



2023

*A24 – 1397 Suivi annuel*

*A24 – 1401 Qualité de l'air*

**Auray Quiberon Terre-Atlantique (56)**

Commission de Suivi de Site 2023

Surveillance environnementale

4 lichens, 5 sols, 1 « poussières » et 1 lait (+PCB-DL)

**PCDD/F et métaux (318 dosages)**

# La Biosurveillance de la qualité de l'air

## Aair Lichens : le spécialiste des méthodes lichéniques



***Aair Lichens : 17 rue des Chevrettes 44470 Carquefou 02 40 30 14 90***

***Dr Philippe Giraudeau***

***Chercheur, biologie médicale et environnementale***

***Gérant de la Société Aair Lichens***

***Certifié de formation à l'expertise, l'arbitrage, la médiation et la conciliation***

***N° 3111 - Institut de l'expertise***

***Intervenant à l'UFR Sciences et Techniques, Recherche Biologie à l'Université de Nantes au Module XMS1BE850 de diagnostic environnemental,***

***Dr Richard Lallemant – Conseil Scientifique associé.***



Le suivi de l'environnement

Méthodologie basée sur des procédés naturels

*Bases de l'utilisation des lichens  
dans le suivi de la qualité de l'air*



## *Pourquoi la biosurveillance ?*

*Complément indispensable des méthodes physico-chimiques, l'outil vivant effectue la synthèse des modifications chimiques des polluants et réagit de façon globale.*

*Il est sensible, précis et réagit en amont des risques d'impacts sanitaires.*



## *Pourquoi les lichens ?*

*1 – Tributaires de l'air pour leur nutrition : pas de racines, croissance continue, pas de défense contre le stress.*

*2 – Retiennent ou accumulent les métaux ou les substances organiques*

*3 – Le contenu en polluants est en équilibre avec l'air*

*=> Dosages : exposition des populations aux molécules toxiques.*

*4 - Sélection des espèces : gradients à partir des sources ou selon l'ambiance urbaine : Etudes de flore*

## ----- INTEGRATION DYNAMIQUE DES DONNEES DE 2023 -----







Sur la base d'une cotation des résultats sur 10, les 4 échelles d'évaluation de la qualité de l'Air correspondent à :

- \* **9,8/10** Indice Global de la Qualité de l'Air, IGQA<sup>®</sup>
- \* **8,4/10** Oxydes d'azote, Li-Nox<sup>®</sup>
- \* **10/10** Acidité
- \* **9,8/10** Ammoniac et odeurs

Ces résultats sont globalement excellents pour l'IGQA<sup>®</sup>. La présence de NOx génère une cotation très peu modifiée, ce qui est exceptionnel. Les influences des émissions automobiles et des activités sont modérément décelables. L'acidité et l'ammoniac sont sans influence.

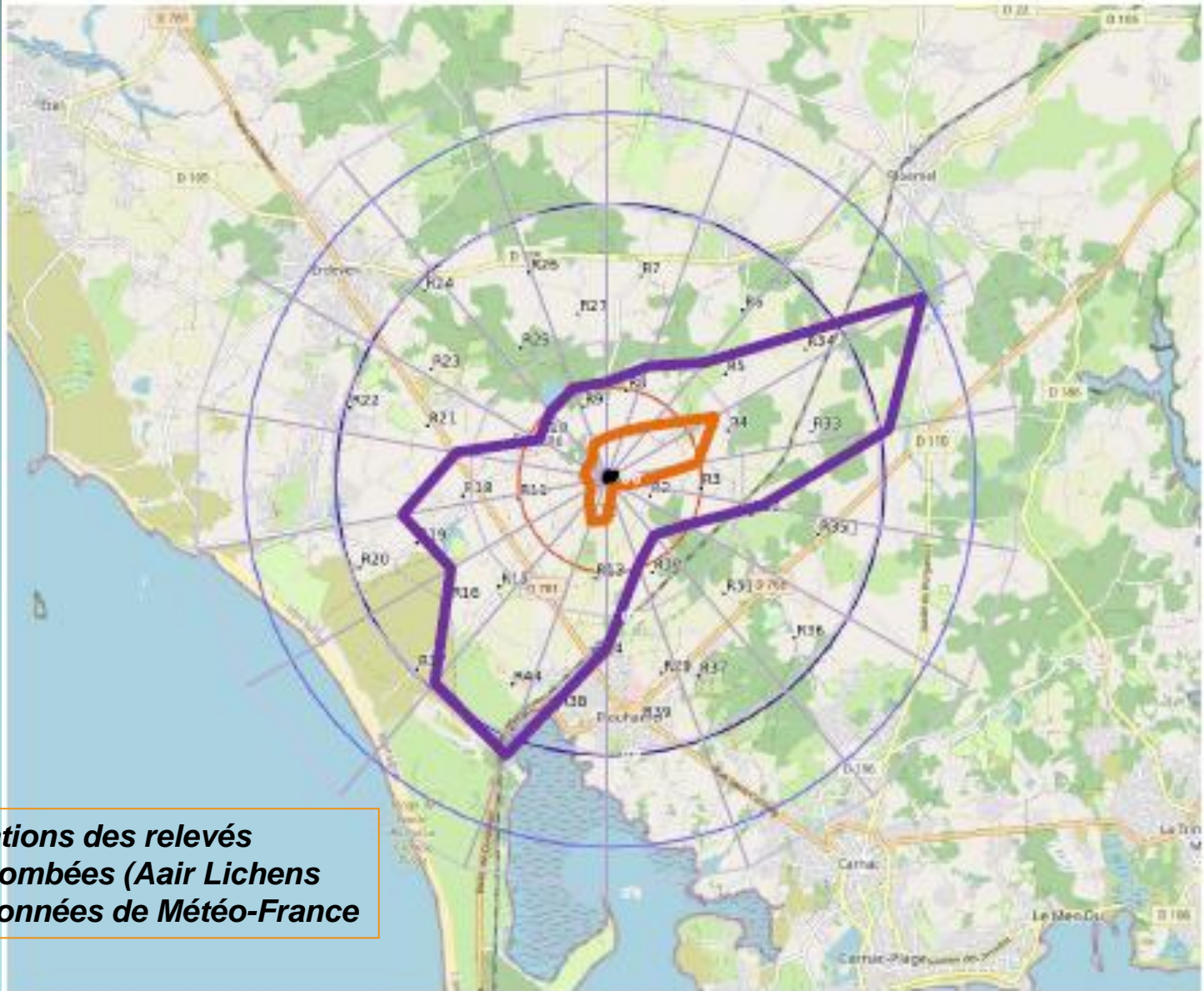
## BIODIVERSITE, LICHENS ET PAYSAGES

L'étude a répertorié en 2023 :

-  403 identifications d'espèces de l'IGQA<sup>®</sup> pour une biodiversité lichénique de 9,2 espèces en moyenne, ce qui est important et montre une réelle diversité d'ensemble.
-  30 espèces de lichens sont recensées dans l'IGQA<sup>®</sup>. Leur nombre varie de 3 à 16 selon les relevés.
-  Cinq catégories d'espèces se distinguent, des constantes aux rares, selon les critères d'abondance utilisés dans les études de diversité.
-  Les « constantes » (7 espèces) et les « communes » (7 espèces) traduisent une flore diverse peu influencée par les activités locales.
-  Les conditions écologiques sont équilibrées avec des espèces neutrophiles (Parmotrema perlatum (93,2%), Flavoparmelia caperata (90,9%)).
-  Plusieurs espèces complémentaires apportent leur degré de biodiversité : Teloschistes chrysophthalmus, Parmelina pastillifera, Ramalina lacera, Ramalina pollinaria, Physcia leptalea, Ramalina ciliaris,

En résumé, la qualité de l'air, dans son aspect biodiversité présente une forte diversité axée sur des espèces de forte qualité écologique. Ceci se traduit aussi par la présence d'orchidées des dunes océaniques, d'où la présence de sites de haut intérêt écologique. Aucune influence de l'UIOM n'est à signaler.





**Localisations des relevés**  
**Carte des retombées (Aair Lichens**  
**exploitant les données de Météo-France**

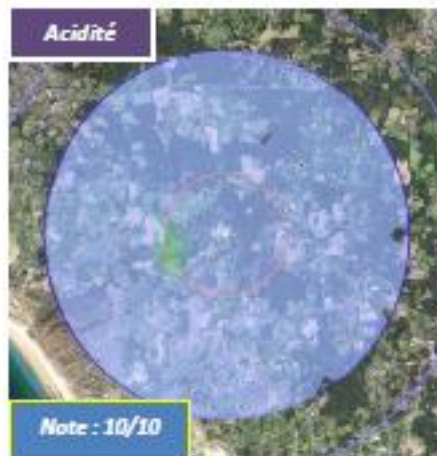
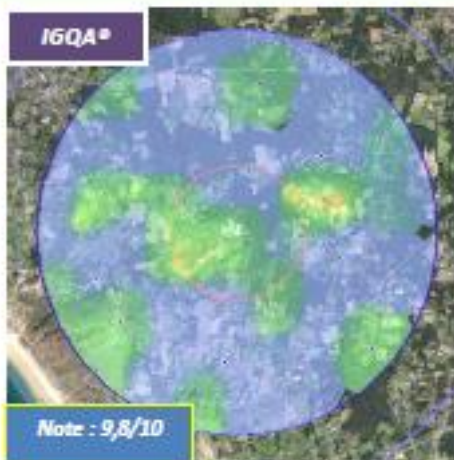
|                                      |
|--------------------------------------|
| Classe 1 : IGQA Notablement amélioré |
| Classe 2 : IGQA Modéré               |
| Classe 3 : IGQA Bon                  |
| Classe 4 : IGQA Très bon             |
| Classe 5 : IGQA Excellent            |



**IGQA®, Li-Nox®, acidité, ammoniac présentent des notes rarement aussi bonnes**  
*Les quelques traces modérées sont peu décelables*

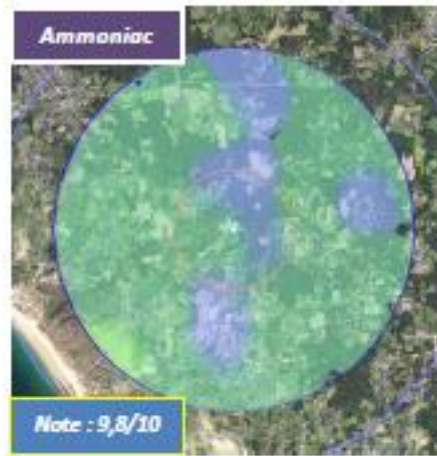
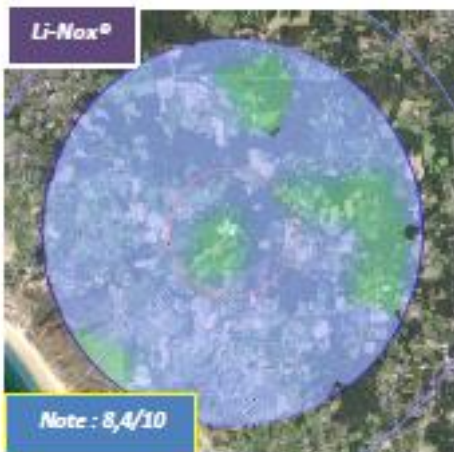
**NOTES DE QUALITE DU MILIEU ATMOSPHERIQUE - AQTA - Plouharnel (56) - (NOTE /10) en 2023 - Vue centrée sur 4 km**

| % IGQA® non modifié |             |
|---------------------|-------------|
| Classe 3            | 22,7        |
| Classe 4            | 11,4        |
| Classe 5            | 63,6        |
| <b>TOTAL</b>        | <b>97,7</b> |



| Acidité % non affecté |            |
|-----------------------|------------|
| Classe 4 : 40         | 2,3        |
| Classe 5 : 30         | 22,7       |
| Classe 6 : <15        | 75,0       |
| <b>TOTAL</b>          | <b>100</b> |

| Li-Nox® NOx ns |             |
|----------------|-------------|
| NOx ns         | 84,1        |
| <b>TOTAL</b>   | <b>84,1</b> |



| NH4 % non affecté |             |
|-------------------|-------------|
| Zone IV           | 79,5        |
| Zone V            | 18,2        |
| <b>TOTAL</b>      | <b>97,7</b> |





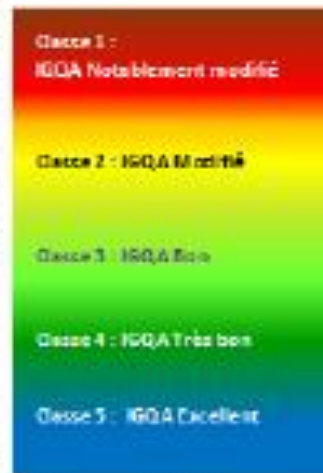
*Echelle IGQA®*

*Rayons de localisations : 1000m, 3000m, 4000m*

*Fond de carte : Bing Sat*

*IGQA®, Rayon d'influence par relevé : 400m.*

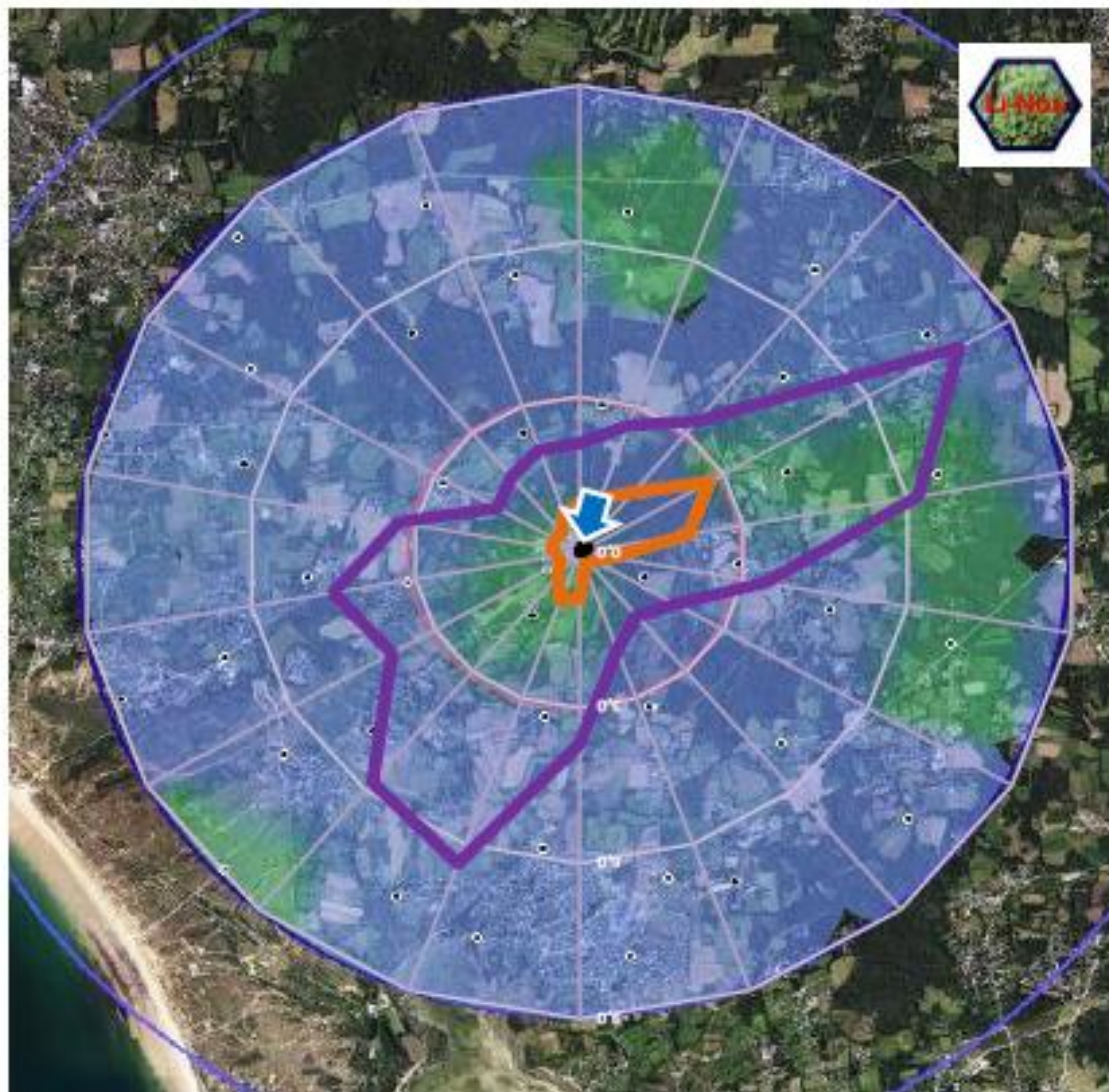
*En incrustation : la rose de retombées, 2022*



*Rayon d'influence par relevé : 750m.*

*Fond de carte : Bing sat.*





|          | NOx                   | Classe |
|----------|-----------------------|--------|
| NOx ++++ | NOx ++++              | 1      |
| NOx +++  | NOx +++               | 2      |
| NOx ++   | NOx ++                | 3      |
| NOx +    | NOx +                 | 4      |
| Non li   | NOx non significatifs | 5      |

**Echelle Li-Nox®**

Rayon d'influence de 400m pour chaque relevé.

Fond de carte : Bing Sat

Rayons de localisations 1500m, 3000m et 4000m.

Rose de retombées en incrustation

Malgré des différenciations relatives entre NOx+ et NOx ns, aucune influence ne peut objectivement être rapportée à l'UIOM d'AQTA.

Ceci signifie aussi, qu'historiquement, l'UIOM n'a pas eu d'influence environnementale concernant les NOx.

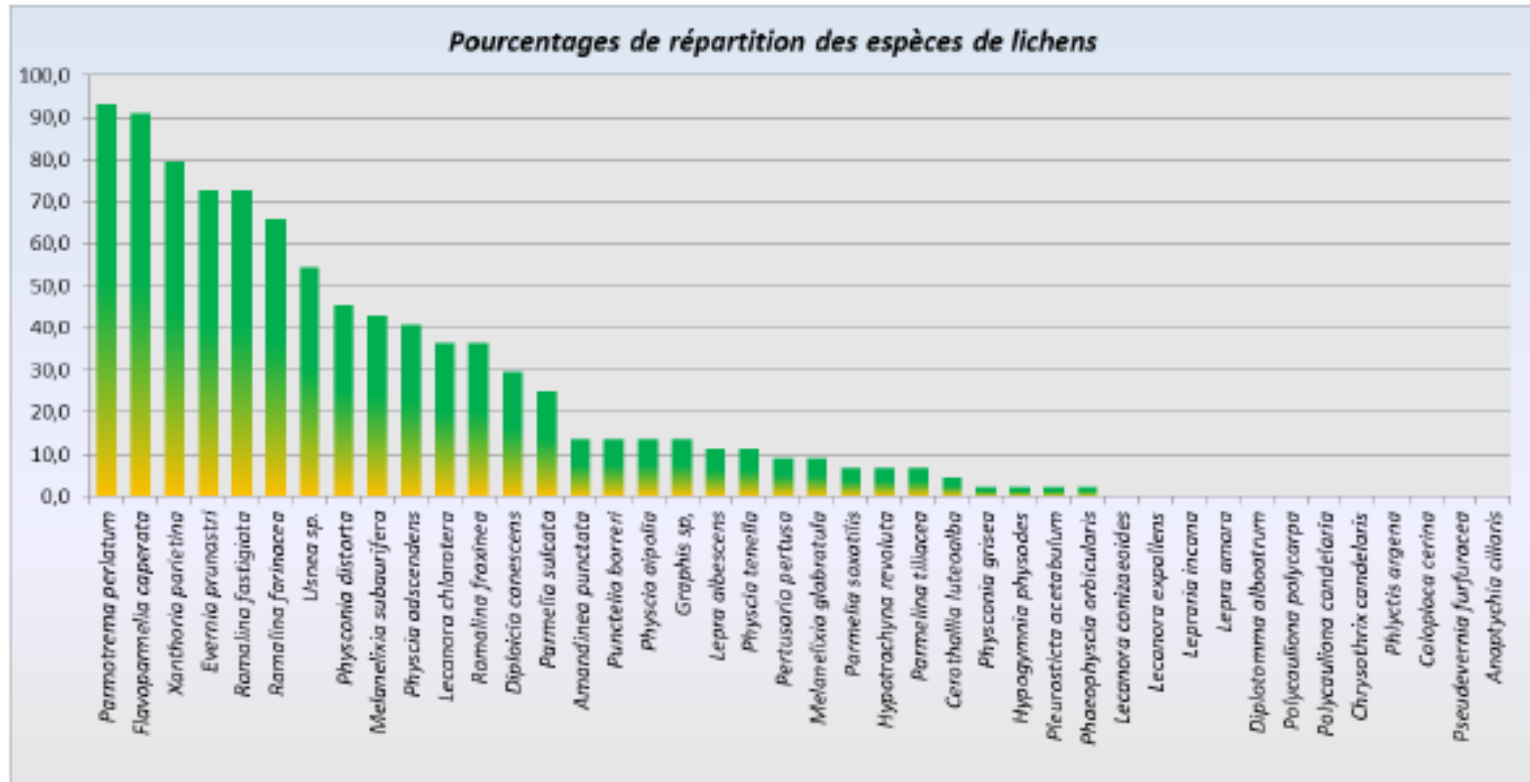
**Remarques :**

🌿 La baisse d'IGQA® du R4 n'est pas due aux oxydes d'azote. En résumé, les NOx émis par l'UIOM n'ont aucune influence environnementale mesurable.

# Volet 2 – Biodiversité



## DIVERSITE LICHENIQUE



*Les espèces présentes et leurs fréquences, en %*

30 espèces de lichens appartenant à l'échelle de l'IGQA® et aux autres échelles ont été dénombrées.



Aair Lichens



*Diploicia canescens* (R1)



*Usnea ceratina* (R33)



*Teloschistes chrysophthalmus* (R20)



*Ramalina fraxinea* (R5)



*Pleurosticta acetabulum* (R39)



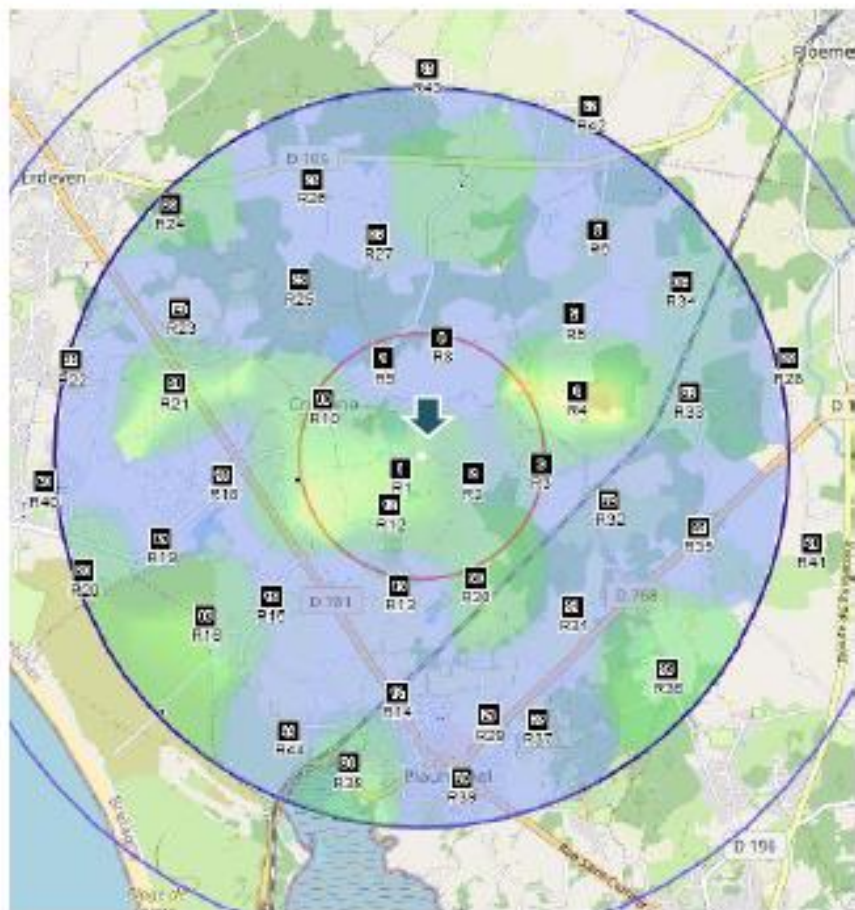
*Melanelixia subaurifera* (R35)



*Hypogymnia physodes* (R3)



**ESPECE CONSTANTE**

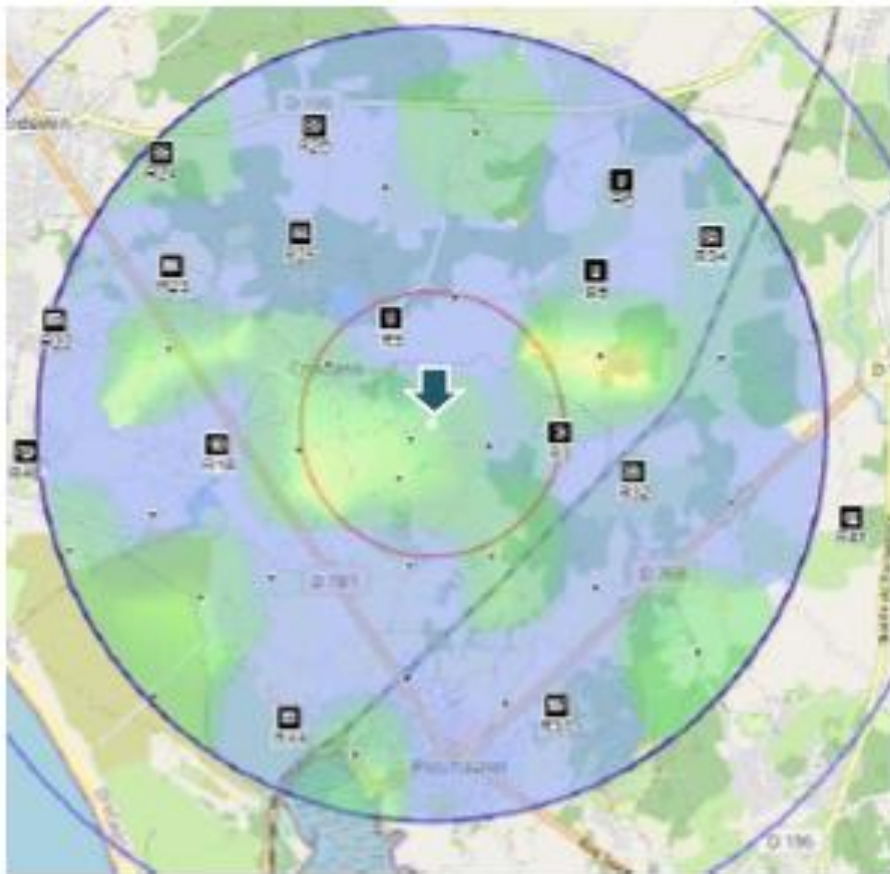


*Cas de Parmotrema perlatum (93,2% des relevés) de niveau 5 dans l'échelle*

*Cette espèce est sensible à la qualité de l'air. Pour cette étude, elle est en fait l'espèce dominante qui signe l'excellence de la qualité de l'air locale.*



ESPECE FREQUENTE



*Cas de Ramalina fraxinea (fréquente à 36,4%),  
Espèce de niveau 5 dans l'échelle*

*Cette espèce n'apprécie pas les dégradations de qualité atmosphérique.*

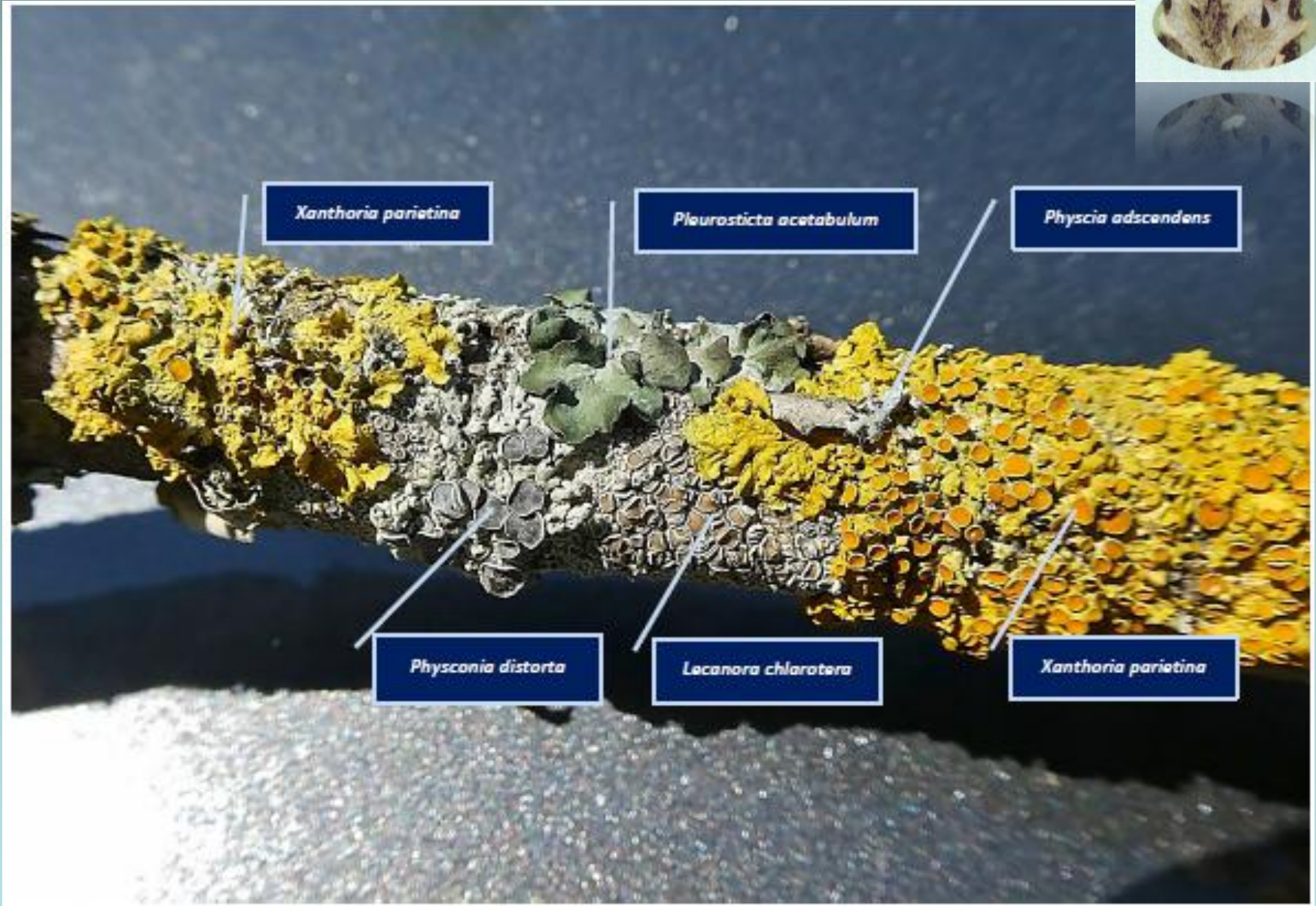
*Elle est surtout remarquée dans les IGQA® de Classe 4 et 5.*



R16 orchidée *Himantoglossum hircinum* vulgairement appelée *Orchis bouc* en raison d'une prétendue odeur désagréable  
Elle est relativement abondante à cet endroit. Cependant, tous les pieds ne fleurissent pas la même année.  
Plante très sensible et rare, sa seule présence justifie une protection de l'ensemble des dunes littorales.



# Aair Lichens



*Xanthoria parietina*

*Pleurosticta acetabulum*

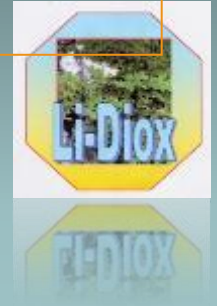
*Physcia adscendens*

*Physconia distorta*

*Lecanora chlorotera*

*Xanthoria parietina*

## Volet 3 – Suivi annuel



Le suivi des retombées de dioxines et furanes dans  
l'environnement par les lichens

Un procédé exclusif, fiable et sensible :

**Li-Diox®**

*“Dioxines et furanes dans les lichens®”*



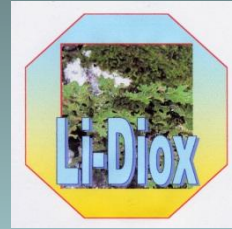


*Comment interpréter pour définir une exposition ?*

*Selon le « **bruit de fond** » et un « **seuil** »*







## 1 – Selon le bruit de fond => signature :

*Bruit de fond : 2,0 ng/kg TEQ*

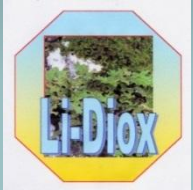
*Significativité > à 2,8 TEQ ng/kg OMS 1998.*

**UNE SIGNATURE NE SIGNIFIE PAS QUE LES VALEURS SOIENT  
SYNONYMES DE POLLUTION ALIMENTAIRE**

*Ces interprétations sont le fruit des recherches menées par Aair Lichens*

## 2 – Selon un seuil d'alerte : 20 ng/kg

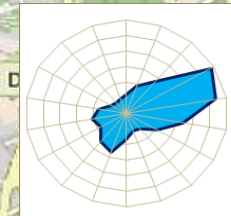
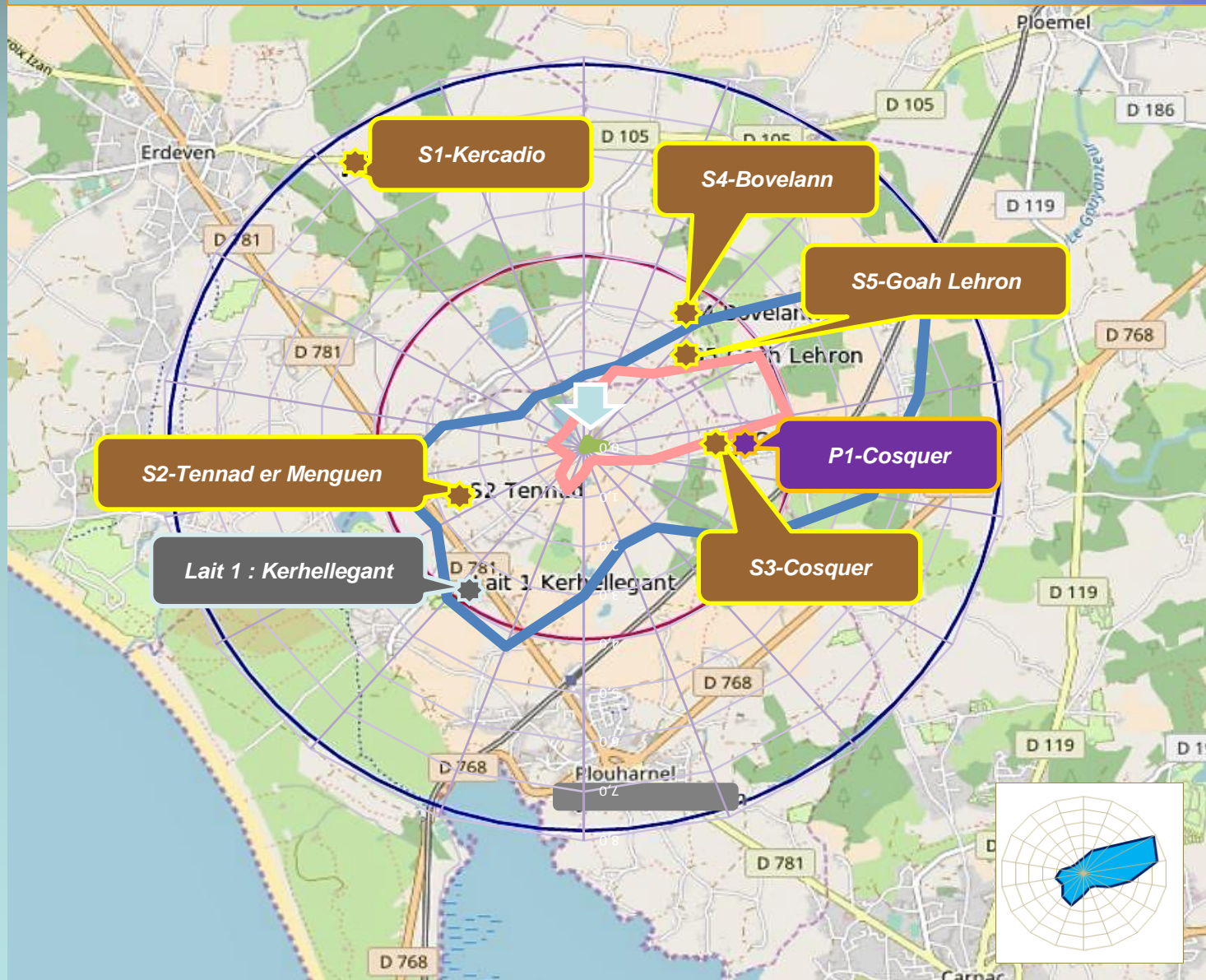
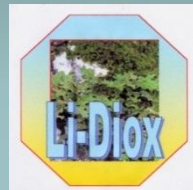
Tout dépassement ne garantit pas l'absence de risque dans l'alimentation des bovins  
(analogie laits/alimentation humaine)



*Localisation des prélèvements : les lichens*



# Localisation des prélèvements - Sols, Lait, Poussières en incrustation : rose de retombées





## TABLEAUX VISUELS - AQTA - 2023

### LICHENS

**CONFORME** Compatible avec le bruit de fond selon la base de données Air Lichens (B.d)

**DEPASSEMENT** Supérieur à la valeur significative selon la base de données Air Lichens (B.d)

**A SURVEILLER**

**NON CONFORME ALERTE** Alerte s'emploie, en dehors des réglementations, pour les valeurs exceptionnelles suivant la B.d.

| 2023                 | PCDD/F<br>OMS 1998 | Ni    | Cr    | Cu     | As    | Cd     | Hg     | Pb     | Sb     | V     | Co     | Tl    | Mn    | Zn   |
|----------------------|--------------------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|------|
| L1-Cosquer           | 0,5                | 0,5   | 0,9   | 4,3    | 0,4   | 0,10   | < L.q  | 1,0    | 0,20   | 1,1   | < L.q  | < L.q | 73    | 21   |
| L2-Le Hahon          | 1,8                | 1,1   | 1,8   | 4,7    | 0,3   | 0,05   | 0,10   | 1,4    | 0,10   | 1,5   | < L.q  | < L.q | 51    | 26   |
| L3-Bovelann          | 1,8                | 1,0   | 1,4   | 4,1    | 0,2   | 0,05   | 0,10   | 1,3    | 0,10   | 1,4   | < L.q  | < L.q | 45    | 23   |
| L4-Ste-Barbe         | 2,1                | 1,2   | 2,3   | 4,2    | 0,6   | 0,14   | 0,05   | 1,6    | 0,19   | 2,1   | 0,28   | < L.q | 14    | 66   |
| Bruit de fond        | < 2,0              | < 3,5 | < 4,0 | < 9,0  | < 1,5 | < 0,20 | < 0,15 | < 9,0  | < 0,50 | < 4,0 | < 0,80 | 0,0   | < 120 | < 50 |
| Valeur significative | > 2,8              | > 4,9 | > 5,6 | > 12,0 | > 2,0 | > 0,30 | > 0,20 | > 12,0 | > 0,70 | > 5,6 | > 1,10 |       | > 170 | > 70 |
| A surveiller         | 10 - 19            | 50    |       | 200    |       | 0,70   | 0,50   | 70     |        |       |        |       | 1000  | 500  |
| Valeur alerte        | 20                 |       |       | 600    |       | 1,00   | 1,00   | 100    |        |       |        |       |       |      |

PCDD/F : ng/kg TEQ OMS 1998

ETM : mg/kg / < L.q : inférieur aux limites de quantification du laboratoire



| LAIT   |                                 |                                 |   |                    |
|--|---------------------------------|---------------------------------|---|--------------------|
| <b>CONFORME</b>  |                                 |                                 |   |                    |
| <b>NON CONFORME</b>  |                                 |                                 |   |                    |
| 2023   | PCDD/F<br>(OMS 2005)<br>pg/g MG | PCB-DL<br>(OMS 2005)<br>pg/g MG | PCDD/F + PCB-<br>DL (OMS 2005)<br>pg/g MG | PCB NDL<br>ng/g MG |
| Lait 1 - Kerhellegant  | 0,23                            | 0,31                            | 0,55                                      | 1,40               |
| Seuils d'intervention et Teneurs maximales, Recommandation 2014/663/UE et Règlement 2022/2002/UE (NDL) | 1,75                            | 2,00                            | 3,75<br>(extrapolé)                       | 40,00              |

| SOLS   |        |   |
|--|--------|---|
| PCDD/F DANS LES SOLS   |        |   |
| <b>CONFORME</b>  |        |   |
| <b>Au-dessus de l'objectif</b>                                   |        |   |
| <b>NON CONFORME Restrictions</b>                                 |        |   |
| ng/kg MS TEQ OMS 1998  | PCDD/F |   |
| S1-Kercadio  | 1,2    |   |
| S2-Tennad er M   | 0,7    |   |
| S3-Cosquer   | 1,3    |   |
| S4-Bovelann  | 1,7    |   |
| S5-Goah Lehron   | 1,4    |   |
| Objectif   | < 5    | Recommandations allemandes pour les sols 1991 - 1992. |
| Au-dessus de l'objectif / Pas de restriction à l'usage agricole. | 5 - 40 |   |
| Restrictions usage agricole.                                     | > 40   |   |





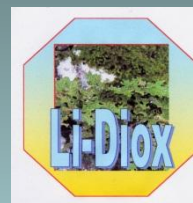
### ETM DANS LES SOLS

CONFORME

Proposition d'investigation

NON CONFORME selon Valeur Seuil

| mg/kg MS / < L.q : inférieur aux limites de quantification du laboratoire | Ni | Cr  | Cd    | Pb  | Hg   | Co    | Cu    | Zn  | Sb    | As  | Mn  | V    | Tl    |
|---|----|-----|-------|-----|------|-------|-------|-----|-------|-----|-----|------|-------|
| S1-Kercadio   | 6  | 16  | < L.q | 16  | 0,04 | < L.q | 19    | 41  | < L.q | 5,8 | 207 | 31,9 | < L.q |
| S2-Tennad er M  | 5  | 12  | < L.q | 11  | 0,03 | < L.q | < L.q | 38  | < L.q | 5,9 | 145 | 20,3 | < L.q |
| S3-Cosquer  | 7  | 19  | < L.q | 16  | 0,03 | 3     | < L.q | 35  | < L.q | 5,6 | 175 | 29,3 | < L.q |
| S4-Bovelann   | 10 | 21  | < L.q | 27  | 0,04 | 4     | 25    | 64  | < L.q | 6,5 | 238 | 33,4 | < L.q |
| S5-Goah Lehron  | 7  | 17  | < L.q | 14  | 0,04 | 3     | < L.q | 53  | < L.q | 3,6 | 116 | 29,1 | < L.q |
| Valeur Seuil arrêté 2 février 1998, annexe VIIa-Tableau 2                 | 50 | 150 | 2,0   | 100 | 1,0  |       | 100   | 300 |       |     |     |      |       |
| Proposition seuil d'investigation (INRA ASPITET)                          | 70 | 100 | 0,7   | 60  |      | 30    | 35    | 150 |       |     |     |      |       |





## Evolution des PCDD/F de 2019 à 2023 (ng/kg TEQ OMS 1998) – Valeurs significatives en rose

| Emplacements | PCDD/F 2019 | PCDD/F 2020 | PCDD/F 2021 | PCDD/F 2022 | PCDD/F 2023 | 2023/2022 | Evolution   |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| L1-Cosquer   | 1,9         | 1,8         | 1,7         | 2,7         | 0,5         |           | Fond        |
| L2-Le Hahon  | 2,4         | 2,0         | 2,2         | 2,5         | 1,8         |           | Fond        |
| L3-Bovelann  | 1,7         | 1,2         | 1,9         | 1,3         | 1,8         |           | Fond        |
| L4-Ste-Barbe | 2,4         | 1,8         | 2,2         | 3,0         | 2,1         | 0,7       | Baisse -30% |
| Somme        | 8,4         | 6,8         | 8,0         | 9,5         | 6,2         | 0,7       | Baisse -30% |
| VS           | > 3,2       | > 2,8       |             |             |             |           |             |

Les teneurs sont globalement stables en décroissance.

La discrète accentuation de 2021 ne remet pas en cause l'évolution

A des niveaux aussi faibles, la moindre interférence modifie ponctuellement un résultat qui se normalise généralement l'année suivante

**Significativité à 40%**

*Un rapport > 1,4 traduit une accentuation significative*

*Un rapport < 0,6 traduit une diminution significative*





## ***Résultats des sols***

# Résultats 2023 ng/kg TEQ OMS 1998



Résultats des PCDD/F dans les sols - Fond de carte : OSM. Rayons : 1000m - 3000m  
ng/kg TEQ OMS 1998

Les résultats sont conformes aux recommandations allemandes.



## ***Résultats du lait***



## Résultats des mesures dans les laits en 2023

|                            | PCDD/F TEQ pg/g MG OMS 2005  | PCB-DL TEQ pg/g MG OMS 2005 | PCDD/F + PCB-DL TEQ pg/g MG OMS 2005         |
|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|--|
| Lait 1 - Kerhellegant      | <b>0,23</b>                  | <b>0,31</b>                 | <b>0,55</b>                                  |
| Recommandation 2013/711/UE | Niveau d'intervention > 1,75 | Niveau d'intervention > 2,0 | Niveau d'intervention (extrapolation) > 3,75 |

|                             | PCB NDL (6 PCB hors CB118) ng/g MG |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Lait 1 - Kerhellegant       | <b>1,40</b>                        |
| Recommandation CE 1259/2011 | Niveau d'intervention > 40 ng/g    |

**Les résultats des mesures de dioxines, furanes et PCB de type dioxine dans le lait, selon les dernières recommandations européennes, restent dans des valeurs banales démontrant une absence de contamination.**



## TABLEAU VISUELS - AQTA - Novembre 2023

Résultats d'après rapport KalAir, 0023-A011-PR01-1-V01 - Campagne Jauges : 24 octobre au 29 novembre 2023 (10 jours)

### JAUGES (KalAir / Aair Lichens) - PCDD/F - PCB-DL - PCB I

**CONFORME** inférieur à la cible de la Norme NF 063-014:11-2017 selon distance ou bruit de fond ou fourchette INERIS

**Dépasse moyenne attendue** Dépasse la cible de la Norme NF 063-014:11-2017 selon distance ou bruit de fond ou fourchette INERIS

|  | PCDD/F     | Distance                             | PCB-DL | PCB I |
|--|------------|--------------------------------------|--------|-------|
| Point 1 - Coquer 1 km                                | 1,07       | 1 km                                 | 1,1    | 4440  |
| Point 2 - Le Haïkon 1,7 km                           | 1,40       | 1,7 km                               | 1,1    | 4552  |
| Point 3 - Bovelann 1 km                              | 1,20       | 1 km                                 | 1,1    | 4260  |
| Point 4 - Tennad 0,120 km                            | 1,20       | 0,20 m                               | 1,1    | 4248  |
| Objectif   | < 5        |                                      |        |       |
| Environnement impacté par des activités anthropiques | 5 - 10     | Seuil BROM                           |        |       |
| Proximité d'une source                               | > 10       |                                      |        |       |
| Bruit de fond URBAIN                                 | 1,7-1,8    |                                      |        |       |
| Bruit de fond RURAL                                  | 1,0-1,6    |                                      |        |       |
| Norme cible 100-500m source                          | < 3,5      | Norme NF 063-014:11-2017 - 2017      |        |       |
| Norme cible <100m source                             | < 15,2     |                                      |        |       |
| Zone impactée entre 500m et 1000m (INERIS 2012)      | 1,0 à 3,1  | (INERIS 2012) (MRC-13-130273)-2016a) |        |       |
| Zone impactée entre 100m et 500m (INERIS 2012)       | 2,0 à 6,0  |                                      |        |       |
| Zone impactée < 100m (INERIS 2012)                   | 2,0 à 10,0 |                                      |        |       |

PCDD/F : pg/m<sup>2</sup>/jour TFO OMS 2005

PCB-DL : pg/m<sup>2</sup>/jour TFO OMS 2005

PCB-I : pg/m<sup>2</sup>/jour

**Les mesures dans les collecteurs de précipitations ne dénotent pas de résultats supérieurs à des données banales**

### JAUGES (KalAir / Aair Lichens) - Poussières totales

**CONFORME** inférieur à la valeur limite allemande TA Luft 2002

**Dépassement** Dépassement de la valeur limite allemande

|                                      | mg/m <sup>3</sup> /jour |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Point 1 - Coquer 1 km                | 216                     |
| Point 2 - Le Haïkon 1,7 km           | 46                      |
| Point 3 - Bovelann 1 km              | 174                     |
| Point 4 - Tennad 0,120 km            | 513                     |
| Blanc de site                        | 1,10                    |
| Valeur limite allemande TA Luft 2002 | 350                     |



*En synthèse les résultats des campagnes de surveillance présentent une reproductibilité fidèle sans relation formelle avec l'UIOM*

*La méthode est très fiable et la biosurveillance est poursuivie dans des conditions identiques en 2024.*

***Dr Philippe Giraudeau - Chercheur***

***Certifié de formation à l'expertise, l'arbitrage, la médiation et la conciliation***

***N° 3111 - Institut de l'expertise – Paris 2008***





*Grâce au mécénat scientifique d'Aair Lichens  
vous participez à une recherche sur les cancers de la petite enfance.  
Avec la Fondation de l'Université de Nantes*



**AAIR LICHENS, Société totalement indépendante  
membre de l'AFNOR  
et des Comités de Normalisation Européens CEN**