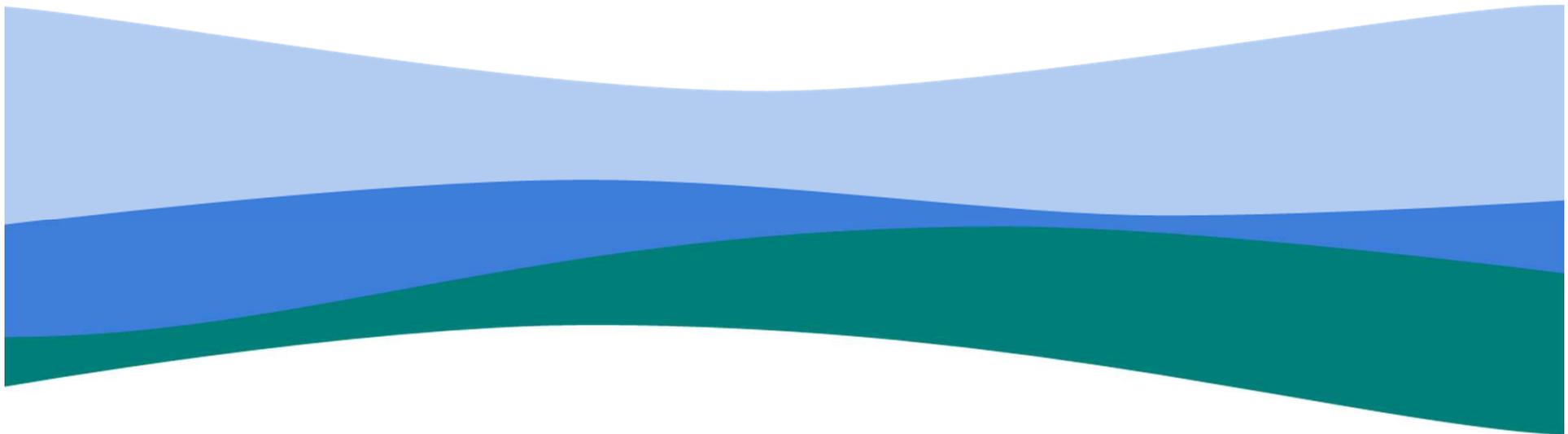




# Les effets du SO<sub>2</sub> sur la végétation

Juin 2012 – Environnement



## Seuils limites de SO<sub>2</sub> en NC

La Nouvelle Calédonie a bénéficié d'une industrialisation depuis plus d'un siècle associée à l'exploitation et transformation des gisements de nickel par pyrometallurgie et plus récemment par hydrometallurgie. Les impacts de l'exploitation minière sur l'environnement sont bien documentées en Nouvelle Calédonie (Bird *et al*, 1984; Jaffre *et al*, 1995; Sarraih *et al*, 1995, l'Huillier *et al*, 2010). Cependant très peu d'information et aucune étude scientifique a été publiées sur les impacts des émissions atmosphériques d'origine industrielle sur la végétation.

Les seuils limites et normes appliqués en Nouvelle Calédonie proviennent des seuils Australiennes et Européennes.

Les seuils limites réglementaire du SO<sub>2</sub> pour la protection de la végétation sont :

570µg/m<sup>3</sup>/heure et 230µg/m<sup>3</sup>/ jour pour SO<sub>2</sub>(OMS,2000).

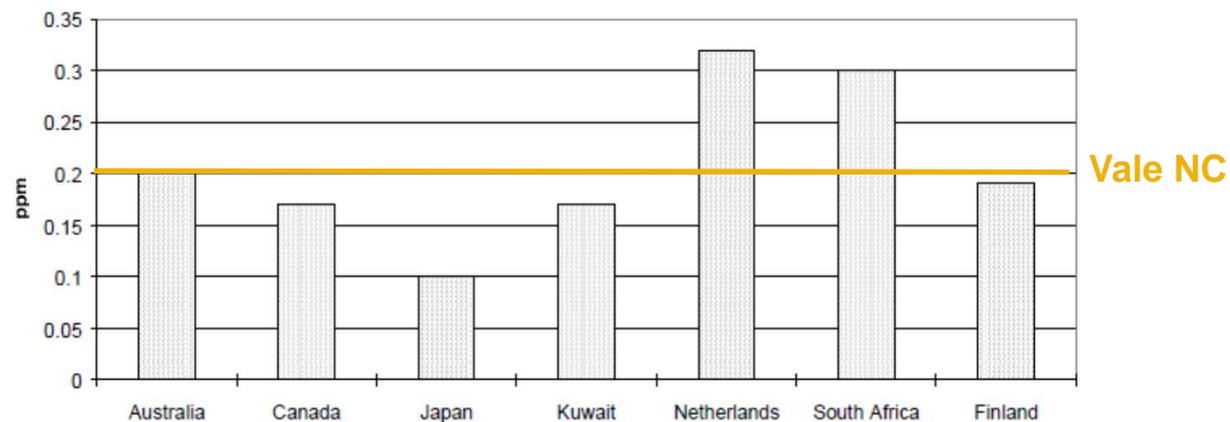
Reference: OMS(2000).Air quality guidelines for Europe; second edition.Chapter 10.WHO regional publications. European series; No. 91.World Health Organisation Regional Office for Europe, Copenhagen.

# Normes et réglementation

Valeurs limites pour la protection des écosystèmes terrestres  
→ basées sur les standards australiens

|                           | Arrêté ICPE Vale             | Standards australiens                        |
|---------------------------|------------------------------|--|
| Valeur limite horaire     | 570 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0.2 ppm<br>(~570 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  |
| Valeur limite journalière | 230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0.08 ppm<br>(~230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
| Valeur limite annuelle    | 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  | 0.02 ppm<br>(~57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  |

Objectifs de qualités internationaux (moyennes horaires)



# Réseau règlementaire de surveillance de la qualité de l'air

---

Réseau dimensionné et positionné selon deux objectifs :

## **1- Surveillance pour la protection de la santé humaine**

→ 3 stations situées dans les zones d'habitations les plus proches :

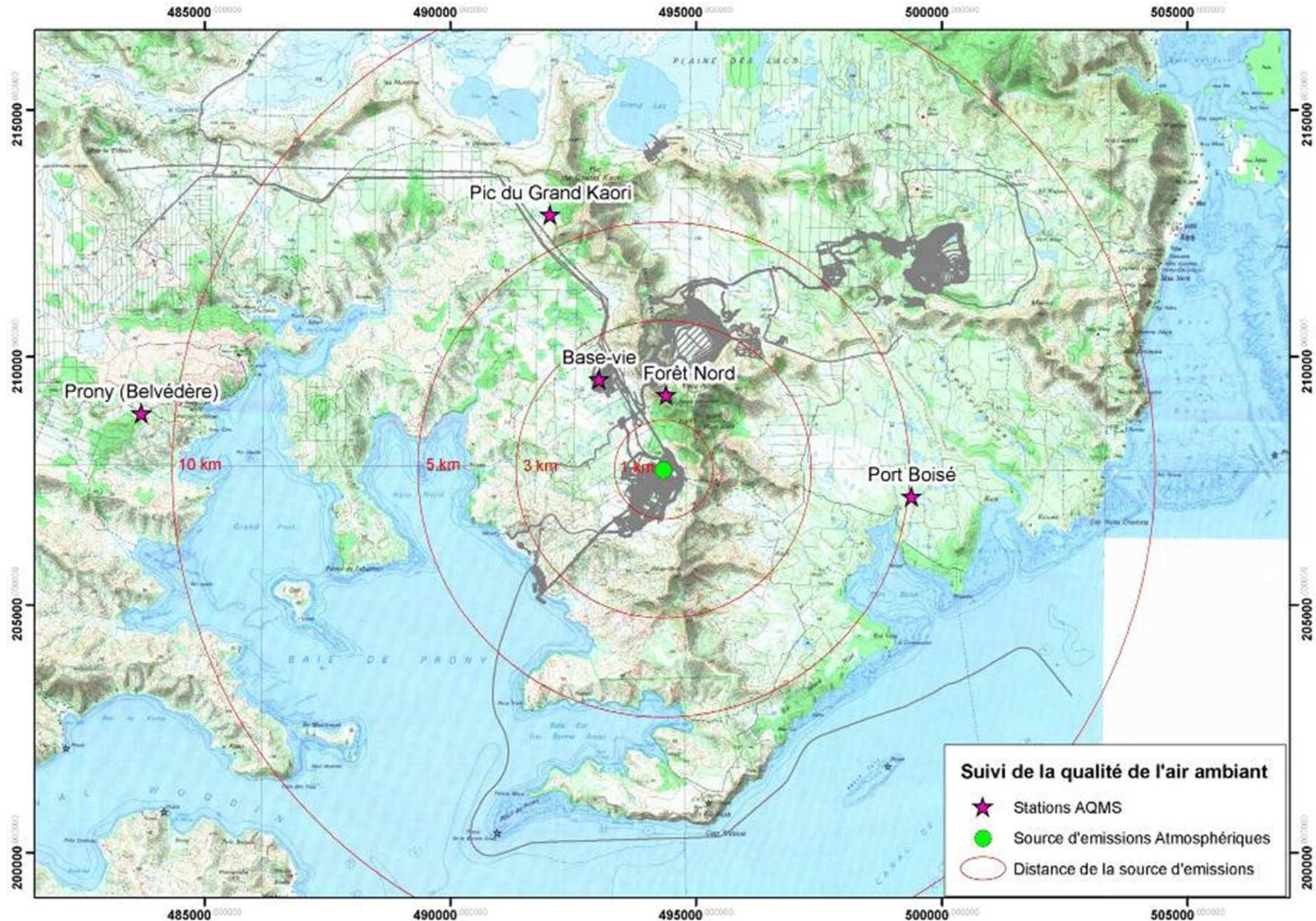
- Base Vie de Vale NC
- Village de Prony
- Port-Boisé

## **2- Surveillance pour la protection des écosystèmes terrestres**

→ 2 stations situées dans les réserves naturelles protégées les plus proches :

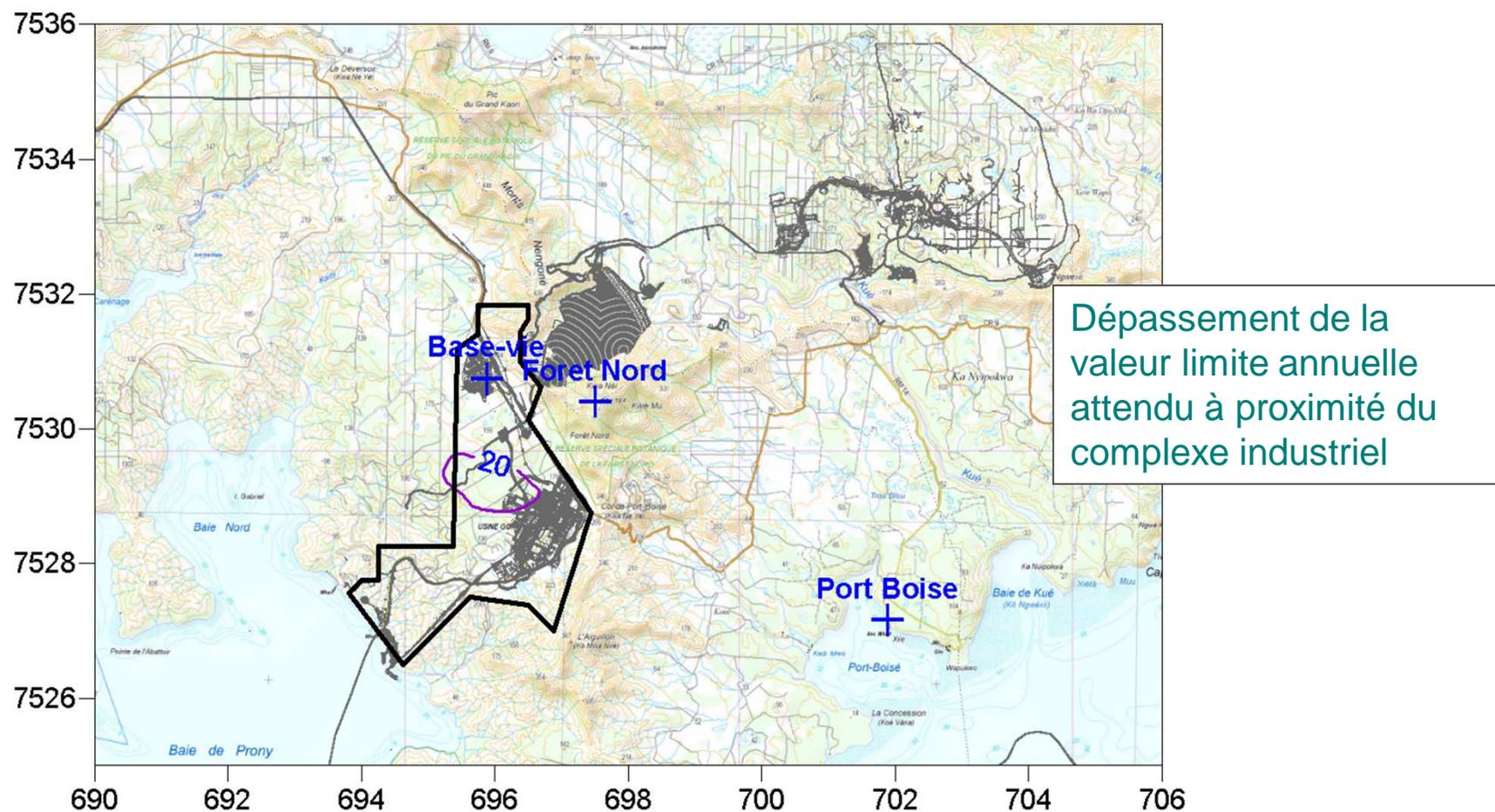
- Réserve de la Forêt Nord
- Réserve de la Forêt du Pic du Grand Kaori

# Réseau réglementaire de surveillance de la qualité de l'air



# Résultats de la modélisation de dispersion atmosphérique *Katestone (2005 et 2007)*

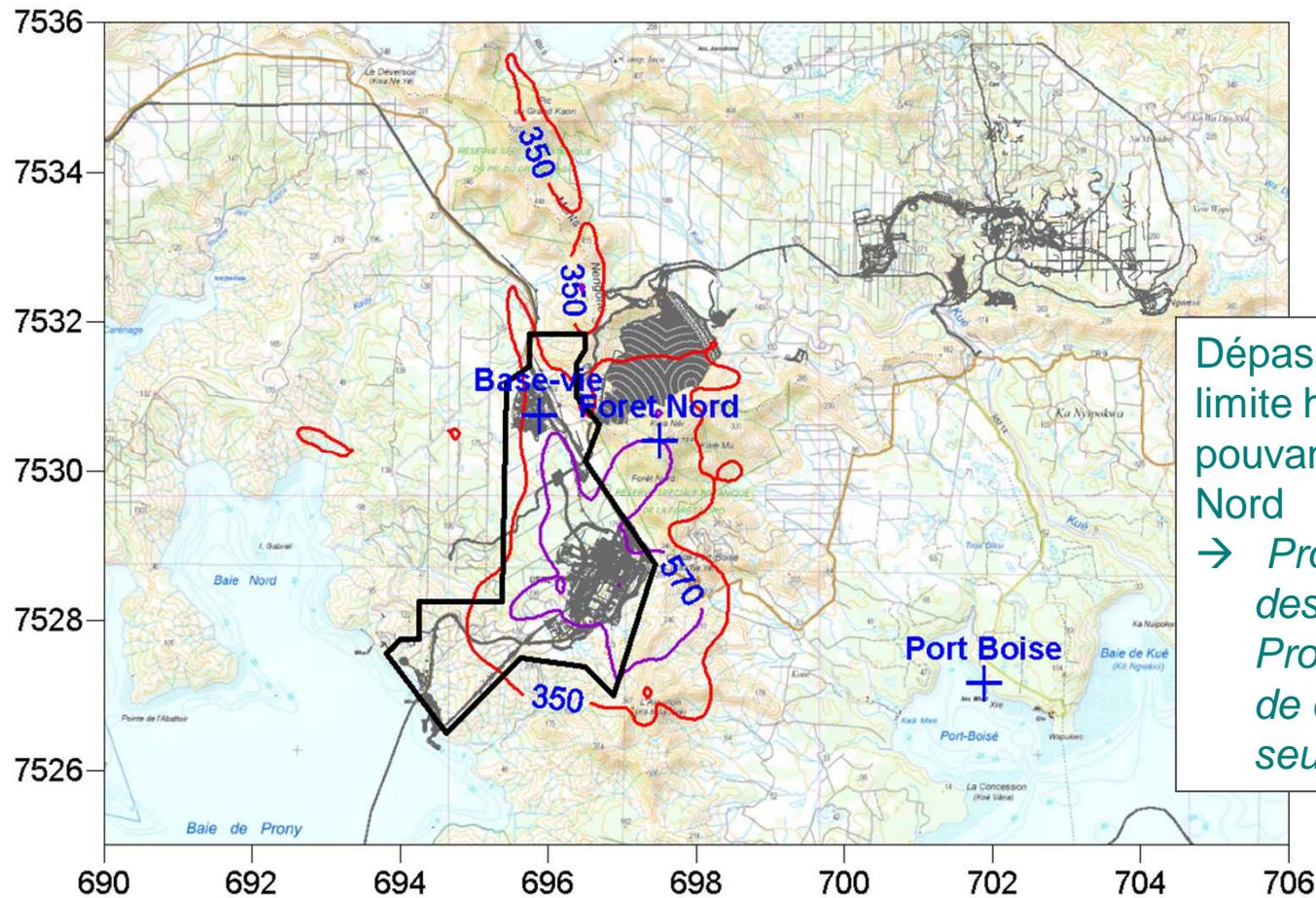
Teneurs moyennes annuelles maximum attendues en SO<sub>2</sub> au niveau du sol  
*Exemple : conditions météo de l'année 2000*



# Résultats de la modélisation de dispersion atmosphérique

## Katestone (2005 et 2007)

Teneurs moyennes horaires maximum attendues en SO<sub>2</sub> au niveau du sol  
*Exemple : conditions météo de l'année 1999*



Dépassement de la valeur limite horaire sur une zone pouvant atteindre la Forêt Nord

→ *Protocole de réduction des émissions Vale NC / Prony Energies en cas de dépassement de seuil*

## Observations d'un phénomène de défoliation sur *Arillastrum gummiferum*

---



Individu mort



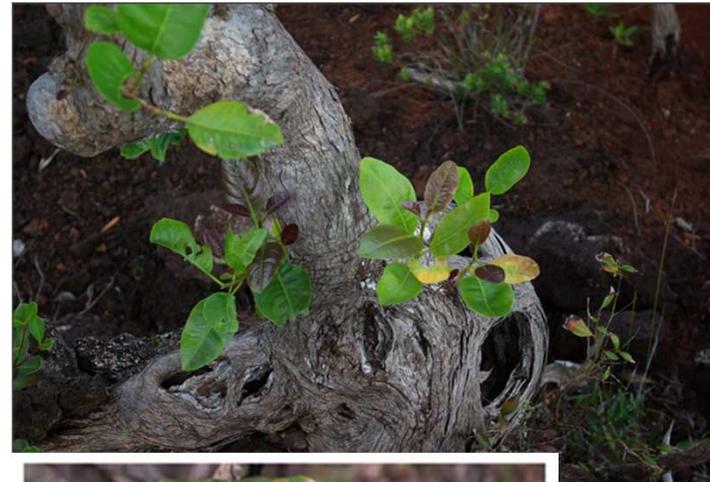
Individu atteint avec de nouvelles  
pousses → Indice d'un  
phénomène pulsatif à intermittence



Individu en  
bonne santé

## Sensibilité spécifique de la végétation

Les symptômes les plus sévères du dépérissement sont observés en majorité sur l'espèce *Arillastrum gummiferum* ( Chêne gomme) et légèrement sur d'autres espèces telles que *Flindersia fournierii* et *Gymnostoma deplancheanum*. Sur les arbres et sur les arbustes ayant de larges feuilles, les symptômes apparents préliminaire consistent en une chlorose de la périphérie de la feuille. Une symptôme foliaire avancée des effets du SO<sub>2</sub> est une chlorose de la périphérie ou de l'apex de la feuille,



Leaf of *Arillastrum gummiferum* with interveinal chlorosis characteristic of SO<sub>2</sub> injury

## Actions en réponses

---

- ➔ **Définition d'un document-guide qui résume les symptômes par espèce avec une notion de gradient**
- ➔ **Suivi de la qualité de l'air et élaboration d'un nouveau plan d'échantillonnage passif**
- ➔ **Etudes sur la sensibilité des espèces florales locales aux polluants par la technique de fumigation**
- ➔ **Revue de la modélisation de dispersion atmosphérique**
- ➔ **Etude multi-temporelle de la végétation en périphérie immédiate du site**

## Connaitre la sensibilité des espèces



1999

The 1994 WHO Air Quality Guidelines for Europe Working Group for Ecotoxic Effects, after consideration of the European situation, recommended the following goals:

- 0.010 ppm for major agricultural crops (winter and annual mean)
- 0.007 ppm for forests and natural vegetation (winter and annual mean)
- 0.003 ppm for lichens (annual mean).

Responses of individual plant species vary enormously and ambient conditions may strongly influence the level at which damage occurs.

Australian plants in arid regions appear to protect them from sulfur dioxide injury at levels that would devastate species from more humid regions.

Australian native trees show a wide variety of responses to sulfur dioxide exposure, some being extremely sensitive. The implication of these results is that stringent goals may be required to adequately protect sensitive plant species.



Définition d'un document-guide qui résume les symptômes par espèce avec une notion de gradient

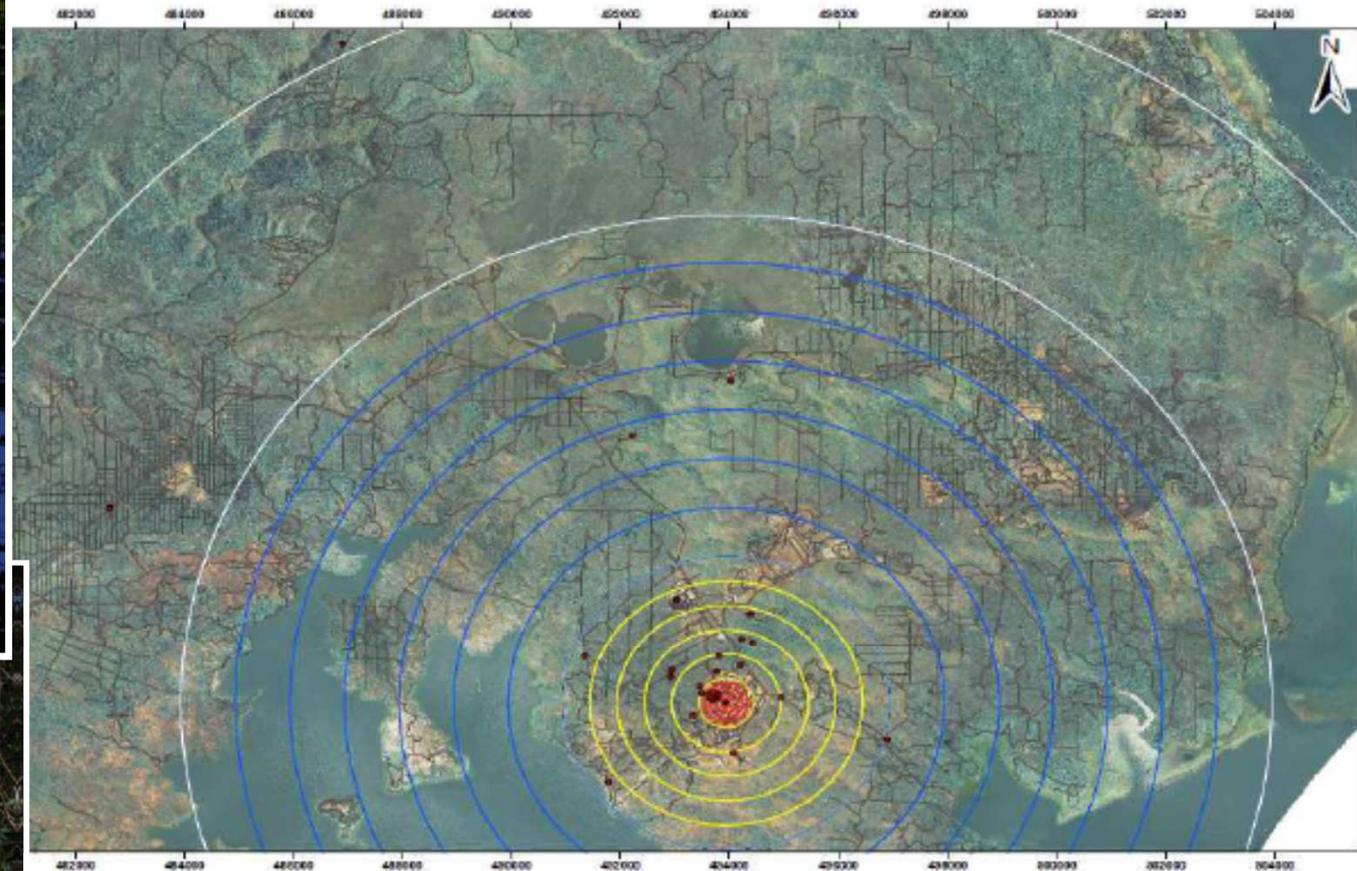


Etudes sur la sensibilité des espèces florales locales aux polluants par la technique de fumigation

## Déploiement d'un réseau de tubes passifs



La carte ci-dessous présente l'ensemble des points de mesures et donne une vue d'ensemble du maillage réalisé.



# Etude de fumigation

## Etude par fumigation

---

### Etude symptomatique des effets de dioxyde de soufre par fumigation sur les espèces endémiques de Goro

#### Méthodologie:

Evaluation des symptômes foliaires à différentes concentrations de SO<sub>2</sub> en conditions contrôlées de tonnelle verticale de fumigation, Standard OMS,

#### Prestataire:

Professeur, Frank Murray et Université de Murdoch, Perth, Australie (référant OMS Asie Pacifique « Effet des émissions industrielles sur la végétation »)

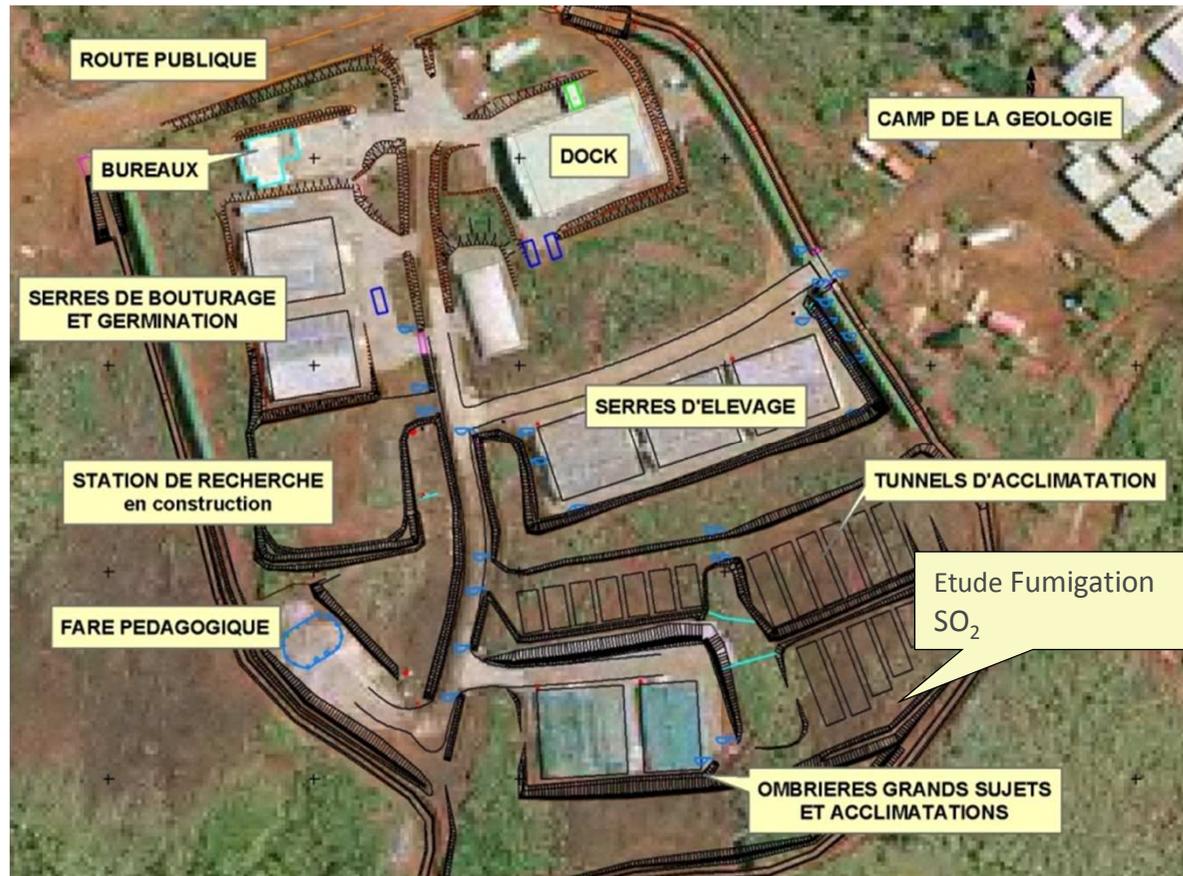
#### Objectifs:

1. Etablir une base de données des premiers symptômes foliaires correspondant à différentes concentrations en SO<sub>2</sub> pour les espèces du Grand Sud (forêt et maquis)
2. Déterminer les seuils toxiques et les durées d'exposition qui génèrent des symptômes
3. Déterminer les seuils de tolérance
4. Proposer une liste de plantes sensibles et indicatrices à l'égard du SO<sub>2</sub>

#### References:

- Heagle, A.S., Bedy, D.E. & Heck, W.W., (1973). An open topfield chamber to assess the impact of air pollution on plants. J. Environ. Qual., 2: 365-368.
- Murray F. 2003. Air pollution impacts on vegetation in Australia. In: Air pollution Impacts on crops and forests: A global assessment. Edited by L. Emberson, M. Ashmore & F. Murray. pp.103-118. Imperial College Press, London.

## Localisation de l'étude de fumigation



L'étude de fumigation sera installée sur la partie supérieure de la pépinière sur une plateforme éloignée des autres cultures par une distance de 20 m. Les 10 tonnelles verticales seront placées à l'intérieur des 5 rangées de chapiteaux a raison de 2 tonnelle par chapiteau. L'arrosage des plantes dans les tonnelles sera assuré par l'aspersion aérienne programmée déjà existant dans les chapiteaux.

## Dispositif de l'étude

- La fumigation consiste à exposer les plantes par intermittence à une gamme des concentrations de  $\text{SO}_2$
- Le régime de l'exposition est composée d'un traitement de contrôle (air ambiant, moins de  $5 \text{ nl SO}_2^{1-1}$ ) et quatre concentrations de  $\text{SO}_2$  (50, 250, 500 et  $1000 \text{ nl } 1^{-1}$ ).
- Les plantes sont exposés en continue pendant 4 hrs de 10:00 à 14:00 hrs, 7 jrs par semaine pendant un durée de 3 à 6 mois.
- Chaque traitement est dupliqué.
- Le dioxyde de soufre est livré aux entrées des chambres de fumigation, après avoir été mélangé avec l'air et contrôlé au moyen d'un régulateur et une série de vannes à pointeau.



Dispositif technique montrant les tunnels vertical et maisonnette contenant les appareils de dosage de gas  $\text{SO}_2$  et détecteurs (Australie Occidentale).



Dispositif de la tonnelle montrant system ventilation et alimentation en  $\text{SO}_2$ .

## Choix des espèces et réplication de l'étude

Les 8 espèces utilisées pour l'étude sont actuellement en culture à la pépinière de Vale NC. Toutes les espèces se trouvent dans divers habitats en proximité de l'usine. Certaines (*Arillastrum gummiferum*, *Tristaniopsis guillanii*, *Flindersia fournerii*, *Codia discolor*) montrent des symptômes foliaires typiques de chloroses dues à des émissions de SO<sub>2</sub>.

- Espèces maquis : (Arbres) *Tristaniopsis guillanii* (Myrtaceae), *Alphitonia neocaledonica* (Rhamnaceae), *Grevillea exul var. rubiginosa* (Proteaceae), *Codia discolor* (Cunoniaceae),
- Espèces forêt : (Arbres) *Arillastrum gummiferum* (Myrtaceae), *Flindersia fournerii* (Flindersiaceae), *Araucaria nemorosa* (Araucariaceae), *Bureavella wakere* (Sapotaceae). Des individus de *Nothofagus aequilateralis* (Nothofagaceae) seront aussi utilisés en tant que espèce supplémentaire.



| Espèces  | Block 1 |     |     |     |     | Block 2 |     |     |     |     | Suppl. | Total |
|--|---------|-----|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-----|--------|-------|
|  | Control | Tr1 | Tr2 | Tr3 | Tr4 | Control | Tr1 | Tr2 | Tr3 | Tr4 |        |       |
| <i>Tristaniopsis guillanii</i>                     | 8       | 8   | 8   | 8   | 8   | 8       | 8   | 8   | 8   | 8   | 4      | 84    |
| <i>Alphitonia neocaledonica</i>                    | 8       | 8   | 8   | 8   | 8   | 8       | 8   | 8   | 8   | 8   | 4      | 84    |
| <i>Grevillea exul rubiginosa</i>                   | 8       | 8   | 8   | 8   | 8   | 8       | 8   | 8   | 8   | 8   | 4      | 84    |
| <i>Codia discolor</i>                              | 8       | 8   | 8   | 8   | 8   | 8       | 8   | 8   | 8   | 8   | 4      | 84    |
| <i>Arillastrum gummiferum</i>                      | 8       | 8   | 8   | 8   | 8   | 8       | 8   | 8   | 8   | 8   | 4      | 84    |
| <i>Bureavella wakere</i>                           | 8       | 8   | 8   | 8   | 8   | 8       | 8   | 8   | 8   | 8   | 4      | 84    |
| <i>Flindersia fournerii</i>                        | 8       | 8   | 8   | 8   | 8   | 8       | 8   | 8   | 8   | 8   | 4      | 84    |
| <i>Araucaria nemorosa</i>                          | 8       | 8   | 8   | 8   | 8   | 8       | 8   | 8   | 8   | 8   | 4      | 84    |
| <i>Nothofagus aequilateralis</i>                   | 8       | 8   | 8   | 8   | 8   | 8       | 8   | 8   | 8   | 8   | 1      | 81    |
| <b>Nombre de plantes par tonnelle en pochon 5l</b> | 72      | 72  | 72  | 72  | 72  | 72      | 72  | 72  | 72  | 72  |        |       |
| <b>Nombre de plantes étude</b>                     |         |     |     |     |     |         |     |     |     |     |        | 753   |

Merci