air										x			x
Gaines textiles											x		x
Bouches de sol		x	x	x		x							
Buses longue portée					(?)	(?)				x			x
UTA										x			
Poutres climatiques										x			x
Terminals de reprise													
Terminals petits débits (bouches type VMC)	x	x	x	x		x							
Bouches autoréglables	x	x	x	x		x	x				x		
Bouches hygroréglables							x				x		
Autres UTD					x	x		x		x			
Autres composants sur branche terminale													
Régulateur de débit											x		
Plénum avec mesure intégrée									x				x
Registre à iris caractérisé												x	x
Reprise/soufflage en vrac										x			

Synthèse des méthodes de mesures autorisées dans le cadre du protocole PromevenTertiaire en fonction du terminal

Le symbole (?) présent dans certaines cases du tableau indique que la méthode peut être applicable dans certaines conditions mais le protocole ne peut la recommander compte tenu de l'incertitude et du manque de retour d'expérience.

5. METHODES DE MESURE DE DEBIT AUX UTA

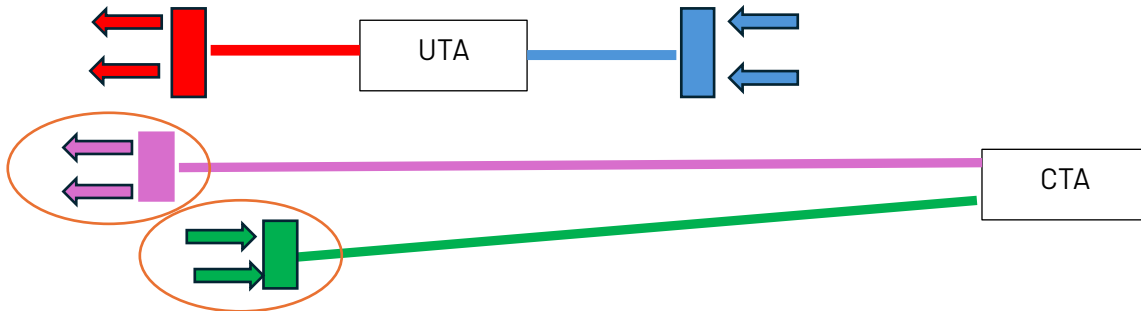
Légende :

- Réseau de soufflage de l'UTA (brassage) : 
- Réseau de reprise de l'UTA (brassage): 
- Réseau de soufflage de la CTA (ventilation): 
- Réseau de reprise de la CTA (ventilation): 
- Bouche de reprise de l'UTA : 
- Bouche de soufflage de de l'UTA : 
- Bouche de reprise de la CTA : 
- Bouche de soufflage de la CTA : 
- Bouche de reprise de l'UTA mélangée avec la reprise de la CTA : 
- Bouche de soufflage de l'UTA mélangé avec le soufflage de la CTA : 
- Positionnement des mesures : 

1. UTA OU BOUCHES DE L'UTA NON RACCORDÉE AU RÉSEAUX DE VENTILATION

POSITION DES BOUCHES :

- Reprise de l'UTA : dans les locaux à occupation humaine ou dans les circulations
- Soufflage de l'UTA : dans les locaux à occupation humaine
- Reprise de la CTA : dans les locaux à occupation humaine ou dans les circulations
- Soufflage de la CTA : dans les locaux à occupation humaine

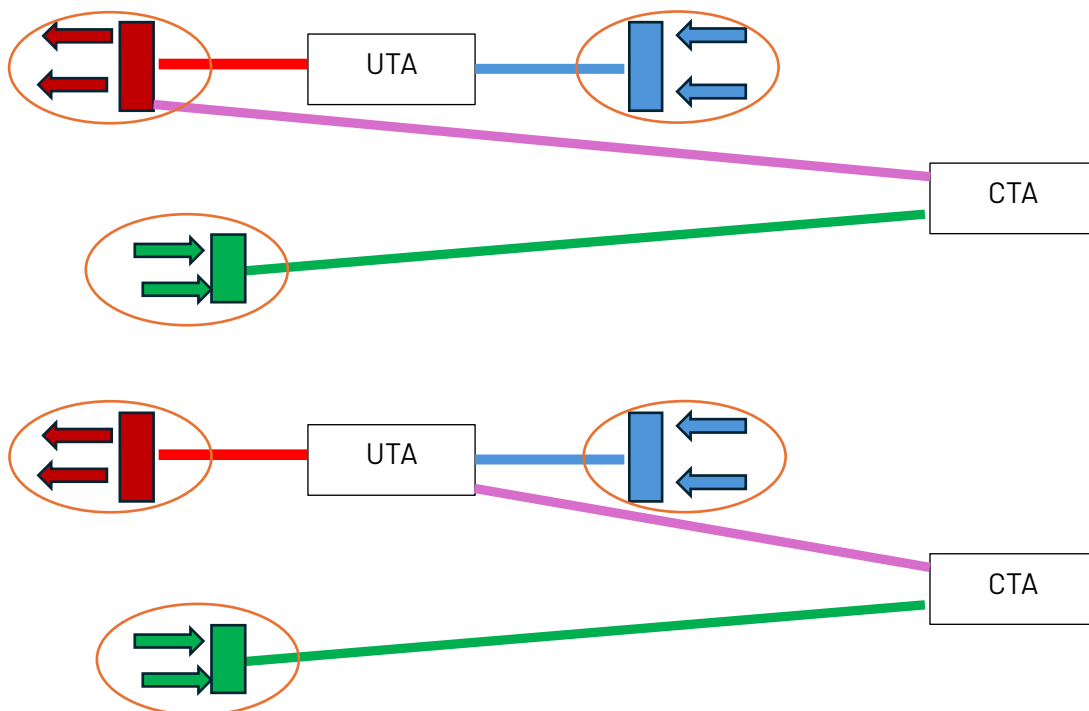


Pas de mesures de débit au niveau de l'UTA. Les débits sont mesurés au niveau des bouches raccordées au réseau de la CTA.

2. UTA OU BOUCHES DE L'UTA RACCORDÉE AU RÉSEAU DE SOUFFLAGE ET NON RACCORDÉE AU RÉSEAU DE REPRISE DU SYSTEME DE VENTILATION AVEC UNE BOUCHE DE REPRISE ET UNE BOUCHE DE SOUFFLAGE POUR LE BRASSAGE

POSITION DES BOUCHES :

- Reprise de l'UTA : dans les locaux à occupation humaine ou dans les circulations (une UTA dessert un local)
- Soufflage de l'UTA mélangé avec le soufflage de la CTA : dans les locaux à occupation humaine (une UTA dessert un local)
- Reprise de la CTA : dans les locaux à occupation humaine ou dans les circulations



Mesurer les débits au niveau de la bouche de soufflage et de la bouche de reprise de l'UTA à la plus petite et la plus grande vitesse.

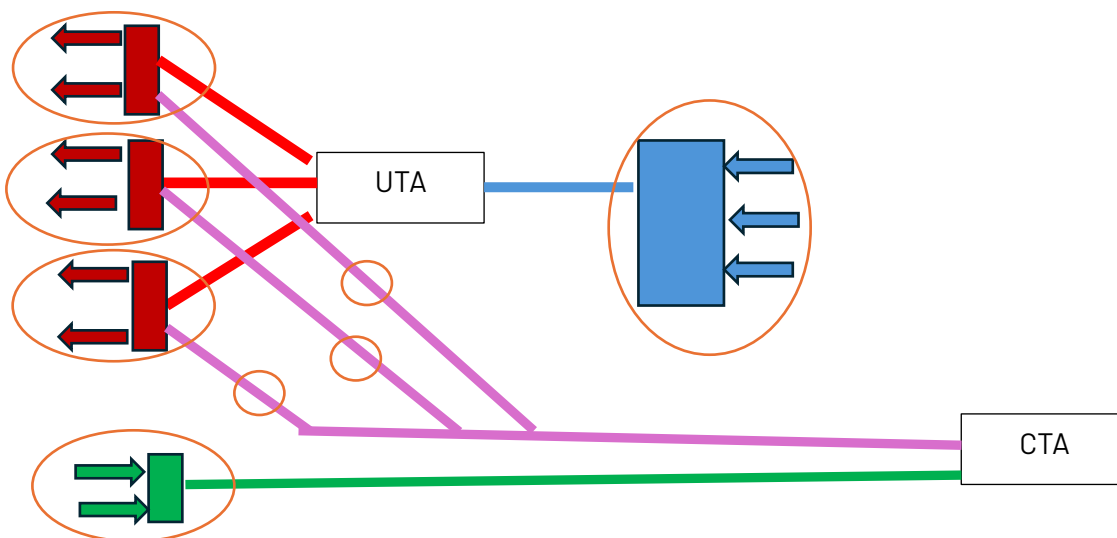
Soustraire le débit de reprise au débit de soufflage pour obtenir le débit d'air neuf soufflé par la CTA pour les deux vitesses de fonctionnement et faire une moyenne.

Le débit de reprise est mesuré au niveau de la bouche de reprise raccordée à la CTA.

3. BOUCHES DE L'UTA RACCORDÉES AU RÉSEAU DE SOUFFLAGE ET NON RACCORDÉES AU RÉSEAU DE REPRISE DU SYSTEME DE VENTILATION DESSERVANT PLUSIEURS PIÈCES EN SOUFFLAGE AVEC UNE SEULE BOUCHE DE REPRISE POUR PLUSIEURS PIÈCES (DANS LA CIRCULATION...)

POSITION DES BOUCHES :

- Reprise de l'UTA : dans les circulations
- Soufflage de l'UTA mélangé avec le soufflage de la CTA : dans plusieurs locaux à occupation humaine (une UTA dessert plusieurs locaux)
- Reprise de la CTA : dans les circulations



Mesurer les débits au niveau des bouches de soufflage et de la bouche de reprise de l'UTA à la plus petite et la plus grande vitesse.

Soustraire le débit de reprise à la somme des débits de soufflage pour obtenir le débit d'air neuf soufflé par la CTA pour les deux vitesses de fonctionnement et faire une moyenne pour vérifier que la totalité du débit d'air neuf soufflé par la CTA arrive jusqu'aux bouches.

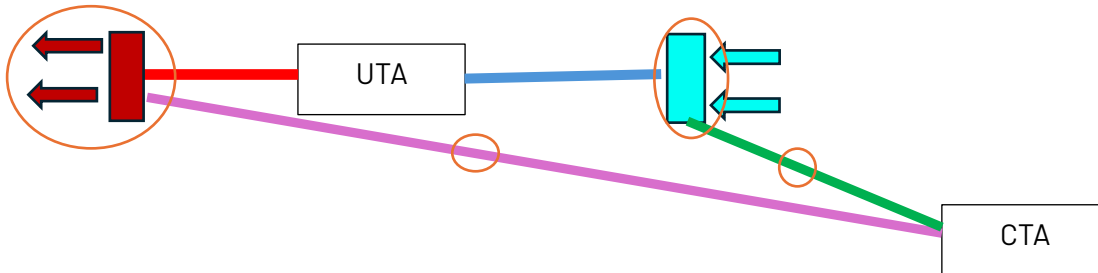
Si c'est possible (accès, positionnement des MR, conduits rigides suffisamment longs...), mesurer les débits au niveau des conduits rigides raccordés au réseau de soufflage de la CTA desservant chaque bouche.

Le débit de reprise est mesuré au niveau de la bouche de reprise raccordée à la CTA.

4. BOUCHES DE L'UTA RACCORDÉ AU RÉSEAU DE SOUFFLAGE ET AU RÉSEAU DE REPRISE DU SYSTEME DE LA CTA

POSITION DES BOUCHES :

- Reprise de l'UTA mélangée avec la reprise de la CTA : dans les locaux à occupation humaine ou dans les circulations (une UTA dessert un local)
- Soufflage de l'UTA mélangé avec le soufflage de la CTA : dans les locaux à occupation humaine (une UTA dessert un local)



Mesurer les débits au niveau des bouches de soufflage et de reprise de l'UTA à la plus petite et la plus grande vitesse.

Vérifier que la différence entre le débit de reprise et le débit de soufflage des deux bouches est égale à la différence entre le débit de reprise et de soufflage prévue au niveau du réseau CTA pour les deux vitesses de fonctionnement et faire une moyenne pour vérifier que la totalité du débit arrive jusqu'aux bouches.

Mesurer les débits au niveau des conduits rigides raccordés au réseau de soufflage et reprise de la CTA desservant chaque bouche (reprise et soufflage).