

Lycée Charles Jully à SAINT AVOLD : Synthèse des résultats de la campagne de mesures de qualité de l'air intérieur



1^{er} série de mesures :
du 24 au 28 septembre 2018

2^{ème} série de mesures :
du 21 au 25 janvier 2019

Les mesures en air intérieur dans le lycée sont réalisées dans le cadre du projet « **Respirons mieux au lycée** », en lien avec la démarche « Lycées en transition » de la **Région Grand Est**. Ce projet vise à agir localement sur les facteurs environnementaux susceptibles de dégrader la qualité de l'air dans les lycées et concerne **10 lycées répartis sur la région Grand Est**. Il s'inscrit également dans l'action « Agir pour une meilleure qualité de l'air intérieur auprès des publics sensibles » du **Plan Régional de Santé Environnement (PRSE3)**. A noter que cette campagne n'a pas été réalisée dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air dans les ERP.



Suivi de 4 salles et d'un site extérieur de proximité :

- **Paramètres de confort/ambiance** : Température, Humidité Relative.
- **Confinement** : dioxyde de carbone CO₂ (en phase d'occupation).
- **Indicateurs des matériaux, activités, etc.** : COV (Composés Organiques Volatils)
- **Indicateurs du trafic routier** : NO₂ (dioxyde d'azote)
- Activité volumique du **radon** (gaz radioactif) en phase hivernale

Les résultats des deux phases de mesures permettent de suivre l'évolution des concentrations de polluants dans l'air intérieur (exprimées en microgrammes par mètre cube d'air - $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Les résultats sont mis en perspectives avec les valeurs de référence existantes à ce jour qui sont des valeurs guides pour l'air intérieur (VGAI) ou d'action réglementaires publiées au Journal officiel dans des arrêtés ou des décrets, à ne pas dépasser dans certains bâtiments.

Remarque : pour pouvoir se référer à des valeurs guides long terme, il est recommandé d'effectuer deux séries de prélèvements, chacune dans des conditions climatiques contrastées, et en période d'occupation normale (exposition réelle des personnes). La moyenne des deux séries de prélèvements permet d'approcher un état annuel de la qualité de l'air en prenant en compte les variabilités temporelles des concentrations de polluants dans l'air.

Les moyennes des deux phases sont donc comparables aux valeurs guides.

Cette note de synthèse est préalable au rapport final qui présentera l'ensemble des résultats des 10 lycées (3^{ème} trimestre 2019).



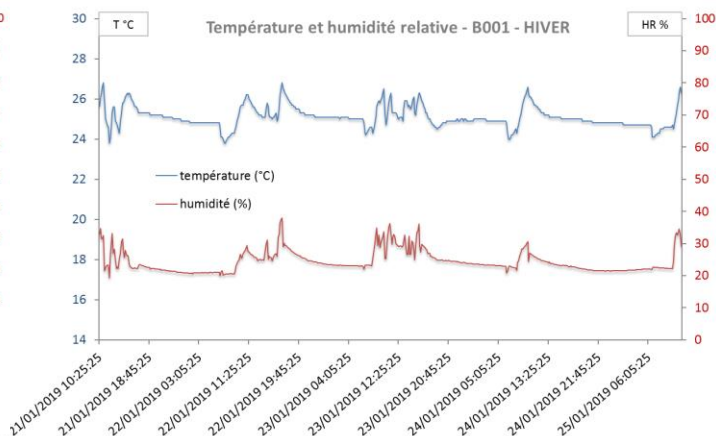
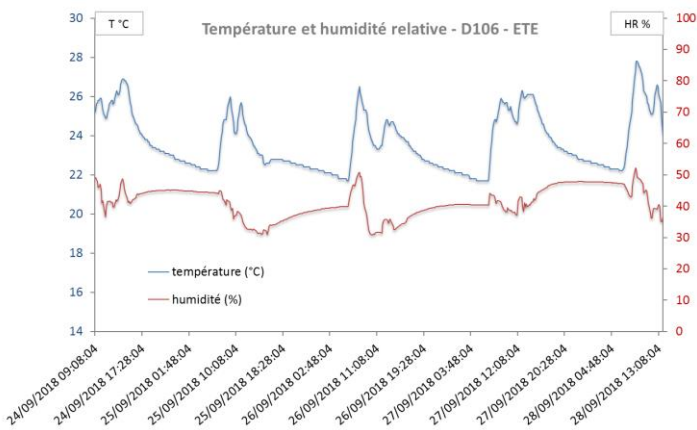
Température et humidité relative

période	JOURNEE site	TEMPERATURE (°C)			HUMIDITE RELATIVE (%)		
		moy	max	min	moy	max	min
été	B001	22,5	25,6	20,1	51,5	67,0	40,7
	C012	21,6	25,0	18,6	61,6	50,8	35,0
	D106	24,9	27,8	22,5	39,6	52,1	30,8
	A210 (non occupée)	25,3	31,8	19,9	35,9	54,7	23,3
	EXT	19,2	33,6	8,6	42,3	81,7	17,9
hiver	B001	25,4	26,8	23,8	26,8	37,9	19,4
	C012	20,3	22,1	17,3	43,5	49,6	28,4
	D106	22,5	25,0	20,9	42,5	52,6	30,6
	A210	20,7	23,3	18,2	29,4	37,5	23,0
	EXT	-1,6	8,0	-5,1	79,7	91,4	47,4



Le confort hygrothermique (température et humidité relative) est subjectif et dépendant d'autres paramètres (vitesse de l'air, habillement...) mais il est possible de définir des plages jugées acceptables.

L'ADEME préconise un taux optimal d'humidité relative dans l'air entre 40 et 60 %, et une température s'élevant entre 18° et 22°C. Une humidité trop faible (<30%) peut donner une sensation de sécheresse gênante sur les plan respiratoire, cutané et oculaire. A l'inverse une humidité relative trop importante (>70%) peut favoriser le développement de moisissures.



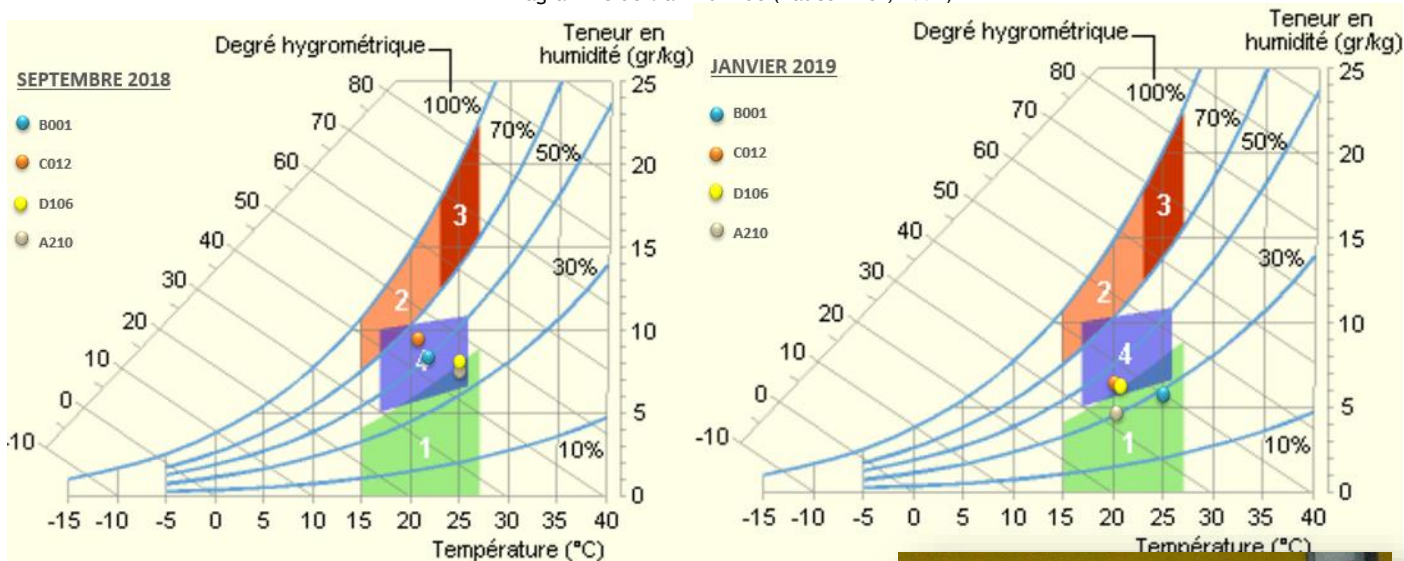
Pour la campagne de septembre 2018, les salles B001 et C012 présentent des moyennes de températures aux alentours de 22°C. La salle A210, non occupée et située dans la partie atelier de l'établissement, est celle qui a concentré le plus de chaleur (moyenne de 25,3°C et pic à 31,8°C le 26/09 après-midi). La salle D106, occupée, est en moyenne à 24,9°C avec de nettes variations (de 22,5°C à 27,8°C). Cette salle dispose d'importantes baies vitrées orientées côté Sud, pouvant favoriser l'accumulation de chaleur. Dans cette salle, la chaleur reste emmagasinée la nuit, des baisses s'observent mais ne sont pas conséquentes au regard des températures extérieures.

Au niveau de l'humidité relative, celle-ci varie entre les salles en fonction de la température (de façon inverse). De ce fait, le minimum de 35,9% caractérise la salle A210 (pour rappel non occupée) suivie de la salle D106 avec 39,6%. Le taux maximum est situé dans la salle C012 avec 61,6%. **L'ensemble des salles se place sur la semaine de mesures de septembre 2018 (prise en compte des moyennes en journée) dans la zone de bon confort hygrothermique (cf. diagrammes ci-dessous), avec pour les salles D106 et A210 un rapprochement vers la zone de sécheresse.**

En janvier 2019, en phase de chauffe, les températures moyennes en journée se situent aux alentours de 20°C pour les salles C012 et A210. Dans la salle B001 (aile B du bâtiment, située en sous-sol), les températures s'échelonnent de 23,8°C à 26,8°C pour une moyenne de 25,4°C. Les variations sont faibles et la nuit les températures restent cantonnées aux alentours de 25°C.

S'agissant de l'humidité moyenne en journée, les salles B001 et A210 sont légèrement en dessous de 30%. Sur cette **phase de chauffe, les salles C012 et D106 se positionnent dans la zone de bon confort hygrothermique. Les salles B001 et A210 se situent, en revanche, dans la zone à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse.**

Diagramme de l'air humide (Fauconnier, 1992)

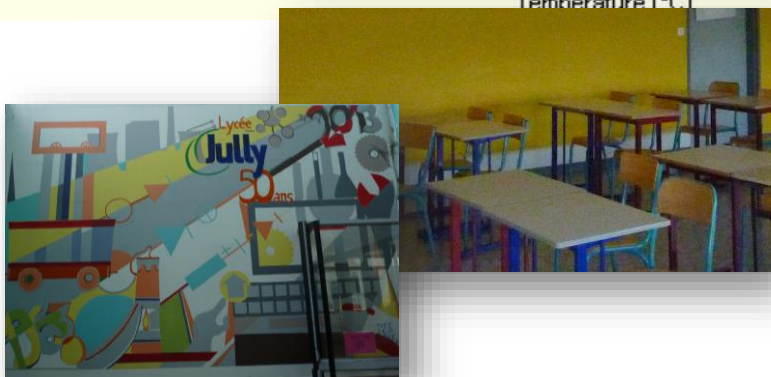


1 : Zone à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse.

2 et 3 : Zones à éviter vis-à-vis des développements de bactéries et de micro-champignons.

3 : Zone à éviter vis-à-vis des développements d'acariens.

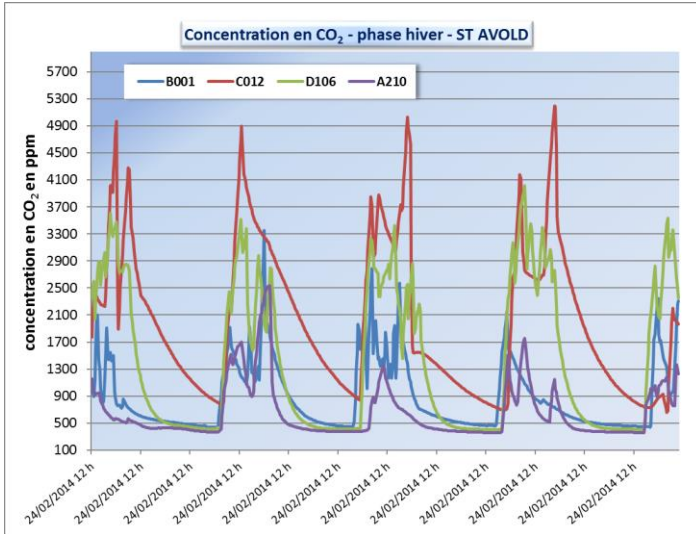
4 : Polygone de confort hygrothermique



→ Dioxyde de carbone (indicateur du confinement d'une pièce)



Graphique évolutions des teneurs en CO₂ en hiver dans le bâtiment



CSTB (2012) : Guide d'application pour la surveillance du confinement de l'air dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs

ICONE	Nature du confinement	INFORMATIONS
0	Confinement nul	Néant
1	Confinement faible	
2	Confinement moyen	
3	Confinement élevé	
4	Confinement très élevé	<p>Message de sensibilisation destiné au maître d'ouvrage : Veiller à ce que l'utilisation des pièces soit conforme au taux d'occupation prévu. Lorsque ces salles sont équipées d'un dispositif spécifique de ventilation, il est souhaitable de faire intervenir un spécialiste pour procéder à une inspection de l'installation. En l'absence de dispositif spécifique de ventilation, il est souhaitable d'améliorer les conditions d'aération de ces salles en procédant à des ouvertures plus fréquentes des fenêtres durant les périodes d'occupation.</p>
5	Confinement extrême	<p>Message de sensibilisation destiné au maître d'ouvrage : Veiller à ce que l'utilisation des pièces soit conforme au taux d'occupation prévu. Lorsque ces salles sont équipées d'un dispositif spécifique de ventilation, il est recommandé de faire intervenir un spécialiste pour procéder à une inspection de l'installation. En l'absence de dispositif spécifique de ventilation, il est recommandé d'améliorer les conditions d'aération de ces salles en procédant à des ouvertures plus fréquentes des fenêtres durant les périodes d'occupation.</p> <p>Actions à mener par le maître d'ouvrage ou l'exploitant de l'établissement : Nécessité de mener toute expertise nécessaire pour identifier les causes du confinement extrême dans l'établissement.</p> <p>Actions à mener par l'organisme en charge de la réalisation des mesures sur site : Information au préfet du lieu d'implantation de l'établissement dans un délai de quinze jours après réception de l'ensemble des résultats d'analyse.</p>

Un **indicateur du confinement** est la mesure du **dioxyde de carbone (CO₂)**. En effet, émis par la respiration des personnes présentes, **son accumulation au sein de locaux traduit le manque de renouvellement de l'air.**

Pour la surveillance réglementaire de la qualité de l'air intérieur dans certains ERP, un indice de confinement (ICONE) a été développé (décret 2012-14 du 5 janvier 2012). Celui-ci est calculé à partir de la fréquence et de l'intensité des niveaux de CO₂ autour des valeurs seuils de 1000 et 1700 ppm lors de l'occupation des locaux. Sur une échelle croissante de 5 niveaux, 0 correspond à un confinement nul, 1 faible, 2 moyen, 3 élevé, 4 très élevé et 5 reflète un confinement extrême.

ÉTÉ	valeur ICONE	nature du confinement	informations
B001	4	très élevé	sensibilisation
C012	4	très élevé	sensibilisation
D106	2	moyen	néant
A210		Non occupée	

HIVER	valeur ICONE	nature du confinement	informations
B001	3	élevé	néant
C012	5	extrême	sensibilisation + action
D106	5	extrême	sensibilisation + action
A210	2	moyen	néant

- ✓ Pour la période estivale, les salles B001 et C012 présentent des indices de 4 (confinement très élevé), la salle D106 a un indice de 2 (confinement moyen) sur une échelle de 5.
- ✓ En saison hivernale, la salle C012 passe à un indice de 5 (confinement extrême) ce qui est aussi le cas de la D106. Les salles B001 et A210 sont quant à elles moins confinées (indices 3 et 2).
- ✓ Les indices sont décrits par le tableau du guide du CSTB ci-dessus, qui indique aussi les messages de sensibilisation correspondants à partir de l'indice 4.
- ✓ L'aération de ces salles n'est pas suffisante pour assurer un bon renouvellement de l'air. Les concentrations en CO₂ augmentent très rapidement dès le commencement des cours et atteignent des niveaux parfois très élevés qui stagnent, diminuant parfois tardivement dans la nuit.

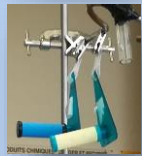
→ Les composés organiques volatils (COV)



Les **Composés Organiques Volatils** regroupent une **multitude de familles chimiques** (aldéhydes, hydrocarbures, terpènes, éthers de glycol, alcool, composés chlorés...). Les **COV** sont souvent **plus nombreux et plus concentrés à l'intérieur qu'à l'extérieur**, en lien avec la **multiplicité des sources présentes**.



Dans l'**air intérieur**, les COV sont émis par les **produits de décoration et de construction, les produits d'entretien, les peintures à phase solvant, les colles, les vernis, le tabagisme, les désodorisants...** et peuvent être des polluants secondaires produits par réaction chimique. L'environnement extérieur (industries, chauffages, trafic routier...) peut également influencer les concentrations de certains COV (le benzène par exemple).



Au cours des deux séries de prélèvements, les BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) ainsi que des aldéhydes ont été recherchés dans l'ensemble des salles. Une quarantaine de composés a été quantifiée en supplément pour la salle A210. Le **formaldéhyde** et le **benzène, qui disposent de valeurs guides réglementaires, sont présentés spécifiquement dans cette synthèse. Si des COV sont ressortis ils sont cités.**

Les teneurs en BTEX sont pour l'ensemble des salles faibles. Les teneurs en COV dans la salle A210 sont très faibles au cours des deux séries de prélèvements (à noter que durant la première série en été, la salle était inoccupée).

→ Le formaldéhyde



Le **formaldéhyde** dispose de **valeurs guides réglementaires** établies par **décret (2011-1727)** : **2015 : 30 µg/m³, à partir de 2023 : 10 µg/m³**.

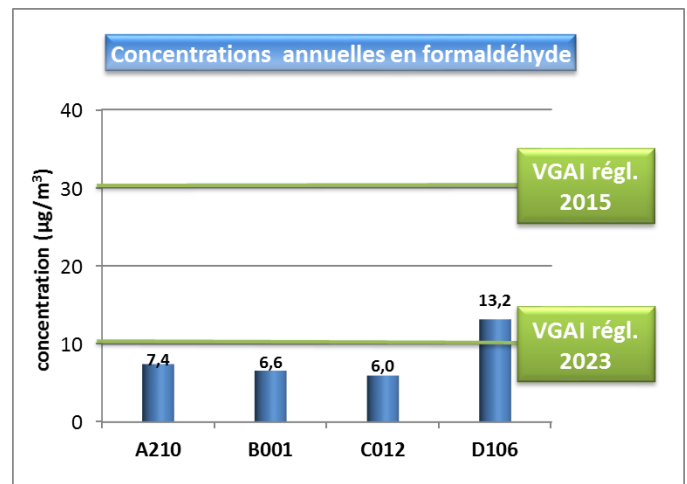


Substance irritante pour le nez et les voies respiratoires, le formaldéhyde est classé **cancérogène certain** par le CIRC (centre international de recherche sur le cancer).

Ce polluant est intégré dans la réglementation relative à certains établissements recevant du public (ERP - décret 2011-1728) :

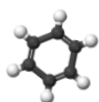
1^{er} janvier 2018 : accueil collectif des enfants de moins de 6 ans et écoles maternelles et élémentaires.

1^{er} janvier 2020 : pour les accueils de loisirs et les établissements d'enseignement du second degré.



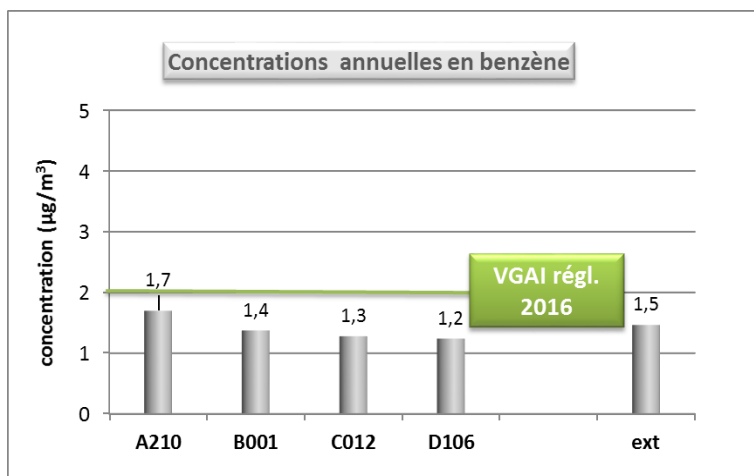
En moyenne annuelle, les concentrations en formaldéhyde se situent en dessous de la valeur guide à respecter entre les années 2015 et 2023 (fixée à 30 µg/m³) et sont même en deçà ou très proches du seuil plus contraignant abaissé à 10 µg/m³ (valeur guide à respecter d'ici 2023).

→ Le benzène



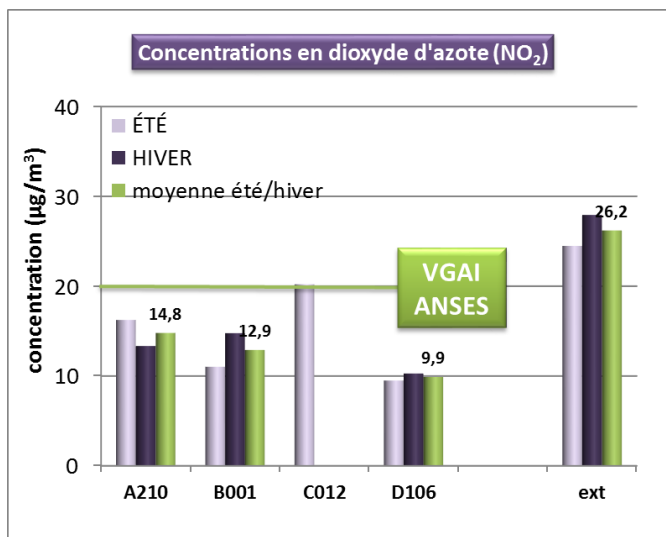
Classé cancérogène certain par le CIRC, le **benzène** dispose de **valeurs guides réglementaires** établies par **décret (2011-1727)** : depuis 2013 : $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, et depuis 2016 : $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Au même titre que le formaldéhyde, ce polluant est intégré dans le cadre de la surveillance **réglementaire** dans **certains ERP (décret 2011-1728)**.



✓ Les concentrations en benzène sont inférieures à la valeur guide en vigueur (fixée à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

→ Le dioxyde d'azote (NO_2)



Formation par oxydation dans l'air du diazote N_2 , lui-même émis lors de la combustion de combustibles de tous types (gazole, essence, charbons, fiouls, gaz naturel...) : trafic routier, installations de chauffage, centrales thermiques et usines d'incinération (air ambiant) ; cuisinières à gaz, chaudières, chauffe-eau, mais également tabagisme (air intérieur).

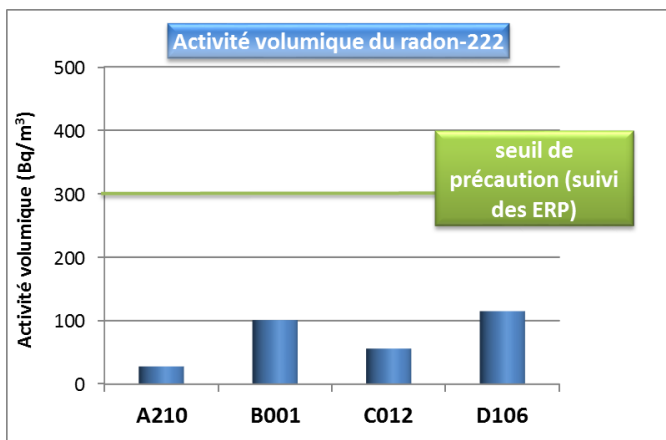


Valeur guide indicative ANSES

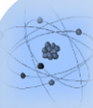
(Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) : $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2013). Irritant pour les bronches, le NO_2 augmente la fréquence et la gravité des crises d'asthme, et favorise les infections pulmonaires.

- ✓ De façon générale, les niveaux varient peu entre les deux phases.
- ✓ Sans source intérieure connue, les teneurs relevées proviennent des transferts depuis l'air extérieur. La salle C012 située côté route concentre un peu plus le NO_2 que les autres salles.
- ✓ En moyennes annuelles, les teneurs en NO_2 respectent la valeur guide pour les salles A210, B001 et D106. En raison d'un problème analytique, la salle C012 ne dispose que du résultat sur la phase estivale ($20,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

→ Le radon (radioactivité)



Dosimètre – KODALPHA – DOSIRAD

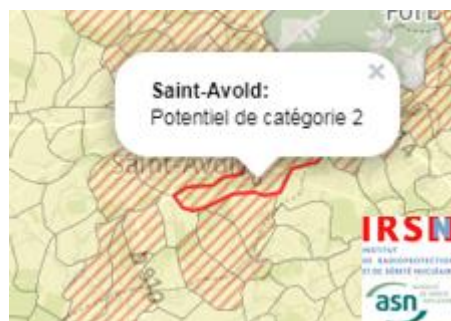


Présent dans les **sous-terrain** (sol, eau, air), ce **gaz naturel radioactif** diffuse vers les **endroits clos** (comme les logements).



Actuellement, dans le cadre du suivi d'ERP un **seuil de précaution à 300 Bq/m³** et un seuil d'alerte à 1000 Bq/m³ ont été définis.

- ✓ L'**activité volumique** du radon est inférieure au seuil de 300Bq/m³ pour l'ensemble des salles.
- ✓ A noter que le potentiel radon de la région de St Avold est de catégorie 2/3.
- ✓ Les mesures de radon ne sont pas réalisées dans un cadre de surveillance réglementaire.



→ CONCLUSIONS

La réalisation des mesures de la qualité de l'air intérieur au sein du lycée Charles Jully situé à Saint Avold a permis de mettre en évidence les éléments suivants :

- ✓ Des **températures parfois élevées en été** mais également en hiver (cas des salles B001 et D106, surchauffées). En hiver, l'air est beaucoup plus sec dans les salles A210 et B001.
- ✓ Un **renouvellement d'air insuffisant** été comme hiver pour certaines salles qui en hiver atteignent des indices de confinement de 5 (qualifié de extrême).
- ✓ Des **niveaux en formaldéhyde, benzène, et radon (polluants réglementés) et dioxyde d'azote inférieurs aux valeurs de référence en vigueur.** Les mesures n'ont pas été réalisées dans un cadre de surveillance réglementaire.

Au vu des résultats obtenus, il est recommandé **d'augmenter le renouvellement d'air** dans les salles de classe en définissant une **stratégie d'aération adaptée par ouverture des fenêtres et des portes**. La mise en place de cette stratégie pourra être effectuée par le biais d'appareil de mesure du CO₂ permettant en même temps une sensibilisation grâce à des diodes de couleurs verte-orange-rouge en fonction des niveaux de CO₂. Un meilleur renouvellement d'air permettra également une amélioration de la température et de l'humidité relative. Il est également conseillé de procéder à la vérification du système de ventilation de la salle D106.



Capteur CO₂ – class'air

LIMITER LES SOURCES DE POLLUTION DANS LES ENVIRONNEMENTS INTERIEURS

AERER

- ✓ Une aération régulière permet de préserver une bonne qualité de l'air intérieur.



ENTREtenir LE SYSTÈME DE VENTILATION

- ✓ Nettoyer les bouches
- ✓ Changer les filtres



DECODER LES ETIQUETTES

- ✓ **Matériaux de construction & d'ameublement** : peintures, colles, vernis, moquettes, panneaux de bois etc : **étiquetage obligatoire (A+, A, B, C).**
- ✓ **Produits d'entretien** : labels officiels (NF environnement, écolabel européen).



EVITER

- ✓ L'utilisation de produits d'ambiances sources de COV (désodorisant, encens...).
- ✓ Le stockage de produits chimiques dans les pièces.
- ✓ Les fumées (tabac...).





Air • Climat • Energie • Santé

Espace Européen de l'Entreprise – 5 rue de Madrid – 67300 Schiltigheim

Tél : 03 88 19 26 66 - Fax : 03 88 19 26 67 - contact@atmo-grandest.eu

Siret 822 734 307 000 17 – APE 7120 B

Association agréée de surveillance de la qualité de l'air