

Réalisation de l'étude



Maître d'ouvrage



En partenariat avec



Avec le soutien de



Evaluation de la qualité de l'air avant travaux de rénovation énergétique

SCOLAEé

Synthèse des résultats

Intervenantes

Carole EBER -
Aduhme

Cécile TREBUCHON -
Atmo AURA

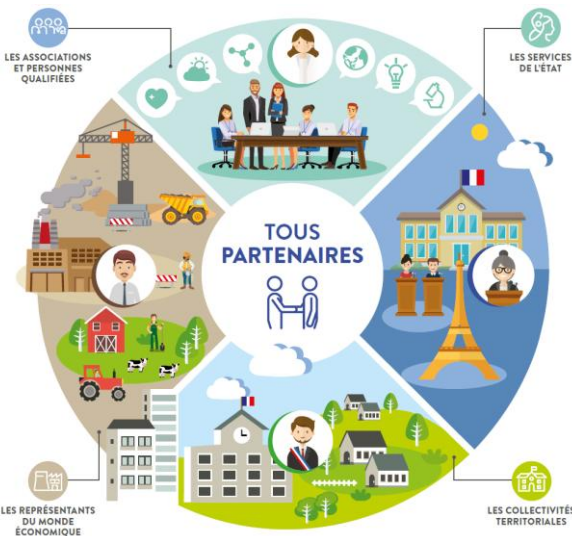
ATMO : UN DISPOSITIF COORDONNÉ AU NIVEAU NATIONAL



Atmo Auvergne-Rhône-Alpes est une association de type « loi 1901 » agréée par le Préfet pour la surveillance et l'information sur la qualité de l'air dans la région Auvergne-Rhône-Alpes.

1 AASQA par région, regroupement au sein de la fédération Atmo France.

Budget annuel : 11 M€

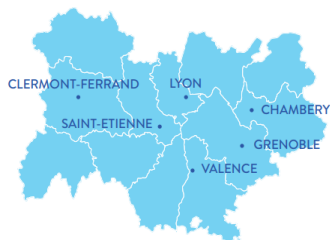


EN AUVERGNE RHÔNE ALPES

250 MEMBRES

PLUS DE **80** PARTENAIRES
THÉMATIQUES

6 pôles Atmo
en Auvergne-Rhône-Alpes



ADUHME : AGENCE LOCALE DES ÉNERGIES ET DU CLIMAT

477 collectivités adhérentes (au 01/01/2025)

Missions :

Conseil & appui expert / conseil en énergie partagé

- Profil énergétique
- Expertise rénovation
- Appui technique
- Contrat chaleur renouvelable
- SDIé

Actions collectives :

Achats groupés
d'énergie



Information/ formation/ communication

- Veille & analyse réglementaire
- Visites et conférences techniques
- Fiches REX

DÉROULÉ

1

Dispositif SCOLAEé

2

Caractéristiques des bâtiments mesurés

3

Méthodologie de l'étude et synthèse des résultats

4

Triptyque performance énergétique – QAI – confort d'été

5

Bonnes pratiques dans la rénovation



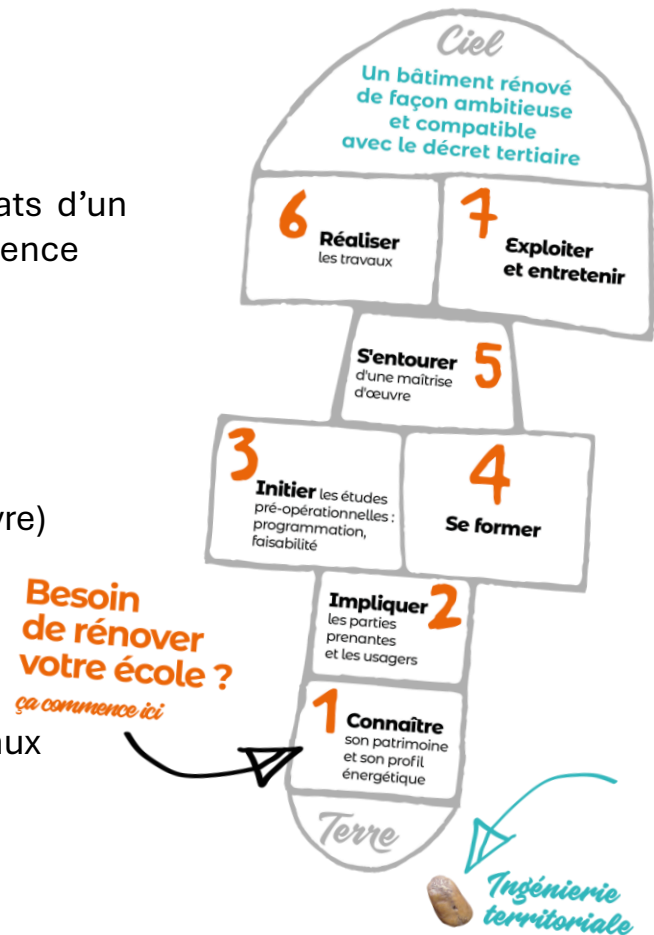
1

SCOLAE**e**

Service de conseil local
pour l'amélioration **é**nergétique
des écoles

SCOLAE+

- Programme d'accompagnement de 20 écoles du Puy de Dôme (lauréats d'un AMI local) pour la rénovation de leur bâti scolaire et 5 retours d'expérience
- Un accompagnement au stade des études de faisabilité
- Une approche budgétaire à toutes les phases du projet
- Un accompagnement pour le passage à l'opérationnel (Maître d'Oeuvre)
- Un appui technique aux Maîtres d'ouvrage
- Des prestations complémentaires :
 - campagne de mesures de la qualité de l'air intérieur avant travaux
 - test de perméabilité à l'air,
 - campagne de mesures des températures intérieures,
 - équilibrages des réseaux de chauffage et de ventilation)

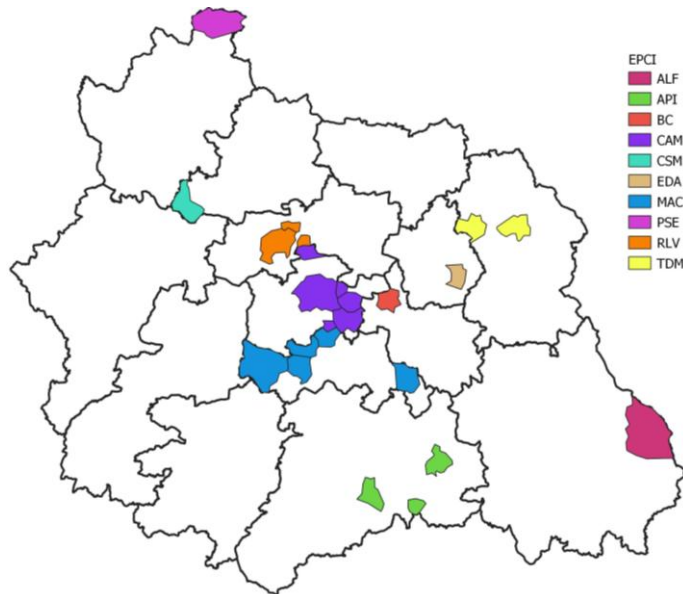


2

CARACTÉRISTIQUES DES BÂTIMENTS MESURÉS



ETAT DES LIEUX DES ÉCOLES



Type A : Architecture ancienne

Bâti avant 1948, compacte, rural, intégrant souvent des logements dans les étages
Enveloppe en pierre non isolée, patrimoniale



Type B : Architecture « industrielle »

Massification des « écoles sur catalogues » avec des normes centrales, structure béton en R+1 à R+2 non isolée en poteaux/poutres



Type C : Architecture « très découpée »

Volume et toiture très découpés, de plain-pied avec de larges ouvertures

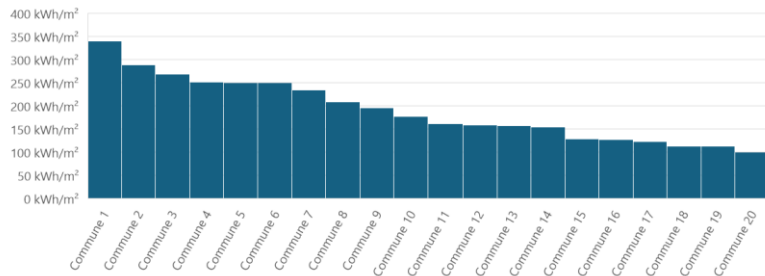


ETAT DES LIEUX DES ÉCOLES

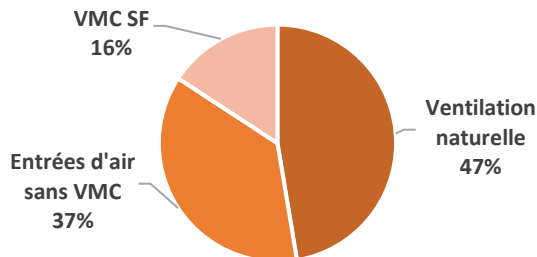
- Performance énergétique :
 $105\text{kWh/m}^2 < \text{Consommation} < 340\text{kWh/m}^2$



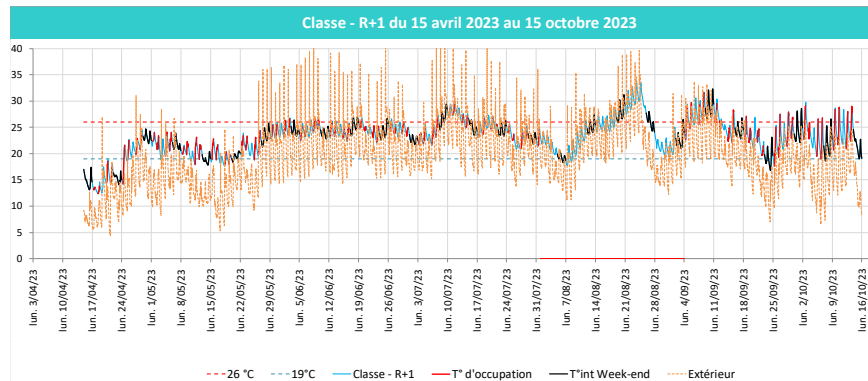
Performances énergétiques avant travaux



- Étanchéité à l'air et systèmes de ventilation avant travaux: 
11 écoles en zone radon de catégorie 3
58 % des écoles ont une mauvaise étanchéité à l'air ($>3 \text{ Q4Pa-surf en m}^3/(\text{h.m}^2)$)



- Températures intérieures :
Taux d'inconfort estival très élevé



OBJECTIFS

Entretien

Modernisation

Fonctionnalité

Performance
énergétique

Confort

Mise aux
normes

40 à 60%

Objectifs de réduction des
consommations énergétiques

Amélioration de
l'existant

Point de départ

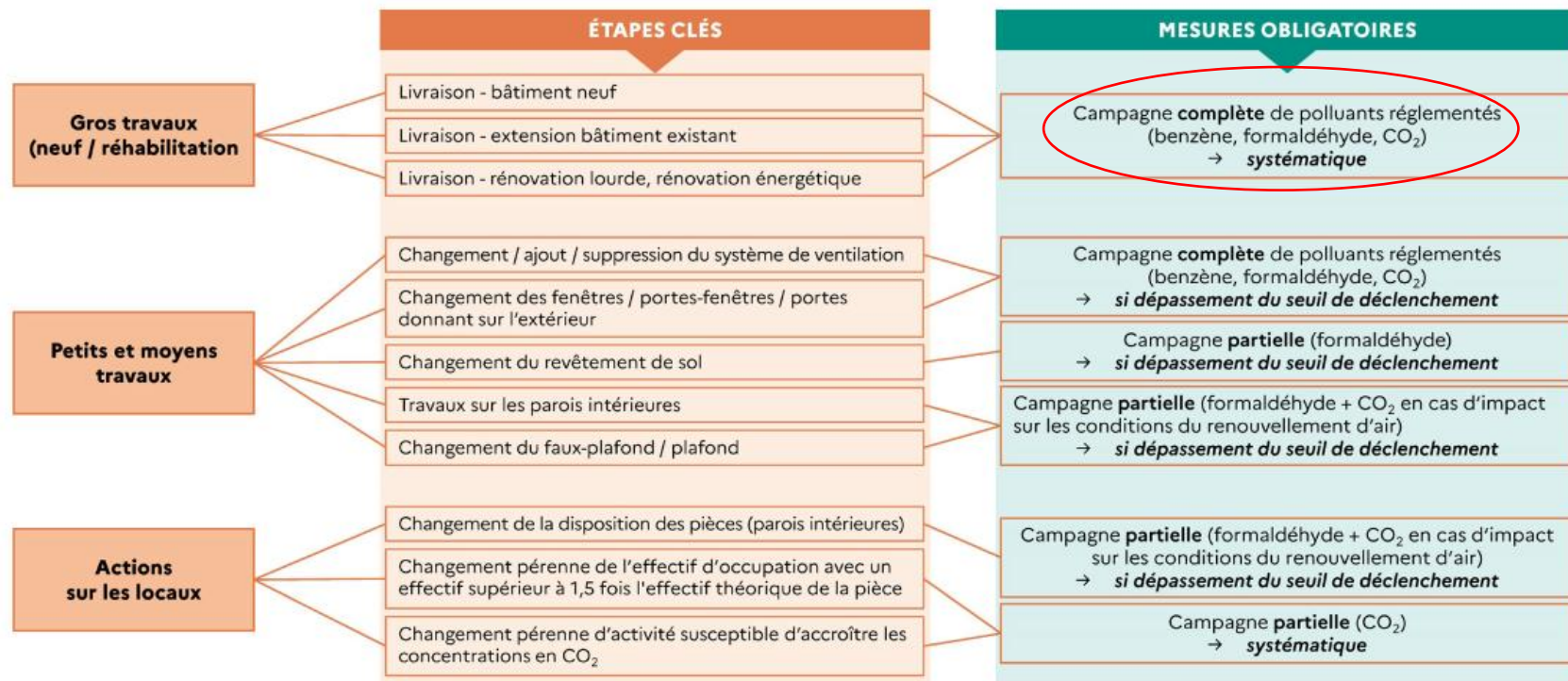
Réalisation de tests et
mesures



3

MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE ET SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

RÉGLEMENTATION : MESURES AUX ÉTAPES CLÉS



SEUIL DE DÉCLENCHEMENT DES CAMPAGNES DE MESURES (%)



Rénovation énergétique : quand et quelles mesures ?

Début : au plus tard 1 mois après réception des travaux

Aucun seuil à appliquer (dès le 1^{er} m² concerné)

Durée des mesures : 4,5 jours par période en présence des usagers

CO₂ : une mesure en continu pendant la période de chauffe

Benzène et Formaldéhyde : 1 série en période de chauffe, 1 série hors période de chauffe, espacées de 4 à 7 mois



MÉTHODOLOGIE : QUAND ?

- ☐ Mesures réalisées dans 19 écoles
- ☐ 5 Campagnes de mesures avec la visite de 3 à 5 écoles par campagne dont les dates sont présentées dans le tableau suivant :

N° Campagne		Date pose	Date dépose
1	3 communes	20/01/2025	24/01/2025
2	3 communes	27/01/2025	31/01/2025
3	4 communes	03/02/2025	07/02/2025
4	5 communes	10/03/2025	14/03/2025
5	4 communes	17/03/2025	21/03/2025

- ☐ Période de mesure de 4,5 jours pour chacune des écoles en présence des élèves
- ☐ Mesures effectuées dans une seule classe pour chaque école

Remarque : Pour chacune des écoles, le faible échantillonnage n'est pas représentatif de l'intégralité de l'établissement. Ces mesures ne sont pas réalisées dans le cadre d'une accréditation COFRAC.

METHODOLOGIE : COMMENT ?

✓ **CO₂** : Avec des capteurs Class'Air qui enregistrent toutes les 10 minutes les taux de dioxyde de carbone dans l'air en air intérieur.

Alimenté par batterie, l'appareil mesure la concentration de CO₂ qui est un indicateur du renouvellement de l'air de la pièce.

✓ **Benzène et formaldéhyde** : Avec des tubes passifs en air intérieur

De petite taille, par une simple ouverture du tube à l'air libre, ils absorbent l'air et permettent de connaître les concentrations de **benzène et de formaldéhyde** en moyenne sur 4,5 jours.

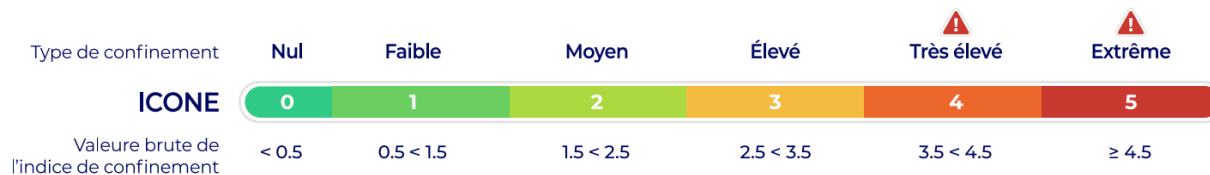
Tous les capteurs sont silencieux et n'émettent aucun polluant.



INDICE DE CONFINEMENT

L'**indice ICONE** (également appelé « **indice de confinement** ») reflète la qualité du renouvellement de l'air intérieur pendant l'occupation de la pièce. Il indique si la pièce doit être ventilée ou non. Il est basé sur la concentration en **dioxyde de carbone (CO₂)** présent dans la pièce. Il est calculé à partir de la **fréquence et l'intensité** des valeurs élevées de CO₂ mesurées durant les **périodes d'occupation** et ce uniquement en **hiver**.

La valeur est comprise entre 0 et 5.



- Un score **de 0** correspond à un **confinement de l'air nul**, et constitue le cas le plus favorable pour une qualité de l'air sain dans un lieu clos.
- Les scores médians **1, 2 et 3** correspondent aux niveaux **Faible, Moyen et Élevé**.
- Les indices **ICONE 4 et 5** correspondent respectivement à un niveau de confinement **très élevé et extrême**.

En cas de confinement très élevé (ICONE 4) ou extrême (ICONE 5), il faut s'assurer que le taux d'occupation des pièces est respecté et que la ventilation est efficace (inspection du système ou aération fréquente si absence de ventilation). En cas de confinement extrême (ICONE 5), des investigations complémentaires doivent être menées et le préfet informé sous 15 jours après réception des résultats (dans le cas de mesures réglementaires).

OUTILS COMPLÉMENTAIRES

Afin de faciliter l'interprétation des résultats de mesures, l'équipe éducative a consigné sur des fiches, plusieurs éléments au cours de la journée.

- ✓ Le nombre d'élèves présents par demi-journée, ainsi que leurs horaires de présence,
- ✓ Les horaires et durées d'aération des salles,
- ✓ Les horaires et durées des activités manuelles pouvant générer des polluants (ex. : usage de colle, feutres, peintures...)

Une fiche spécifique a également été donnée à l'équipe de ménage afin d'indiquer les horaires et durées de nettoyage, les produits utilisés, et si une aération des locaux est réalisée pendant l'entretien.

SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

- **Polluants réglementés :**

Benzène :

- Concentrations relevées : entre 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
→ Conformes aux valeurs réglementaires (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Formaldéhyde :

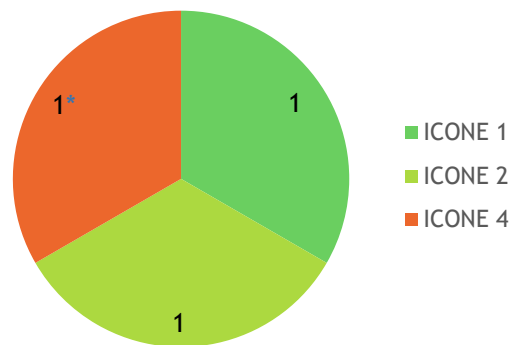
- Concentrations relevées : entre 4,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 24,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
→ Conformes aux valeurs réglementaires (30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

- **Indice de confinement CO_2 (ICONE)**

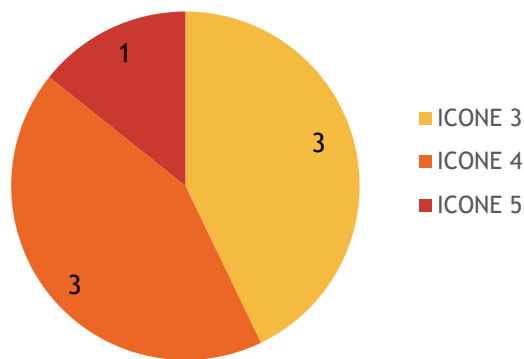
- **74 % des classes** présentent un indice ICONE compris entre **élevé et très élevé** (niveaux 3 à 4).
- **1 classe** présente un indice faible (ICONE 1)
- **1 classe** atteint un indice extrême (ICONE 5)
- **2 classes** présentent un indice moyen (ICONE 2)

INDICE DE CONFINEMENT ET VENTILATION

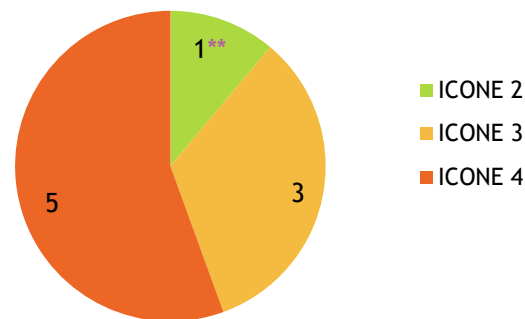
Nombre de classes avec une VMC simple flux



Nombre de classes avec des entrées d'air visibles



Nombre de classes sans système de ventilation (*sans entrée d'air dans les menuiseries*)



Augmentation du confinement de l'air sans système de ventilation

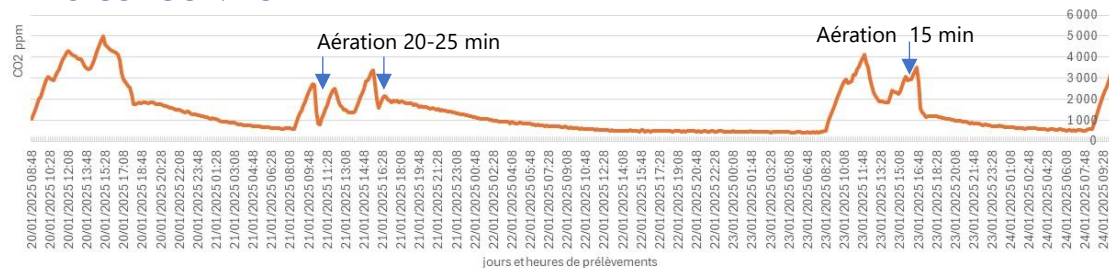
*peu d'aération, fonctionnement de la VMC ?

**aération 1x par jour et effectif de la salle faible

COMPARAISONS NIVEAUX DE CO₂ (INDICE DE CONFINEMENT) EFFECTIF ÉQUIVALENT (ENVIRON 20 ÉLÈVES)

Indice ICONE 5

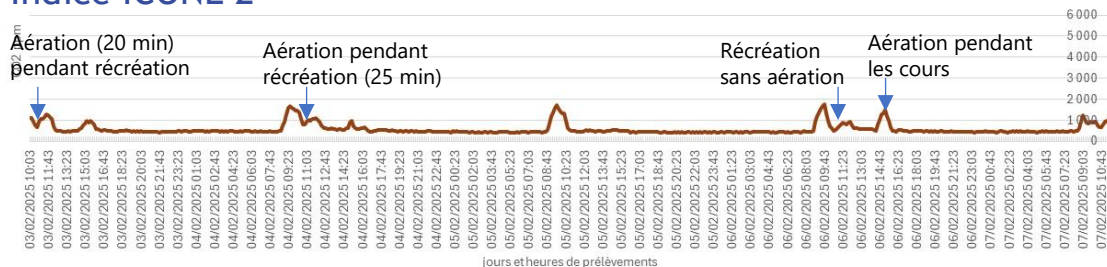
Classe sans système de ventilation (indice icône 5)



L'absence de ventilation mécanique contribue à des niveaux moyens de CO₂ élevés. L'aération réduit partiellement ces niveaux, mais reste insuffisante.

Indice ICONE 2

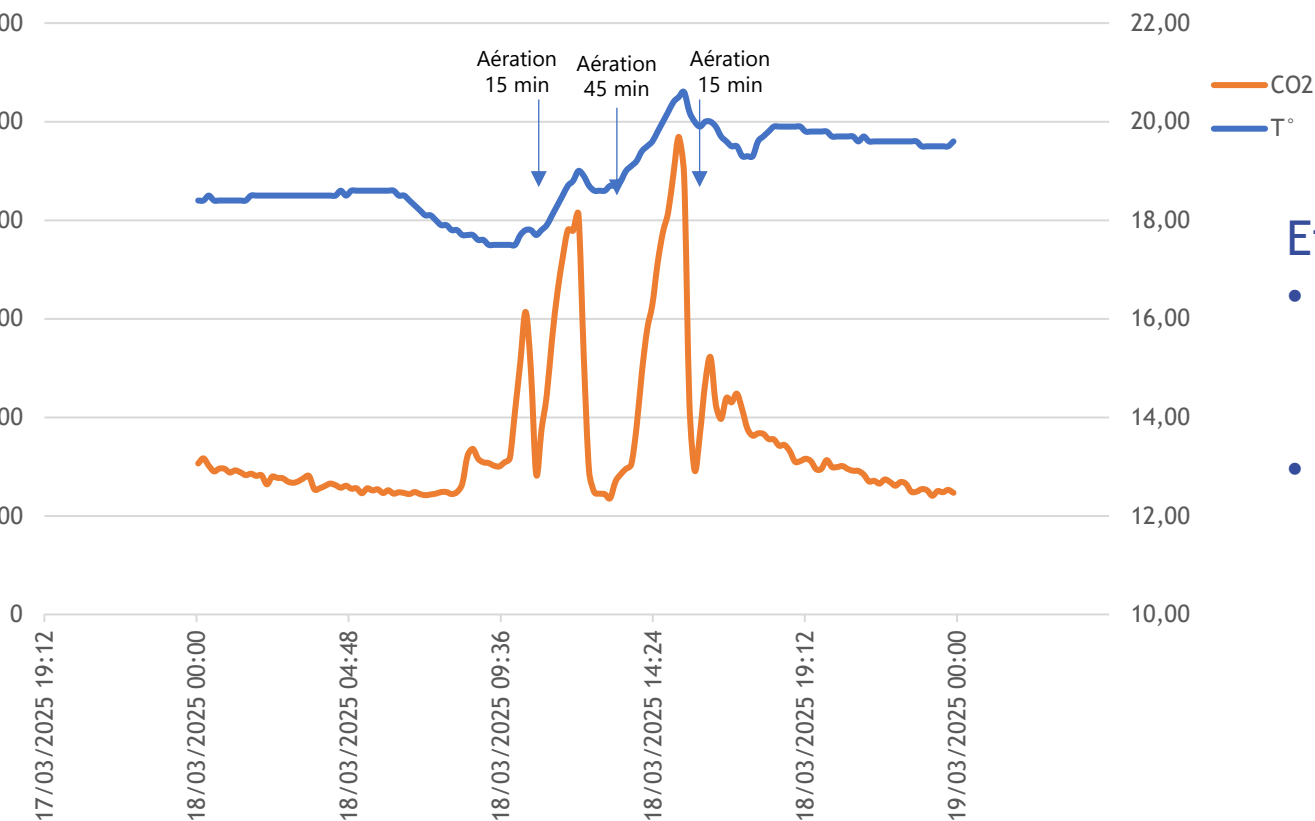
Classe avec système de ventilation simple flux (indice icône 2)



La VMC réduit en moyenne les niveaux de CO₂.
L'aération pendant la récréation permet de faire diminuer les niveaux de CO₂ < 1000ppm

COMPARAISONS NIVEAUX DE CO₂ ET TEMPÉRATURE

Evolution de la concentration de CO₂ et de la température



Effets de l'aération :

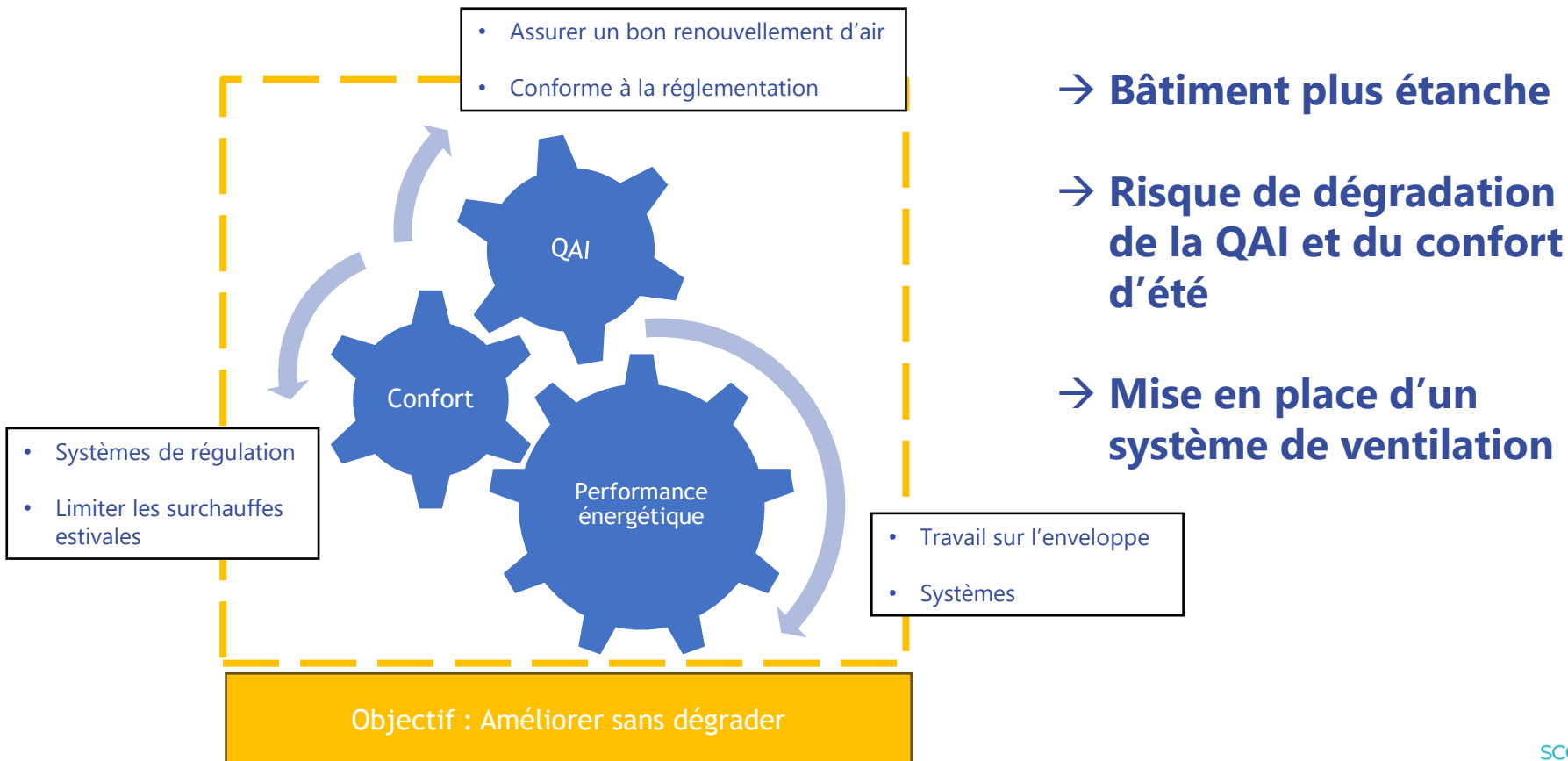
- Impact important sur la concentration de CO₂
- Impact faible sur la température

4

TRIPTYQUE :
- PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE
- QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR
- CONFORT D'ÉTÉ



TRIPTYQUE





5

BONNES PRATIQUES DANS LA RÉNOVATION

- **Ventilation :**

- **Choix des matériaux**

-



					
	GUT	EUCEC ACERMI	NF ENVIRONNEMENT	CTB P+	CTB AIR+
REVETEMENTS DE SOLS	X				
REVETEMENTS DE MURS			X		
REVETEMENTS DE PLAFONDS			X		
PRODUITS D'ISOLATION		X			
PRODUITS A BASE DE BOIS				X	X

Depuis 1969, la marque Zolpan met tout son savoir-faire et son expertise professionnelle au service des peintres. Désormais, la qualité, la technique et l'esthétique de ses peintures en font le partenaire privilégié de tous les projets de décoration qualitative. La proximité avec les clients ainsi que la performance des produits ont toujours été au cœur des préoccupations de Zolpan : aujourd'hui, sa solution complète de produits de préparation, peintures et outillage, accompagne les projets exigeants et véritablement qualitatifs professionnels.

ZOLPAN

LEPONTRENTAULT

1. Peintures de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

2. Peintures de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

PROPRIÉTÉS

- Riche en matières alkydes : concorde le confort d'application et la facilité d'usage des peintures en phase aqueuse
- Excellente adhérence : adhère à tous les supports (murs, plâtres, moutonniers (qualité de finition, moutonniers, bois ou métal, moutonniers)
- Polyvalence d'usage : pour murs, plâtres, moutonniers, bois ou métal, moutonniers
- Haute qualité de finition sans tendance mate. Très bon rendu de couleur
- Excellente résistance : résiste à l'abrasion, à l'effacement
- Excellente durabilité : permet de prolonger la durée de vie des peintures
- Excellente résistance : résiste à l'abrasion, à l'effacement
- Excellente durabilité : permet de prolonger la durée de vie des peintures

AVANTAGES

- Excellente adhérence : adhère à tous les supports (murs, plâtres, moutonniers (qualité de finition, moutonniers, bois ou métal, moutonniers)
- Polyvalence d'usage : pour murs, plâtres, moutonniers, bois ou métal, moutonniers
- Haute qualité de finition sans tendance mate. Très bon rendu de couleur
- Excellente résistance : résiste à l'abrasion, à l'effacement
- Excellente durabilité : permet de prolonger la durée de vie des peintures
- Excellente résistance : résiste à l'abrasion, à l'effacement
- Excellente durabilité : permet de prolonger la durée de vie des peintures

CARACTÉRISTIQUES

1. Préparation de surfaces : nettoyage, décapage, ponçage, apprêt, peinture de sous-couche

2. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

3. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

4. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

5. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

6. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

7. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

8. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

9. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

10. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

11. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

12. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

13. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

14. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

15. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

16. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

17. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

18. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

19. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

20. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

21. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

22. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

23. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

24. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

25. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

26. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

27. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

28. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

29. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

30. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

31. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

32. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

33. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

34. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

35. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

36. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

37. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

38. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

39. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

40. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

41. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

42. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

43. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

44. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

45. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

46. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

47. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

48. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

49. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

50. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

51. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

52. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

53. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

54. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

55. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

56. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

57. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

58. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

59. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

60. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

61. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

62. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

63. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

64. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

65. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

66. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

67. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

68. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

69. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

70. Peinture de finition : base de résines alkydes, alkydes et alkydes en phase aqueuse

71. Peinture de sous-couche : une **qualité soignée** les murs, plâtres, moutonniers bois ou métal, en travaux secs et humides

72. Peinture de finition : base de

Teneur en COV

Label

Emissions en COV

PHASE TRAVAUX

- Risques liés à l'humidité et la formation de moisissures
- Installation des équipements de ventilation
- Stockage des produits émissifs
- Programmation/régulation des réseaux de ventilation



Documentation chantiers

- Guide [AQC](#)
- Outil [ICHAQAI](#)
- Ateliers [AIRBAT®](#)

PHASE EXPLOITATION

- **Ventilation :**

- Nettoyage régulier de façon à limiter l'obturation et l'encrassement des bouches de ventilation
 - > à intégrer dans les cahiers des charges des contrats d'entretien
- Définir des exigences d'entretien et de maintenance des systèmes de ventilation par la mise en place d'un protocole de suivi régulier de l'entretien et du remplacement des filtres de ventilation

- **Aération :** définition d'un protocole d'aération

- **Limiter les autres sources de polluants :**



- **Temporalité longue de l'amélioration de la QAI après travaux**

Questions - Réponses



Merci de votre attention !

.....
www.atmo-auvergnerhonealpes.fr

www.aduhme.org
.....