

# GT2 MESURE DES PERFORMANCES

## Livrable de la phase 2

Qualifications liées à l'étanchéité à l'air de l'enveloppe et  
Ventilation : éléments d'application du protocole de mesure pour le  
tertiaire

Septembre 2025

©Manuel Bouquet / Terra

Avec le soutien de :

## TABLE DES MATIERES

---

PREAMBULE .....	2
1. QUALIFICATIONS LIÉES À L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR DE L'ENVELOPPE.....	4
1.1. Qualification pour le suivi de la perméabilité à l'air .....	4
1.2. Mention « bâtiment de grand volume ».....	5
2. ELÉMENTS D'APPLICATION DU PROTOCOLE PROMEVERTERTIAIRE.....	6
2.1. Rappel des étapes du diagnostic de ventilation en tertiaire .....	6
2.2. Points de vérification .....	7
2.3. Mesures.....	9
2.3.1. Méthodes de mesure .....	9
2.3.2. Exigences sur les résultats de mesure et EMT de l'appareil utilisé .....	11
2.3.3. Etalonnage du matériel de mesure .....	13
2.4. Qualification des opérateurs.....	14
3. PROPOSITION D'INDICATEURS POUR L'OBSERVATOIRE CAP2030 .....	16
4. ANNEXES.....	18
4.1. Tableau des méthodes de mesure aux terminaux .....	18
4.2. Méthodes de mesure de débit aux UTA.....	19

## PREAMBULE

Face aux enjeux climatiques, il devient indispensable de repenser dès aujourd'hui la manière dont nous concevons et construisons les bâtiments de demain et d'après-demain qui doivent devenir des espaces plus résilients, habitables, confortables et sains pour protéger et soutenir leurs occupants.

La réglementation environnementale des bâtiments neufs (RE2020) dessine déjà une trajectoire ambitieuse en faveur de la performance environnementale des bâtiments en fixant un cap clair et une trajectoire progressive en termes d'énergie, de carbone et de confort d'été. Le projet CAP2030, quant à lui, vise à aller au-delà en adoptant une approche globale, tout en accompagnant le déploiement de la RE2020. En effet, en complément de l'énergie et du carbone, CAP2030 explore de nouvelles thématiques comme l'adaptation au changement climatique, la biodiversité, la gestion durable de l'eau, l'économie circulaire, la qualité des environnements intérieurs, l'approche low-tech et la mesure des performances, éclairant ainsi une voie de progrès que tous, Etat, collectivités et acteurs de la filière, souhaitent poursuivre.

Lancé en 2023, le projet CAP2030 est porté par les associations Alliance HQE-GBC, le Collectif des Démarches Quartiers Bâtiments Durables et le Collectif Effinergie réunies au sein d'un GIE (Groupement d'Intérêt Écologique). Il bénéficie de l'appui scientifique et technique du CSTB, de l'accompagnement du Plan Bâtiment Durable, ainsi que du soutien de la DGALN et l'ADEME. Il réunit une large communauté d'acteurs de la filière construction – maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, bureaux d'études, architectes, entreprises, experts, chercheurs et associations – dans un cadre d'action collectif, volontaire et innovant.

Les travaux de CAP2030 ont été menés au sein de 9 groupes de travail :



Chaque groupe de travail a été piloté par les associations réunies au sein du GIE, avec l'appui du CSTB. Des experts y ont été ponctuellement associés. Ils ont réuni au total plus de 1 000 acteurs volontaires.

Les travaux ont été séquencés en deux phases :

- Phase 1 : 1<sup>er</sup> semestre 2024
- Phase 2 : 2<sup>ème</sup> semestre 2025

Les travaux de la phase 1 ont abouti à l'élaboration de propositions d'indicateurs, qui ont été consolidés par le Conseil Scientifique et Technique, et dont le format dépend de la maturité des

thématiques, des travaux de recherche existants et du retour d'expérience disponible. Les travaux de la phase 2 sont venus préciser, approfondir et enrichir les travaux de la phase 1.

Ils sont synthétisés dans des livrables publiés par chaque groupe de travail.

Il est important de souligner que ces livrables reprennent l'ensemble des propositions travaillées au sein de chacun des groupes de travail, sans ordre de priorité ou de hiérarchisation particulier.

C'est sur la base de ces travaux que le cadre commun de référence (CCR) a été élaboré, objet central du projet CAP2030. Il a pour ambition de proposer une grammaire commune basée sur des critères partagés et facilement appropriables par les porteurs de projet.

De manière opérationnelle, les maîtres d'ouvrage volontaires pourront expérimenter ce Cadre Commun de Référence à travers les outils - certifications, labels et Démarches Bâtiments Durables - portés par les associations pilotes de CAP2030 ou leurs partenaires conventionnés et. Ils viendront, grâce à leurs projets, alimenter l'Observatoire CAP2030 durant toute la phase d'expérimentation. L'observatoire CAP2030, phase 3 du projet CAP2030, a pour objectifs de faciliter le partage de retours d'expérience entre acteurs et de créer une base solide de connaissances pour améliorer progressivement la fiabilité et la pertinence du CCR mis à disposition.

# 1. QUALIFICATIONS LIÉES À L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR DE L'ENVELOPPE

Ces travaux font suite aux sujets déployés lors de la phase 1 de CAP2030 et permettent une application de ces derniers.

## 1.1. Qualification pour le suivi de la perméabilité à l'air

Le suivi de la perméabilité à l'air de l'enveloppe a été proposé en phase 1 de CAP2030 par le GT2 qui étudiait alors l'étanchéité à l'air de l'enveloppe. Dans ce cadre, 5 étapes du suivi de l'étanchéité à l'air ont été identifiées. Le responsable du suivi de perméabilité à l'air de l'enveloppe du bâtiment doit s'assurer de la réalisation de ces 5 étapes, à savoir que :

- les **objectifs de performance** ont été fixés pour le projet et transmis aux entreprises ;
- les **éléments de conception** permettant d'atteindre les objectifs ont été mis en place. Pour cela, les points sensibles concernant la perméabilité à l'air de l'enveloppe dans la conception ont été identifiés, puis un carnet de détails techniques et de repérage a été réalisé, permettant d'identifier les solutions techniques, la localisation et le rôle de chaque corps d'état ;
- la conduite d'opération et les entreprises sur le chantier ont été **sensibilisés** aux détails de conception, à la mise en œuvre requise et au rôle de chaque corps d'état ;
- un **suivi de chantier** régulier a été réalisé pour vérifier la bonne mise en œuvre et des prescriptions en cas de corrections à apporter avec, éventuellement, des mesures intermédiaires de perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments sur tout ou partie du bâtiment ;
- un **test final** permettant de vérifier l'atteinte de l'objectif de performance a été réalisé. **Cette étape doit être réalisée par un opérateur indépendant de l'opération (maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre).**

La vérification de ces étapes amène le responsable du suivi perméabilité à l'air de l'enveloppe du bâtiment à **compléter l'attestation du suivi de la perméabilité à l'air.**

Réaliser cette prestation nécessite des compétences particulières qui sont complémentaires :

- analyse sur pièces écrites et mise en œuvre de l'étanchéité à l'air y compris en phase d'exécution ;
- expérience professionnelle sur la mesure de perméabilité à l'air du bâti (maîtrise du conditionnement, identification des différents systèmes aérauliques, définition de l'enveloppe mesurée) ;
- expérience professionnelle sur le management de projet et la coordination d'équipes.

En phase 1, il a été défini que le responsable du suivi de perméabilité à l'air peut faire partie ou non de l'équipe de conception et qu'il peut être missionné spécifiquement sur ce sujet. Ainsi il peut, ou non, intervenir dans la conception du projet et doit être assuré pour les prestations effectuées.

Une nouvelle qualification « Suivi perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments » est imaginée.

Lors de cette phase 2, le GT2 a travaillé à la mise en place d'un référentiel commun aux deux organismes que sont l'OPQIBI et Qualibat.

Des passerelles sont imaginées entre cette nouvelle qualification et les qualifications OPQIBI 12.24 « Maîtrise d'œuvre de la performance énergétique de l'enveloppe du bâtiment » et Qualibat 8711 « Mise en place d'un système de mesures et réalisation des mesures de perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments ».

Le cahier des charges de la nouvelle qualification fait partie des livrables de la phase 2 du GT2 de CAP2030. Il inclut une description de la qualification et l'expérience demandée. Dans la description de chaque étape, un rôle « a minima » est explicité afin de clarifier les attentes concernant le responsable du suivi de perméabilité à l'air. Un rôle « complémentaire éventuel » est également défini dans la mesure où le responsable du suivi souhaite aller plus loin dans la prestation, à condition que celui-ci soit assuré pour les prestations supplémentaires réalisées.

## 1.2. Mention « bâtiment de grand volume »

La phase 1 de CAP2030 a également mis en lumière le besoin d'une mention adossée à la qualification Qualibat 8711 « Mise en place d'un système de mesures et réalisation des mesures de perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments » concernant les mesures sur les bâtiments de grand volume.

Cette mention permettra d'appréhender les mesures sur les bâtiments de grand volume qui sont plus complexes par leur conditionnement, la mise en pression homogène du bâtiment, l'utilisation potentielle de plusieurs ventilateurs, la présence de multiples systèmes (énergétiques, ventilation, ascenseurs, désenfumage, process, etc.) à prendre en compte.

Cette mention est demandée à l'opérateur 8711 réalisant des mesures de perméabilité à l'air sur bâtiment entier pour les :

- logements collectifs de plus de 2 000 m<sup>2</sup> ;
- bâtiments tertiaires de plus de 500 m<sup>2</sup>.

C'est bien une mention plutôt qu'une nouvelle qualification qui est imaginée. La mention engendre un coût moins important pour l'opérateur qu'une nouvelle qualification puisque l'opérateur pourra solliciter la mention lors d'un suivi annuel.

Le cahier des charges de la mention « bâtiment de grand volume » fait partie des livrables de la phase 2 de CAP2030.

## 2. ELÉMENTS D'APPLICATION DU PROTOCOLE PROMEVENTERTIAIRE

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](http://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.

### 2.1. Rappel des étapes 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.

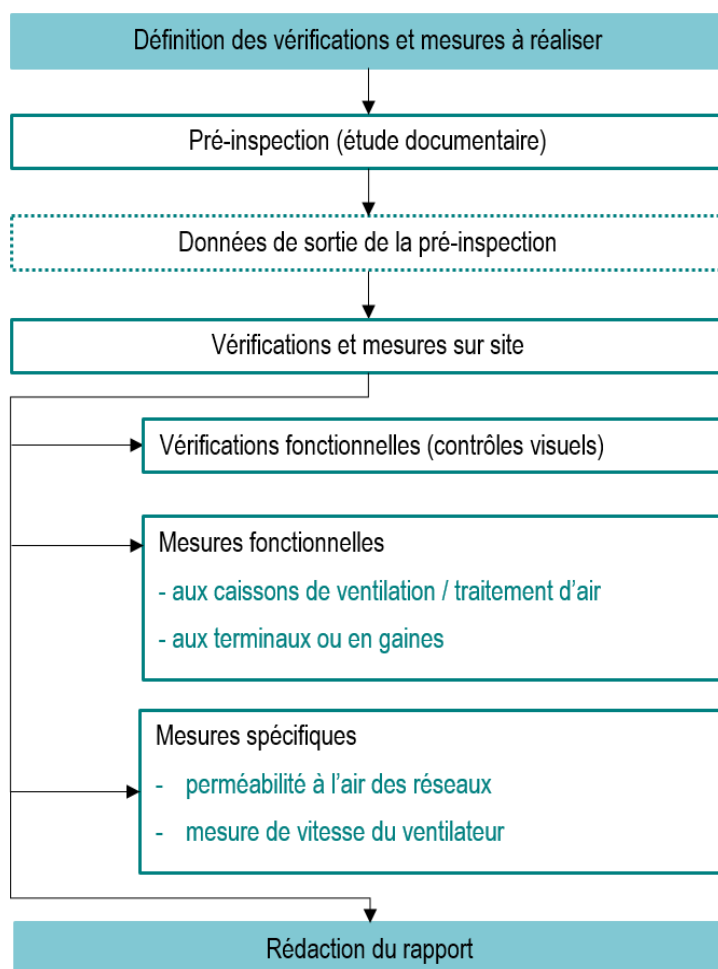


Figure 1. Organisation générale d'un diagnostic d'une installation de ventilation (source : PromevenTertiaire)

Le GT2 de CAP2030 a permis de confirmer que la règle d'échantillonnage proposée par le protocole PromevenTertiaire est applicable. Cette règle d'échantillonnage sert à délimiter le périmètre des vérifications et des mesures fonctionnelles en l'absence de toute demande spécifique de la part du maître d'ouvrage.

## 2.2. Points de vérification

### **Modification du document existant**

Les listes des points de vérification 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.

### **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).

### **Exigence sur les points de vérification**

**Plus généralement pour l'application de PromevenTertiaire le groupe de travail propose 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.

L'Excel des points de vérification mettant en évidence les modifications apportées (police en rouge et en gras) est donné avec ce livrable en deux versions : une version de travail et une version utilisable par l'opérateur ne laissant pas apparaître les modifications. Ce dernier est également disponible sur le site internet de Promevent.

## **Un guide nécessaire**

Le travail sur les points de vérification met en lumière la **nécessité d'un guide** qui, comme pour le résidentiel, permettrait d'explicitier chaque point de vérification en détaillant les objectifs et les actions à entreprendre. Tous les points de vérification doivent en effet être fermés et ne pas permettre d'interprétation différente. Au-delà des précisions que pourrait apporter le guide sur la manière de réaliser la vérification, il permettrait aussi de savoir comment statuer sur chaque point de vérification. Une fiche par point semble indispensable mais certains points pourraient aussi être regroupés en une fiche thématique.

**Ce travail, qui est une demande et une attente forte du terrain, ne peut se concrétiser dans le cadre de la phase 2 de CAP2030.**

### 2.3. 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.**

#### 2.3.1. Méthodes de mesure

Les travaux mettent en évidence la nécessité de **réaliser des mesures de débit au terminal et au global.**

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**

Plusieurs sujets ont été traités par le groupe de travail concernant les mesures de débit aux terminaux et 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. Mais pour que le tableau puisse être pris en main par un opérateur, il a été exprimé le besoin de définir les terminaux listés dans ce tableau. Les définitions seront intégrées à un glossaire donné dans les livrables de la phase 2 de CAP2030

Il est proposé que la structuration du glossaire soit liée à la norme NF EN 12792 qui fixe la terminologie du domaine « Ventilation dans les bâtiments ». Pour la phase 2 de CAP2030, il apparaît opportun de rendre a minima cohérent les termes du tableau des mesures avec les termes employés dans la norme (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.

L'annexe 3 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 CO<sub>2</sub>, 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.

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

Les réflexions sur la manière de conclure après une mesure ont conduit à s'accorder sur la valeur attendue théoriquement qui doit servir de comparaison. Ainsi, il convient de **se référer à la valeur de dimensionnement**.

**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	Incertainde 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 $\text{m}^3 / \text{h}$ , avec l'EMT définie dans la norme ou celle du constructeur, l'incertainde 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)	$0,1 \text{ m/s} + 5\%$	15% *	EMT aussi égale à $0,1 \text{ m/s} + 5\%$ 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**

$\text{Débit mesuré avec appareil dans la plage d'utilisation et respectant l'EMT définie + 15 \% \geq \text{Débit théorique}$
--

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

$\text{Pression mesurée avec appareil respectant l'EMT définie + \text{Max}(10\% P_{\text{mesurée}} ; 5\text{Pa}) \geq P_{\text{min}}$
--

ET

$\text{Pression mesurée} - \text{Max}(10\% P_{\text{mesurée}} ; 5\text{Pa}) \leq P_{\text{max}}$
--

Dans le cas d'une **mesure avec capteur de pression intégré** (plénum par exemple), la documentation fabricant peut donner une incertitude de mesure. Les échanges mettent en avant l'intérêt d'appliquer une incertitude forfaitaire mais qui 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 alors 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 :

$\text{Débit calculé à partir de la vitesse mesurée avec appareil dans la plage d'utilisation et respectant l'EMT définie + 15 \% \geq \text{Débit théorique}$
--

### 2.3.3. Etalonnage 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.

Plusieurs sujets complémentaires émergent : Est-ce que le laboratoire doit être accrédité Cofrac ? Quelle est la fréquence d'étalonnage ? Quel est le nombre de points pour l'étalonnage ? Le groupe de travail a également fait des propositions sur ce sujet. Elles 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.

## 2.4. Qualification des opérateurs

Le sujet des compétences des opérateurs réalisant les vérifications et les mesures des installations de ventilation en tertiaire est considéré dès les prémices des réflexions comme essentiel. En effet, la complexité technique et la diversité des installations sur site sont des spécificités du secteur tertiaire qui nécessitent une connaissance avancée sur le sujet. L'opérateur doit également être en capacité de choisir le bon matériel, adapté aux mesures et justifier son choix. Il s'agit de responsabiliser le mesureur : à sa charge de vérifier que le matériel qu'il utilise dispose bien d'un certificat d'étalonnage sur la plage de mesure ciblée. Par ailleurs, une qualification permettrait la vérification de l'étalonnage du matériel puisque, dans le cadre d'une qualification Qualibat (telle que les qualifications aujourd'hui existantes), lors de l'audit documentaire réalisé par un expert de la Commission dédiée, cette vérification est effectuée.

Aujourd'hui, la qualification Qualibat 8721 "Mise en place d'un système de mesures et réalisation des mesures de perméabilité à l'air des réseaux aérauliques" est demandée par Effinergie pour l'emploi du protocole PromevenTertiaire dans plusieurs labels car ces opérateurs font majoritairement du tertiaire et qu'il n'existe pas de qualification dédiée.

Une mention à la qualification Qualibat 8721 précédemment citée serait possible mais la création d'une qualification propre au protocole de ventilation en tertiaire semble avoir plus de sens. Des passerelles avec les qualifications Qualibat 8721 et Qualibat 8741 "Vérifications et mesures des systèmes de ventilation mécanique pour les bâtiments résidentiels" semblent envisageables.

### 3. PROPOSITION D'INDICATEURS POUR L'OBSERVATOIRE CAP2030

Plusieurs indicateurs sont envisageables au sujet de l'application du protocole de mesure de la performance des installations de ventilation en tertiaire :

- Points de vérification - les éléments à recueillir sont sur la base de l'Excel dédié au point de vérification :
  - % de vérifications cohérentes parmi les vérifications obligatoires (réglementaires ou bonnes pratiques considérées comme obligatoires) ;
  - % des vérifications cohérentes par catégories (le nombre de points cohérents est donné automatiquement dans l'Excel) :
    - pour les vérifications aux caissons-CTA-réseaux :
      - A. Pré-inspection - 2 points doivent être cohérents ;
      - B. Vérification de l'armoire électrique - aucun point obligatoire ;
      - C. Inspection visuelle des réseaux - 5 points doivent être cohérents ;
      - D. Inspection visuelle du (des) caisson(s)/centrale(s) - 9 points doivent être cohérents ;
      - E. Air neuf - 3 points doivent être cohérents ;
      - F. Rejet - 2 points doivent être cohérents ;
      - G. GTC : Gestion Technique Centralisée (si existence) - 2 points doivent être cohérents si une GTC est présente ;
      - H. Régulation - 5 points doivent être cohérents si une horloge est présente
    - en simple flux pour les vérifications aux terminaux et locaux :
      - A. Amenée d'air (hors locaux à pollution spécifique) - 1 point doit être cohérent ;
      - B. transfert d'air - 2 points doivent être cohérents ;
      - C. Extraction/reprise - 4 points doivent être cohérents ;
      - D. Amenée d'air (hors locaux à pollution spécifique) - 5 points doivent être cohérents ;
      - E. Transfert d'air - 2 points doivent être cohérents ;
      - F. Extraction/reprise gainée - 6 points doivent être cohérents ;
      - G. Reprise en vrac - 2 points doivent être cohérents ;
    - en double flux pour les vérifications aux terminaux et locaux :
      - A. Amenée d'air (hors locaux à pollution spécifique) - 4 points doivent être cohérents ;
      - B. transfert d'air - 2 points doivent être cohérents ;
      - C. Extraction/reprise - 4 points doivent être cohérents ;
      - D. Amenée d'air (hors locaux à pollution spécifique) - 8 points doivent être cohérents ;
      - E. Transfert d'air - 2 points doivent être cohérents ;
      - F. Extraction/reprise gainée - 6 points doivent être cohérents ;
      - G. Reprise en vrac - 2 points doivent être cohérents ;
- Mesures fonctionnelles :
  - débit/pression mesuré
  - cohérent(e) ou non de la mesure ;

- % d'écart entre mesure et valeur de dimensionnement pour les mesures de débit/pression.

## 4. ANNEXES

### 4.1. Tableau des méthodes de mesure aux terminaux


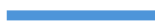









Méthodes / Grandeurs mesurées	Mesure au terminal									Mesure en conduit terminal			Mesure à la station de mesure / prise de pression intégrée
	Débit	Débit	Débit	Débit	Débit	Débit	Pression statique	Débit via vitesse d'air	Débit via méthode du k (NF EN 16211)	Débit via vitesse d'air	Pression statique	Pression différentielle	Se référer à la documentation fabricant
<b>Appareils</b>	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	
<b>Terminaux de soufflage</b>													
Terminaux 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
<b>Terminaux de reprise</b>													
Terminaux 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			
<b>Autres composants sur branche terminale</b>													
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.

## 4.2. Méthodes de mesure de débit aux UTA

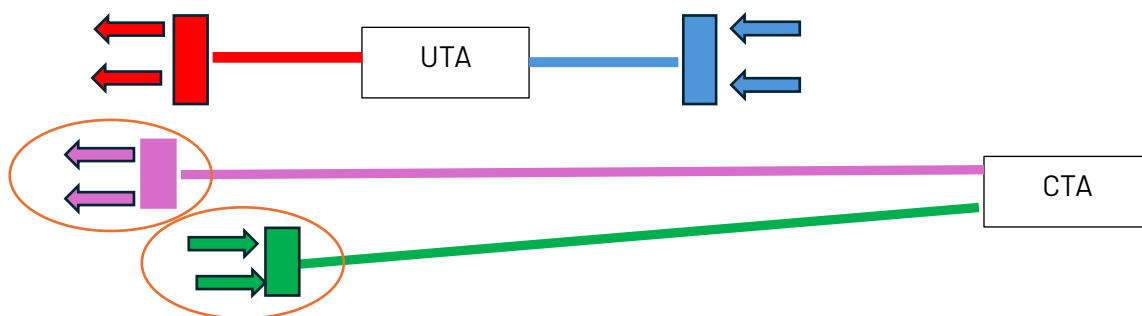
Légende :

- 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

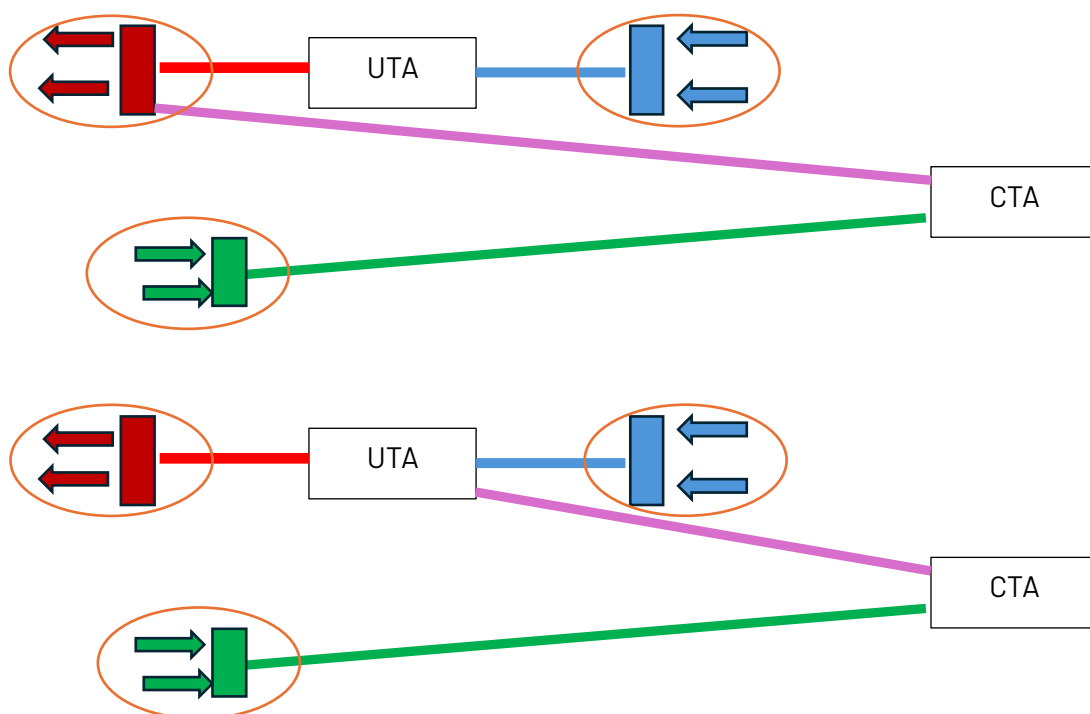


Pas de mesures de débit au niveau de l'UTA. Les débits sont mesurés au niveau des bouches raccordées au réseau de la CTA.

## 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.

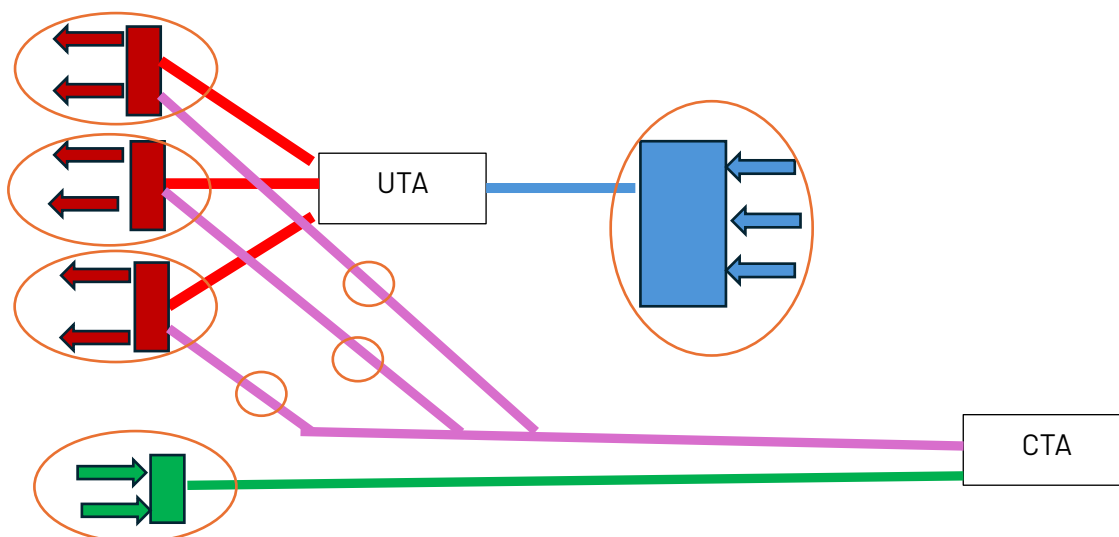
Le débit de reprise est mesuré au niveau de la bouche de reprise raccordée à la CTA.

## 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.

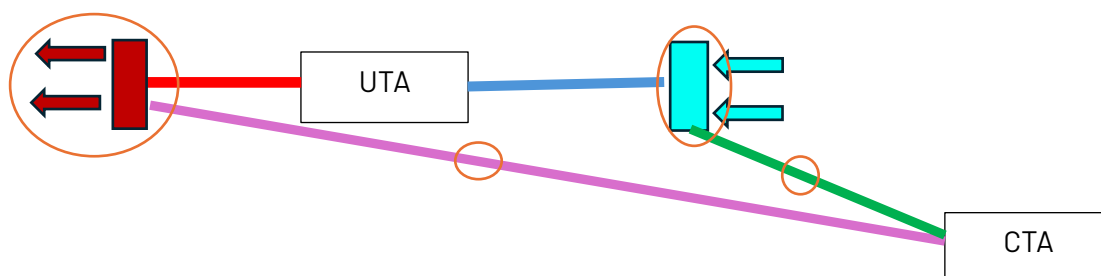
Si c'est possible (accès, positionnement des MR, conduits rigides suffisamment longs...), mesurer les débits au niveau des conduits rigides raccordés au réseau de soufflage de la CTA desservant chaque bouche.

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).