

Séance de 1 heure | Situation et cours

Ventilation et renouvellement d'air d'un logement

Seconde TNE | Domaine « Thermique »

Prénom et nom : Classe :

Énoncé — Contexte professionnel : pose d'une VMC dans un logement rénové

Un installateur en génie climatique intervient dans un appartement entièrement rénové : **3 pièces principales**, une cuisine, une salle de bain et un WC, 70 m² au sol et 2,5 m sous plafond. Après les travaux, les fenêtres sont très étanches : l'air ne se renouvelle plus naturellement. Les occupants se plaignent de **condensation sur les vitres**, d'une **odeur d'humidité** dans la salle de bain et d'une sensation d'air « lourd » le matin.

L'installateur pose une **VMC** (Ventilation Mécanique Contrôlée) simple flux à deux vitesses : un caisson extrait l'air vicié des pièces humides tandis que l'air neuf entre par les pièces de vie. En temps normal, elle extrait **45 m³/h** en cuisine, **30 m³/h** en salle de bain et **15 m³/h** au WC ; quand on cuisine, la bouche de la cuisine passe en grand débit.

Le client demande : « Combien de fois par heure l'air de mon appartement sera-t-il renouvelé ? Les débits respectent-ils la réglementation ? Et est-ce que la VMC double flux dont vous parlez fera vraiment baisser ma facture de chauffage ? »

Définition — Débit volumique Q_v

Le **débit volumique** est le volume d'air qui traverse une bouche pendant une durée donnée :

$$Q_v = \frac{V}{t}$$

- Q_v : débit volumique en **m³/h** (ou m³/s)
- V : volume d'air en **mètres cubes (m³)**
- t : durée en **heures (h)** (ou secondes)

Propriété — Conversions de débit

Comme 1 heure = 3 600 s : $Q_v (\text{m}^3/\text{s}) = \frac{Q_v (\text{m}^3/\text{h})}{3600}$; $Q_v (\text{m}^3/\text{h}) = Q_v (\text{m}^3/\text{s}) \times 3600$. Exemple :
 $180 \text{ m}^3/\text{h} = \frac{180}{3600} = 0,05 \text{ m}^3/\text{s}$.

Définition — Taux de renouvellement horaire τ

Le **taux de renouvellement** indique combien de fois le volume d'air du logement est remplacé en une heure :

$$\tau = \frac{Q_v}{V}$$

- τ : taux de renouvellement en **vol/h** (volumes par heure)
- Q_v : débit total de ventilation en **m³/h**
- V : volume du logement en **m³**

Propriété — Débits réglementaires : identifier le cas étudié

L'arrêté du 24 mars 1982 fixe des débits différents selon le **nombre de pièces principales** et le **mode de fonctionnement**.

En régime général, les débits extraits (en m³/h) pouvant être atteints simultanément sont notamment :

Pièces principales	1	2	3	4	5 et plus
Cuisine	75	90	105	120	135
Salle de bain	15	15	30	30	30
WC unique	15	15	15	30	30

Avec un dispositif autorisé à faire varier les débits, le régime réduit obéit à d'autres minima. Par exemple :

Pièces principales	1	2	3	4	5
Total minimal (m ³ /h)	35	60	75	90	105
Cuisine minimale (m ³ /h)	20	30	45	45	45

Le débit total est la **somme des débits réellement extraits** aux bouches. La réglementation fixe des **débits par pièce**, pas un nombre de renouvellements par heure.

Référence vérifiée le 25 septembre 2026 : arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements, articles 3 et 4.

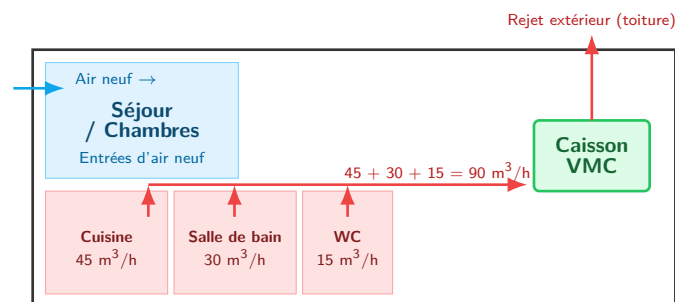
Exercices | Socle

Débits et renouvellement d'air

Écris tes calculs et l'unité de chaque résultat.

Définition — VMC simple flux et double flux

- **VMC simple flux** : un seul ventilateur *extraie* l'air vicié des pièces humides. L'air neuf entre par des grilles dans les pièces de vie. Simple et peu coûteuse, mais l'air froid entrant doit être réchauffé par le chauffage.
- **VMC double flux** : deux ventilateurs (extraction + insufflation) et un **échangeur de chaleur**. L'air vicié sortant *préchauffe* l'air neuf entrant. Selon l'ADEME, l'échangeur récupère jusqu'à 70 % de la chaleur de l'air extrait (90 % pour les appareils les plus performants) → **économies de chauffage**.



L'appartement vu de dessus, en temps normal, schéma sans échelle : l'air neuf (bleu) entre par le séjour et les chambres ; l'air vicié (rouge) est extrait en cuisine, salle de bain et WC, puis rejeté en toiture par le caisson VMC.

Exercice 1 – Convertir un débit

Exemple — Sur d'autres valeurs

Une bouche réglée sur 54 m³/h : $54 \div 3\,600 = 0,015 \text{ m}^3/\text{s}$. Dans l'autre sens, une bouche réglée sur 0,005 m³/s : $0,005 \times 3\,600 = 18 \text{ m}^3/\text{h}$.

À toi de jouer.

Un installateur en génie climatique règle une bouche d'extraction sur un débit de **72 m³/h**.

- Combien y a-t-il de secondes dans une heure ?
- Convertir le débit de 72 m³/h en m³/s.
- Une autre bouche est réglée sur 0,01 m³/s. Convertir ce débit en m³/h.

Exercice 2 – Débit à partir d'un volume et d'une durée

Exemple — Sur d'autres valeurs

Une bouche extrait 10 m³ d'air en 15 minutes. Dans 1 heure, il y a $60 \div 15 = 4$ fois 15 minutes : la bouche extrait $10 \times 4 = 40 \text{ m}^3$ en 1 heure. Le débit est de 40 m³/h.

À toi de jouer.

Une bouche d'extraction renouvelle **15 m³** d'air en **20 minutes**.

- Combien de fois 20 minutes y a-t-il dans 1 heure ?

2. Quel volume d'air la bouche extrait-elle en 1 heure ? En déduire le débit en m^3/h .

Exercices | Standard

Exercice 3 – Taux de renouvellement de l'appartement

Exemple — Sur d'autres valeurs

Un studio de 30 m^2 au sol, $2,5 \text{ m}$ sous plafond, ventilé à $35 \text{ m}^3/\text{h}$: $V = 30 \times 2,5 = 75 \text{ m}^3$, puis $\tau = 35 \div 75 \approx 0,47 \text{ vol/h}$. L'air du studio est renouvelé un peu moins d'une demi-fois par heure.

À toi de jouer.

On reprend l'appartement de la situation : 70 m^2 au sol, $2,5 \text{ m}$ sous plafond, 3 pièces principales. En temps normal, la VMC extrait $45 + 30 + 15 = 90 \text{ m}^3/\text{h}$.

1. Calculer le volume d'air V du logement.
2. Calculer le taux de renouvellement $\tau = Q_v/V$, arrondi au centième.
3. L'air de l'appartement est-il renouvelé une fois par heure ?
4. Avec le tableau du régime réduit du cours, vérifier que ce réglage respecte la réglementation.

Exercice 4 – Vérifier la conformité des débits

Exemple — Sur d'autres valeurs

Pour un logement de 4 pièces principales, en régime général, le tableau donne $120 \text{ m}^3/\text{h}$ en cuisine. Une mesure de $118 \text{ m}^3/\text{h}$ est inférieure à 120 : la bouche de la cuisine n'est pas conforme.

À toi de jouer.

À la mise en service, l'installateur mesure les débits extraits de l'appartement de la situation (3 pièces principales, un WC unique) en **régime général**, la cuisine en grand débit.

Pièce	Débit mesuré (m^3/h)	Débit exigé (m^3/h)
Cuisine	100	
Salle de bain	32	
WC	15	

1. Compléter la colonne « Débit exigé » avec le tableau du régime général du cours.
2. Pour chaque pièce, dire si le débit mesuré est conforme (au moins égal au débit exigé).
3. Quelle bouche faut-il régler à nouveau ?
4. Calculer le débit total mesuré et le débit total exigé.

Exercices | Approfondissement**Exercice 5 – Énergie perdue par l'air extrait (simple flux)****Exemple — Sur d'autres valeurs**

Pour un débit de $50 \text{ m}^3/\text{h}$ et un écart de température de 12°C : $P = 0,34 \times 50 \times 12 = 204 \text{ W}$.
 Pendant 100 heures : $204 \times 100 = 20\,400 \text{ Wh}$, soit $20,4 \text{ kWh}$.

À toi de jouer.

En hiver, la VMC simple flux remplace l'air chaud extrait par de l'air froid venu de l'extérieur, que le chauffage doit réchauffer.

Données : débit $Q_v = 90 \text{ m}^3/\text{h}$; air intérieur à 19°C ; sur la saison de chauffe, l'air extérieur est en moyenne 10°C plus froid, donc $\Delta T = 10^\circ\text{C}$. Puissance à fournir pour réchauffer l'air neuf : $P = 0,34 \times Q_v \times \Delta T$, avec P en W, Q_v en m^3/h et ΔT en $^\circ\text{C}$ (0,34 tient compte de la masse volumique et de la chaleur massique de l'air).

Modèle : débit et écart de température constants ; infiltrations et consommation des ventilateurs négligées. Le logement est chauffé à l'électricité, à $0,20 \text{ €/kWh}$.

1. Calculer la puissance P nécessaire pour réchauffer l'air neuf.
2. La VMC fonctionne 24 h/jour pendant les 240 jours de la saison de chauffe. Calculer cette durée en heures, puis l'énergie correspondante en kWh.
3. Calculer le coût de cette énergie sur la saison.

Exercice 6 – Économie d'une VMC double flux**Exemple — Sur d'autres valeurs**

Une double flux récupère 70 % de la chaleur sur une perte de 200 W : il reste 30 % à fournir, soit $200 \times 0,30 = 60 \text{ W}$. L'économie est de $200 - 60 = 140 \text{ W}$.

À toi de jouer.

On reprend l'exercice 5 : sans récupération, il faut fournir 306 W. La double flux récupère 70 % de la chaleur de l'air extrait ; on néglige la consommation de ses deux ventilateurs.

1. Avec la double flux, il reste 30 % de cette puissance à fournir. Calculer la puissance restante.
2. Calculer l'économie de puissance (en W) par rapport à la simple flux.
3. Sur la saison (5 760 h), calculer l'énergie économisée (kWh), puis l'économie à $0,20 \text{ €/kWh}$.
4. Répondre au client : la double flux fera-t-elle baisser sa facture de chauffage ?

Mon bilan avec l'enseignant : ☐ Convertir un débit ☐ Calculer un taux ☐ Vérifier des débits.