



Qualité de l'air

Etudes

13 décembre 2004



ZONAGE DU DIOXYDE DE SOUFRE SUR LE POURTOUR DE L'ETANG DE BERRE.



Association pour la Surveillance de la Qualité de l'Air de la Région de l'Etang de Berre et de l'Ouest des Bouches-du-Rhône

Route de la Vierge - 13 500 Martigues - Tel. 04 42 13 01 20 - Fax. 04 42 13 01 29

Site internet: www.airfobep.org - e-mail : airfobep@airfobep.org

Serveur vocal 04 42 49 35 35 (selon tarification téléphonique en vigueur)



TABLE DES MATIERES

RESUME	3
1. OBJET DE L'ETUDE	4
2. RAPPEL DES OUTILS STATISTIQUES UTILISES	5
3. SELECTION DES EPISODES	7
3.1. <i>Objectif de la sélection</i>	7
3.2. <i>Méthode de sélection</i>	7
3.3. <i>Résultats obtenus</i>	8
4. ZONAGE « STATION » DU DIOXYDE DE SOUFRE	9
4.1. <i>Objectif de ce zonage</i>	9
4.2. <i>Validation de la procédure de sélection de dates</i>	9
4.3. <i>Représentativité de l'année 2001</i>	11
5. L'INDICE DE FIABILITE	13
5.1. <i>Les différents indices</i>	13
5.2. <i>L'indice retenu</i>	13
6. ZONAGE DU DIOXYDE DE SOUFRE	15
6.1. <i>Remarques préliminaires</i>	15
6.2. <i>Zonage « total »</i>	15
6.3. <i>Zonage « littoral »</i>	18
6.4. <i>Zonage « AIRFOBEP »</i>	20
6.5. <i>Bilan</i>	23
7. CONCLUSIONS	24
BIBLIOGRAPHIE	25

Résumé

L'objectif de cette étude est de poursuivre la compréhension du phénomène de dispersion du dioxyde de soufre sur le domaine d'intervention d'AIRFOBEP. Il s'agit de mettre en place des outils d'aide à la décision permettant au final de définir les zones d'info-recommandation et d'alertes aux populations. Le but est donc de définir des zones spatiales ayant un comportement similaire en un temps donné avec une évolution similaire.

La base de données de départ est constituée des données de mesure des stations de mesure du réseau mais également des résultats des simulations numériques réalisées dans le cadre de l'étude d'optimisation du réseau de mesure. En effet, les simulations de la dispersion atmosphérique des émissions de dioxyde de soufre, réalisées sur l'année 2001, donnent une information spatiale et temporelle beaucoup plus complète que les données stations.

Les outils statistiques utilisés pour ce zonage sont ceux qui ont été développés dans le cadre du zonage météorologique de la même zone. Ils s'appuient, d'une part, sur les méthodes de classification hiérarchique ascendante et, d'autre part, sur la méthode de Ward.

Dans un premier temps, il a été réalisé un zonage appelé « zonage stations ». Celui-ci est uniquement basé sur les données issues des stations de mesure du réseau AIRFOBEP et il répond à deux objectifs.

D'une part, il valide la pertinence du choix de l'année 2001 comme année « de référence » pour établir le zonage. En effet, le zonage station montre que les années 2001, 2002 et 2003 sont proches en termes de mesure de la répartition des concentrations en dioxyde de soufre sur la région d'étude.

D'autre part, ce zonage valide la base de données simulation au sens où, si on supprime des événements de la base initiale, on s'aperçoit qu'on supprime des événements que les appareils de mesure ont mis en valeur.

La base de données ayant été validée, trois types de zonage ont été construits. Ils répondent tous les trois à une problématique un peu différente. Le zonage « total », réalisé en prenant en compte l'intégralité de la base de données d'origine, représente le processus physique sans prendre en compte la problématique de surveillance des populations.

Le zonage « AIRFOBEP », réalisé en supprimant de la base de données la zone géographique non couverte par l'association AIRFOBEP, introduit évidemment un biais dans les outils puisqu'on supprime une partie des données d'entrée sans raison physique. Par contre, il prend en compte l'aspect de surveillance des zones habitées et donc la problématique d'info-recommandation.

Enfin, il a été créé un troisième type de zonage en gardant une partie de la Méditerranée dans le domaine d'étude. Ce dernier zonage présente l'avantage de moins biaiser la base de données d'origine et de prendre en compte la donnée population. Par contre, il n'y a aucune justification mathématique au choix de la coupure réalisée.

Les différents types de zonages définis permettent donc d'obtenir des outils d'aide à la décision quant au zonage définitif souhaité. Chacun de ceux réalisés apporte une information suivant des critères différents (domaine complet, zones habitées...).

1. Objet de l'étude

L'idée globale de ce travail est de poursuivre l'analyse et la compréhension de la répartition des concentrations de SO₂, entamées dans le cadre de l'étude d'optimisation du réseau de mesures, afin de définir un « zonage » du domaine couvert par AIRFOBEP. L'objet de cette étude est d'identifier des zones spatiales ayant un comportement similaire en un temps donné (on parle de « comportement » en terme de concentration en SO₂ et de l'évolution de celle-ci).

Ce travail a pour finalité de permettre à AIRFOBEP de définir des zones homogènes d'information-recommandation et d'alerte des populations sur le pourtour de l'étang de Berre. Des zones de ce type ont déjà été définies par AIRFOBEP et l'objectif de ce travail est de les compléter en faisant intervenir dans leur conception une interprétation pertinente des résultats des simulations numériques réalisées dans le cadre de l'étude d'optimisation.

En effet, les simulations de la dispersion atmosphérique des émissions de dioxyde de soufre réalisées sur l'année 2001 donnent une information spatiale et temporelle beaucoup plus complète que les stations de mesures implantées dans le domaine d'étude. Le couplage de ces deux sources d'information va donc permettre d'affiner la connaissance de la répartition spatiale des concentrations en SO₂.

La première phase de ce rapport présentera la mise en place des outils nécessaires pour aboutir aux objectifs fixés. Ceux-ci sont basés sur les outils développés dans le cadre de l'étude du zonage météorologique à l'échelle de l'étang de Berre. Ensuite, du fait des spécificités des données d'entrée des outils statistiques, c'est-à-dire des résultats des simulations numériques de la dispersion du SO₂, nous émettrons quelques hypothèses d'étude. La pertinence de ces dernières sera estimée par une application des outils statistiques sur les données stations et sous les hypothèses précédentes.

La dernière partie du travail, présentée dans ce rapport, est la réalisation de cartographies à partir des typologies mises en évidence lors de l'étude statistique. La confrontation de ces résultats avec les zones d'information-recommandation actuelles permettra de redéfinir celles-ci ou du moins d'affiner leur représentation spatiale.

2. Rappel des outils statistiques utilisés

Les outils statistiques utilisés pour réaliser ce travail sont identiques à ceux développés pour l'étude du zonage météorologique (voir [1]). Nous allons rappeler ci-après le principe général de ceux-ci.

Comme pour le zonage météorologique, la problématique du zonage SO₂ revient à s'attacher à l'étude de techniques d'analyse de données multidimensionnelles. Il a donc été nécessaire d'adopter un algorithme de classification du même type afin de rassembler les individus définis par des valeurs de caractères proches.

On a repris les techniques de **classification hiérarchique ascendante** déjà développées pour le zonage météorologique. On rappelle que :

- on part d'un point considéré comme une classe à lui tout seul,
- à chaque itération suivante, la méthode rassemble deux points en recherchant le minimum d'un critère de vraisemblance (ou le maximum d'un critère de ressemblance) .
- à la fin de la classification, une seule classe subsiste regroupant l'ensemble des éléments.

Cependant, la méthode mémorise l'ensemble du processus d'agrégation qui peut être représenté par un dendrographe (voir *figure 1*).

Un paramètre généralement appelé « niveau d'agrégation » permet d'évaluer la perte d'information consentie pour une classification donnée. Il permet également de choisir le nombre de classes à conserver. En effet, pour obtenir une classification en un nombre de classes déterminées, il suffit alors de « couper » l'arbre au niveau correspondant.

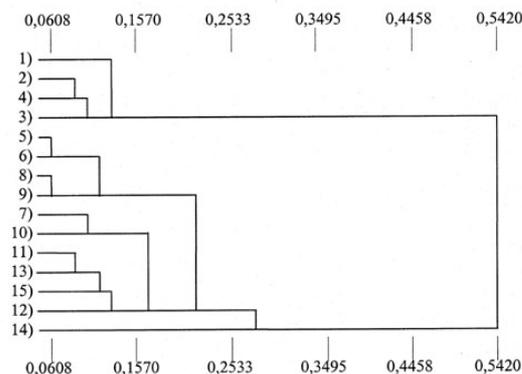


Figure 1 : Dendrogramme et valeur du niveau d'agrégation.

La méthode de regroupement employée est la **méthode de WARD**. Elle utilise comme critère d'agrégation la valeur de l'inertie inter-classes. Cette quantité est la moyenne des carrés des distances entre le centre gravité de chaque classe et le centre de gravité de l'ensemble du nuage de points (voir [1]). Elle caractérise donc le contraste existant entre 2 classes différentes.

Une bonne classification cherchera à maximiser cette valeur pour permettre l'obtention de classes les plus dissemblables possibles. On peut démontrer que rechercher à maximiser cette quantité revient aussi à minimiser l'hétérogénéité existant

au sein de chaque classe. La classification obtenue assure donc à la fois un contraste maximum entre deux classes distinctes, et l'homogénéité de chaque classe.

Notons que la classification obtenue n'est pas forcément la meilleure. La seule possibilité pour obtenir une classification « optimale » serait d'évaluer chacune des classifications possibles et de les comparer. Ce qui demeure une tâche irréalisable pour un tel nombre de données.

Plus concrètement, voici un rapide descriptif de la procédure utilisée dans la méthode de Ward.

Tout d'abord, l'estimateur de proximité est calculé comme étant la perte d'inertie du nuage impliqué par le regroupement de deux points considérés. Plus cette valeur est forte, plus les points sont donc dissemblables. Or, pour deux points A et B, elle peut être calculée facilement par la relation :

$$\delta(A, B) = 0,5.d^2(A, B)$$

Avec la valeur $d^2(A, B)$ qui est le carré de la distance séparant le point A du point B. Même si cette distance n'est pas la distance euclidienne classique, elle est évaluée de la même manière que cette dernière si ce n'est que la formule est généralisée au cas d'un espace à p dimensions où p est le nombre de caractères définissant chaque point.

Ainsi si A_1, A_2, \dots, A_p sont les caractères de l'individu A et si B_1, B_2, \dots, B_p ceux définissant B, on a :

$$d^2(A, B) = \sum_{i=1}^p (A_i - B_i)^2$$

La procédure de zonage recherche alors le minimum de cette quantité et rassemble les deux points concernés dans une même zone.

Il faut ensuite recalculer la valeur de perte d'inertie δ associée au regroupement de la nouvelle zone et de tous les autres points. On peut démontrer que cette quantité peut être calculée par la relation :

$$\delta(C, A \cup B) = \frac{(P_A + P_C)\delta(A, C) + (P_B + P_C)\delta(B, C) - P_C\delta(A, B)}{P_A + P_B + P_C}$$

Avec la quantité $A \cup B$ qui représente la zone formée par le regroupement des points A et B, le point C qui est un autre point du domaine et les valeurs P_A, P_B et P_C qui représentent respectivement les poids des points A, B et C (c'est-à-dire 1 s'ils représentent 1 point ou la taille de la zone s'ils représentent une zone complète).

La procédure se poursuit jusqu'au nombre de zones choisi par l'utilisateur. Le cumul des pertes d'inertie observé à chaque itération donne une idée de la perte d'information consentie pour l'obtention d'une classification donnée.

Pour plus de précisions sur les méthodes utilisées, celles-ci ont été détaillées dans le rapport sur le zonage météorologique (voir [1]).

3. Sélection des épisodes

3.1. Objectif de la sélection

L'analyse des résultats des simulations de la dispersion de SO₂, effectuée pour l'étude d'optimisation du réseau de mesure de dioxyde de soufre (voir [2]) et utilisée comme base de travail de la présente étude, a montré que le modèle représentait globalement bien le phénomène. Par contre, cette analyse a également révélé que la valeur quantitative des données simulées différait parfois assez nettement des valeurs mesurées. Ceci a été expliqué par les caractéristiques des panaches de SO₂ qui sont la plupart du temps très fins et concentrés.

Or, si ce biais n'avait que peu de conséquence sur l'objectif de l'étude d'optimisation puisqu'on raisonnait sur des valeurs relatives, il risque d'en avoir plus si on veut raisonner sur les valeurs dans l'absolu, afin de déterminer des zones d'info-recommandation.

On a donc essayé de « contourner » cette difficulté en développant un outil de sélection d'événements qui permette d'enlever de la base de données d'initialisation des outils statistiques les épisodes trop différents en terme de comparaison modèle-mesure. Le zonage ne sera donc ensuite réalisé qu'avec les dates sélectionnées.

3.2. Méthode de sélection

Nous allons rapidement évoquer ici la méthodologie employée pour sélectionner les dates. Nous ne rentrerons pas dans les détails techniques précis puisque cet outil, même s'il a été développé et appliqué, n'a pas été retenu pour la création finale des cartes de zonage.

On part de l'hypothèse que dans les cas favorables (i.e. les dates sélectionnées), il existe une relation de linéarité entre les concentrations simulées et celles observées. On procède alors suivant le schéma suivant :

- calcul d'un coefficient de détermination (en fait le coefficient appelé r^2) correspondant au nuage de points créés par les couples formés par les concentrations simulées et observées sur le même lieu géographique,
- on retire ensuite une par une les dates du nuage de points et on calcule ce coefficient pour chacun des nuages obtenus,
- on recherche alors le maximum des valeurs du r^2 et on retire définitivement les points associés à la date correspondante du nuage de point,
- on itère le processus jusqu'à ce que la valeur du r^2 atteigne un seuil donné.

Il est également à noter qu'on a repris la technique des « bulles » déjà utilisée lors du zonage météorologique pour réaliser la comparaison entre les données simulées et observées. C'est-à-dire que cette comparaison, avec les valeurs stations, est faite à partir de la donnée simulée localisée à l'intérieur d'une zone centrée sur la position du capteur et donnant la meilleure valeur possible. La taille des bulles choisies est restreinte aux quatre plus proches mailles de calcul entourant la maille correspondante à la station.

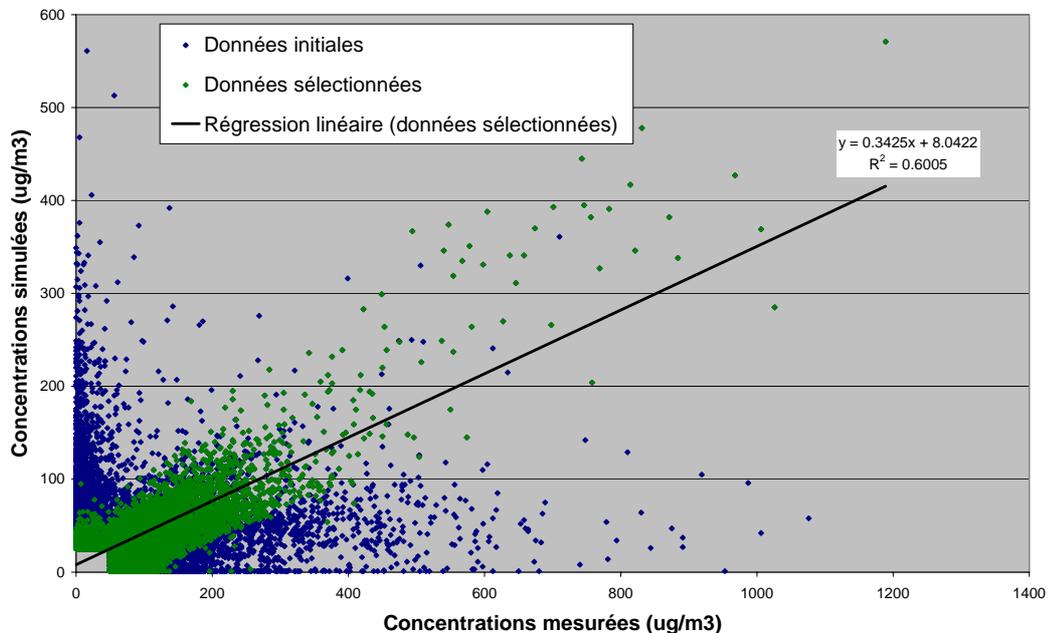
Finalement, on aboutit à une « optimisation » du nuage de points considéré. Les dates sélectionnées permettent de garantir une meilleure proximité entre les valeurs quantitatives simulées et les valeurs relevées par les capteurs.

3.3. Résultats obtenus

Le premier élément, dont il faut s'assurer avant de valider les résultats de cette méthode, est que le nombre d'épisodes conservés représente encore bien la dispersion du dioxyde de soufre sur la zone d'étude. En effet, si on supprime trop de dates par cette comparaison avec les valeurs mesurées, la base de données finale utilisée pour l'initialisation des outils statistiques sera trop petite pour assurer une robustesse des résultats.

Après divers développements, non présentés ici, nous sommes arrivés à développer une méthode d'optimisation du nuage de points permettant de conserver 80% des données initiales. Ceci assure donc que la base de données finale conserve sa validité.

La figure suivante montre le résultat de la linéarisation (ou de l'optimisation) du nuage de points d'origine. Le nuage d'origine y figure, ainsi que le nuage de points obtenu après sélection et suppression des événements simulés « trop différents » des mesures.



On voit sur la figure précédente que l'ajustement permet de garder des données mesurées ayant une très bonne corrélation avec les données simulées. On verra dans le paragraphe suivant que cette méthode, même si elle donne de bons résultats sur les zonages eux-mêmes, présente l'inconvénient majeur de supprimer des événements sur certaines zones géographiques.

4. Zonage « station » du dioxyde de soufre

4.1. Objectif de ce zonage

L'objectif de ce zonage est double. D'une part, il est nécessaire dans le cadre de la validation de la procédure de sélection et d'élimination de dates. D'autre part, il va nous permettre d'estimer la représentativité des données de simulation de l'année 2001.

En ce qui concerne le premier aspect de l'apport de ce zonage, il s'agit de valider les résultats de l'optimisation du nuage de points. En effet, en réalisant le zonage station avec les deux nuages de points (avant et après la procédure de sélection de dates), il va être possible d'estimer si des évènements importants pour le zonage ont été éliminés. Ceci conduira ensuite à adopter ou non la procédure.

Pour ce qui est de l'estimation de la représentativité de l'année 2001, il s'agit de faire le zonage avec les données mesurées par les stations sur les années 2001, 2002 et 2003. En prenant en compte l'historique des 28 stations de mesure des concentrations en dioxyde de soufre d'AIRFOBEP, il va être possible d'estimer si l'année 2001 est représentative, pour la dispersion au sol, de la dispersion des émissions de dioxyde de soufre. En effet, il faut rappeler que les outils statistiques seront ensuite mis en œuvre sur la base de données constituée par les simulations de dispersion de dioxyde de soufre réalisées lors de l'étude d'optimisation du réseau de stations de mesure, et qui concernent donc uniquement l'année 2001.

4.2. Validation de la procédure de sélection de dates

En plus de la réalisation du zonage, on comptabilise sur les stations le nombre de pics détectés. Ceci permet de mettre immédiatement en évidence le fait que certaines stations (notamment si on considère la station de Chateauneuf-La Mède) voient de nombreux évènements importants disparaître de la base de données.

Ce zonage a été réalisé sur des données en moyenne horaire.

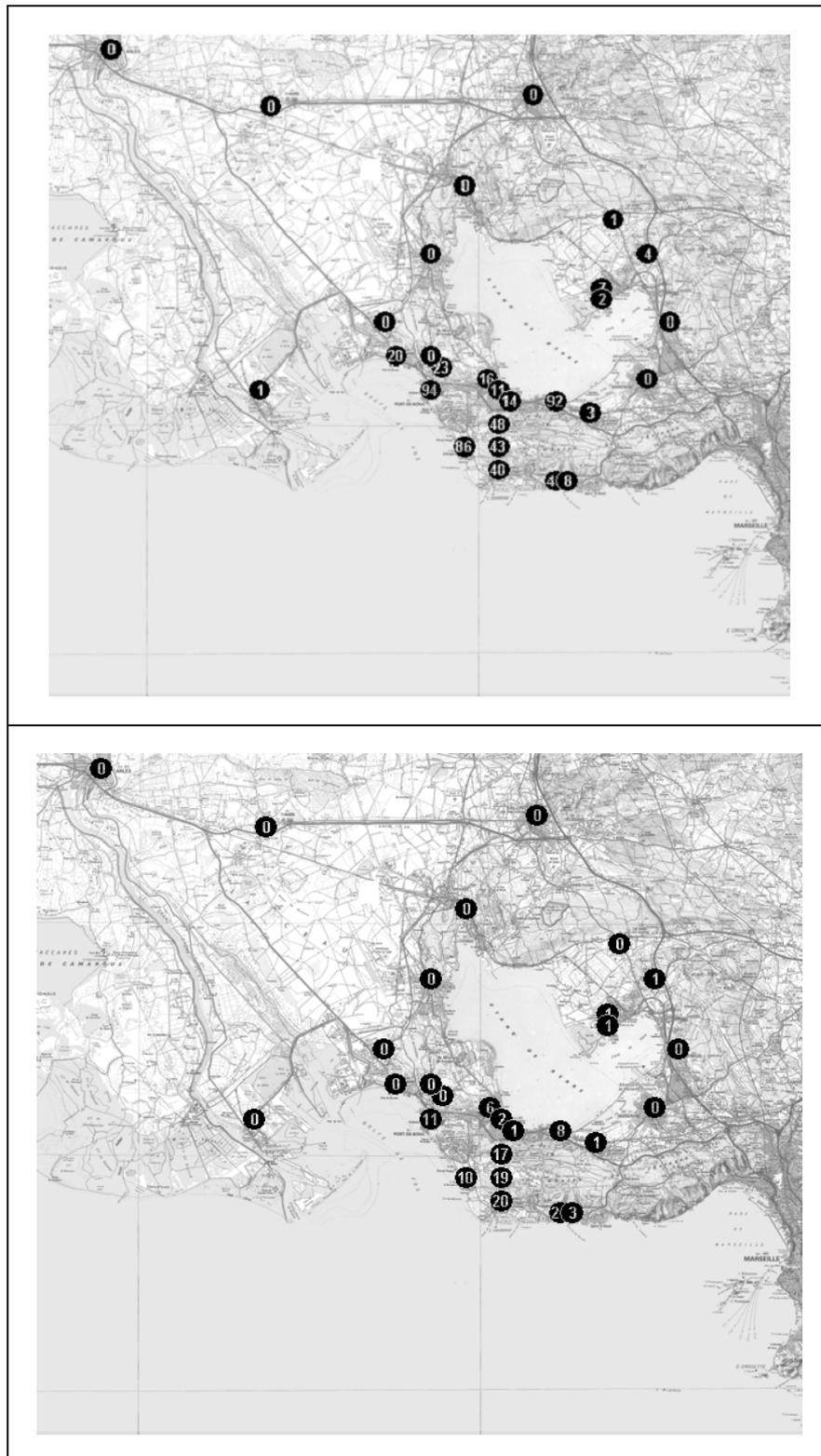


Tableau 1 : Comparaison entre zonage stations avec et sans sélection de dates.

Il apparaît donc que la procédure de sélection de dates n'apporte pas satisfaction au sens où elle exclut de la base de données des évènements ayant une réalité pour les mesures. Elle ne sera donc pas conservée pour la suite de la mise en

place des zonages. On conservera donc l'intégralité des événements simulés dans la base de données initialisant les outils de zonage.

Cette validation permet également de tirer une autre conclusion concernant la représentativité des simulations réalisées par rapport aux mesures réellement effectuées. En effet, la mise en place de cette procédure de sélection a été réalisée avec pour objectif d'ôter de la base de données des simulations les événements n'ayant pas eu une réalité en terme de mesure. Or, il apparaît que les événements considérés comme « incorrects » avec notre procédure sont en fait « réalistes » si nous considérons l'aspect spatial du jeu de données de dispersion.

4.3. Représentativité de l'année 2001

On utilise l'historique des données stations d'AIRFOBEP sur les années 2001, 2002 et 2003. On obtient le tableau comparatif suivant :

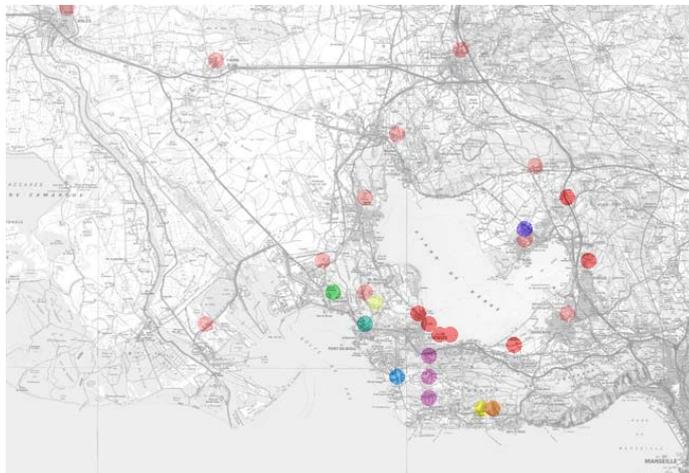




Tableau 2 : de haut en bas, le zonage station pour les années 2001, 2002 et 2003.

On voit sur les zonages précédents que l'année 2001 n'est pas très différente, en terme de dispersion du dioxyde de soufre au niveau des stations de mesure, des deux autres années.

Elle semble donc représentative du comportement de la zone. Il est donc raisonnable de baser les zonages futurs sur la base de données constituée par les simulations réalisées dans le cadre de l'étude d'optimisation du réseau de mesure.

5. L'indice de fiabilité

5.1. Les différents indices

Il est nécessaire d'adjoindre aux différents zonages proposés par la suite un indice d'homogénéité. Pour ce faire, on va réutiliser les outils développés lors du zonage météorologique en les modifiant.

Il avait été développé trois types d'estimateurs permettant de fixer la valeur de l'indice. Nous allons les présenter de nouveau ici. Pour cela, considérons un test T renvoyant la valeur 1 si le critère est vérifié et 0 dans le cas contraire. Soit NP le nombre de points d'une zone déterminée par les outils de zonage et NC le nombre de couples de points pouvant être formés à partir de deux points quelconques de cette zone, sachant qu'on ne compte deux points formant un couple qu'une seule fois (c'est-à-dire que le couple (1 ;3) est identique au couple (3 ;1)). Considérons également ND , le nombre de dates considérées.

On a l'expression suivante pour chacun des trois estimateurs :

$$E_1 = 100 \times \frac{\sum_{i=1}^{NCND} \sum_{j=1}^{NCND} T(i, j)}{NC \times ND},$$

$$E_2 = 100 \times Perc95 \left(\frac{\sum_{j=1}^{ND} T(i, j)}{ND} \right),$$

ou *Perc95* est le percentile 95 de la quantité indiquée sur les NC couple de points,

$$E_3 = 100 \times Min \left(\frac{\sum_{j=1}^{ND} T(i, j)}{ND} \right).$$

On estime ensuite la valeur de l'indice de la façon suivante. Si l'estimateur a une valeur comprise entre 0 et 10, l'indice vaut 1. Si l'estimateur a une valeur comprise entre 10 et 20, l'estimateur vaut 2 et ainsi de suite jusqu'à une valeur 10 de l'indice. Plus l'indice est élevé, plus la zone est « de qualité ».

5.2. L'indice retenu

Chacun des trois estimateurs précédents conduit à un indice ayant un « caractère » différent par rapport à la zone concernée et donc au zonage plus globalement.

L'estimateur E_1 peut être considéré comme étant le meilleur, c'est-à-dire le plus « optimiste » dans ses résultats. Il a tendance à « surévaluer » l'homogénéité des zones et à donner de bonnes valeurs.

Le troisième estimateur, noté E_3 , est celui donnant les valeurs les plus « mauvaises ». Il donne une représentation « au pire » du zonage obtenu. Il est donc minorant quant à la qualité du zonage.

Le second estimateur (E_2) est le plus modérateur des trois. Il donne une valeur moyenne permettant de définir un indice « neutre ». C'est celui qui a été retenu pour la suite de ce rapport.

En ce qui concerne le test T permettant de lancer la procédure, nous avons choisi le test suivant : le test retourne la valeur 1 si l'erreur relative entre les deux points testés est inférieure à 20%.

6. Zonage du dioxyde de soufre

6.1. Remarques préliminaires

L'objectif de cette partie est de présenter les résultats obtenus. Trois types de cartes ont été utilisés pour réaliser les zonages d'info-recommandation.

Le premier type de zonage prend en compte l'intégralité des données de simulation réalisées pour l'année 2001. C'est-à-dire qu'on réalise un zonage sur l'ensemble de la zone simulée lors de l'étude d'optimisation. Une seconde approche sera de ne réaliser le zonage que sur le territoire d'intervention d'AIRFOBEP en ne prenant pas en compte le jeu de données géographiquement hors de ce domaine. Enfin, un troisième type de carte a été réalisé. Cette dernière approche permet de tenir compte d'une bande de mer proche des côtes.

Chacune de ces approches présente des avantages et des inconvénients dans l'objectif de créer de zone homogène pour mettre en place des procédures d'info-recommandation.

Avant de présenter les zonages réalisés, on rappelle que la base de données, issue des simulations, et utilisée dans cette étude, est constituée par les valeurs des simulations à $z=3$ (c'est-à-dire à 27 mètres d'altitude) et par les données brutes de sorties du logiciel de dispersion utilisé (HYPACT).

6.2. Zonage « total »

On appelle "zonage total" le zonage réalisé sur l'intégralité de la zone couverte par les simulations réalisées lors de l'étude d'optimisation du réseau de mesure.

Ce zonage, si c'est le plus complet, présente comme limite de faire intervenir dans les outils statistiques la dispersion sur la mer Méditerranée. Or, l'objectif de l'étude étant de fournir des éléments de réponse à la problématique d'alerte des populations, les événements maritimes ne sont pas nécessaires et peuvent même introduire un « brouillage » du zonage final.

On présente ci-après quelques-uns des zonages obtenus sur la zone complète. L'indice indiqué sur les différentes cartes correspond à celui défini par le second estimateur.

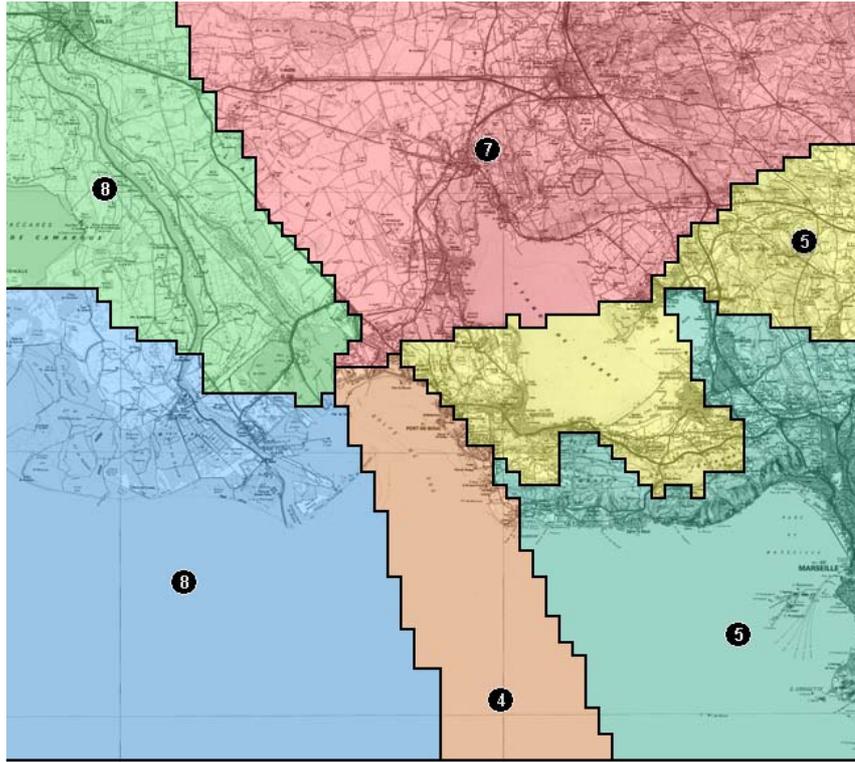


Figure 1 : zonage « total » dioxyde de soufre 6 zones.

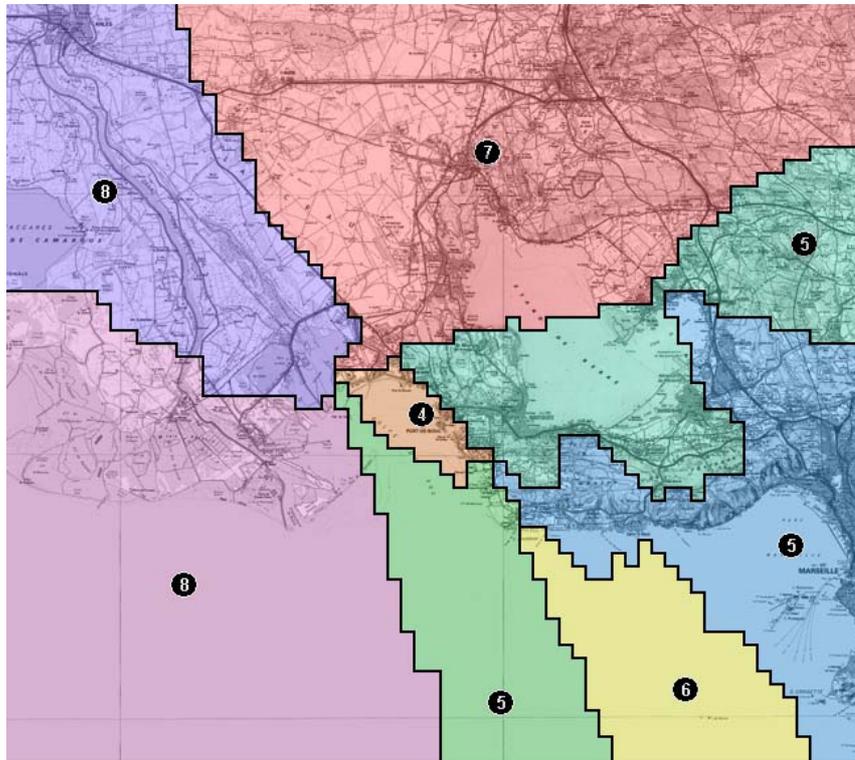


Figure 2 : zonage « total » dioxyde de soufre 8 zones.

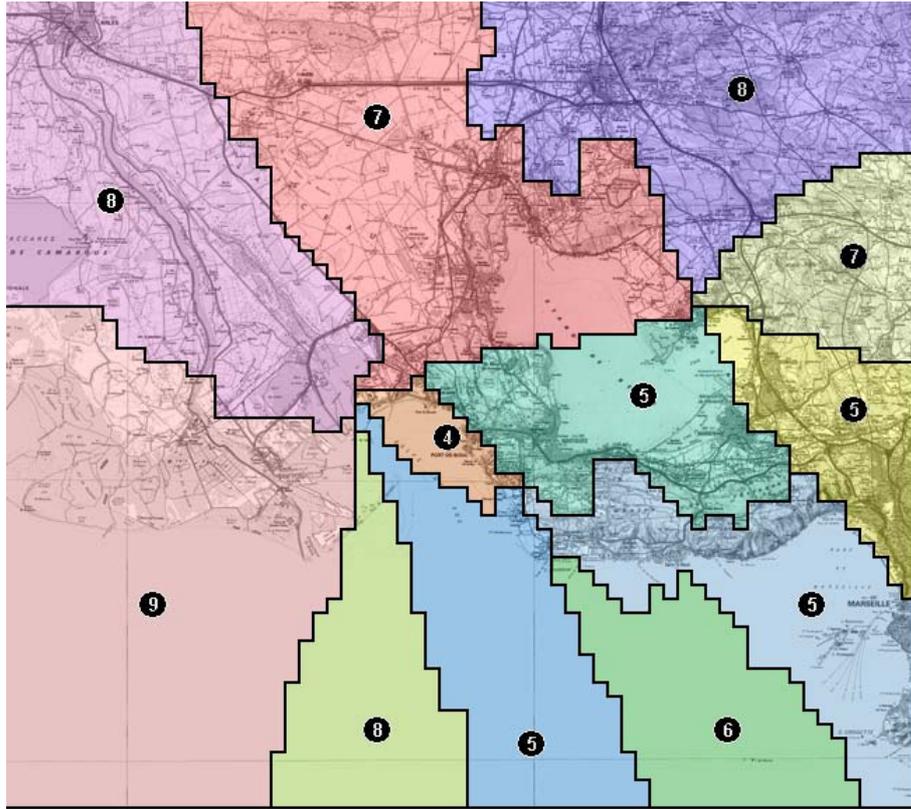


Figure 3 : zonage « total » dioxyde de soufre 12 zones.

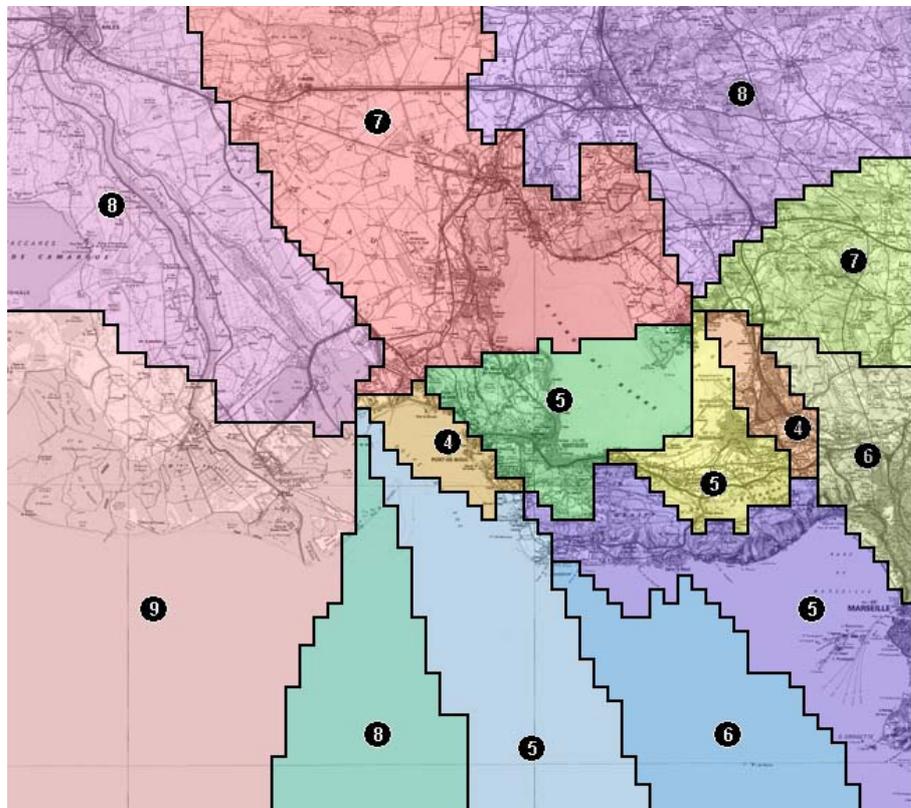


Figure 4 : zonage « total » dioxyde de soufre 16 zones.

On voit, sur ces exemples de zonages, se dessiner deux types de zones : celle du pourtour de l'étang de Berre et celle de la Camargue et du nord de la zone. Ces deux dernières zones sont beaucoup moins sous l'influence des rejets des sites.

On peut également constater que des zones importantes sont quasiment uniquement centrées sur la mer. Concernant la valeur des indices, celle-ci assure une bonne cohérence des diverses zones puisque, mis à part une zone au niveau de Fos-sur-Mer les indices sont tous supérieurs ou égaux à 5.

6.3. Zonage « littoral »

On appelle zone littorale une zone définie par le domaine d'intervention d'AIRFOBEP complétée par une bande de mer. La définition d'une telle zone permet de ne prendre en compte que la zone de terre surveillée mais permet également de considérer les zones littorales, très importantes au niveau de la redistribution du dioxyde de soufre.

On voit ci-après que le zonage final obtenu diffère quelque peu du zonage « total ».

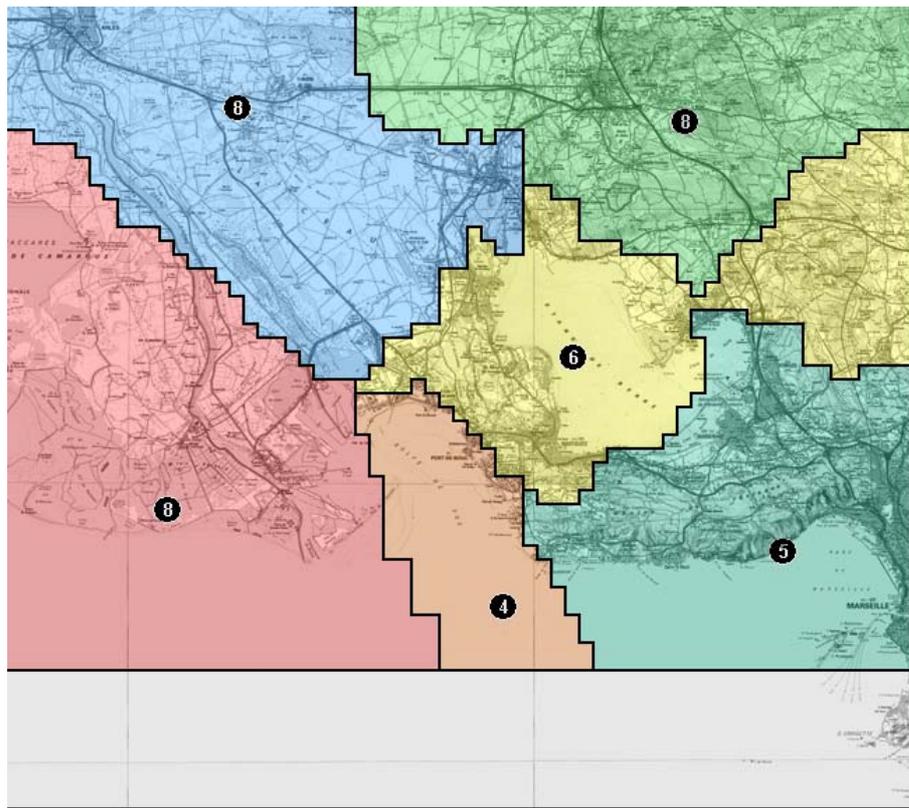


Figure 5 : zonage « littoral » avec 6 zones.

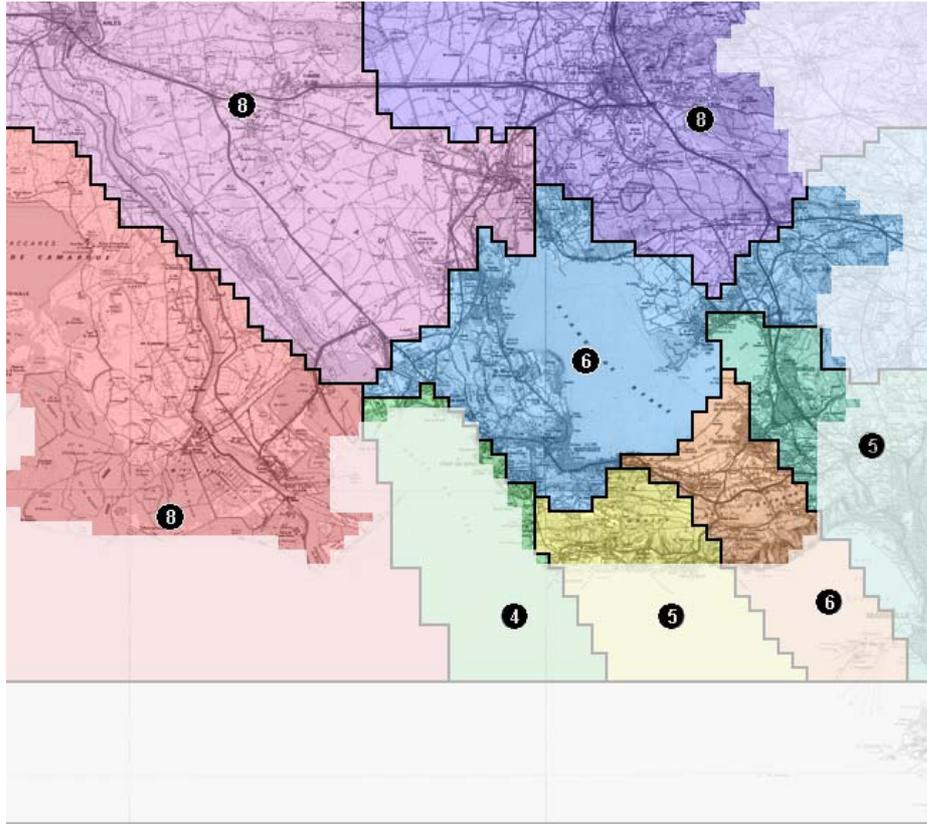


Figure 6 : zonage « littoral » avec 8 zones.

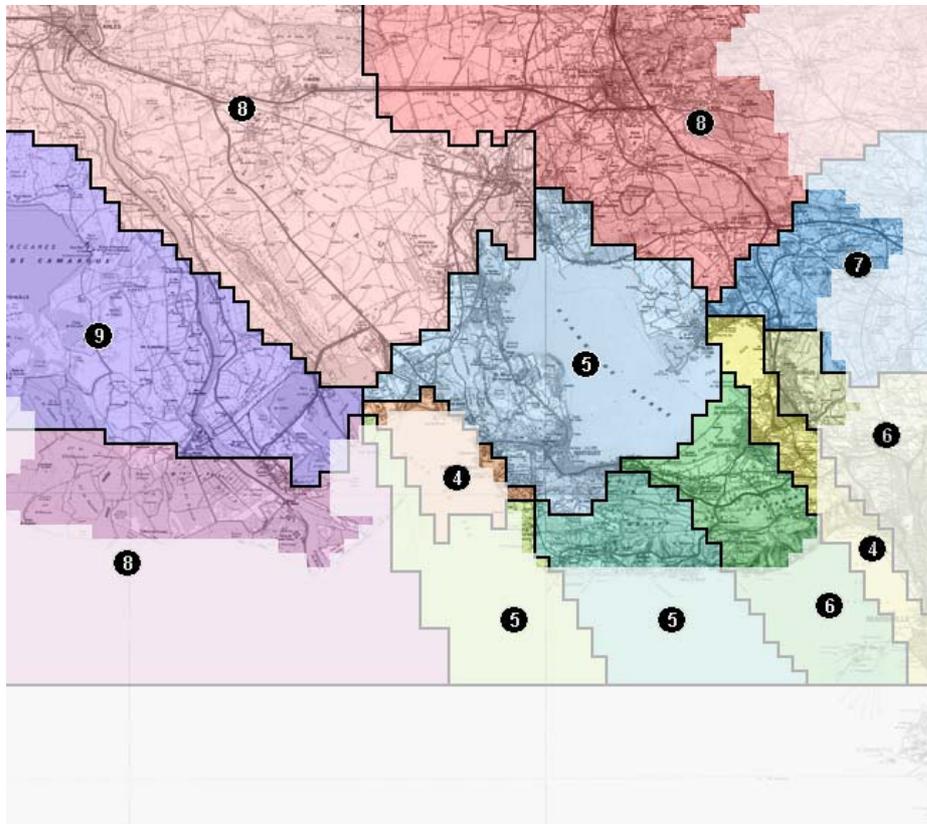


Figure 7 : zonage « littoral » avec 12 zones.

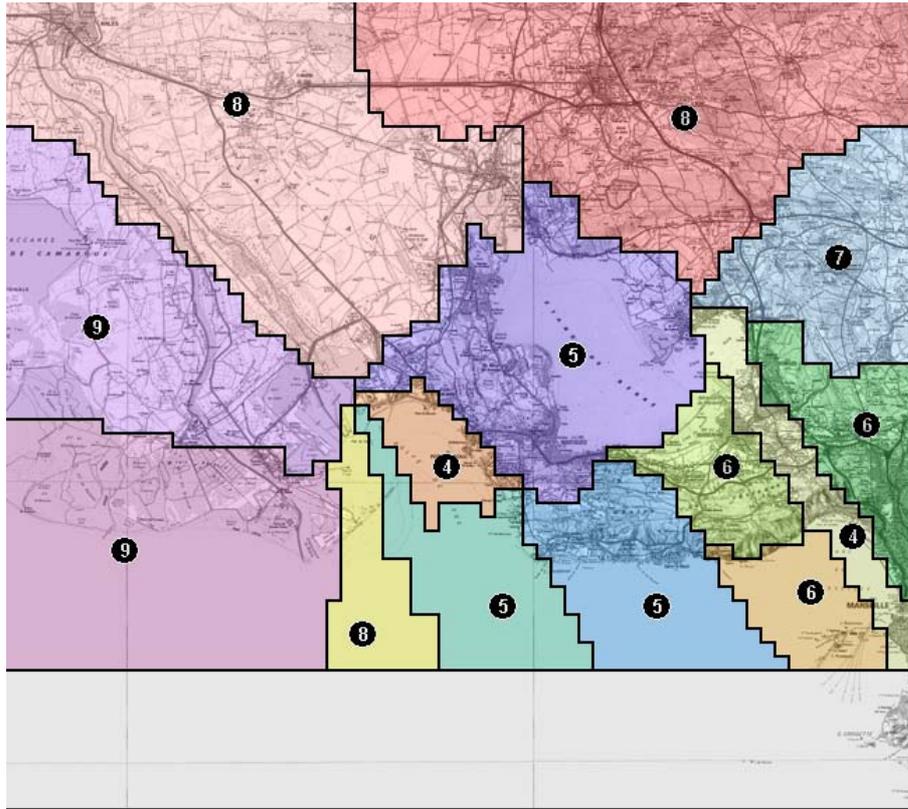


Figure 8 : zonage « littoral » avec 14 zones.

On voit là-aussi que les zones sont relativement homogènes. Par contre, les zones côtières sont très petites et ont des indices « relativement » faibles.

6.4. Zonage «AIRFOBEP»

Dans cette dernière approche spatiale du zonage, on ne travaille que sur le domaine d'intervention d'AIRFOBEP. Ce qui répond bien à l'objectif d'info-recommandation. Par contre, sa restriction géographique introduit des biais dans les outils utilisés. En effet, on restreint arbitrairement la base de données initiale sans aucun critère physique. C'est donc une « simplification » purement mathématique.

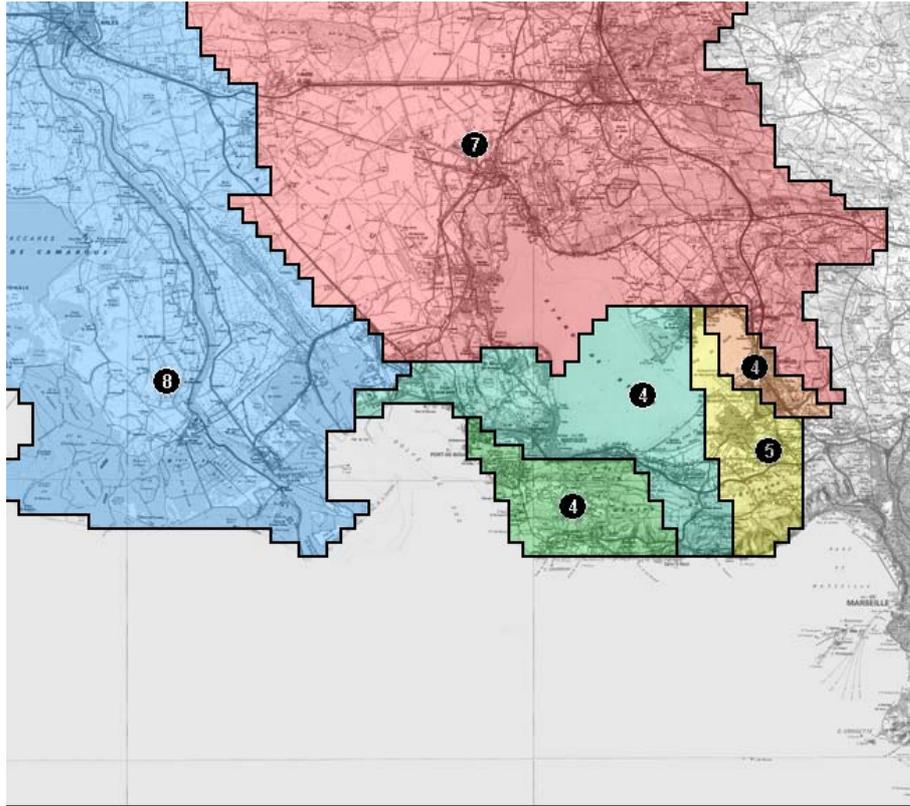


Figure 9 : zonage « AIRFOBEP » avec 6 zones.

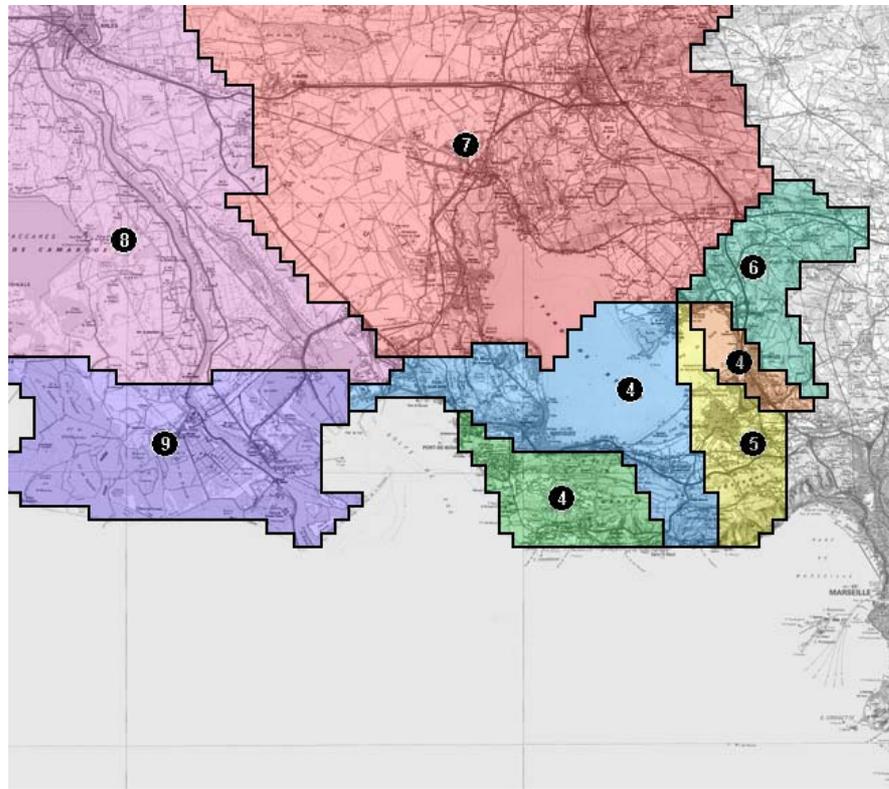


Figure 10 : zonage « AIRFOBEP » avec 8 zones.

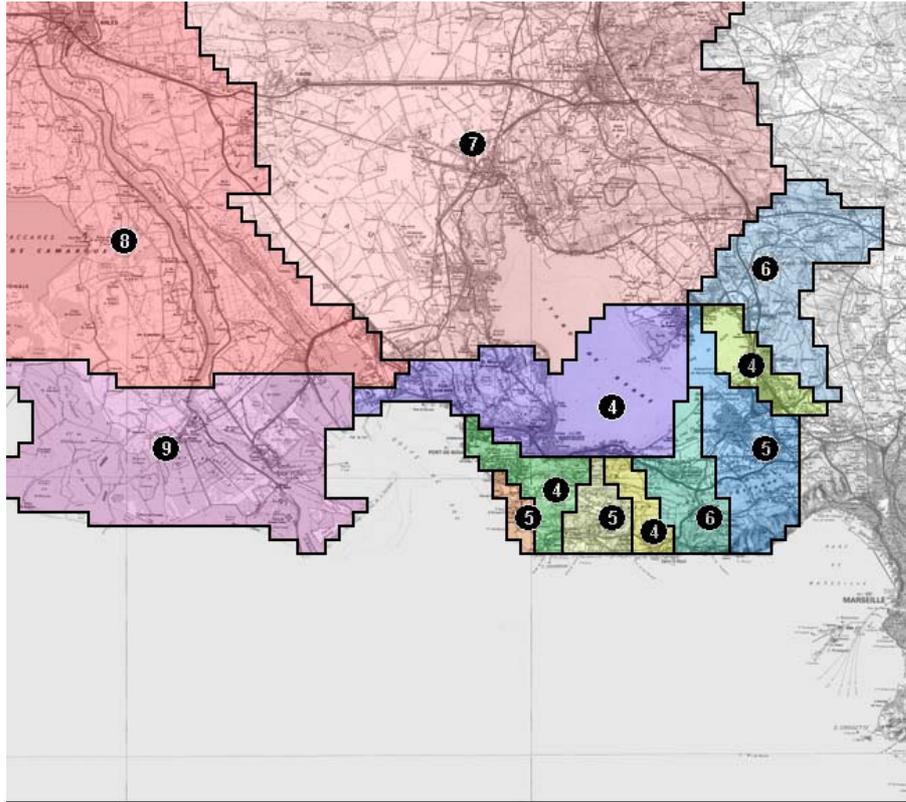


Figure 11 : zonage « AIRFOBEP » avec 12 zones.

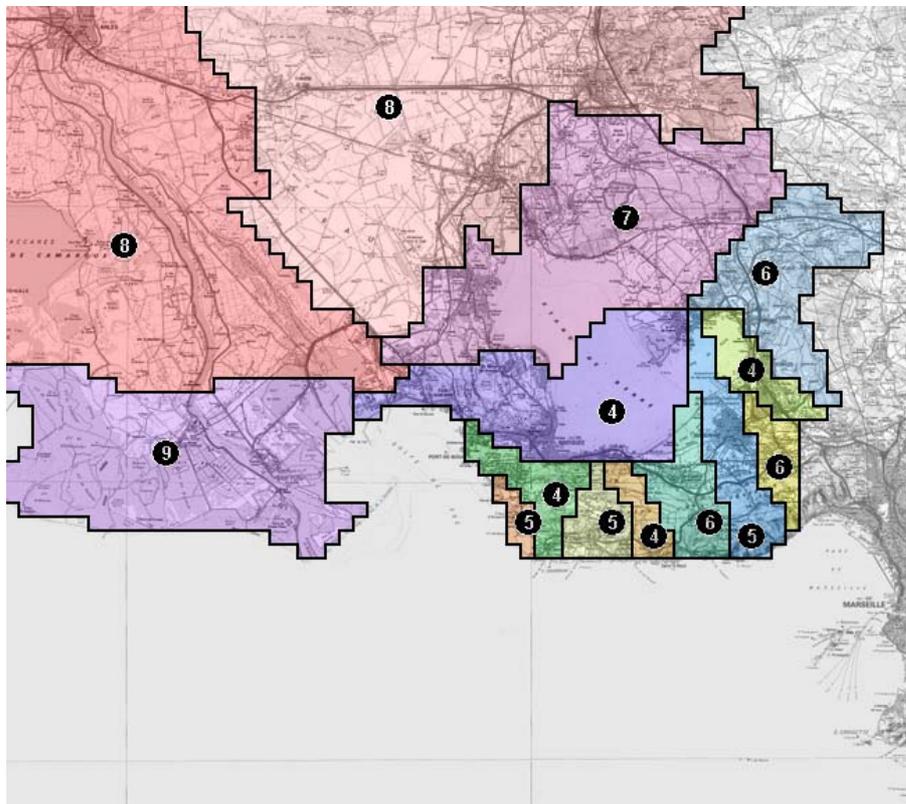


Figure 12 : zonage « AIRFOBEP » avec 14 zones.

Dans ce dernier cas, on voit l'aspect beaucoup plus directionnel du zonage notamment sur la partie sud et sud-est du domaine.

6.5. Bilan

On peut tirer quelques conclusions sur l'apport des différents type de zonage à la constitution d'un zonage d'info-recommandation concernant le dioxyde de soufre.

Le zonage réalisé sur la zone totale définie par le domaine des simulations de la dispersion du dioxyde de soufre présente l'avantage d'être réalisé sur l'intégralité de la base de données des concentrations. Donc on n'introduit pas de biais « mathématique » en tronquant arbitrairement la base de données.

Par contre, puisqu'on prend en compte des zones non habitées (comme par exemple la mer), il est bien clair que ce zonage ne privilégie pas le critère de surveillance des populations. Il ne fait que traduire à l'aide d'outils statistiques des données physiques.

Si on s'intéresse maintenant au zonage, « AIRFOBEP », celui-ci s'appuie sur une base de données « tronquée » à la zone d'intervention d'AIRFOBEP. Cette troncature présente le risque de perdre un peu en réalité physique. Par contre, la contrainte d'info-recommandation sur le domaine d'intervention d'AIRFOBEP est totalement respectée.

On peut de plus noter que ce zonage, alors qu'il se prive d'une partie des données, semble bien restituer certains phénomènes observés par les appareils de mesure d'AIRFOBEP (stations fixes et campagnes temporaires).

Suite aux deux zonages précédents, il nous a paru intéressant de faire un troisième zonage qui se couperait moins de l'aspect physique que le zonage « AIRFOBEP » et qui prendrait en compte quand même l'aspect « détermination de zones d'info-recommandation ». On a donc défini une zone intermédiaire qui prend en compte une bande de mer. Dans ce cas également, on tronque un peu la base de données initiale puisqu'on supprime une information de façon géographique.

Ce dernier zonage permet de définir des zones un peu moins sensibles aux effets de panache constatés sur le zonage « AIRFOBEP » et il prend un peu plus en compte la notion de surveillance des populations puisque le domaine d'étude ne contient pas autant de zones inhabitées que le zonage complet.

On ne peut pas conclure qu'un des zonages est meilleur ou moins bon que les autres. Chacun apporte une information différente dans l'objectif de construire des zones d'info-recommandation.

7. Conclusions

Lors de cette étude, il a été réalisé plusieurs zonages à partir des données de dioxyde de soufre. Chacun de ceux-ci a permis de valider certaines hypothèses.

Le zonage « stations » a permis de valider globalement l'ensemble des données de simulation en montrant que si on ôtait certaines dates qui apparaissaient comme non valides au regard des mesures, on perdait des événements importants. Ceci montre que même si les simulations peuvent ne pas être localement en concordance avec les mesures, elles représentent le phénomène de dispersion de dioxyde de soufre de façon satisfaisante, sur l'ensemble du domaine d'étude.

En outre, ce zonage nous a permis de confirmer la représentativité des données de simulation de l'année 2001.

Concernant les trois autres zonages, ils apportent tous des éléments importants dans l'objectif qui est de concevoir des zones d'info-recommandation en ce qui concerne la dispersion du dioxyde de soufre. Chacun présente des points faibles (prise en compte des zones peuplées ou non, restriction des données qui crée des déséquilibres ...).

Par contre, chacun représente le phénomène « physique » de dispersion du dioxyde de soufre à l'échelle du domaine d'étude et pour l'année 2001. En ce sens, ils sont donc tous les trois représentatifs des phénomènes qui se produisent et ils peuvent donc être considérés comme des zonages réalistes.

BIBLIOGRAPHIE

[1] – NUMTECH

Zonage météorologique de la région de l'étang de Berre et de l'ouest des Bouches-du-Rhône – Phase , II et III – Rapports – Mai 2003, Novembre 2003.

[2] – NUMTECH

Optimisation du réseau de mesure de dioxyde de soufre dans la région de l'étang de Berre - Rapport – Juin 2003.