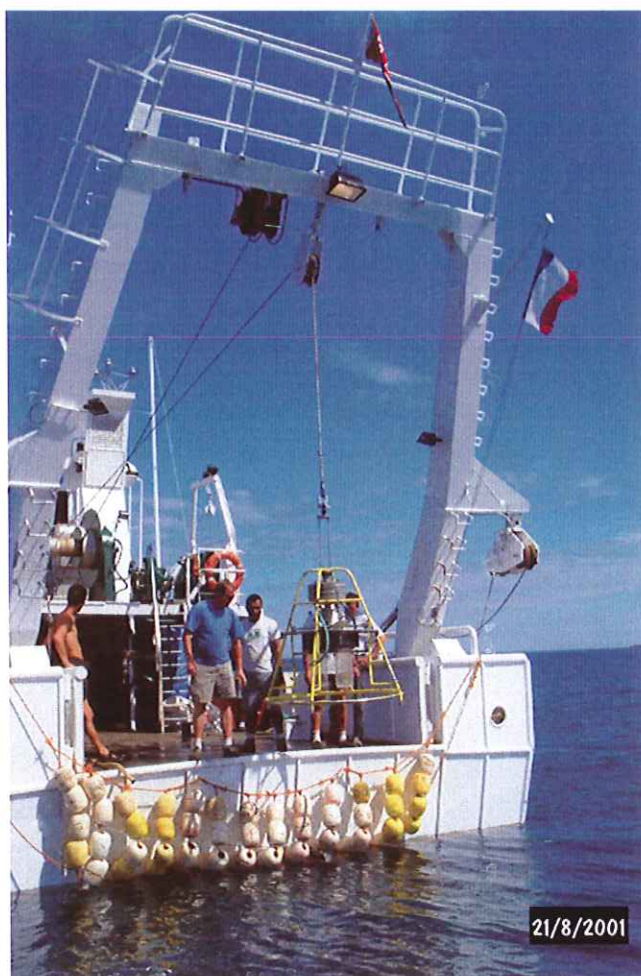


Rapport de contrat de Consultance IRD -SLN

L'environnement marin aux environs du site de Doniambo



I Circulation

Décembre 2003

Courantologie et Transport

Rappel de l'objectif général

Les courants marins sont responsables de la dispersion en mer des apports en provenance de la terre. La courantologie constitue donc un préalable essentiel à toute compréhension des mécanismes de transport des éléments rejetés en milieu marin.

L'IRD développe depuis plusieurs années un modèle hydrodynamique tridimensionnel du lagon sud-ouest de Nouvelle Calédonie. Ce modèle, qui calcule les courants dus aux effets conjugués du vent et de la marée, a été globalement validé par des mesures de courants et de variations du niveau de la mer (Douillet 1998, Douillet et al. 2001). Depuis 2000, un modèle de transport des vases a été couplé au modèle hydrodynamique. Il prend en compte les mécanismes de dépôt et d'érosion des particules. Il tient compte de la diffusion verticale turbulente qui dépend des gradients verticaux de courant et des stratifications.

L'objectif général du travail proposé consistera donc à utiliser les outils de modélisation déjà développés à l'IRD pour :

- ✓ Déterminer les courants dans la zone considérée en fonction des deux principales forces agissant sur la circulation : la marée et le vent.
- ✓ Caractériser et simuler le transport de substances dissoutes à partir du fond de l'Anse Uaré.
- ✓ Caractériser et simuler la dynamique des sédiments cohésifs (vases).

Courant mesuré à l'aide d'un ADCP

Un courantomètre ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) RDI WorkHorse 300 KHz a été déployé dans l'entrée de la grande rade du 28 août 2003 au 25 octobre 2003 (Figure 1). Cet appareil a mesuré les courants à partir de trois mètres du fond jusqu'à trois mètres de la surface pour des tranches de un mètre. Les données sont moyennées sur dix minutes à partir d'une série de 900 profils ce qui assure une erreur de mesures inférieure à 6 mm/s.

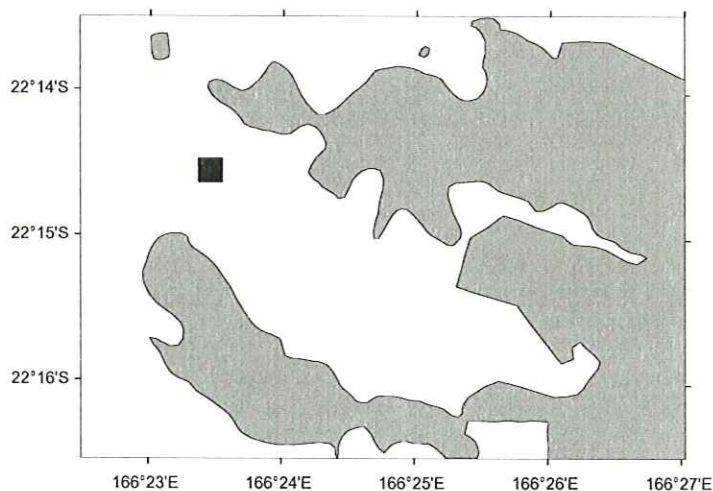


Figure 1 : Position du courantomètre ADCP

Les mesures obtenues dans l'entrée de la Grande Rade (Figure 2) montrent que les courants sont relativement faibles, qu'ils sont en général de l'ordre de 5 cm/s et qu'ils n'excèdent pas

les 12 à 15 cm/s. Ces courants sont en grands partis générés par la marée. En effet au cours du cycle de marée, à marée montante, les courants sont dirigés vers l'intérieur de la baie et, à marée descendante, les courants sont dirigés vers l'extérieur de la baie. Ces courants de flot et de jusant sont modifiés par l'action du vent qui souffle sur le lagon. Lorsque des alizés sont présents, la force exercée par celui-ci décale l'ensemble du champ de courant vers le nord-ouest. Le phénomène de flot et de jusant est alors remplacé par la variation de la vitesse dans cette direction. Celle-ci augmente ou diminue en fonction des forces respectives de la marée et du vent.

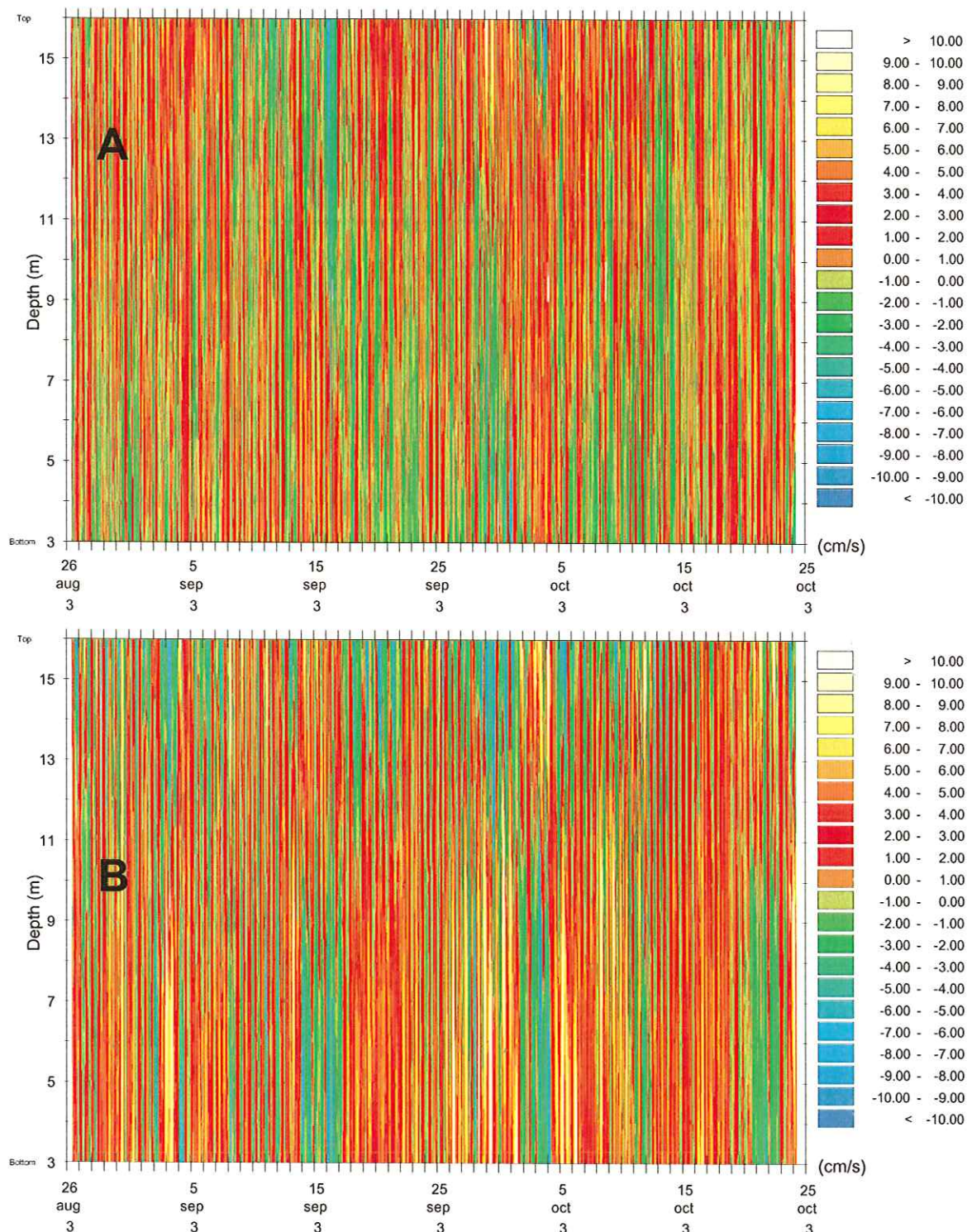


Figure 2 : Courants instantanés mesurés à l'entrée de la Grande Rade par un courantmètre Doppler : A composante sud-nord du courant, B composante Ouest Est.

Durant la période où a été déployé le courantomètre Doppler, la vitesse et la direction du vent ont été mesurés à la balise de l'îlot Maître (Figure 3). Le vent en ce point est peu influencé par la Grande Terre. Les vents qui y sont observés sont généralement plus forts que ceux observés dans la Grande Rade. Ceci est particulièrement remarquable en période d'alizé, de vent de sud ou de nord. Lors des coups d'ouest, les vents pénètrent plus facilement dans la rade et ils sont alors plus proches de ceux mesurés à l'îlot Maître.

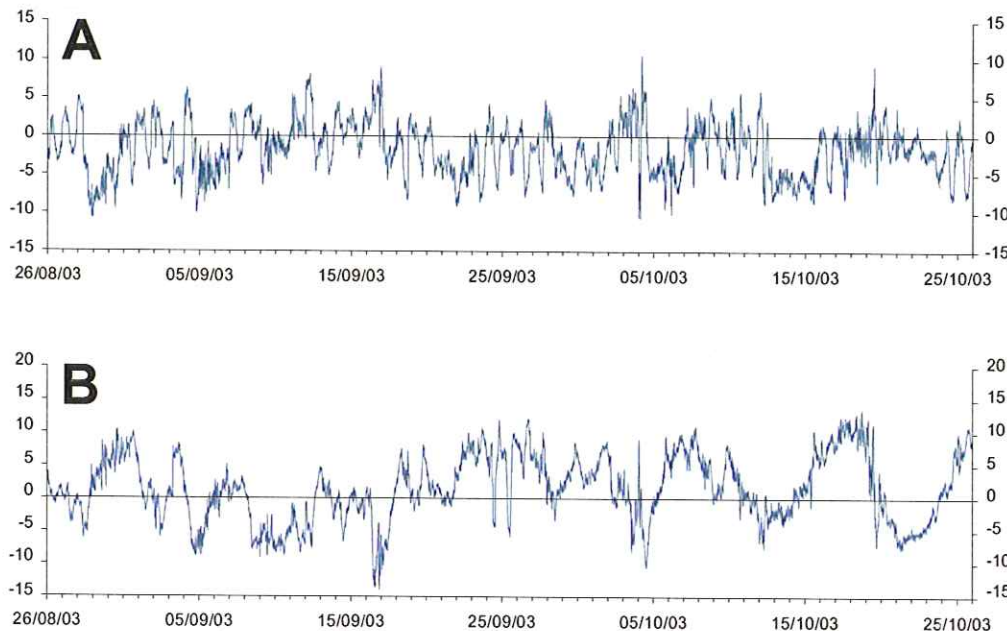


Figure 3 : Courants instantanés mesurés à l'entrée de la Grande Rade par un courantomètre Doppler : A composante sud-nord du courant, B composante Ouest Est.

Ces deux mois sont caractérisés par de fortes variations du vent. Les périodes où la direction et l'intensité du vent étaient stabilisées n'excèdent pas un à deux jours. Les variations diurnes de l'intensité sont fortes et la direction fluctue largement au cours du temps. Aucune période significative de vent venant du nord n'a pu être observée. Du 29 au 31 août 2003 les vents forts se sont d'abord orientés au sud puis ont tourné ensuite au sud-est. Du 8 au 11 septembre le vent d'ouest a prédominé. Il en est de même le 16 septembre où le vent a atteint 12 m/s (24 nœuds) et du 21 au 23 octobre. Les alizés ont été présents autour du 25 septembre et du 16 au 18 octobre. Enfin les périodes du 4 au 6 septembre, du 5 octobre et du 12 au 14 octobre sont caractérisées par des vents de sud.

Pour analyser la relation entre le vent et les courants mesurés, ces derniers ont été filtrés sur 24 heures de manière à éliminer l'effet de la marée (Figure 3). Les données ainsi obtenues montrent que lorsque le vent souffle sur le lagon, et quelque soit sa direction, il y a en général inversion des courants entre la surface et la sub-surface. Lors des périodes de vent de sud, le courant de surface est orienté nord-ouest alors que le courant en sub-surface est orienté sud-est. Lors des vents d'ouest, les courants en surface sont orientés au sud-est et ceux en sub-surface au nord-ouest. Lors des périodes d'alizés, les courants en sub-surface sont orientés au sud-est et s'annulent ou s'inversent vers la surface. Dans ce cas le maximum de courant se situe dans les 3 premiers mètres de la colonne d'eau, une zone que le courantomètre ne peut mesurer.

En conclusion, ces mesures montrent que les courants de la Grande Rade, au point de mesure, sont dus à la fois au vent et à la marée. La marée crée les courants de flot et de jusant. Le vent

lui crée les inversions de courants entre la surface et le fond. Il est donc possible à partir de ces données de caractériser la nature des courants, par contre, la méconnaissance fine des vents soufflant sur la Grande Rade rend impossible la quantification de l'influence des deux forçages sur la création des courants.

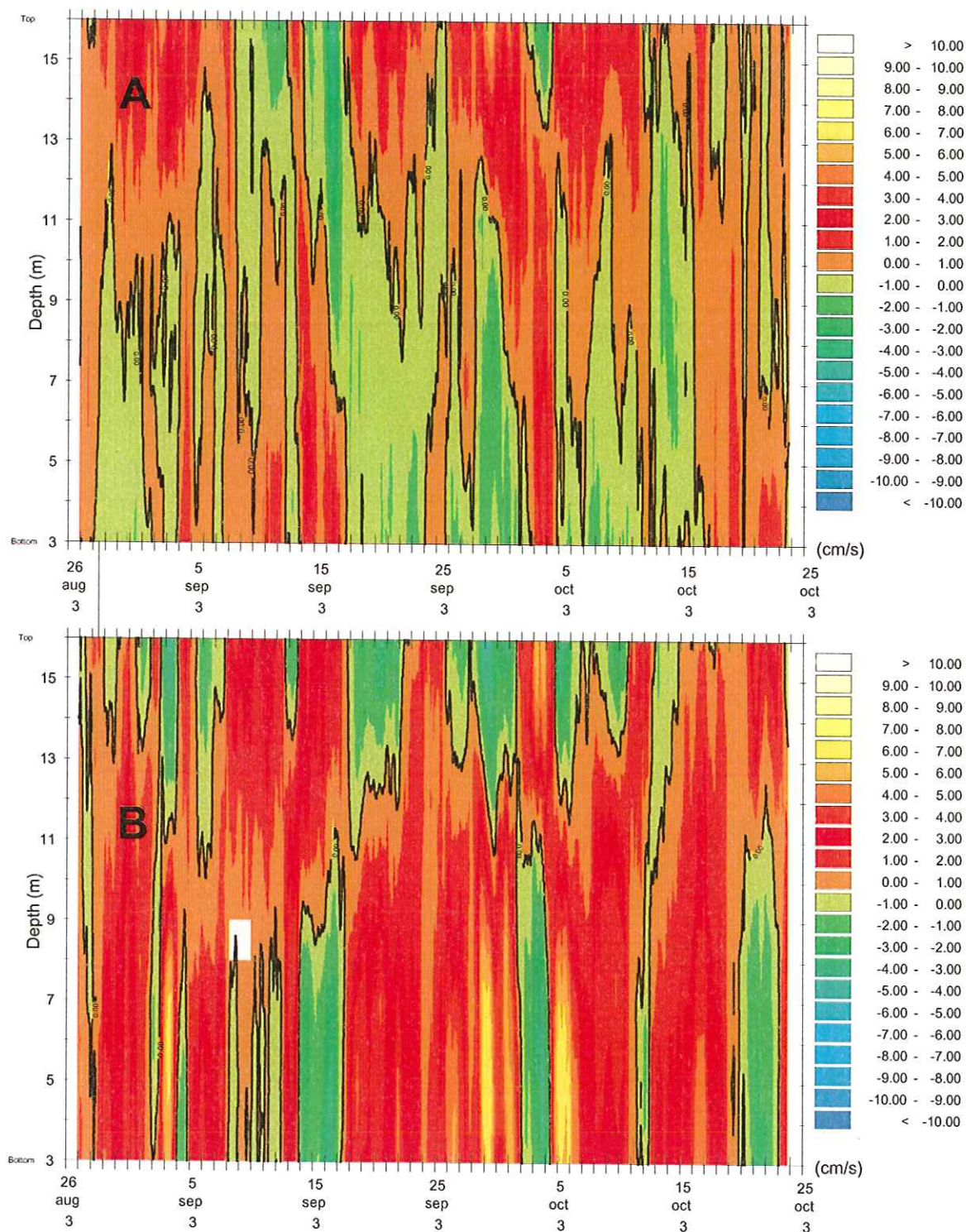


Figure 4 : Courants, filtrés sur 24 heures, mesurés à l'entrée de la Grande Rade par un courantomètre Doppler : A composante sud-nord du courant, B composante ouest-est.

Comparaison modèle mesures

Même si la méconnaissance du vent réel soufflant sur la Grande Rade, et entre autre son hétérogénéité spatiale, ne permet pas la comparaison quantitative des courants mesurés par le courantomètre Doppler et de ceux calculés par le modèle, la comparaison qualitative est tout de même possible entre le modèle et les mesures. Pour ce faire on étudie séparément la part du courant due la marée, et celle due au vent.

Les courants maximaux calculés par le modèle dans le cas de la marée seule (Figure 5) sont du même ordre de grandeur que ceux mesurés. Ils sont au maximum de 3 à 4 cm/s et sont barotropes (du même ordre de grandeur de la surface à la couche logarithmique). Lors des périodes de vent d'ouest, une fois enlevé la part due à la marée, les mesures montrent, l'inversion des courants entre la surface et le fond. Ils sont orientés en surface au sud-est et alors qu'au fond ils sont orientés au nord-ouest. Le modèle montre le même type de résultats (Figures 8 et 9) pour cette forme de vent. Dans le cas des alizés, le modèle (Figures 6 et 7) et la mesure présentent aussi une inversion de courant entre la surface et le fond, mais avec un courant de surface portant au nord-ouest et un courant près du fond portant au sud-est. Pour les vents soufflant du sud, la position du point de mesure, rend la comparaison entre les données et le modèle plus difficile. En effet le modèle montre clairement que le point de mesure est situé dans une zone où l'hétérogénéité spatiale des courants est très forte. Il est néanmoins clair, que dans les deux cas (mesures et modèle), il y a encore une inversion entre la surface et le fond.

En conclusion, l'accord entre la mesure et le modèle semble bon. Les ordres de grandeur sont respectés par le modèle. Celui-ci reproduit bien les courants barotropes dus à la marée et les inversions de courants surface/fond dues à l'effet du vent.

Atlas de circulation

L'approche modélisation ayant été validée par les mesures in situ, il est donc possible de proposer des scénarios en fonction du vent et de la marée. L'ensemble de ces scénarios a été compilé dans l'atlas numérique de circulation.

L'influence du vent seul a tout d'abord été étudiée. Les simulations ont consisté à appliquer sur le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie des vents de force et de direction différente. Des cartes de courants ont été extraites après 100 heures de simulation. Elles consistent, pour chaque force et direction du vent, en une carte des courants de surface, une carte des courants sur la couche du modèle près du fond, et 9 cartes comprises entre 2 mètres et 18 mètres par pas de deux mètres. Les vents simulés sont les suivants :

- vent de 4 m/s et direction 110° (direction des alizés)
- vent de 8 m/s et direction 110°
- vent de 10 m/s et direction 110°
- vent de 12 m/s et direction 110°
- vent de 16 m/s et direction 110°
- vent de 4 m/s et direction 270° (vent d'ouest)
- vent de 8 m/s et direction 270°
- vent de 10 m/s et direction 270°
- vent de 12 m/s et direction 270°

- vent de 16 m/s et direction 270°
- vent de 8 m/s et direction 0° (vent de nord)
- vent de 12 m/s et direction 0°
- vent de 8 m/s et direction 180° (vent de sud)
- vent de 12 m/s et direction 180°

La deuxième série de simulations a consisté à prendre en compte la marée et le vent simultanément. Pour la marée, l'onde semi-diurne M_2 (l'onde de marée principale autour de la Nouvelle-Calédonie) a été ajoutée dans le modèle. Comme pour la première série, les 14 conditions de vent ont été étudiées. Des cartes ont été extraites durant le dernier cycle de marée qui précèdent les 100 heures de simulation. Elles consistent en 12 cartes horaires centrées sur les heures de basse-mer et de haute-mer de Nouméa pour les couches de surface et de fond calculées par le modèle.

Cet atlas représente 514 cartes. Il consiste en un Cd-rom comprenant l'ensemble des cartes et un logiciel permettant leur visualisation et leur impression. L'installation et l'utilisation de ce logiciel sont expliquées dans l'annexe A.

Synthèse des courants dans la Grande Rade.

Courants de marée (Figure 5)

En chaque point de calcul, les courants en surface et au fond du lagon sont relativement similaires tout au long du cycle de marée, les directions et les intensités sont très proches. Le courant sur la couche de fond est en général plus faible car il est situé dans la couche logarithmique qui est liée au frottement sur le fond. A marée-haute et à basse-mer, les courants sont minimaux. Ils sont au maximum à mi-marée montante et à mi-marée descendante. A marée descendante (Figure 5a), les courants sont dirigés vers l'extérieur de la Grande Rade, qui alors se vide. A marée montante, les courants sont dirigés vers l'intérieur de la Grande Rade, qui alors se remplit. Devant la sortie de l'anse Uaré, les courants à mi-marée sont perpendiculaires à la direction principale de la Grande Rade.

Courants dus aux Alizés et à la marée (Figures 6 et 7)

Les courants générés en surface et au fond dans le cas d'un forçage dû à la marée et à un alizé sont très différents. En surface, lors de la marée descendante (Figures 6a, et 7a), le vent et la marée sont en phase. Les courants, qui sont plus forts que pour la marée toute seule, sont orientés vers la sortie de la baie. Près du fond, lors de la marée descendante les courants sont partiellement orientés vers l'intérieur de la Grande Rade. Plus le vent est fort, plus ce courant se renforce. A marée montante (Figures 6b, et 7b), lorsque le vent est fort, le courant qu'il génère en surface est suffisamment fort pour annuler le courant entrant dû à la marée et le courant devient sortant. Lorsque le vent est plus faible, en surface, la Grande Rade peut être séparée en deux zones, une première, au fond de la baie, où le courant est sortant, une deuxième, à l'entrée de la baie, où le courant est entrant. Près du fond, le courant est dans tous les cas entrant. Devant la sortie de l'Anse Uaré, les courants sont en général perpendiculaires à cette sortie ou ils sont très faibles, ainsi que le montre la Figure 6a courant près du fond à haute mer + 4 heures.

Courants dus à des vent d'ouest et à la marée (Figures 8 et 9)

Comme dans le cas des alizés, l'ajout d'un vent d'ouest dans la circulation crée une forte structuration verticale des courants dans la Grande Rade. Dans ce cas, le schéma de circulation peut pratiquement être inversé par rapport aux alizés. A marée montante (Figures 8b et 9b), le vent et la marée sont en phase. Les courants qui sont plus forts que pour la marée toute seule sont orientés vers le fond de la baie. Pour compenser cette accumulation d'eau dans le fond de la Grande Rade, un courant de retour en sub-surface pousse les masses vers la sortie de la baie. La force de ce courant varie fortement au cours du cycle de marée, il dépend fortement des influences respectives du vent et de la marée. A marée descendante, les deux forçages sont en opposition. Lorsque le vent n'est pas trop fort, cela crée à mi-marée, en surface, une séparation de la Grande Rade en deux zones : une première, au fond de la baie, où le courant est dirigé vers le fond de la baie, une deuxième, à l'entrée de la baie, où le courant est dirigé vers la sortie. A marée descendante, le courant près du fond est dirigé vers l'extérieur de la baie. Devant la sortie de l'Anse Uaré, les courants sont soit très faibles soit parallèles à la côte.

Courants dus à des vent de sud et à la marée (Figure 10)

Dans le cas d'un vent venant du sud, le courant généré en surface par ce vent est en général perpendiculaire au courant généré par la marée. Les courants en surface sont donc globalement dirigés vers le nord et oscillent dans l'autre direction entre l'ouest et l'est au cours du cycle de marée. En sub-surface, les courants sont dirigés vers le sud-est. Le vent a tendance à vider en surface le lagon. Ce phénomène est compensé par les courants de sub-surface qui réalimente la Grande Rade. Devant la sortie de l'Anse Uaré, en surface, les courants sont dirigés vers le nord-est et ont tendance à longer la côte. En sub-surface, les courants sont relativement faibles.

Courants dus à des vent de nord et à la marée (Figure 10)

Comme dans le cas des vents venant du sud, le courant générés en surface par le vent de nord est en général perpendiculaire au courant générés par la marée. Les courants en surface sont donc globalement dirigés vers le sud et oscillent dans l'autre direction entre l'ouest et l'est au cours du cycle de marée. En sub-surface, les courants sont dirigés vers le nord-ouest. Le vent a tendance à remplir le fond de la Grande Rade. Ce phénomène est compensé par les courants de sub-surface qui tendent à la vider. Devant la sortie de l'Anse Uaré, en surface, les courants sont dirigés vers le sud-ouest et ont tendance à longer la côte. En sub-surface, les courants portent au nord-ouest.

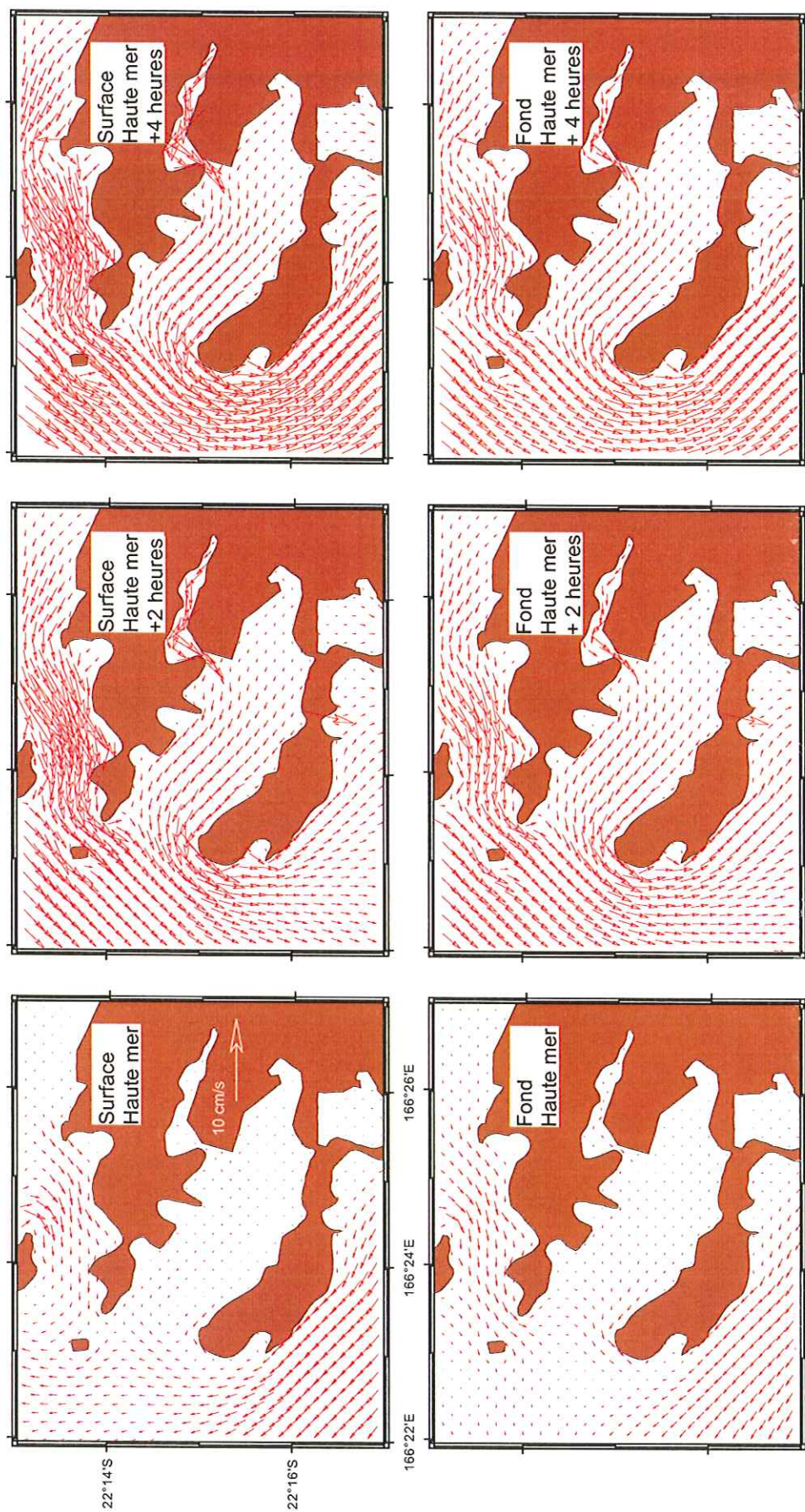


Figure 5a : Courants dus à la marée, calculés par le modèle, de haute mer à haute mer + 4 heures

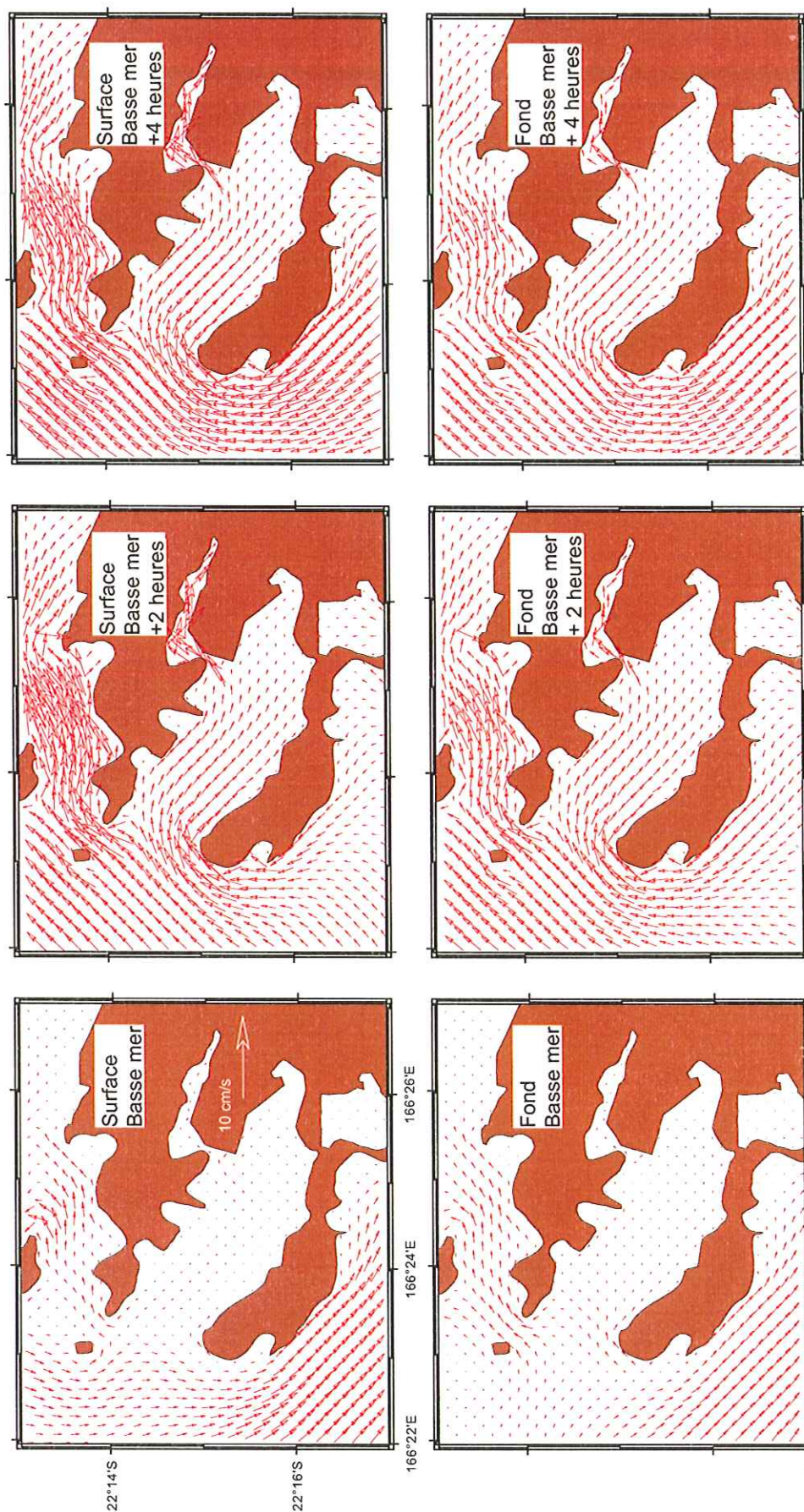


Figure 5b : Courants dus à la marée, calculés par le modèle, de basse mer à basse mer + 4 heures

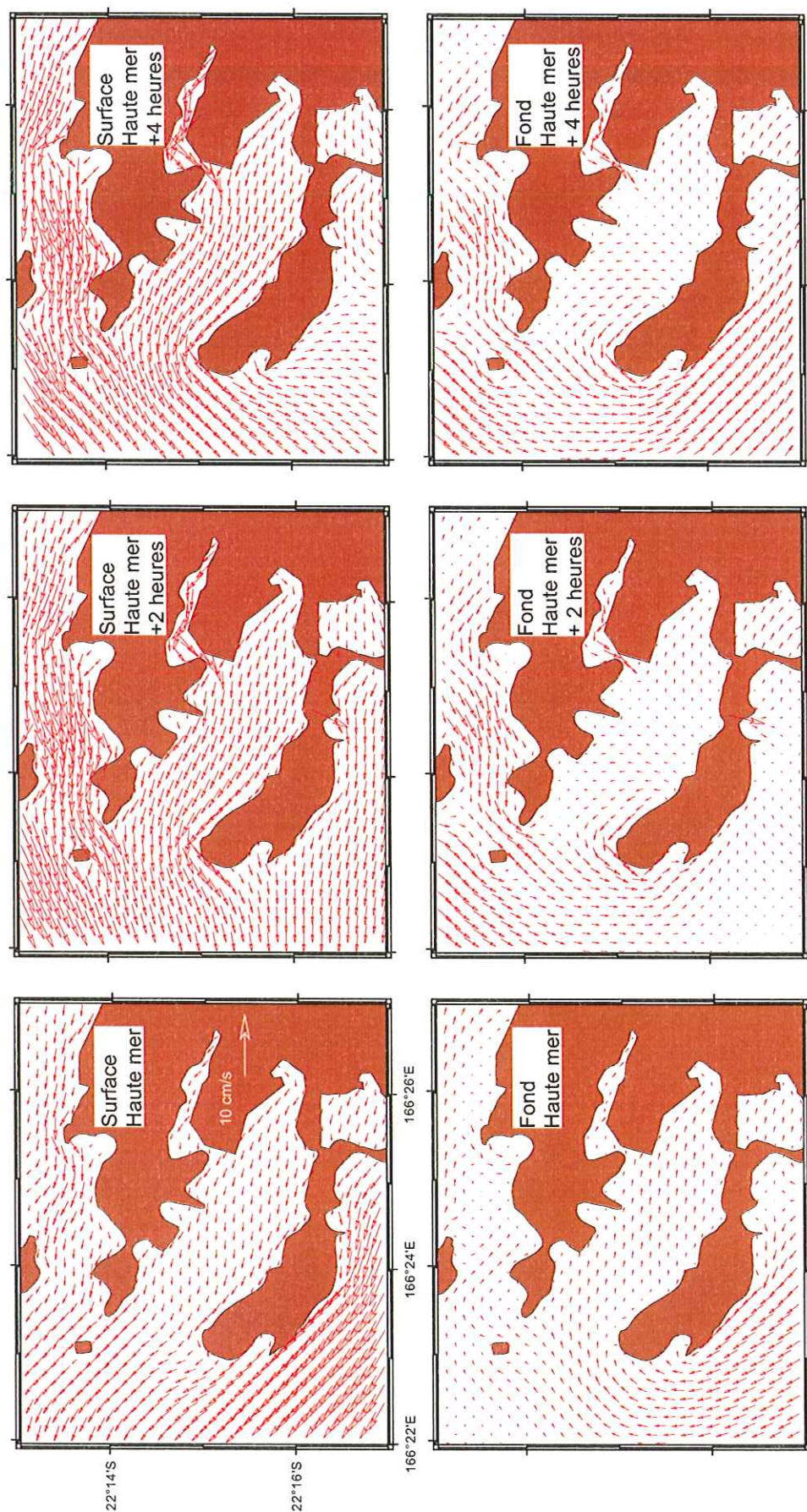


Figure 6a : Courants dus à la marée et un alizé de 4m/s, calculés par le modèle, de haute mer à haute mer + 4 heures

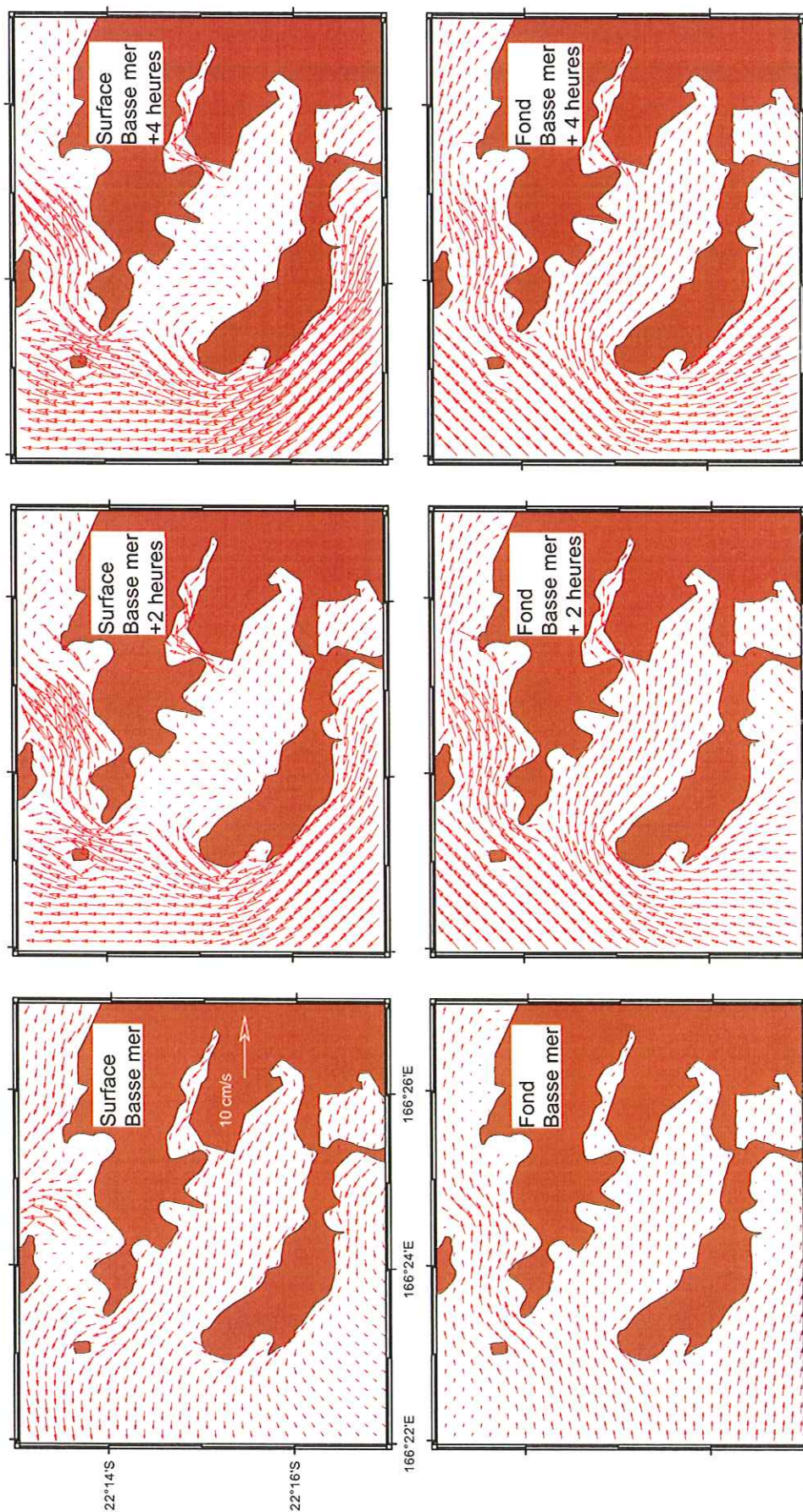


Figure 6b : Courants dus à la marée et un alizé de 4m/s, calculés par le modèle, de basse mer à basse mer + 4 heures



Figure 7a : Courants dus à la marée et un alizé de 10m/s, calculés par le modèle, de haute mer à haute mer + 4 heures

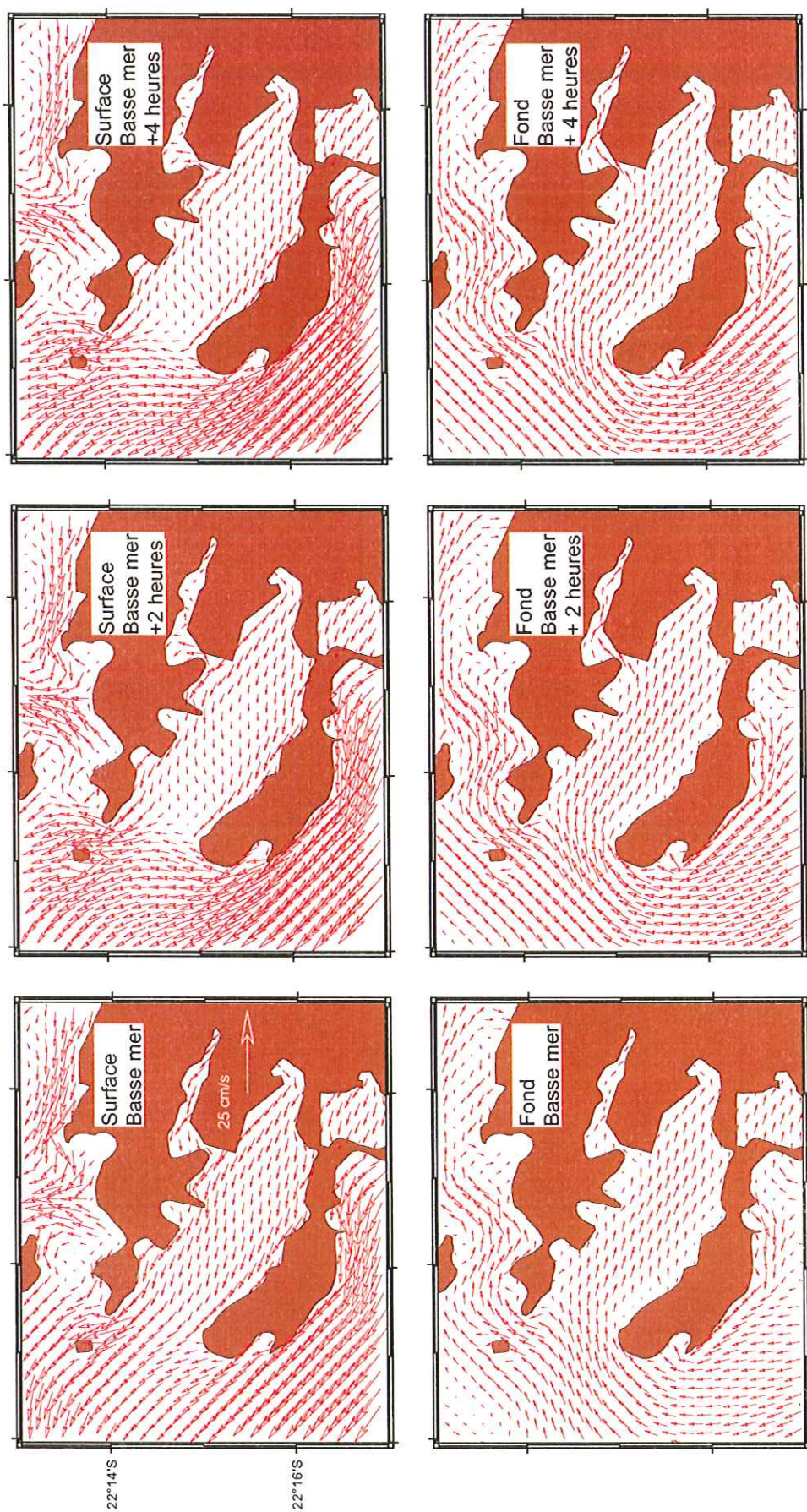


Figure 7b : Courants dus à la marée et un alizé de 10m/s, calculés par le modèle, de basse mer à basse mer + 4 heures

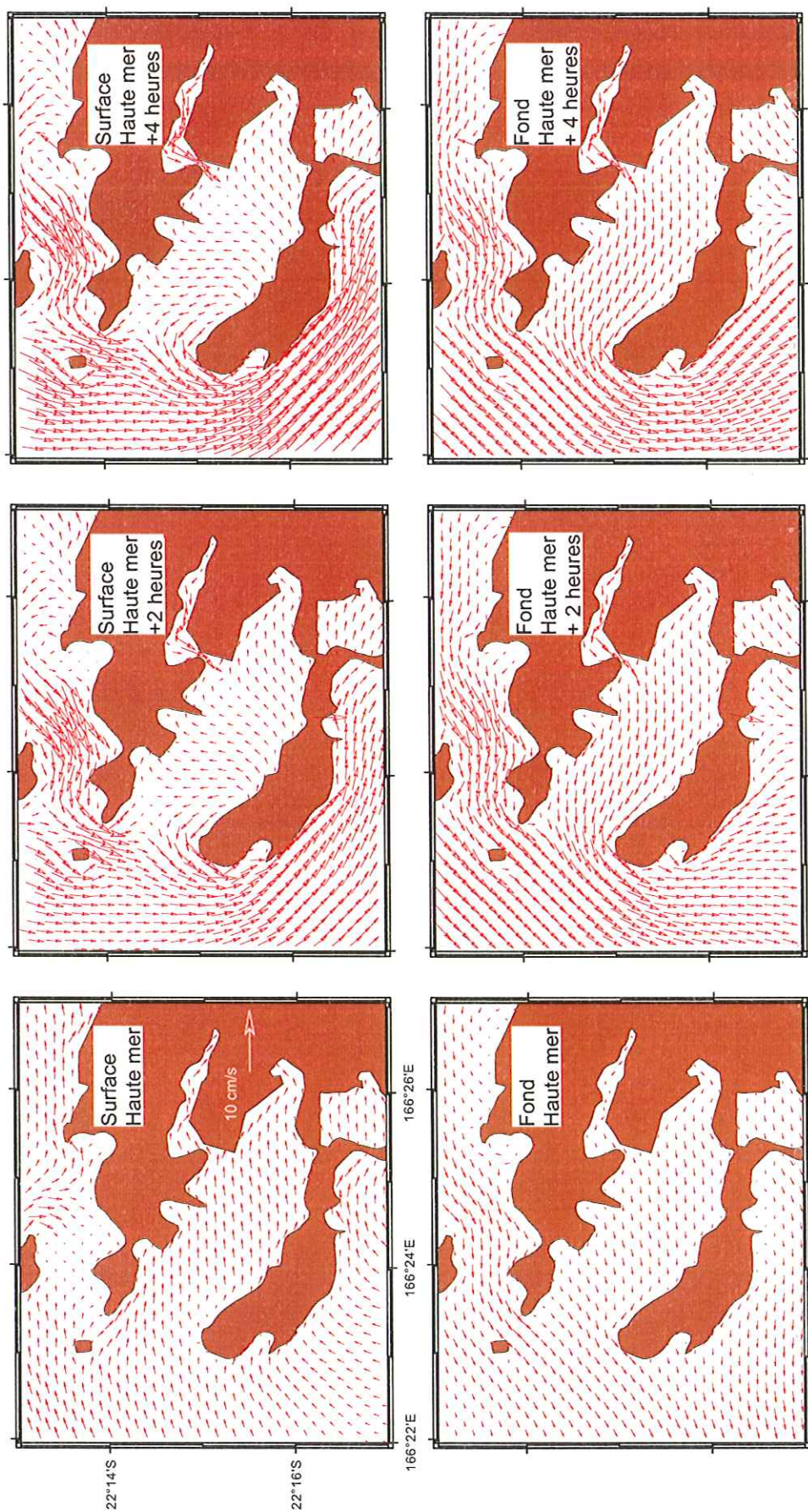


Figure 8a : Courants dus à la marée et un vent de 4m/s de direction 270°, calculés par le modèle, de haute mer à haute mer + 4 heures

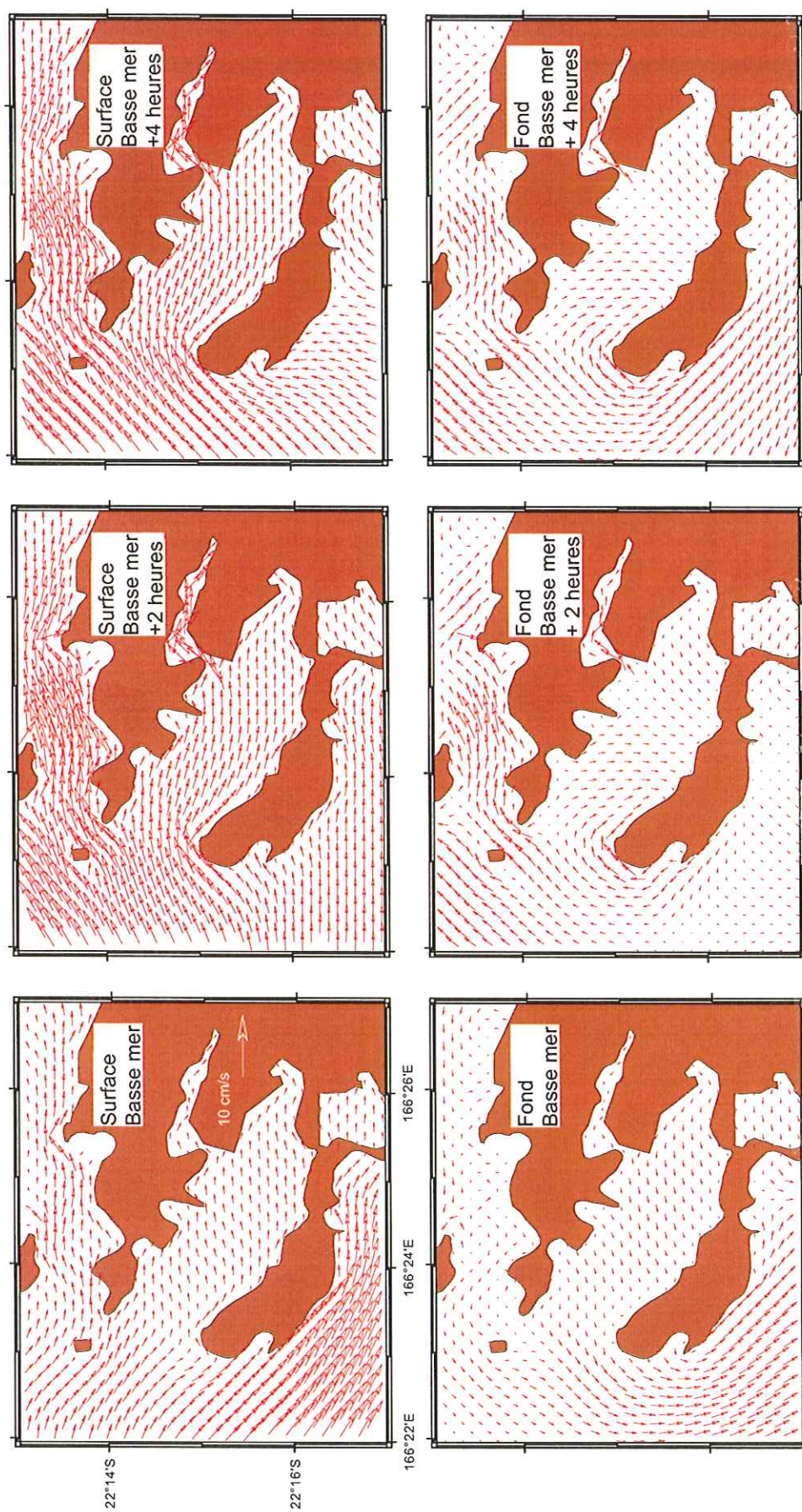


Figure 8b : Courants dus à la marée et un vent de 4m/s de direction 270°, calculés par le modèle, de basse mer à basse mer + 4 heures

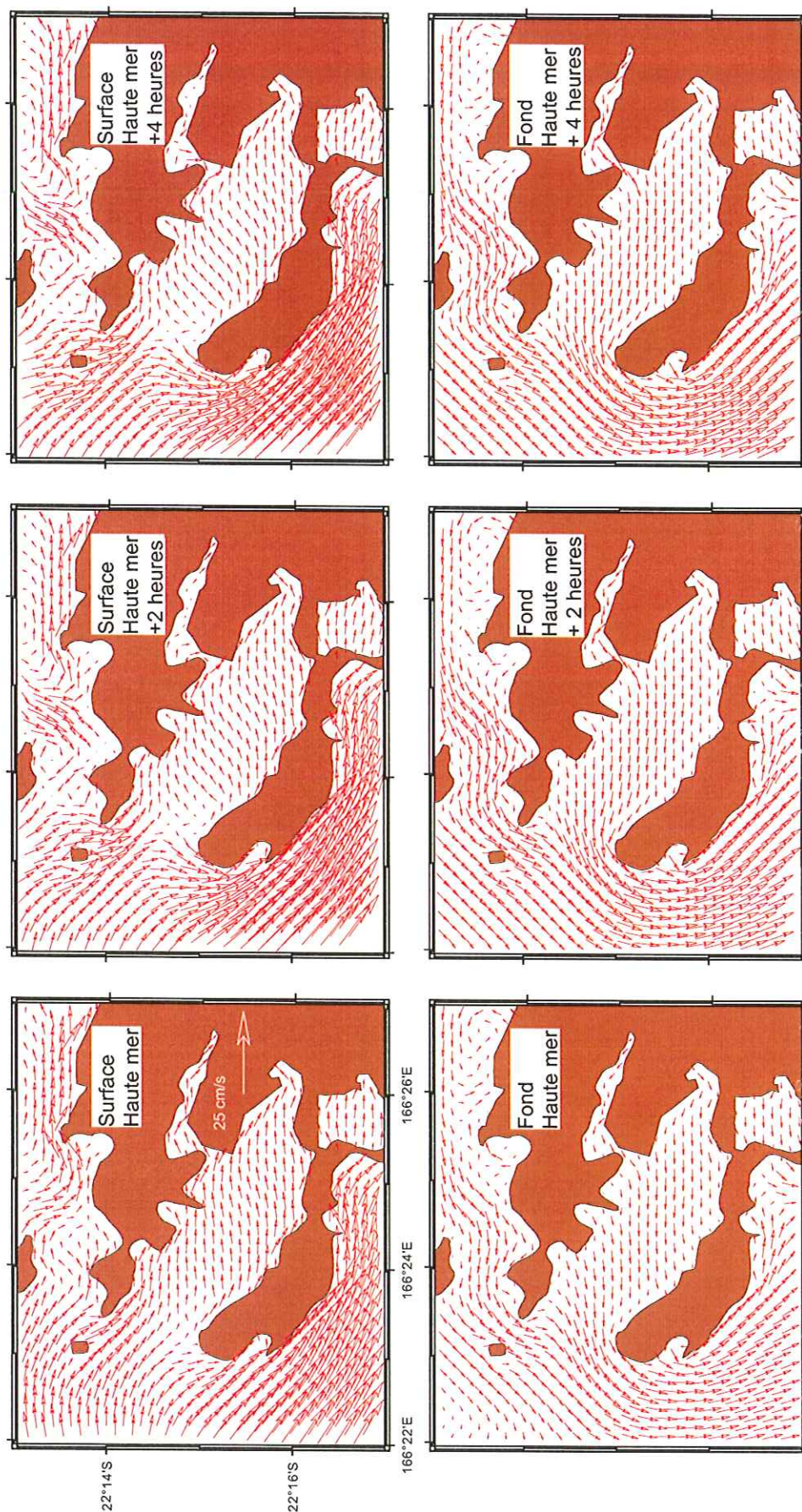


Figure 9a : Courants dus à la marée et un vent de 10m/s de direction 270°, calculés par le modèle, de haute mer à haute mer + 4 heures

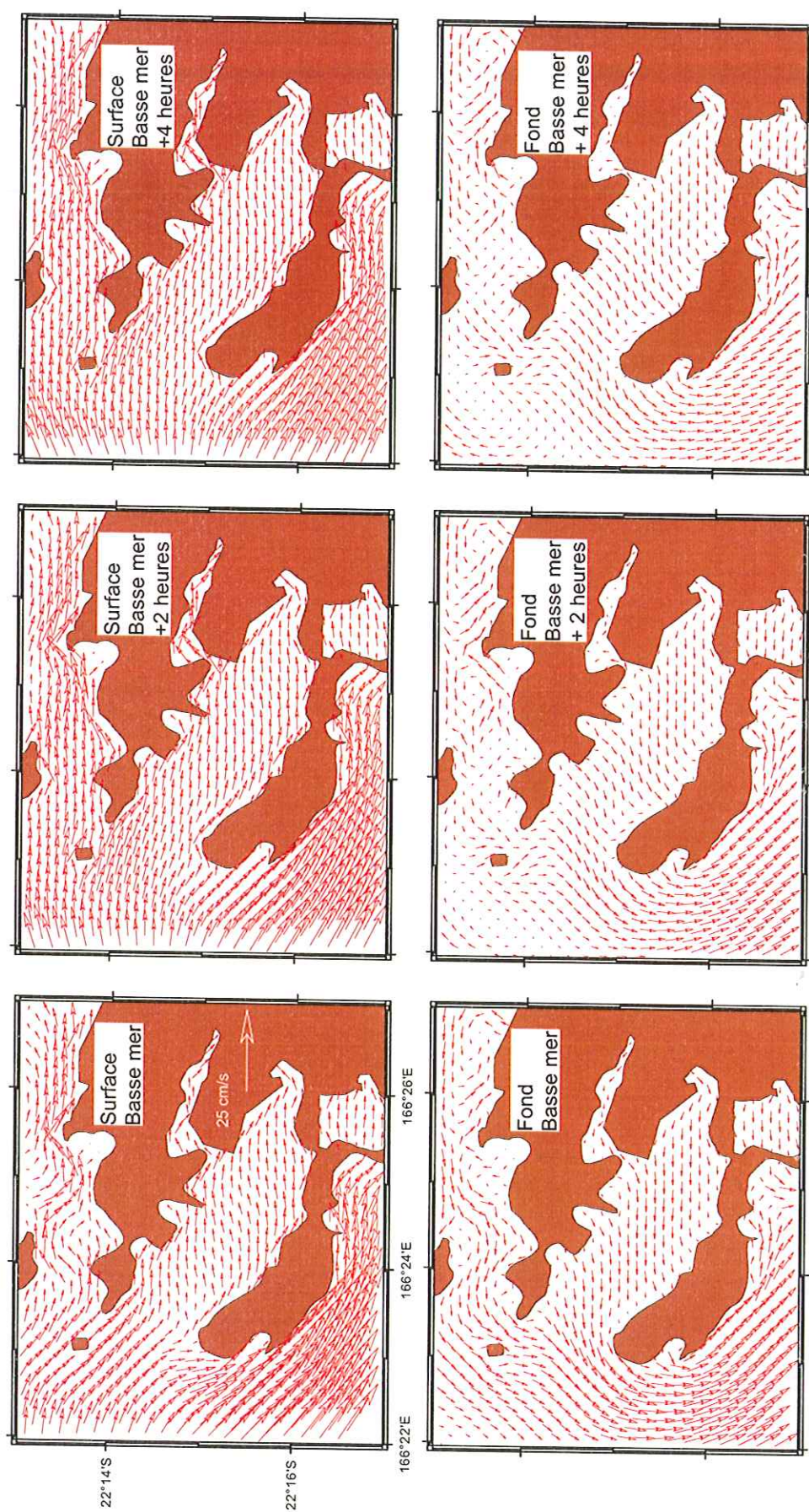


Figure 9b : Courants dus à la marée et un vent de 10m/s de direction 270°, calculés par le modèle, de basse mer à basse mer + 4 heures

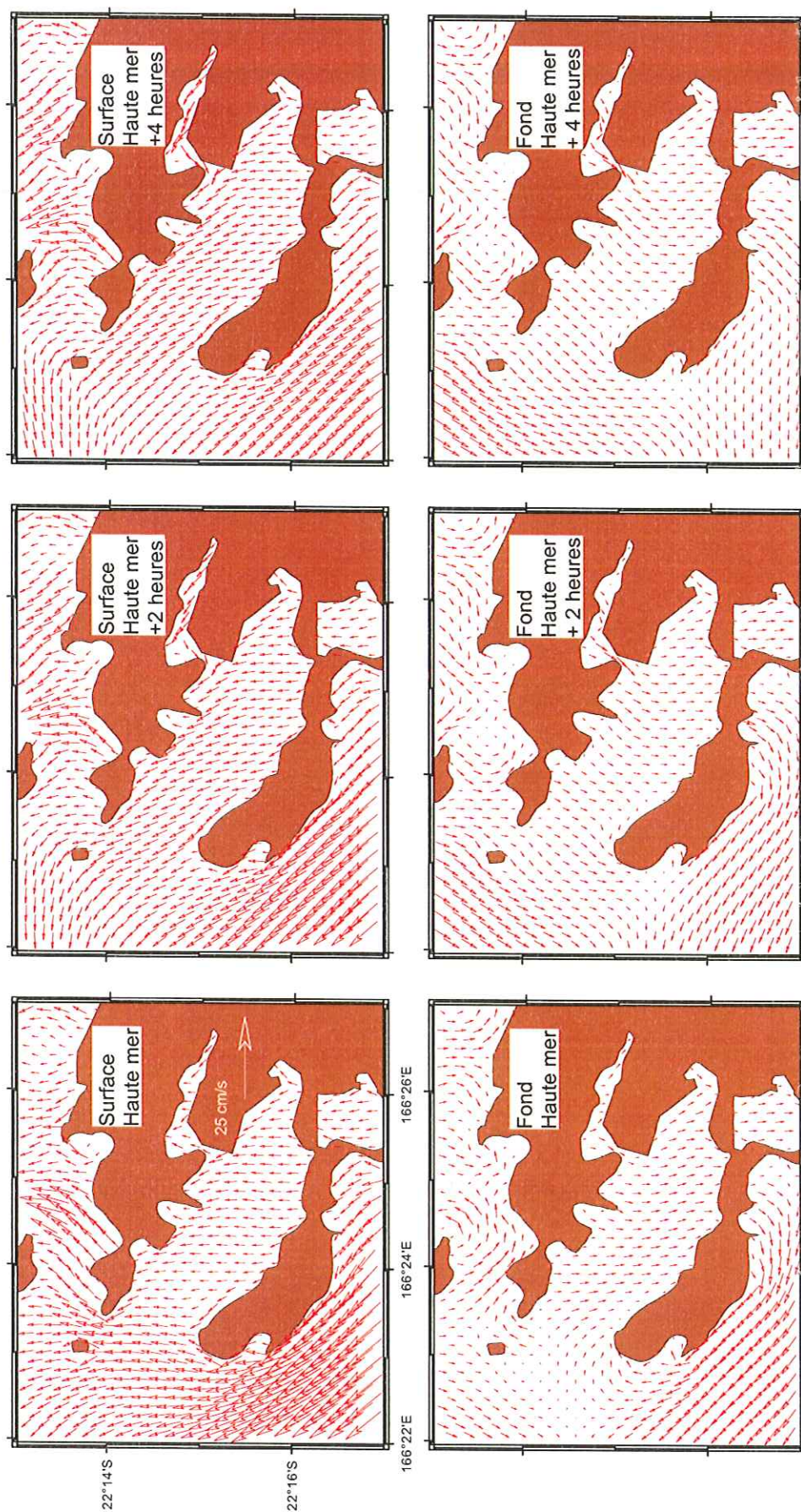


Figure 10a : Courants dus à la marée et un vent de 8m/s de direction 180°, calculés par le modèle, de haute mer à haute mer + 4 heures

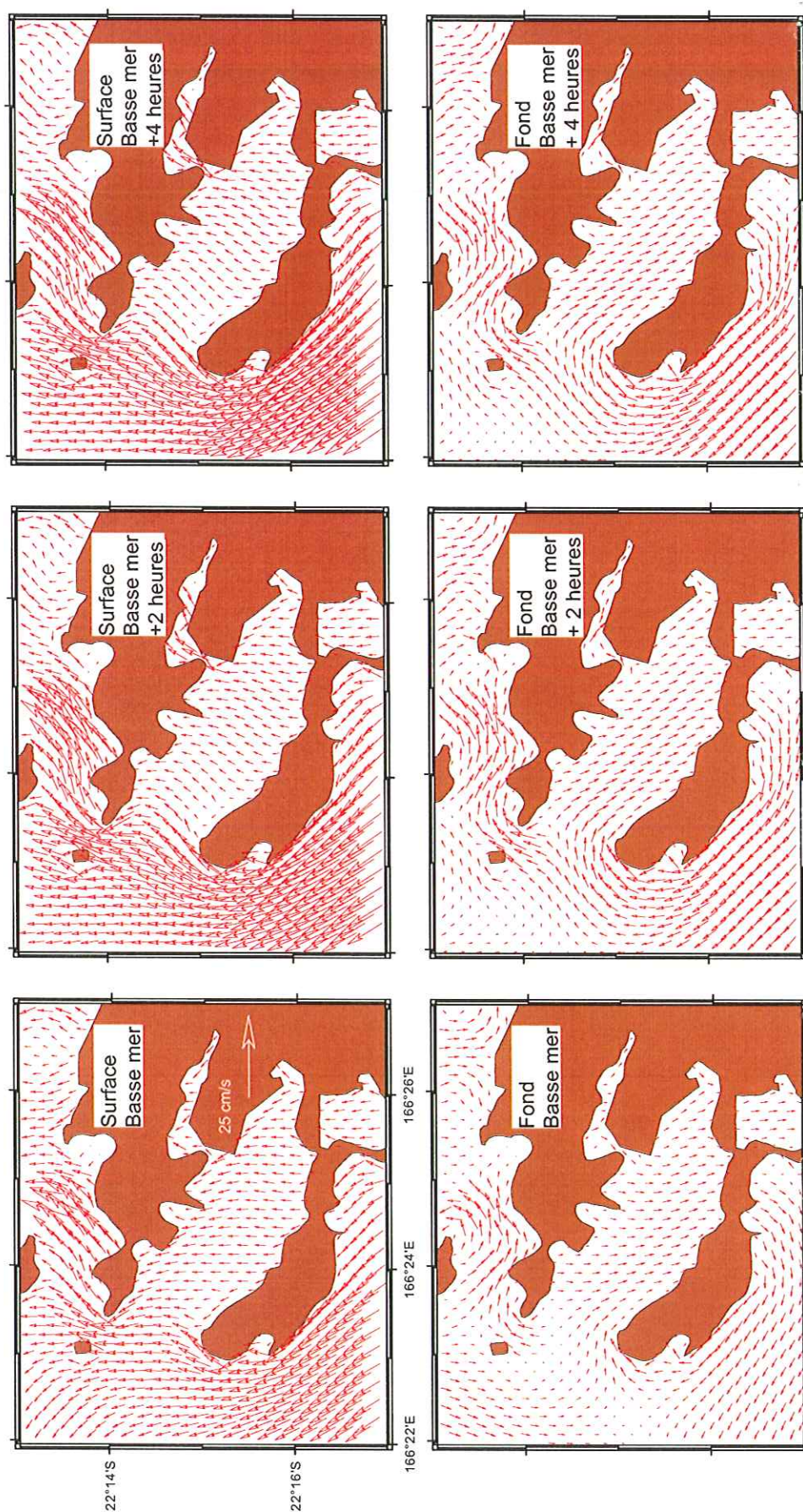


Figure 10b : Courants dus à la marée et un vent de 8m/s de direction 180°, calculés par le modèle, de basse mer à basse mer + 4 heures

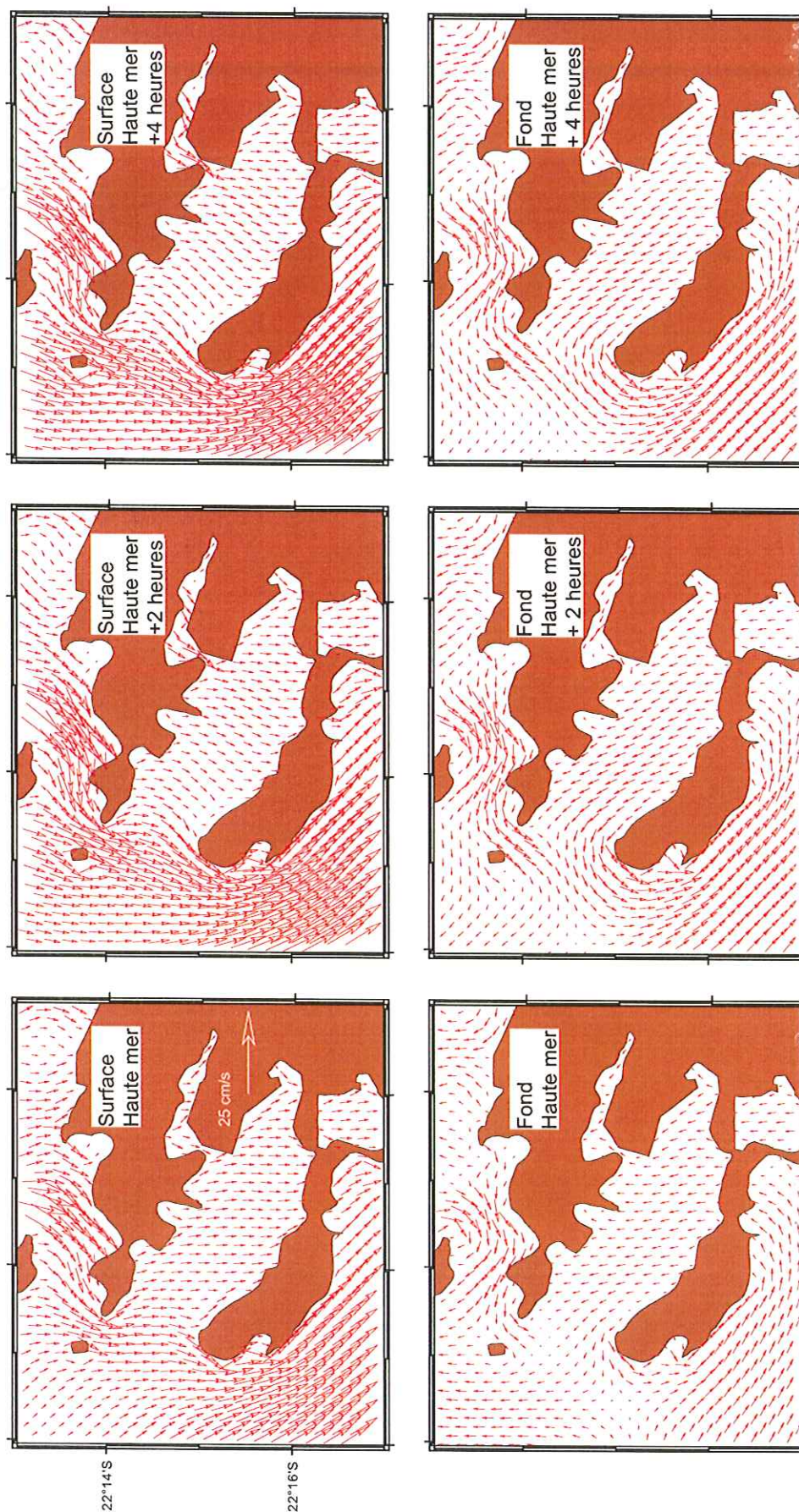


Figure 11a : Courants dus à la marée et un vent de 8m/s de direction 0°, calculés par le modèle, de haute mer à haute mer + 4 heures

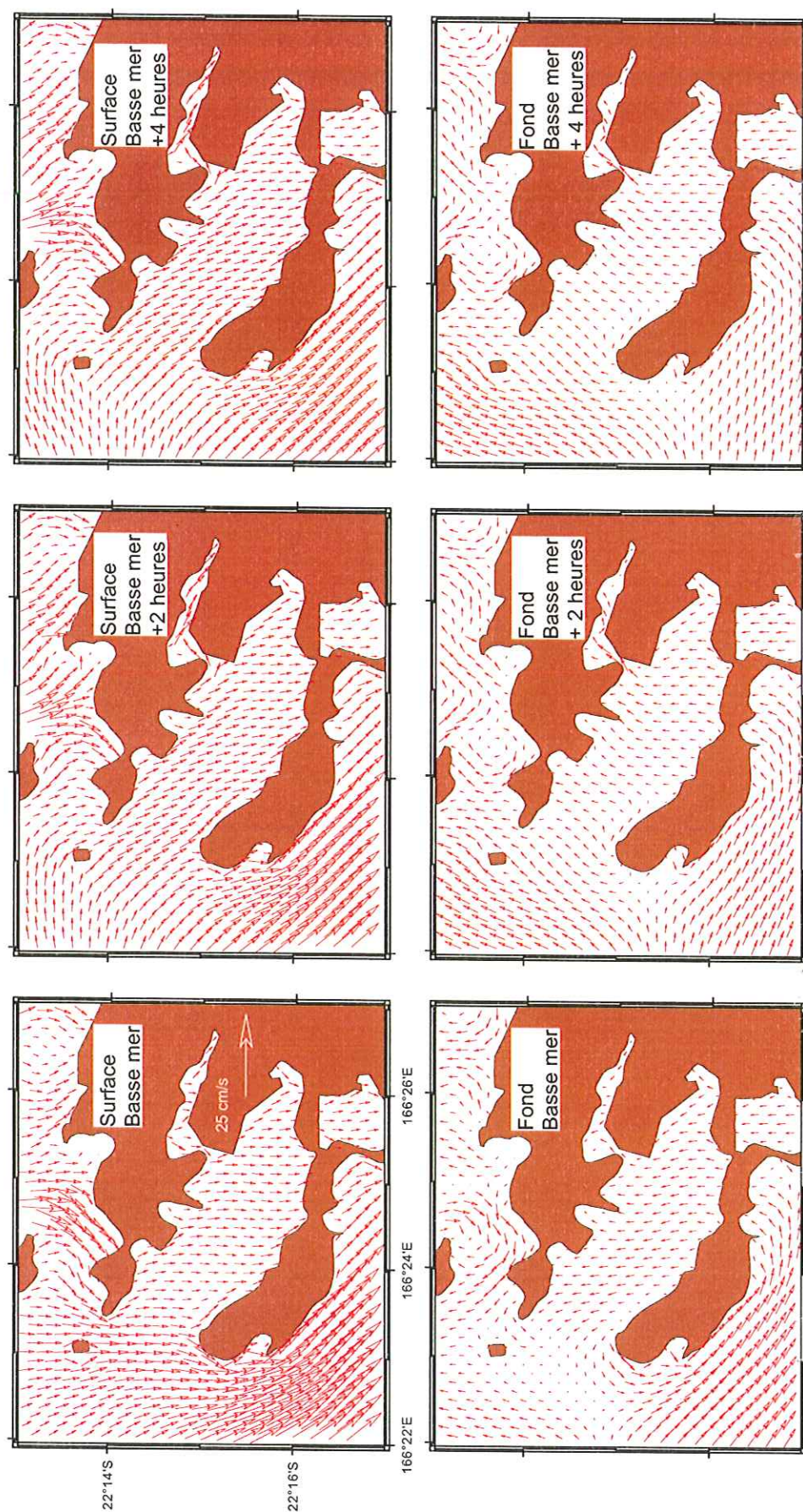


Figure 11b : Courants dus à la marée et un vent de 8m/s de direction 0°, calculés par le modèle, de basse mer à basse mer + 4 heures

Transport des substances dissoutes à partir du fond de l'Anse Uaré

Le transport de substances dissoutes relarguées dans le fond de l'anse Uaré est étudiées ci-après. Ce type de transport peut être considéré comme le plus défavorable d'un point de vue extension de la zone touchée (contaminée) par ce relargage puisque le produit est considéré comme conservatif et sans vitesse de chute et donc qu'il reste en permanence dans la colonne d'eau.

Treize situations conjuguant le vent et la marée ont été étudiées. De plus 2 types de rejets au fond de l'Anse Uaré ont été imposés : le premier avec un débit de $24000 \text{ m}^3/\text{h}$, le second avec un débit de $35000 \text{ m}^3/\text{h}$. Ce sont donc 26 situations qui ont été modélisées. La substance dissoute a été ajoutée dans le modèle après 100 heures de simulation de la circulation, ce qui a permis d'assurer la parfaite stabilité des résultats. Cet apport a été considéré comme continu durant les 10 jours qui suivaient. Les résultats sont présentés d'une part à partir de 26 figures qui montrent l'extension du panache de concentration en surface et près du fond après 24, 48, 72, 120 et 240 heures de simulation. D'autre part 52 animations ont été réalisées à partir de ces simulations. Elles montrent l'évolution heure par heure des concentrations de substance dissoute, en surface et près du fond, pour les différentes configurations de vent et de marée.

Synthèse du transport des substances dissoutes

L'ensemble des simulations montre bien une différence significative entre les concentrations obtenues pour un débit de $24000 \text{ m}^3/\text{s}$ et celles obtenues pour un débit de $35000 \text{ m}^3/\text{s}$. Les concentrations dans le cas d'un débit de $24000 \text{ m}^3/\text{s}$ restent confinées au fond de l'anse. Dans le cas d'un débit de $35000 \text{ m}^3/\text{s}$, les fortes concentrations de substance dissoute progressent vers la sortie de l'anse Uaré sans toute fois en sortir. Les concentrations en surface sont plus importantes près du fond du lagon. D'une manière générale, la substance dissoute, même après 10 jours, a tendance à rester confiné dans le fond de l'Anse Uaré. C'est dans le cas d'un forçage par la marée toute seule que la pénétration de la substance dans la Grande Rade est la plus significative. Dans le cas de l'adjonction des alizés dans les simulations, l'extension du rejet diminue au fur et à mesure que le vent augmente. Parallèlement, la concentration dans le fond de l'anse Uaré, elle aussi augmente. En effet, quand la force de l'alizé augmente, le courant perpendiculaire à la sortie de l'anse Uaré et longeant la côte s'accroît, il freine alors la sortie de la substance dissoute vers la Grande Rade. Pour toutes les autres directions de vent le même type de phénomène prévaut. Ceci est dû soit un courant longeant la côte empêchant la pénétration de la substance dissoute, soit l'absence de courants dans la Grande Rade à la sortie de l'anse Uaré.

En conclusion, les résultats montrent que l'anse Uaré, qui est relativement fermée, présente un confinement important. Quelque soit le débit (24000 ou $35000 \text{ m}^3/\text{s}$) les fortes concentrations de substance dissoute restent limitées à cette anse. Lorsque le vent souffle sur la grande rade de façon significative et quelque soit sa direction, le confinement est renforcé et la concentration au fond de l'anse augmente. Le vent a pour effet de créer un courant parallèle à la côte près de la sortie de l'anse Uaré qui limite la sortie des eaux provenant de cette anse.



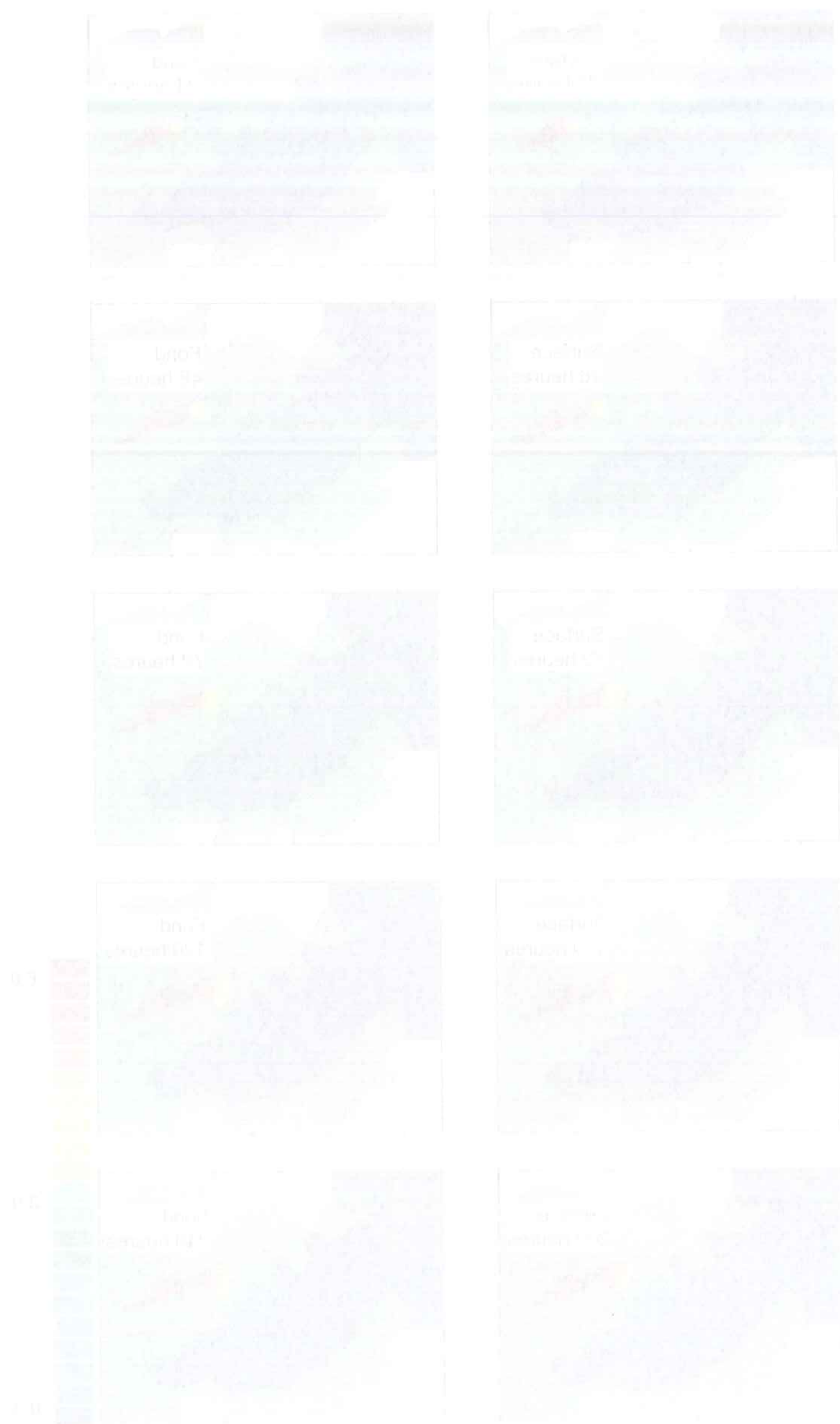


Figure 1. Spatial distribution of the probability of disease (P.D.) for various diseases.

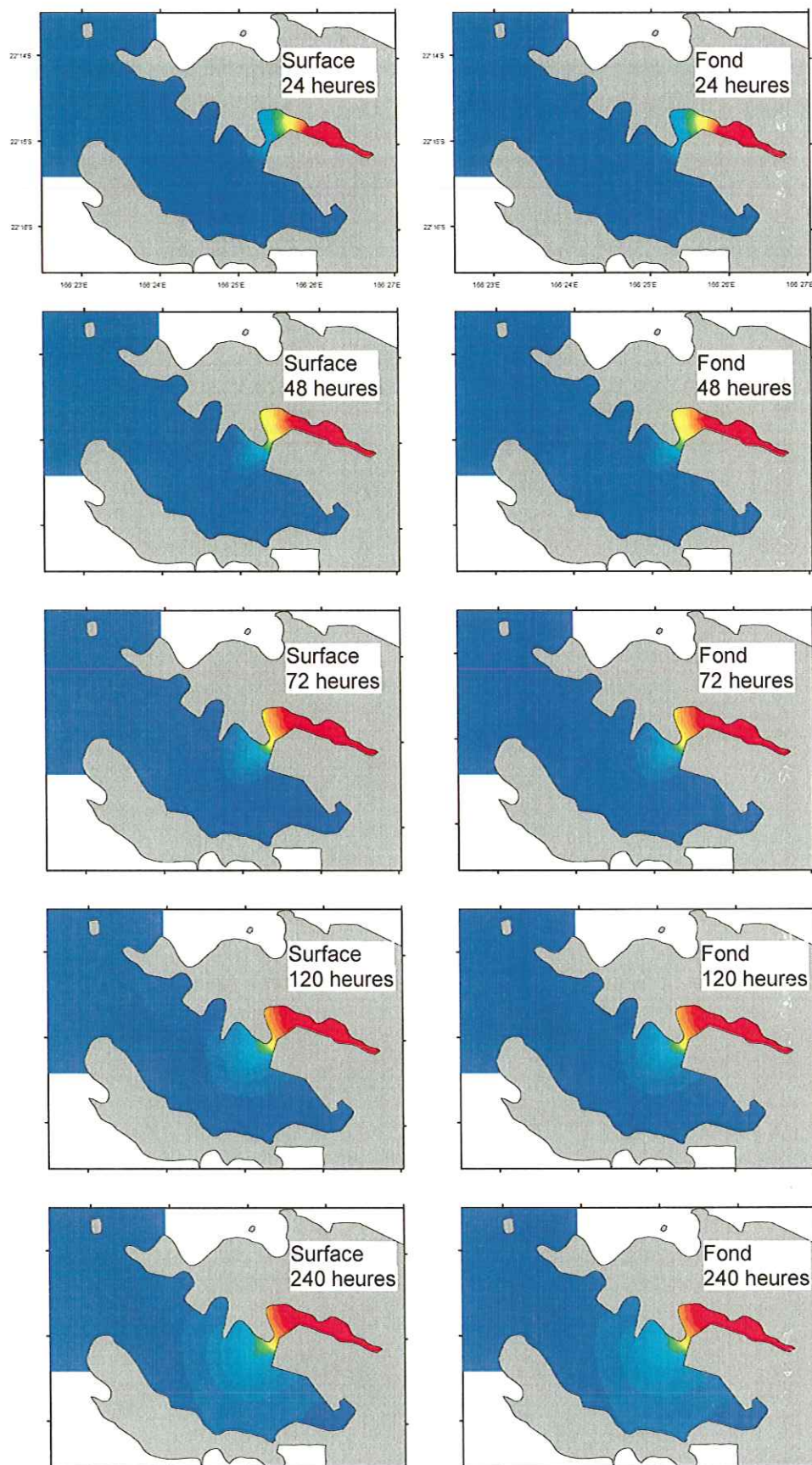


Figure 13 : Transport de matière dissoute dû à la marée pour un flux de $35000 \text{ m}^3/\text{h}$

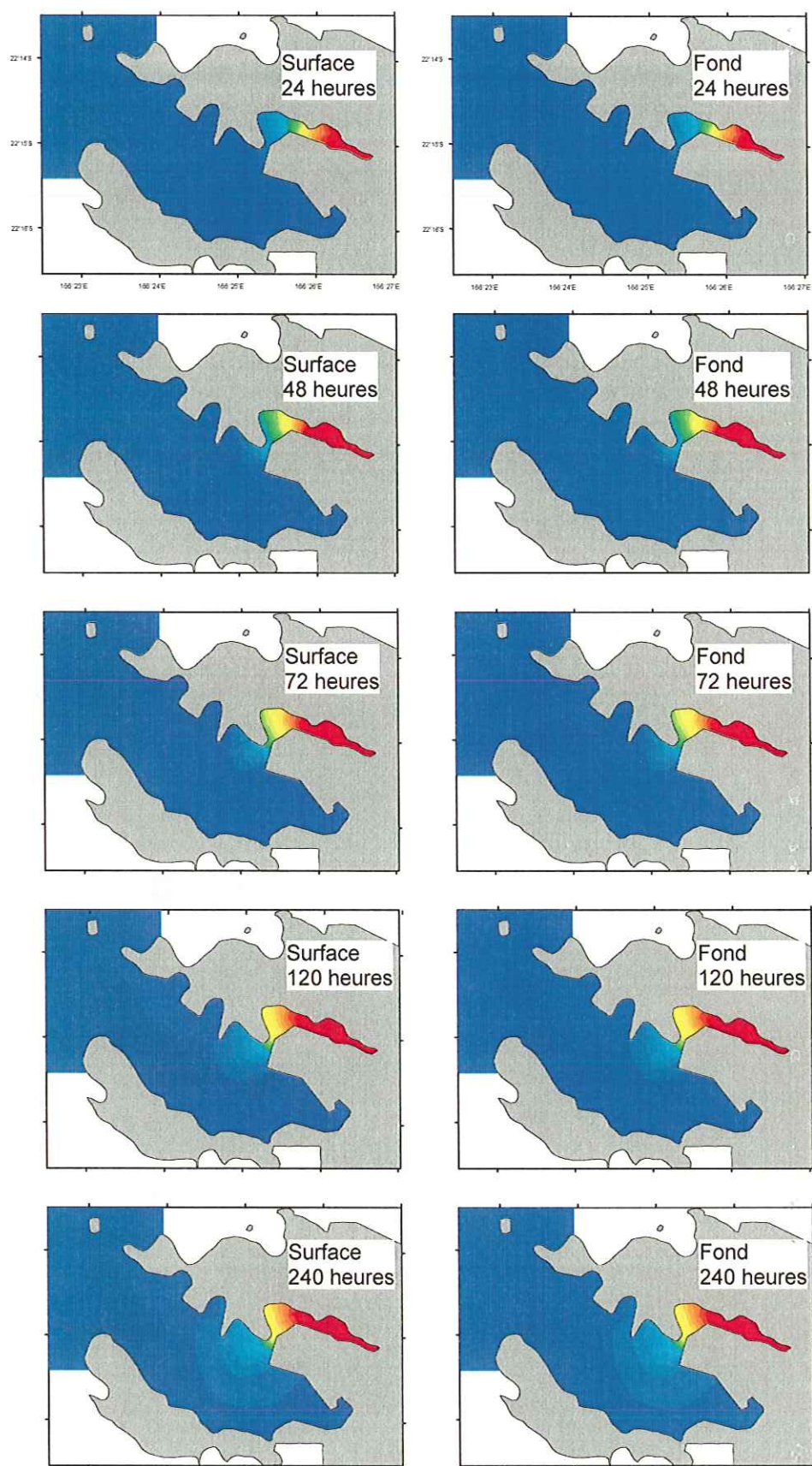


Figure 14 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un alizé de 4m/s pour un flux de 24000 m³/h

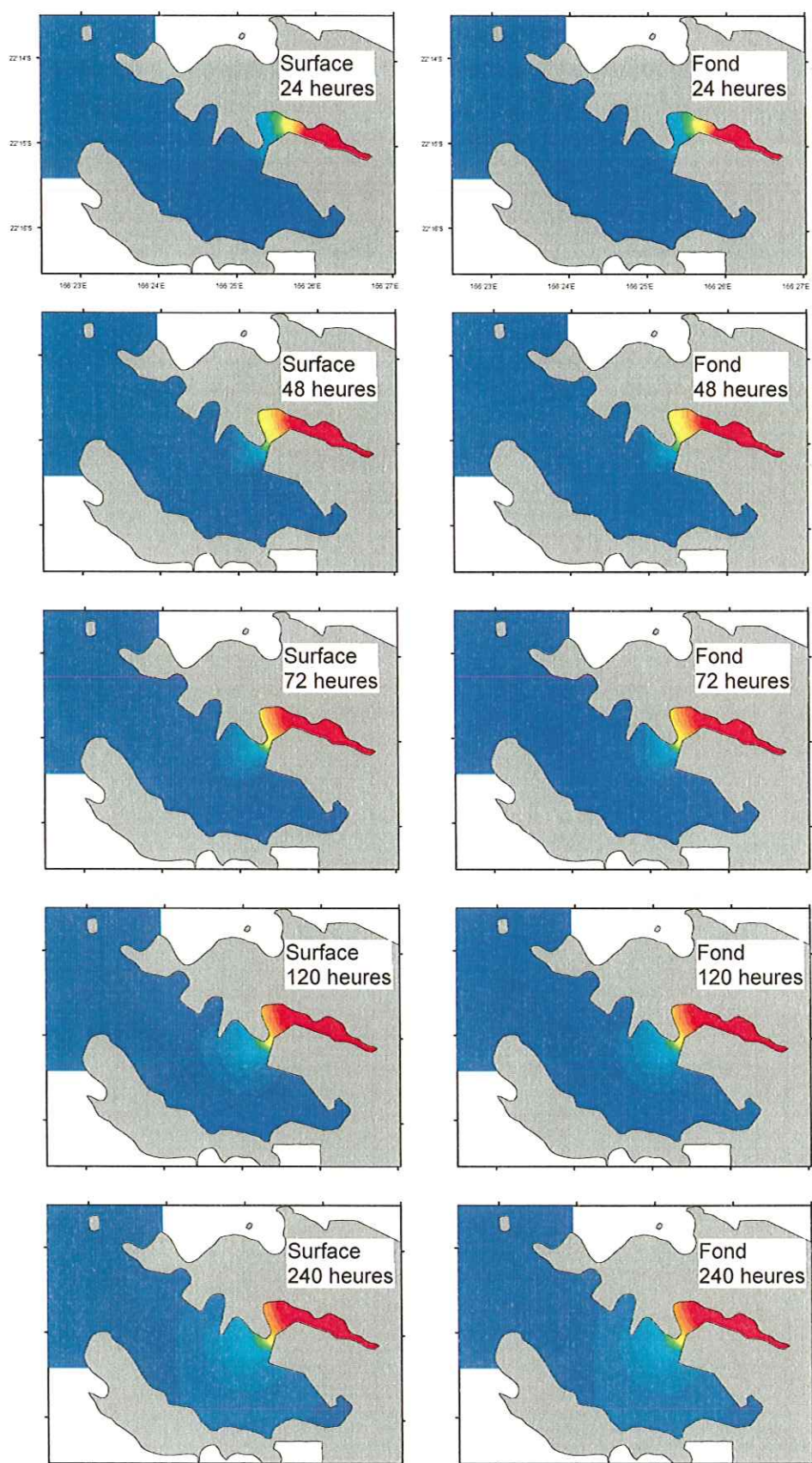


Figure 15 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un alizé de 4m/s pour un flux de 35000 m³/h

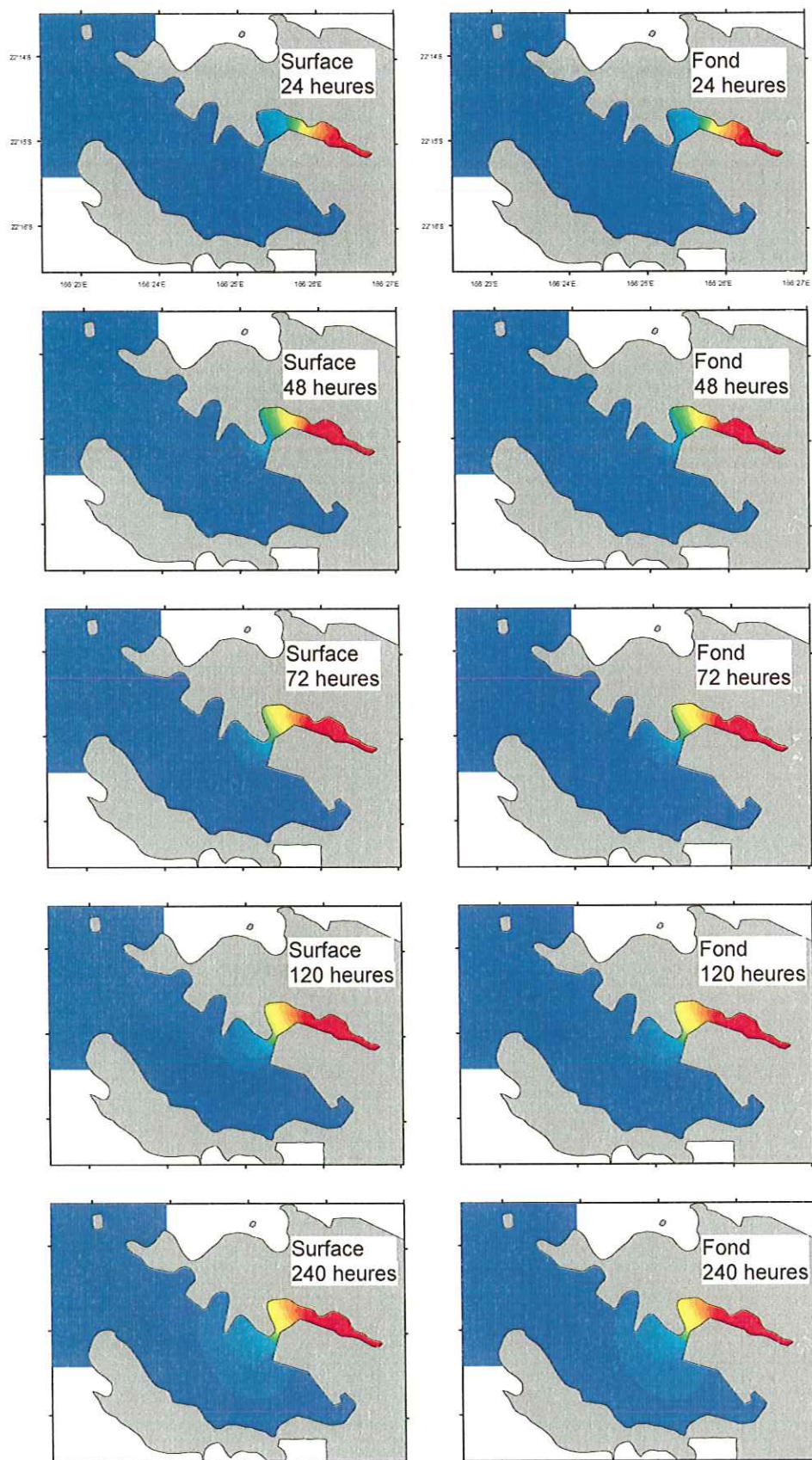


Figure 16 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un alizé de 8m/s pour un flux de $24000 \text{ m}^3/\text{h}$

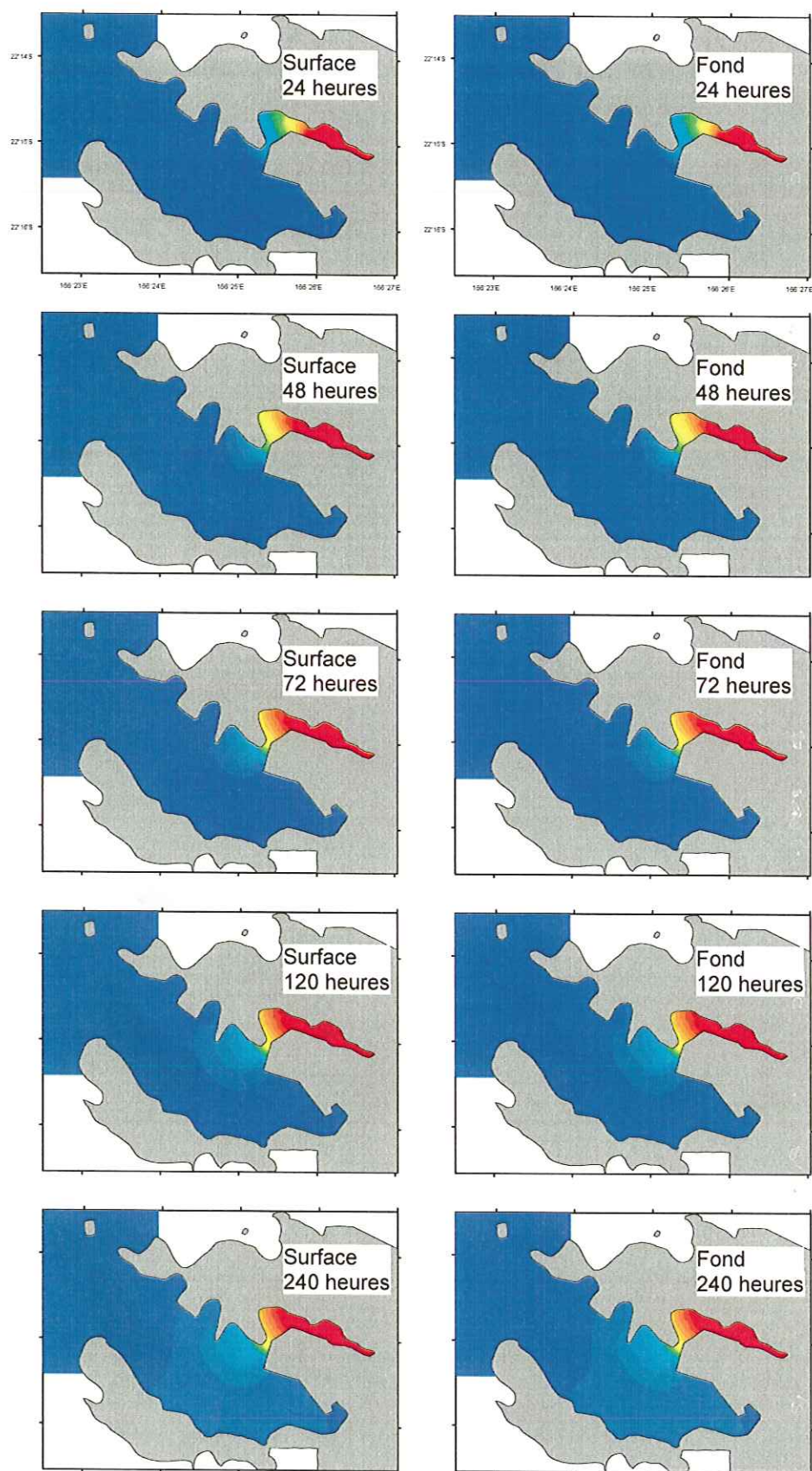


Figure 17 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un alizé de 8m/s pour un flux de $35000 \text{ m}^3/\text{h}$

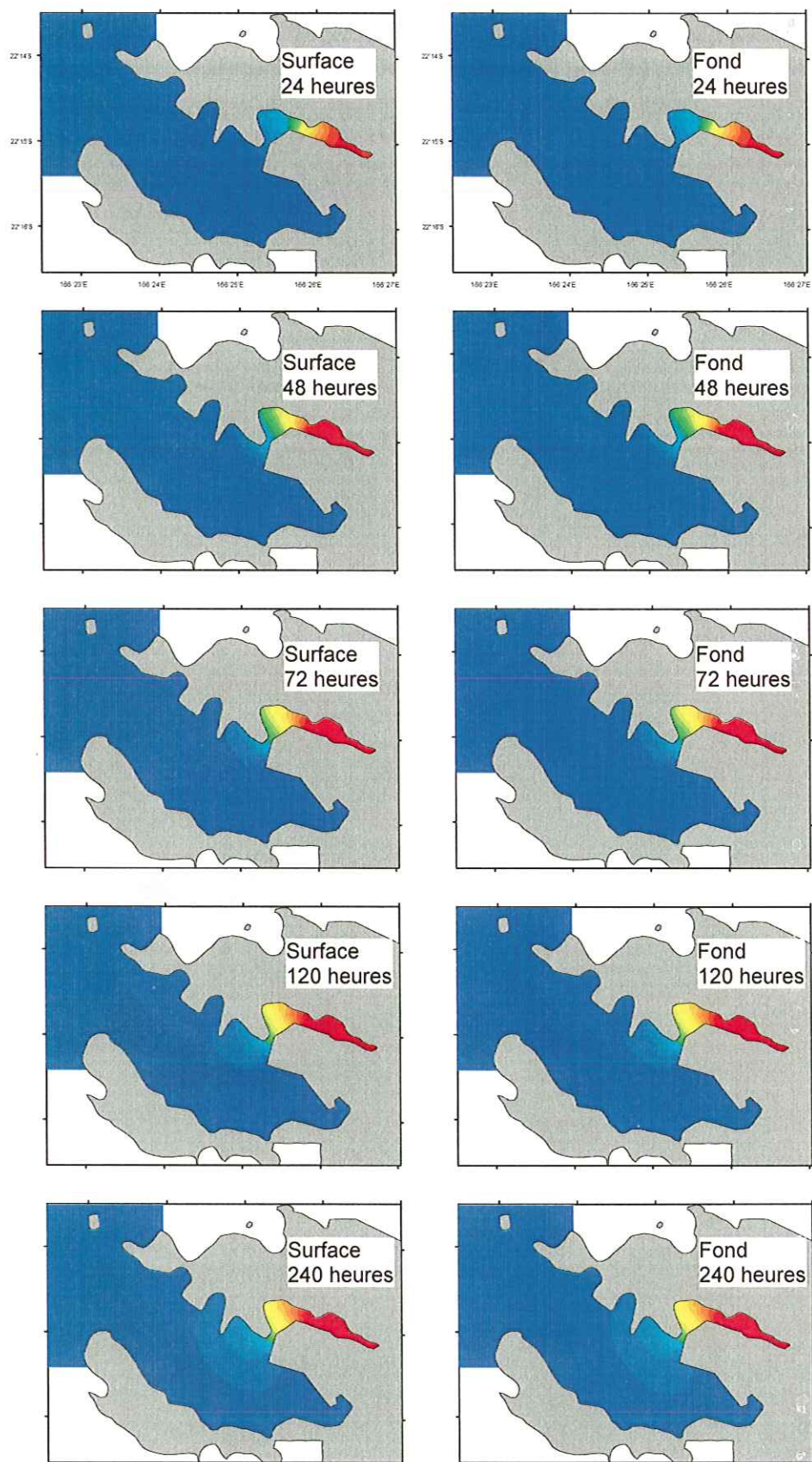


Figure 18 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un alizé de 10m/s pour un flux de 24000 m³/h

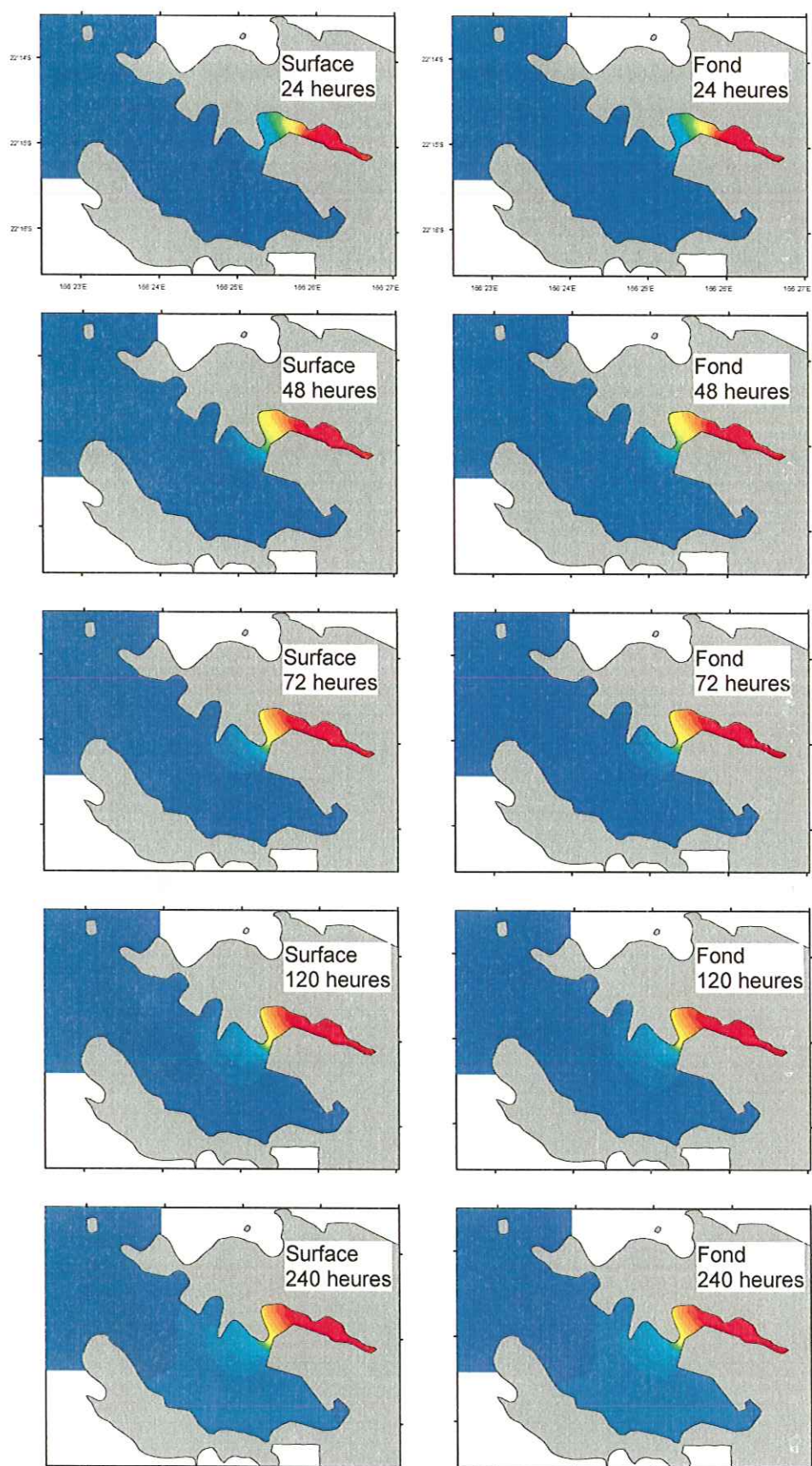


Figure 19 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un alizé de 10m/s pour un flux de $35000 \text{ m}^3/\text{h}$

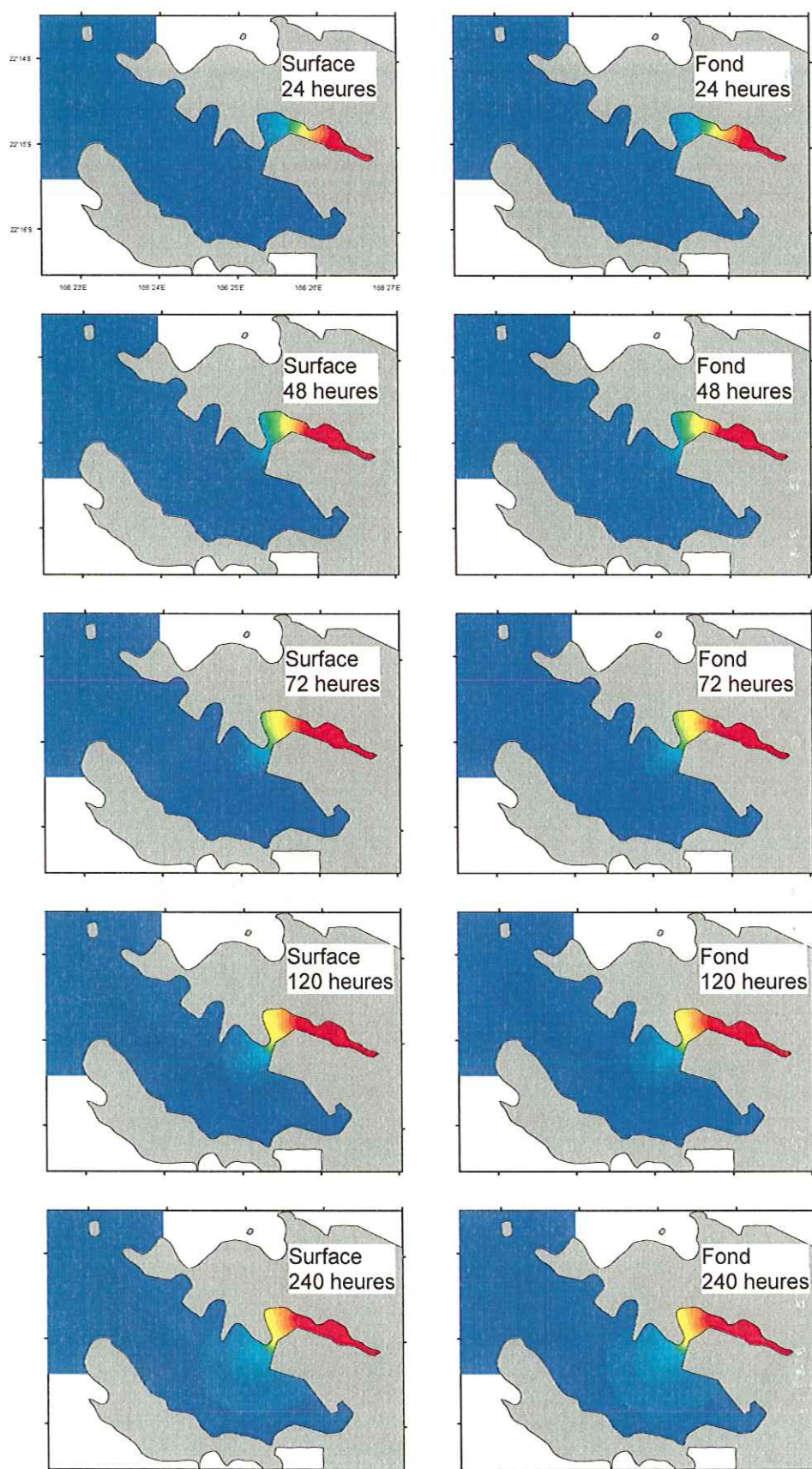


Figure 20 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un vent de 4m/s de direction 270° pour un flux de 24000 m³/h

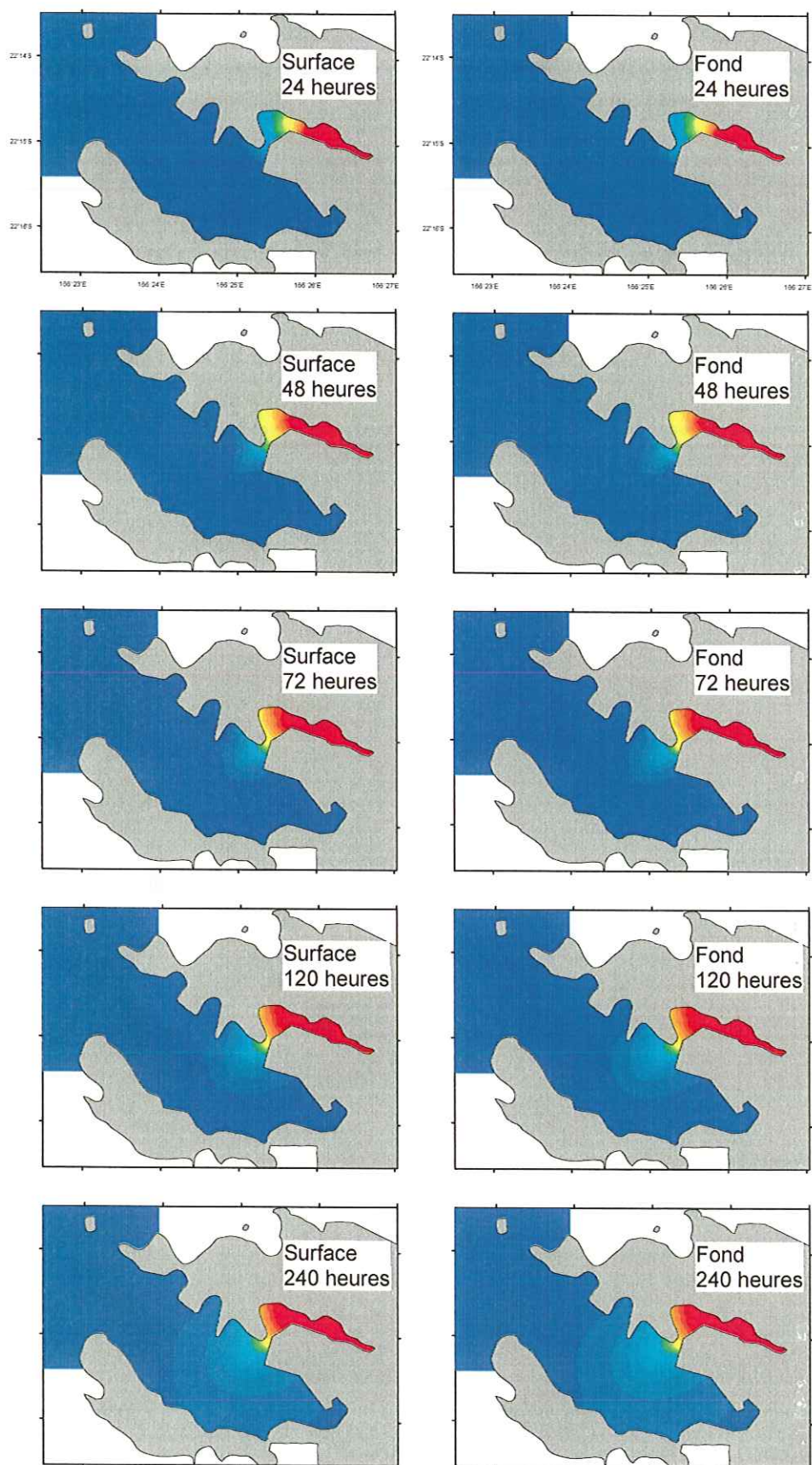


Figure 21 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un vent de 4m/s de direction 270° pour un flux de $35000 \text{ m}^3/\text{h}$

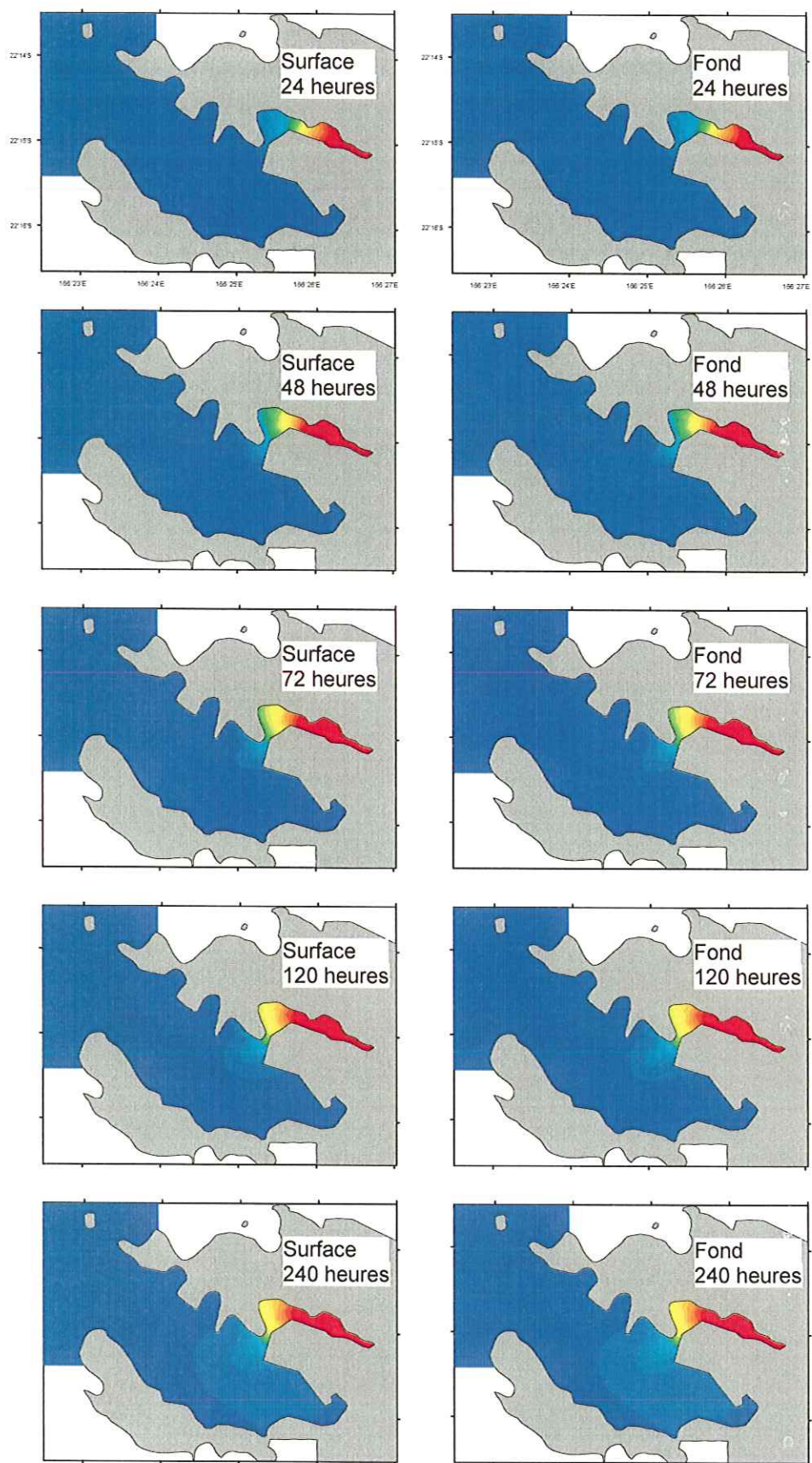


Figure 22 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un vent de 8m/s de direction 270° pour un flux de 24000 m³/h

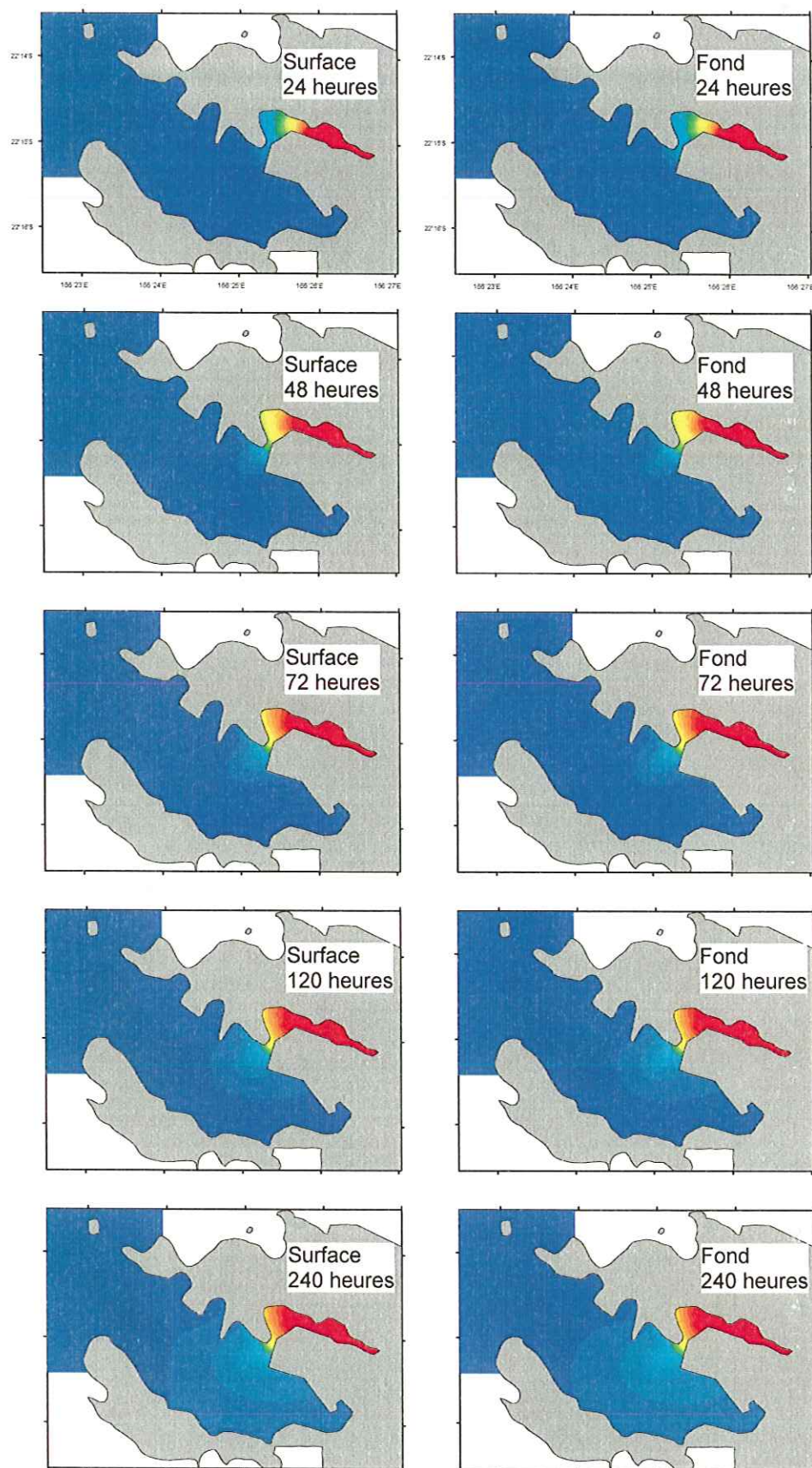


Figure 23 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un vent de 8m/s de direction 270° pour un flux de 35000 m³/h

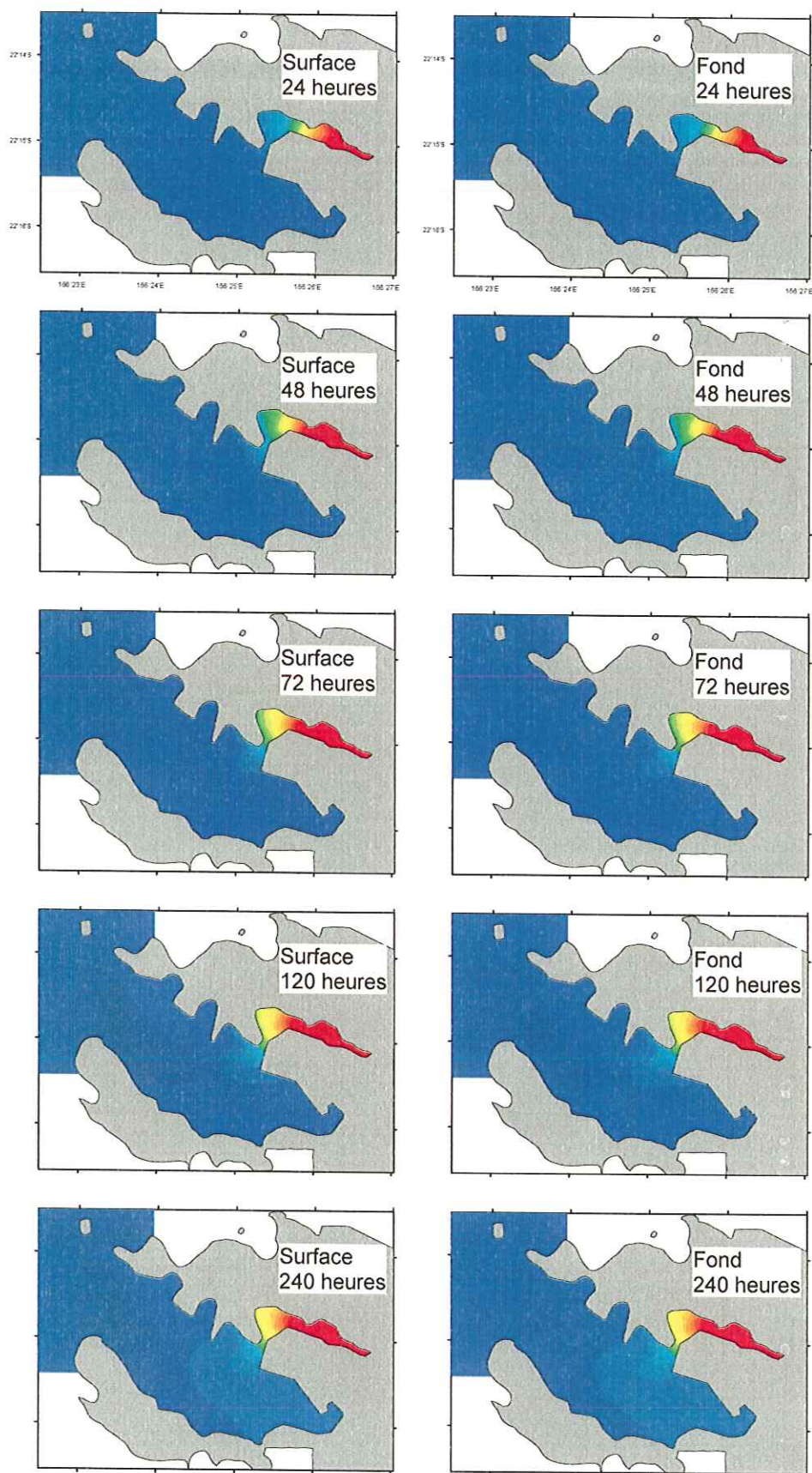


Figure 24 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un vent de 10m/s de direction 270° pour un flux de 24000 m³/h

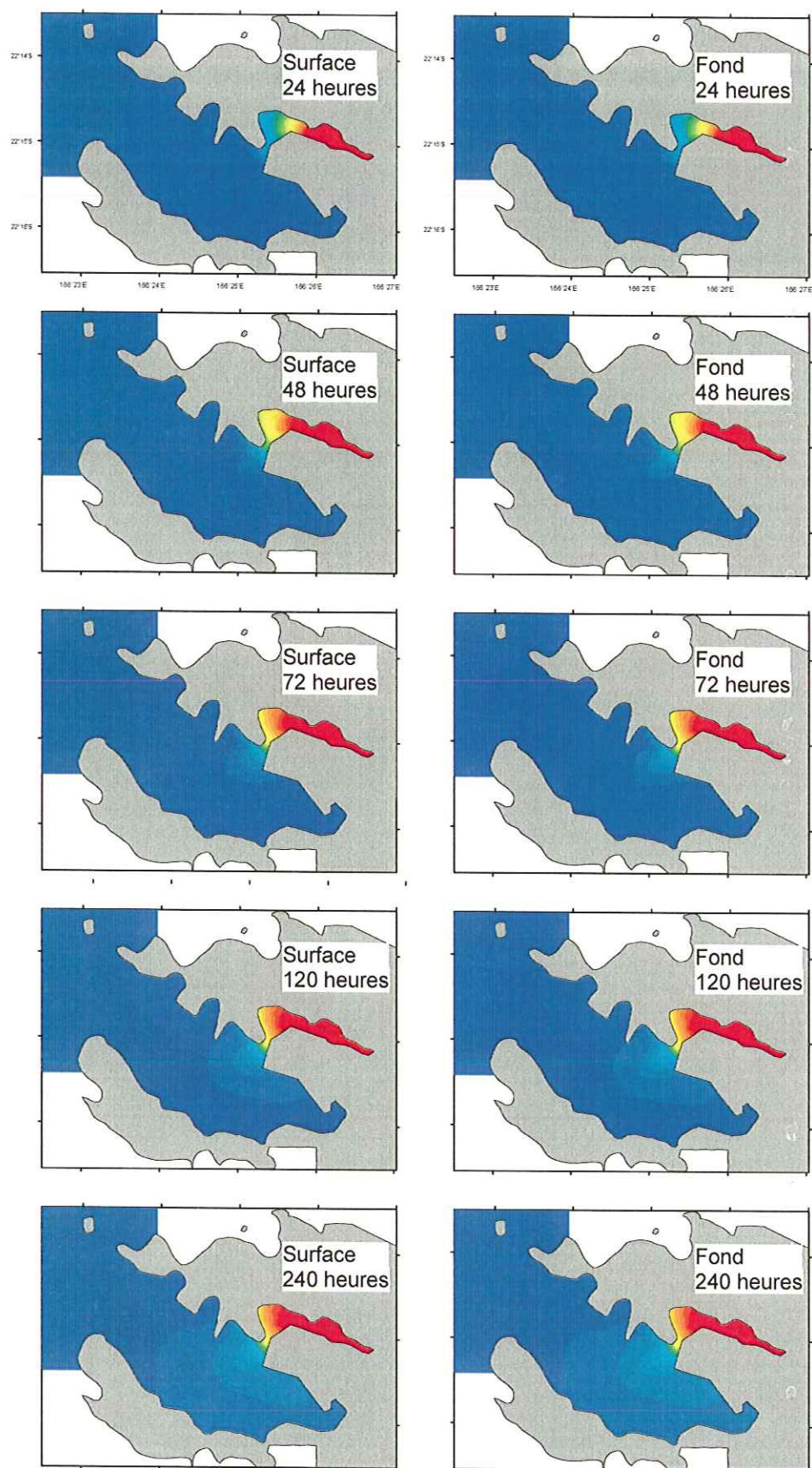


Figure 25 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un vent de 10m/s de direction 270° pour un flux de 35000 m³/h

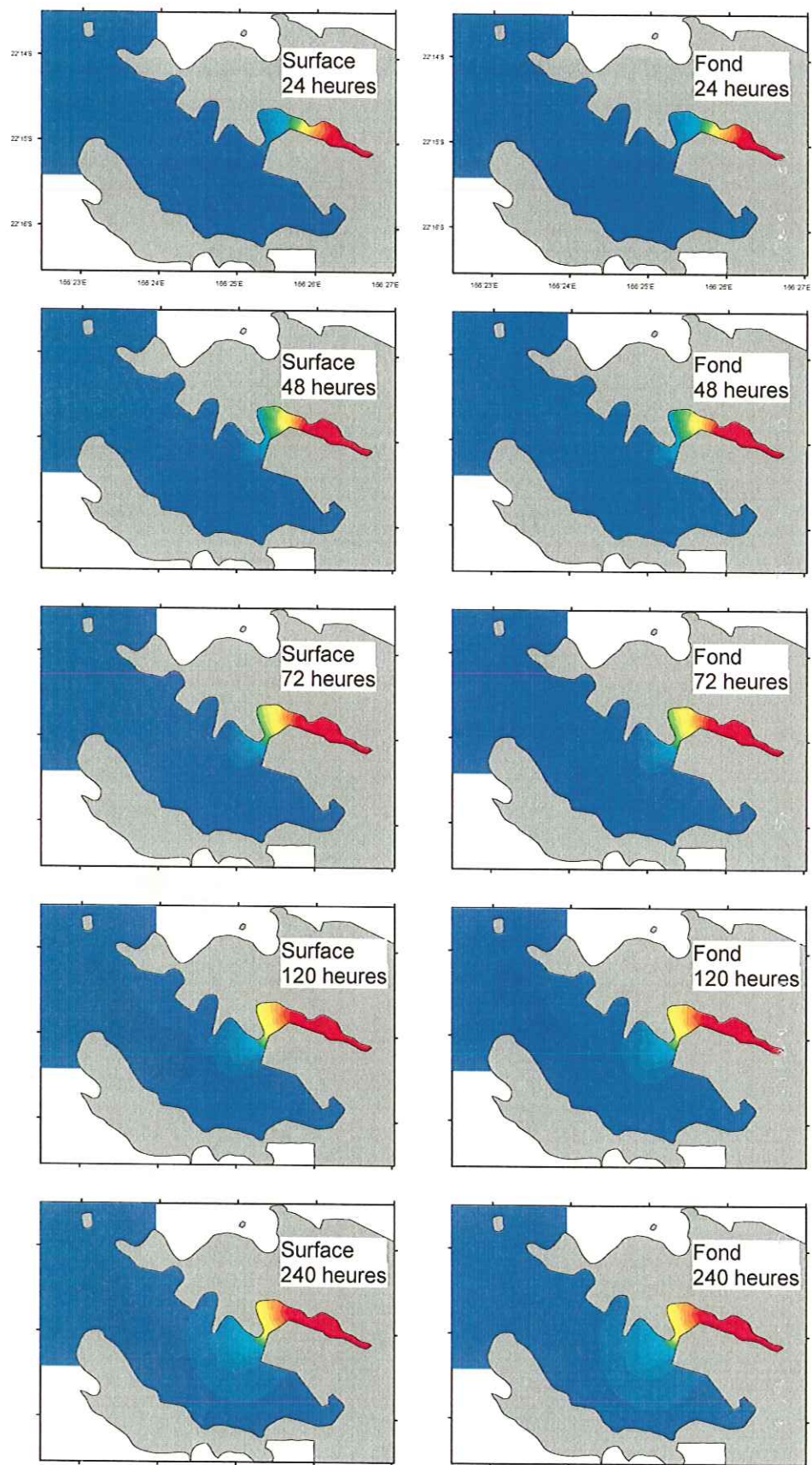


Figure 26 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un vent de 4m/s de direction 180° pour un flux de 24000 m³/h

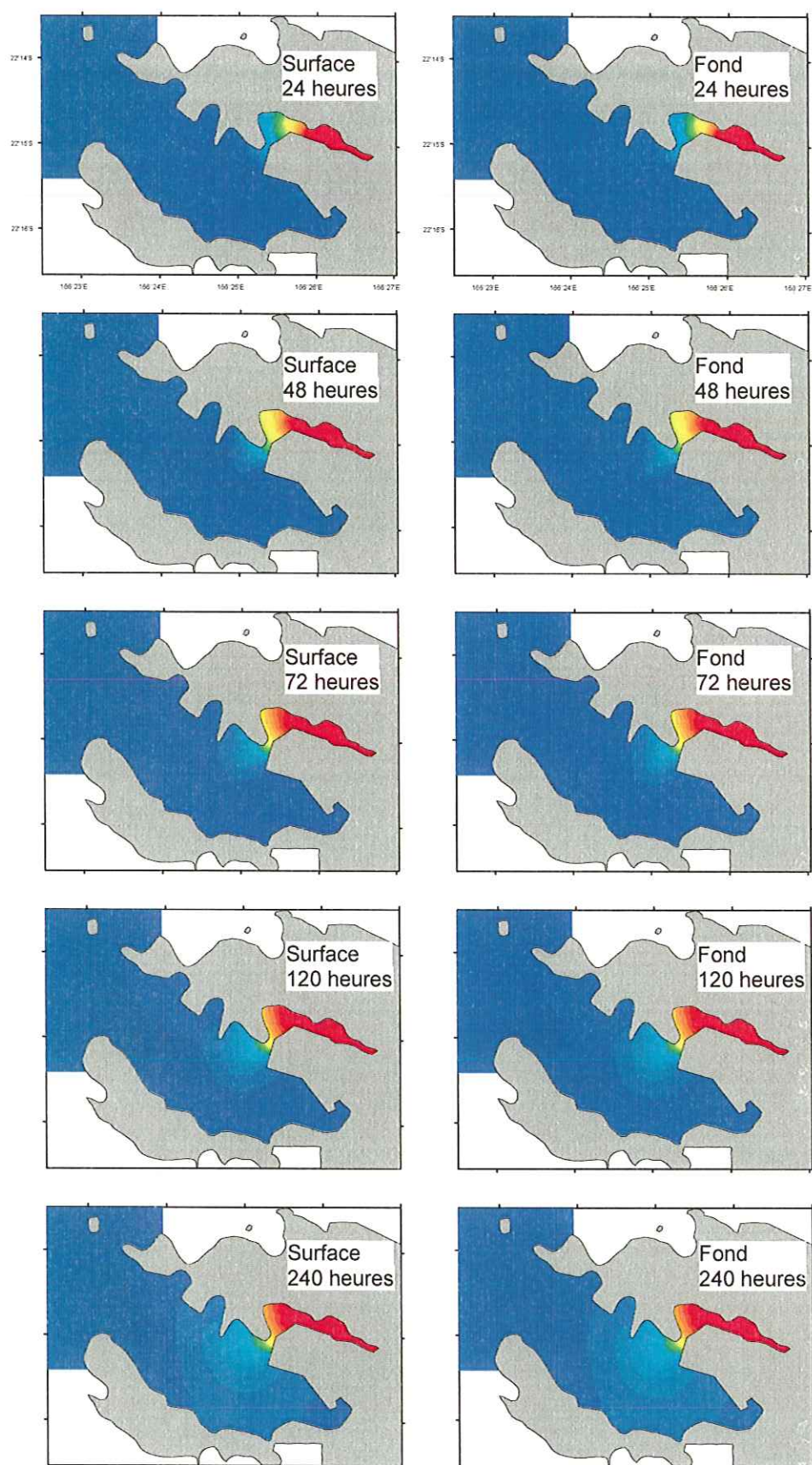


Figure 27 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un vent de 4m/s de direction 180° pour un flux de 35000 m³/h

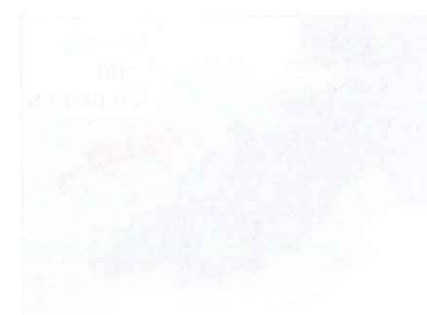
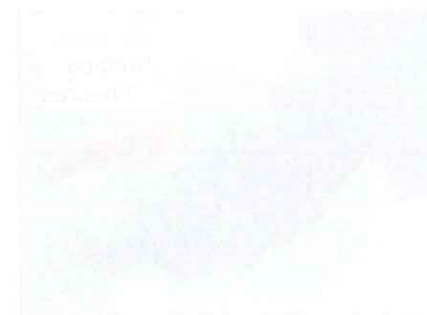


Fig. 1. Distribution of the 'Peninsula' group.

Fig. 2. Distribution of the 'Peninsula' group.

Fig. 3. Distribution of the 'Peninsula' group.

Fig. 4. Distribution of the 'Peninsula' group.

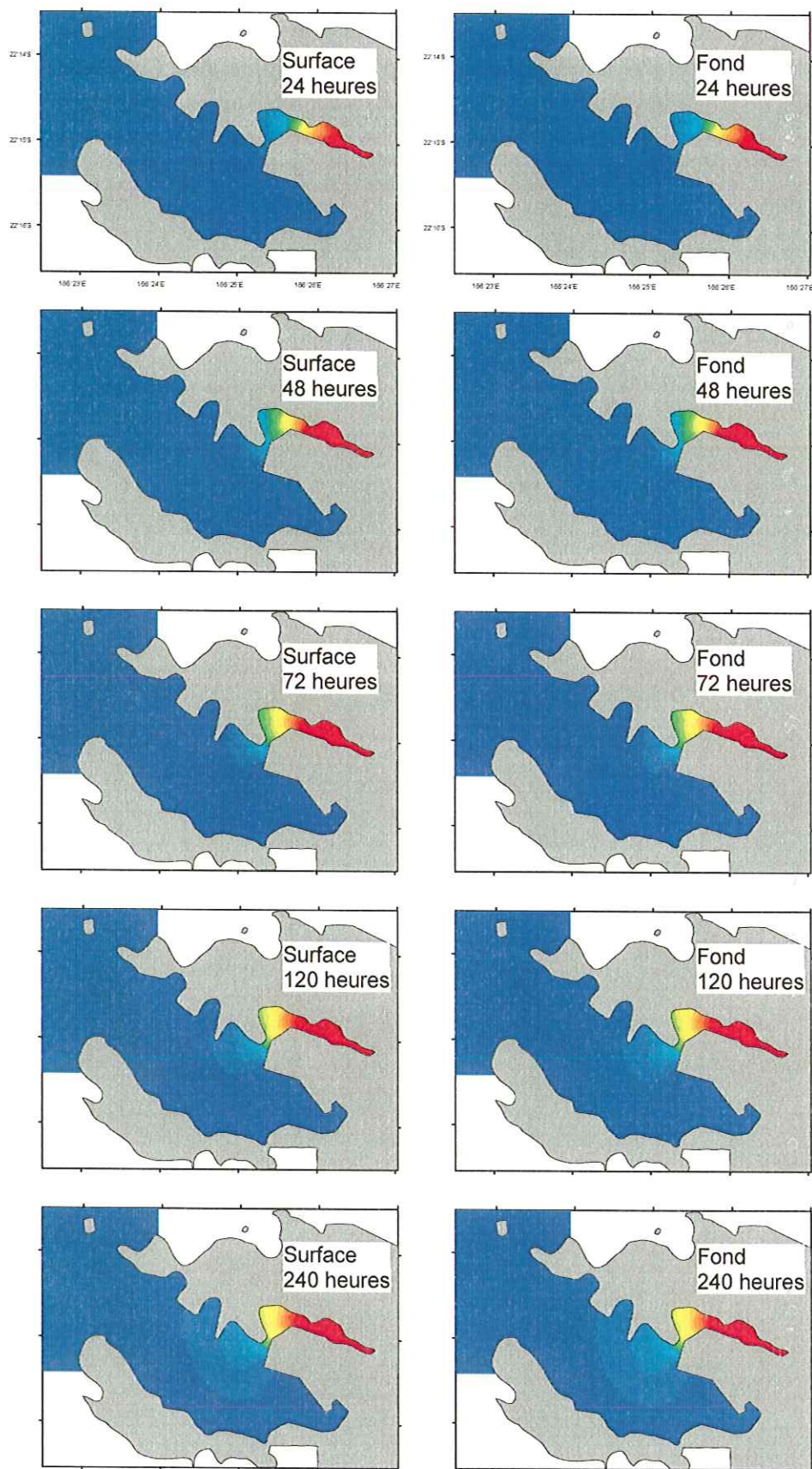


Figure 28 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un vent de 8m/s de direction 180° pour un flux de 24000 m³/h

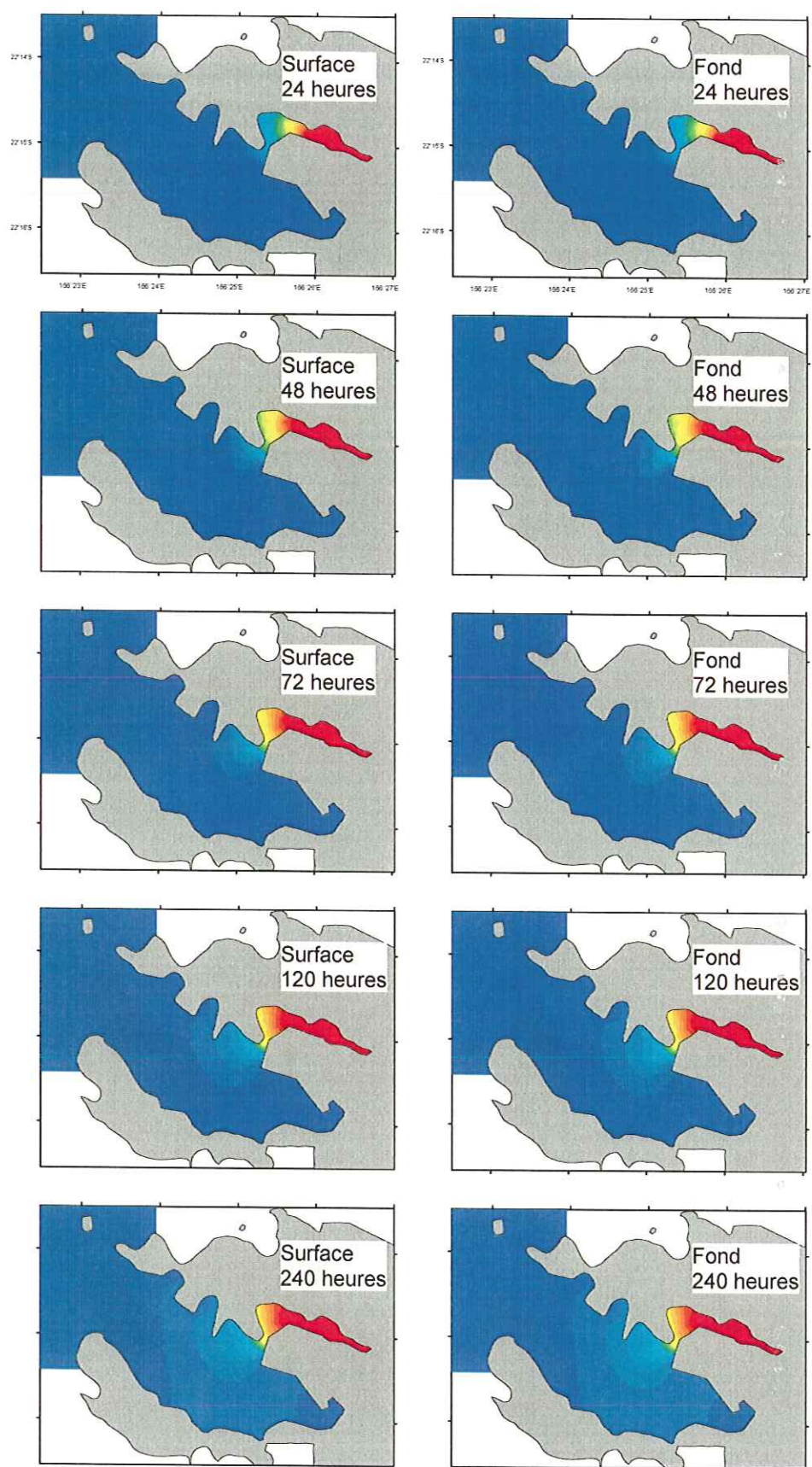


Figure 29 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un vent de 8m/s de direction 180° pour un flux de 35000 m³/h

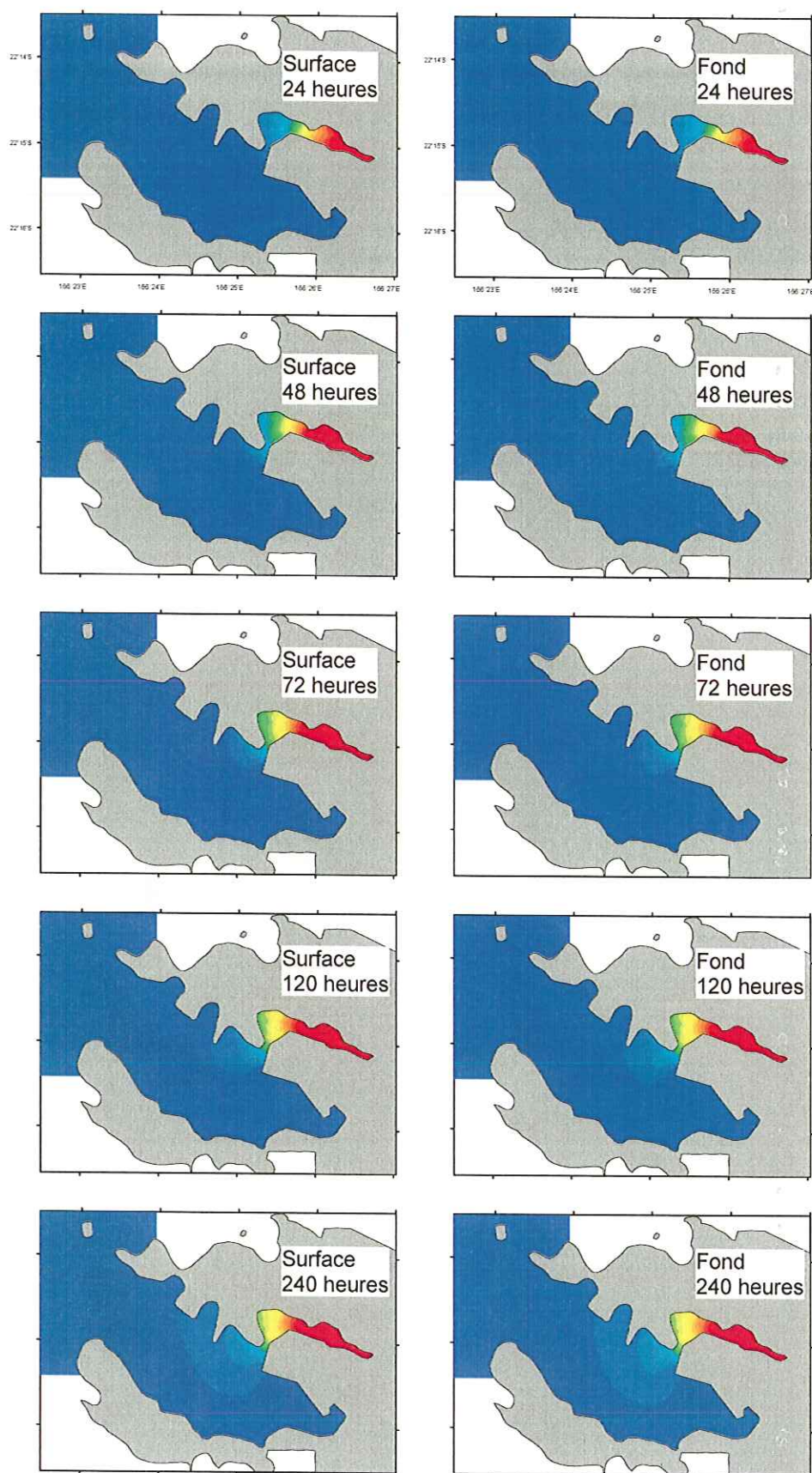


Figure 30 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un vent de 10m/s de direction 180° pour un flux de 24000 m³/h

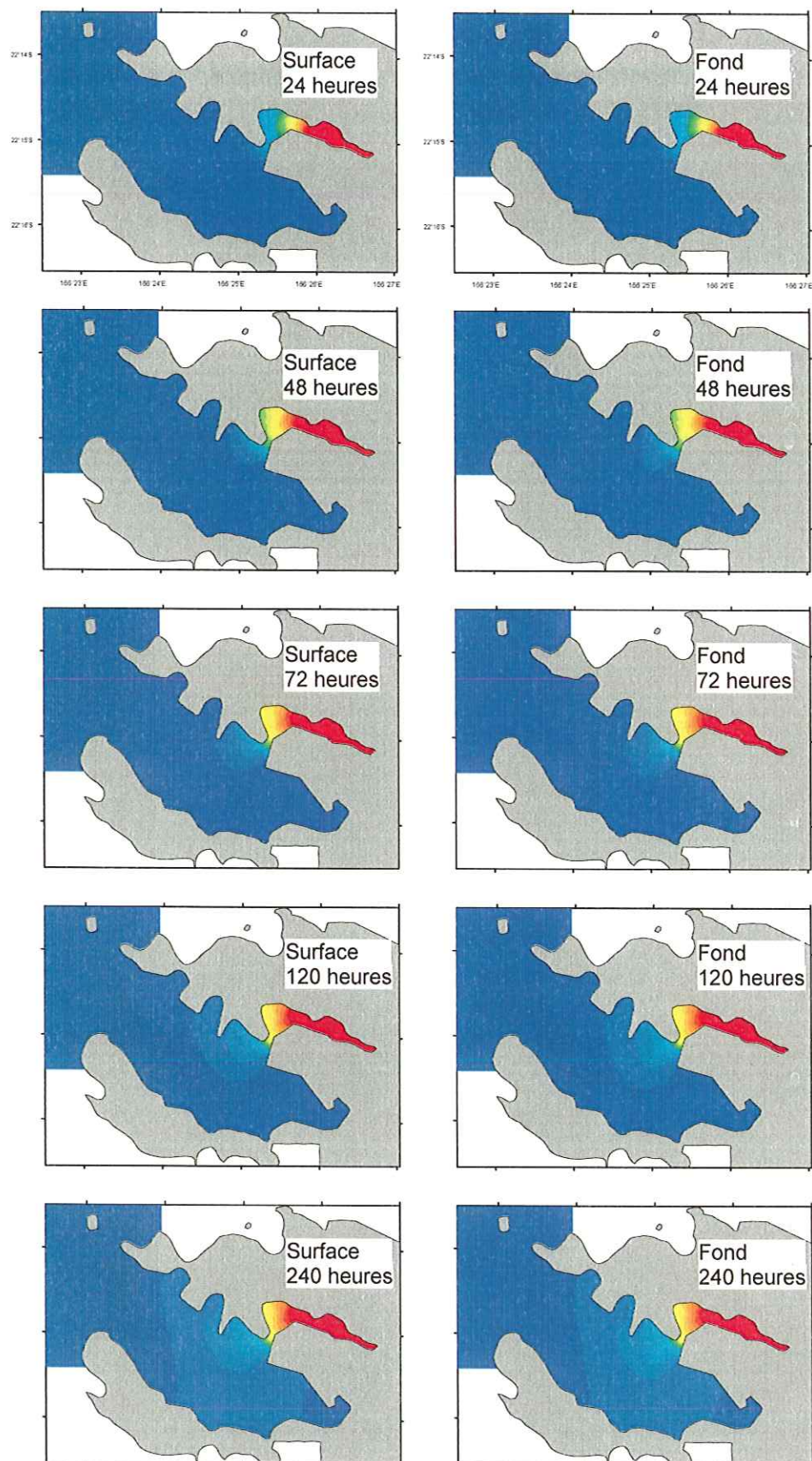


Figure 31 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un vent de 10m/s de direction 180° pour un flux de 35000 m³/h

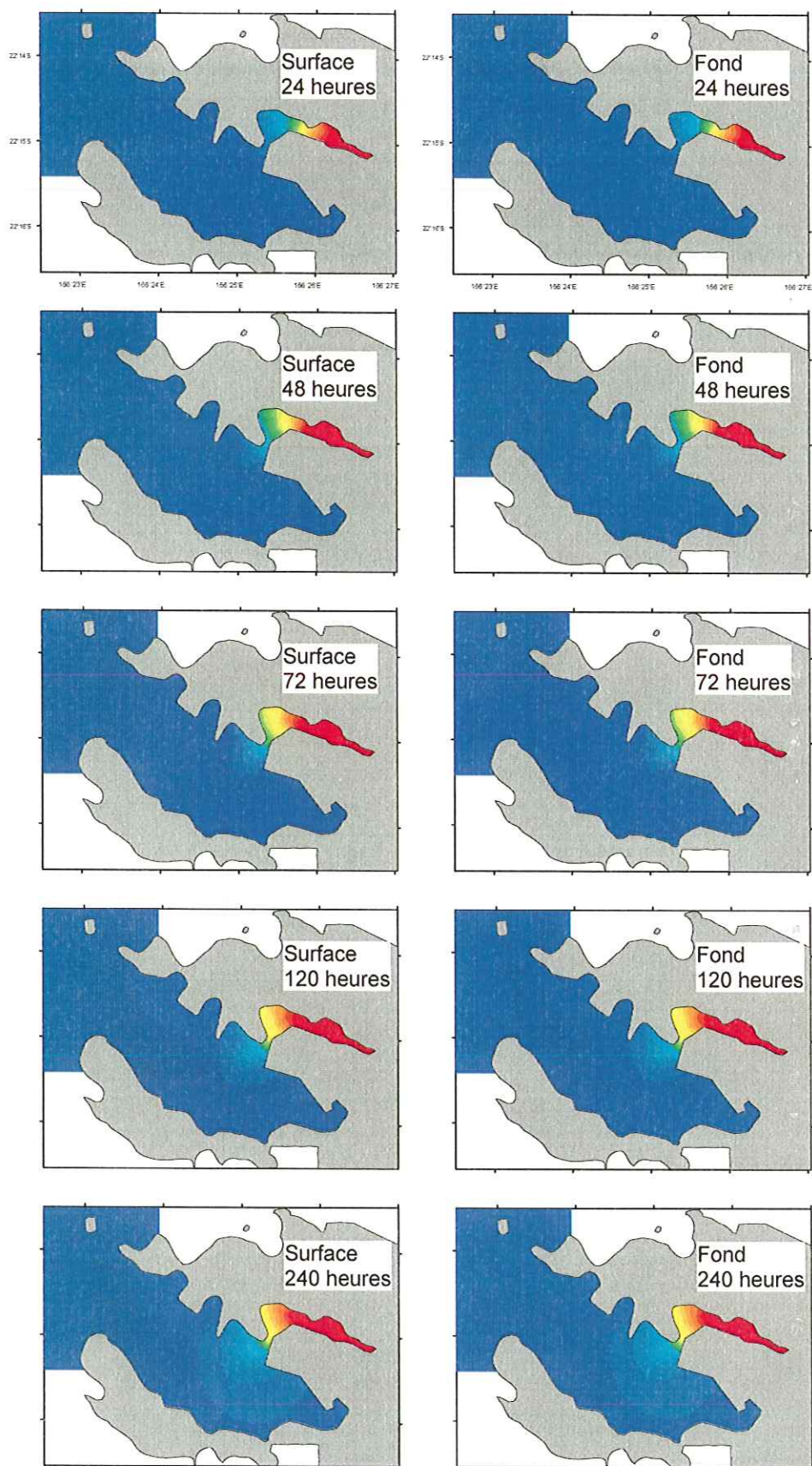


Figure 32 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un vent de 4m/s de direction 0° pour un flux de $24000 \text{ m}^3/\text{h}$

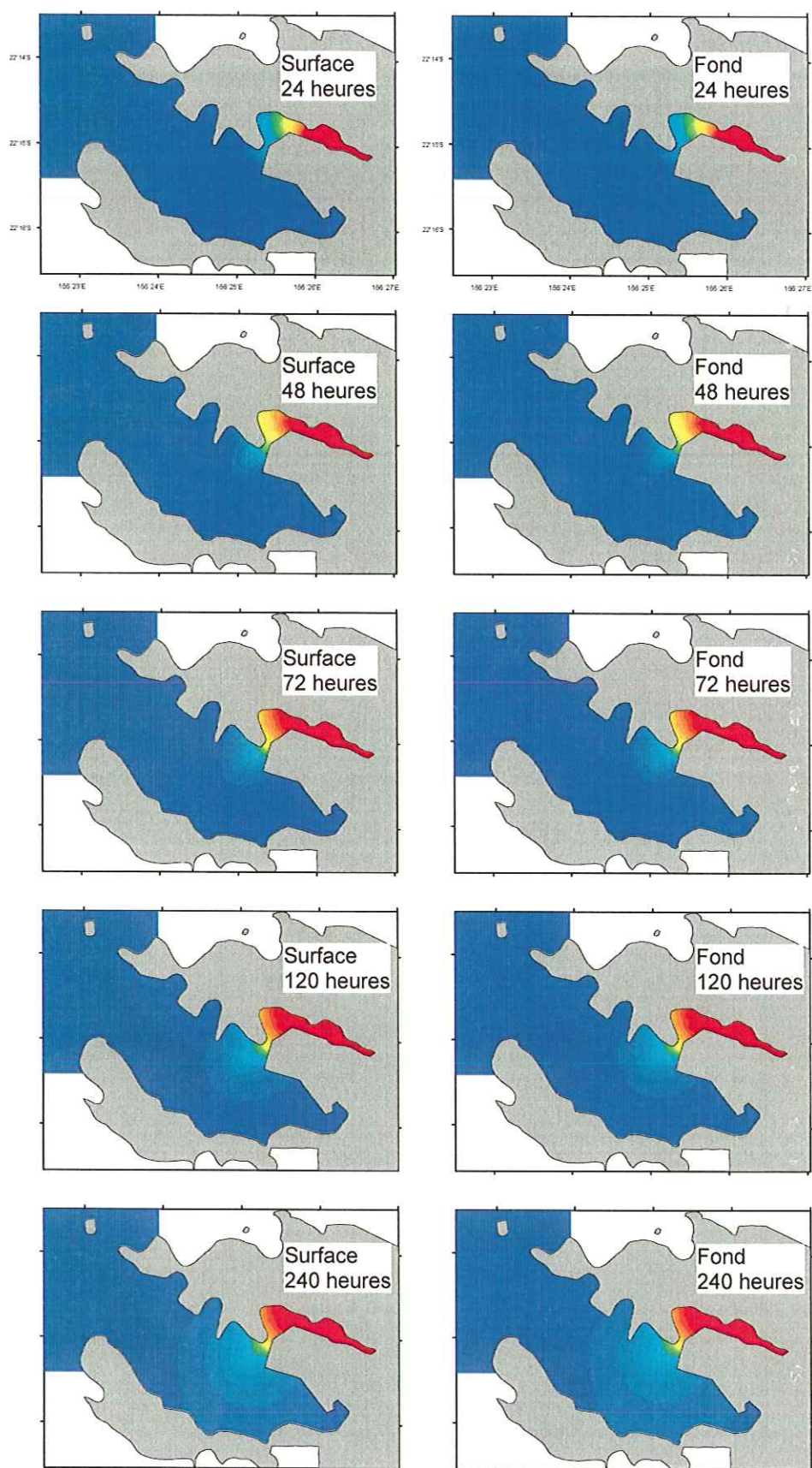


Figure 33 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un vent de 4m/s de direction 0° pour un flux de 35000 m³/h

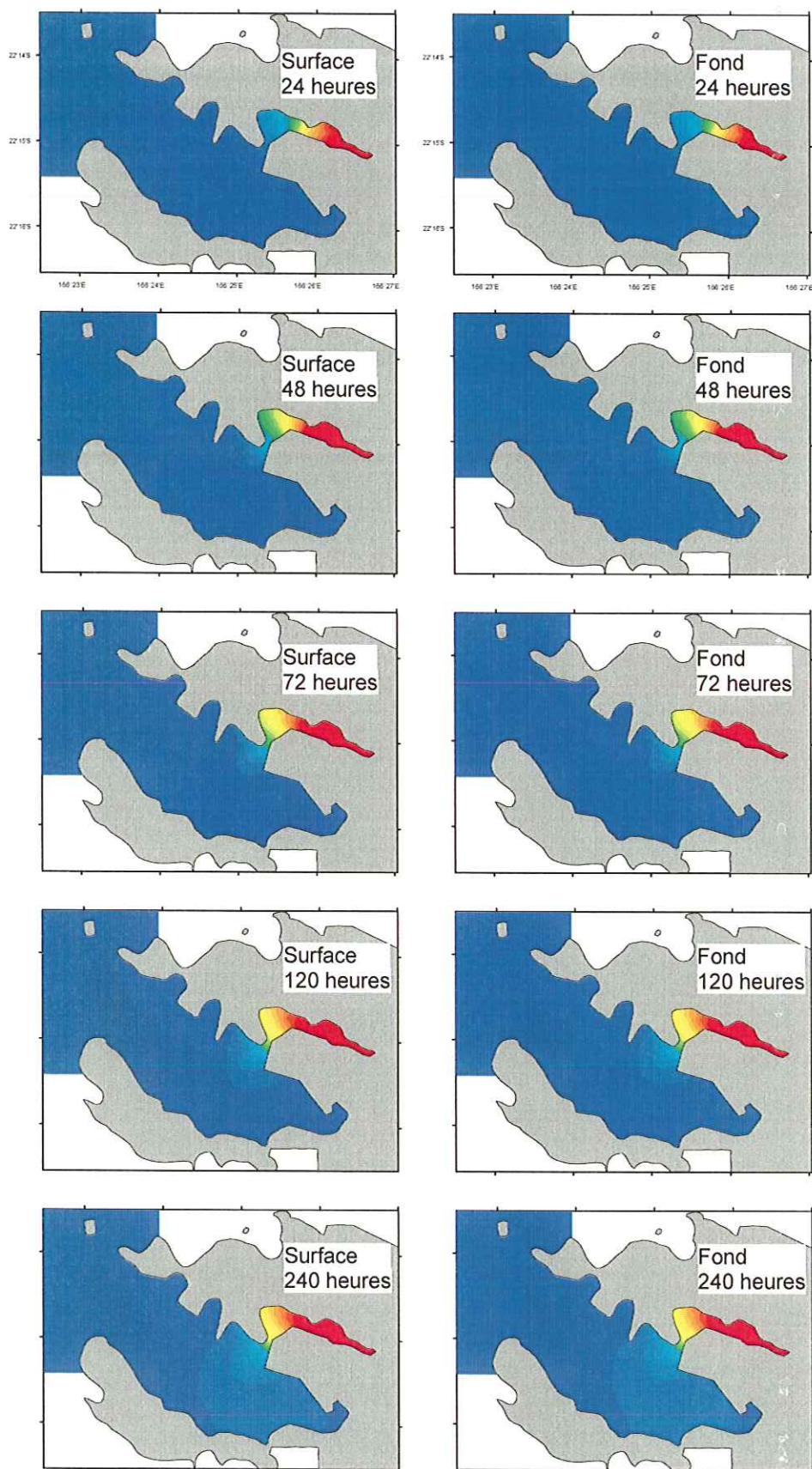


Figure 34 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un vent de 8m/s de direction 0° pour un flux de 24000 m³/h

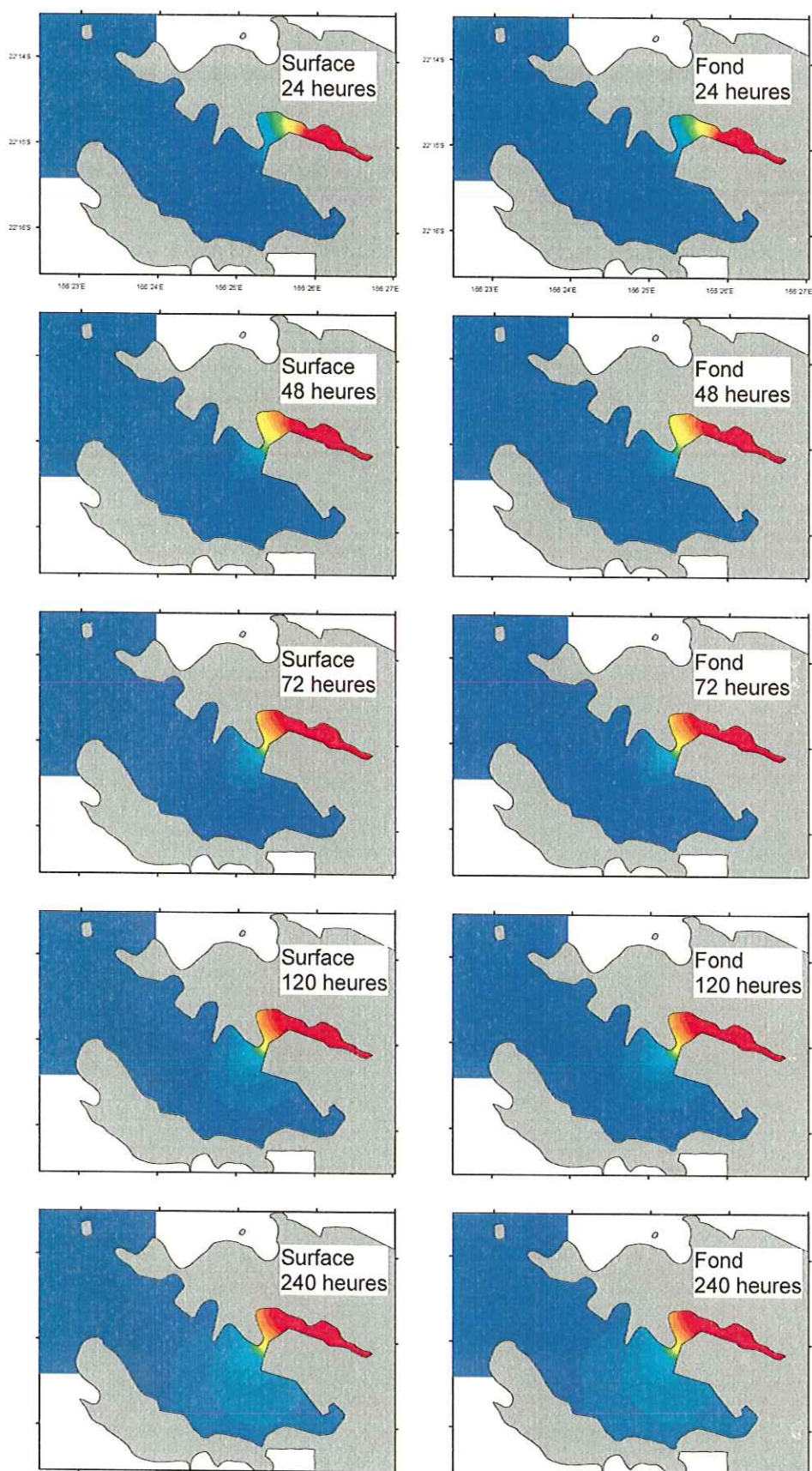


Figure 35 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un vent de 8m/s de direction 0° pour un flux de 35000 m³/h

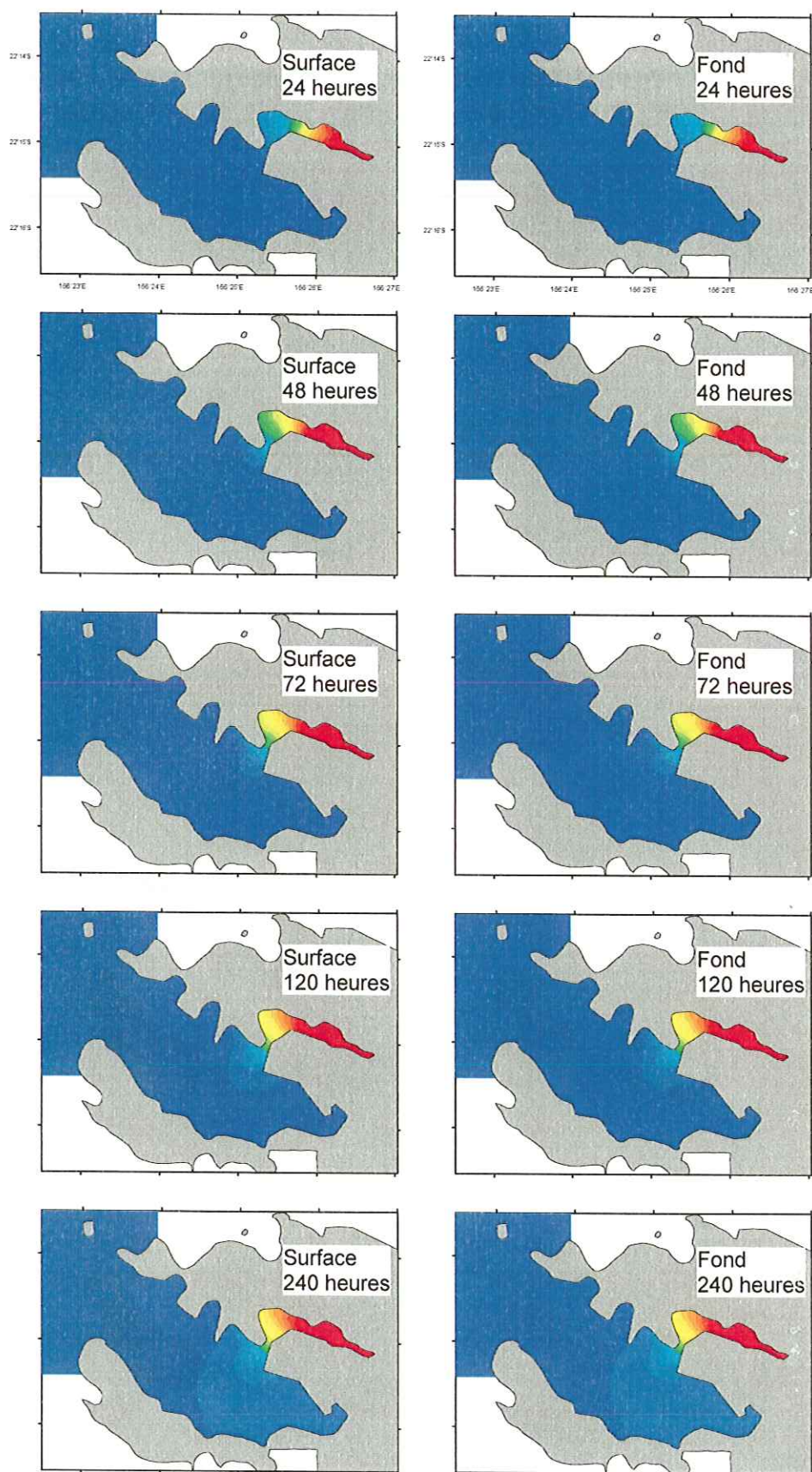


Figure 36 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un vent de 10m/s de direction 0° pour un flux de 24000 m³/h

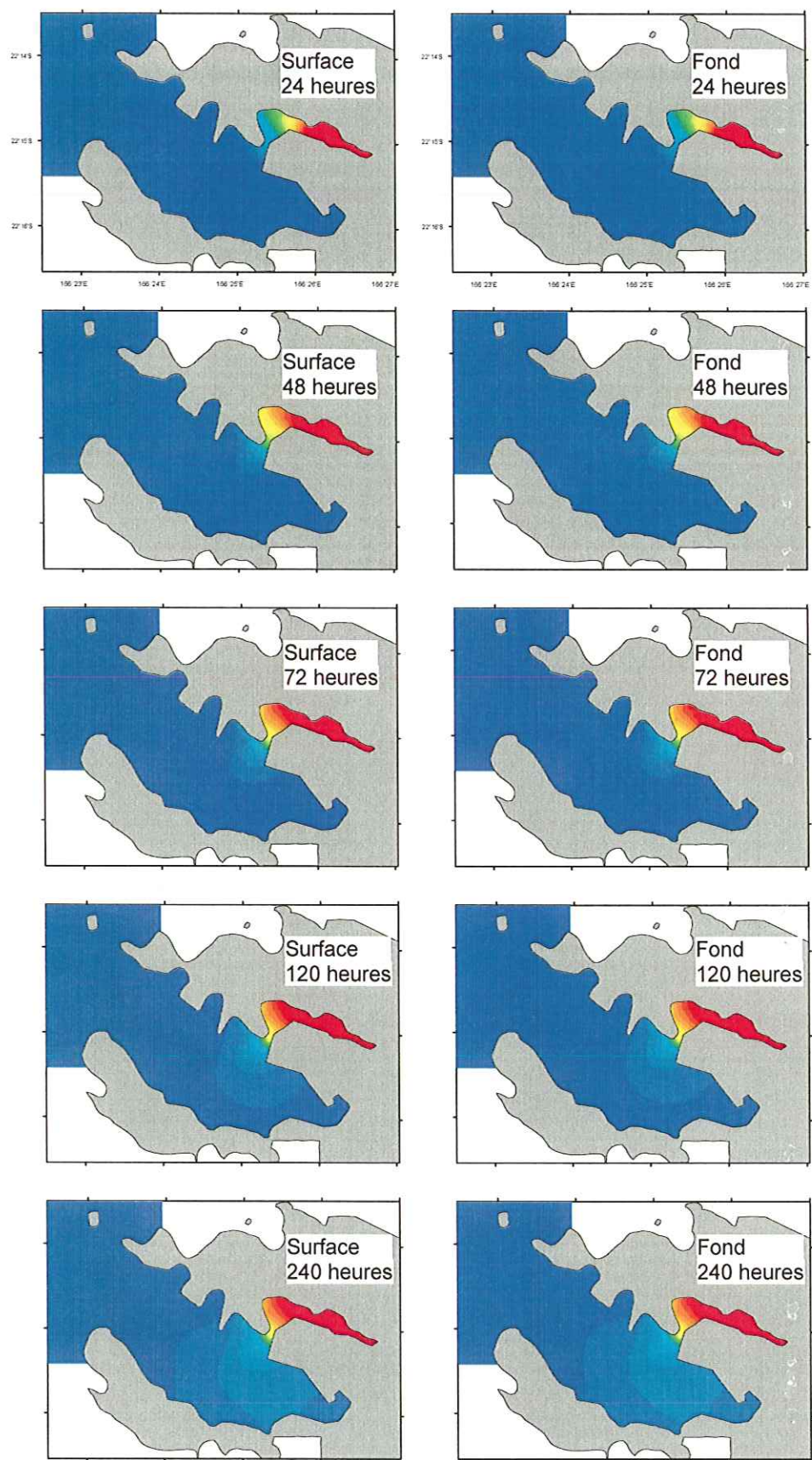


Figure 37 : Transport de matière dissoute dû à la marée et un vent de 10m/s de direction 0° pour un flux de 35000 m³/h

Caractérisation la dynamique des sédiments cohésifs (vases)

La caractérisation des sédiments cohésifs (vases) a fait l'objet de plusieurs études dans le lagon (Douillet et al 2001, Ouillon et al 2004). Ces études ont permis de définir les caractéristiques des vases dans le lagon, par exemple leur taille, et de fixer les valeurs des contraintes de tension critique de dépôt et d'érosion, et des constantes d'érosion dans les différentes parties du lagon. Ce sont ces valeurs que l'on a appliquées à cette étude.

Treize situations conjuguant le vent et la marée ont été étudiées. Le modèle calcule, à chaque instant et chaque point du modèle, en fonction de la tension sur le fond : soit la quantité de vase qui se dépose si cette tension est inférieure à la tension critique de dépôt, soit la quantité de vase érodée si la tension est supérieure à la tension critique d'érosion. Cette érosion et ce dépôt sont ensuite cumulés sur un cycle de marée. Enfin, un bilan entre la quantité de vase érodée et déposée est calculé en soustrayant la quantité érodée à la quantité déposée. Ce sont les cartes issues de ce calcul qui présentent les figures 38 à 50. Lorsque la valeur est positive, c'est que la zone est prioritairement une zone de sédimentation, lorsque la valeur est négative la zone est prioritairement une zone d'érosion.

Synthèse de la modélisation de la dynamique des sédiments cohésifs

Globalement la Grande Rade est une zone de sédimentation des vases.

Pour des vents faibles à moyens, les zones d'érosions se situent devant la pointe de Nouville, entre l'îlot Freycinet et la pointe Lestelle, et dans l'anse Uaré. Dans cette anse la bathymétrie a dû être modifiée afin de respecter les flux. Le modèle a une maille fixe de 250 mètres, ce qui n'est pas toujours le cas dans l'anse Uaré. La profondeur a donc parfois été changée pour respecter la section mouillée. Ceci peut entraîner une augmentation artificielle de la tension calculée par le modèle près du fond. Les tensions calculées dans l'anse Uaré sont donc moins fiables et les taux d'érosion et de dépôt qui en sont déduits sont aussi moins fiables. Néanmoins, l'érosion calculée dans cette anse semble tout de même réelle puisqu'elle entraîne un dépôt à la sortie de l'anse et que la carte du pourcentage de vase (voir partie sédimentologie) montre un taux de vase important à cette même sortie.

Plus le vent est faible plus le dépôt est important. Lorsque le vent s'accroît, c'est en général dans la partie centrale de la Grande Rade que la sédimentation diminue. Elle fait place à de l'érosion lorsque le vent devient très fort (de l'ordre de 10 m/s). Cette érosion se limite au banc des japonais et est plus forte dans le cas des alizés ou des vents d'ouest que pour les vents de sud et de nord. Il est vrai que dans ces cas le vent n'est pas dans la direction principale de la rade et a donc une action plus faible.

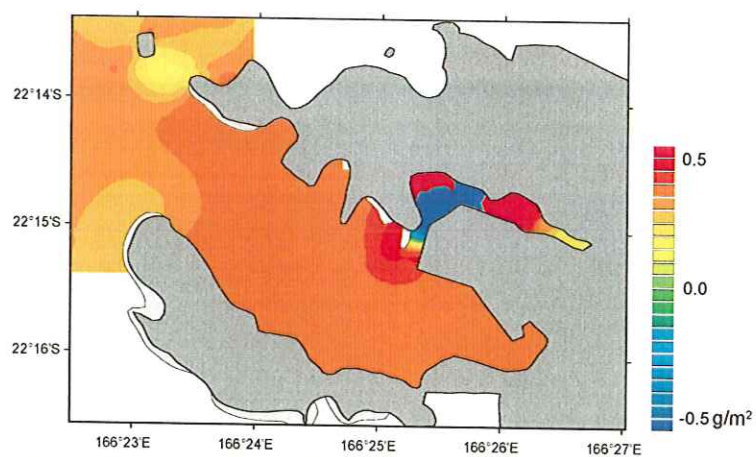


Figure 38 : Distribution des flux de dépôt (positif) et d'érosion (négatif) cumulés sur un cycle de marée, dans le cas de la marée seule

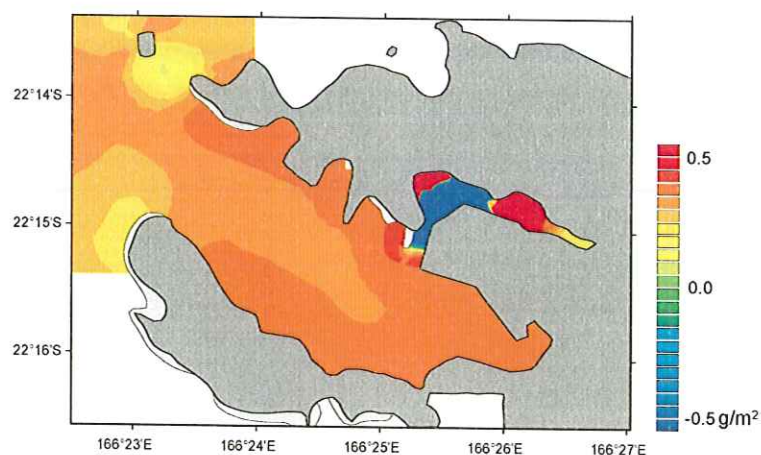


Figure 39 : Distribution des flux de dépôt (positif) et d'érosion (négatif) cumulés sur un cycle de marée, dans le cas de la marée et d'un alizé de 4 m/s

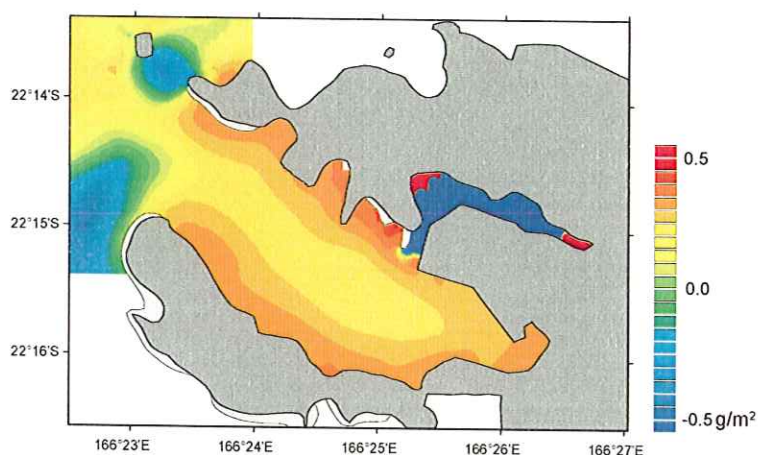


Figure 40 : Distribution des flux de dépôt (positif) et d'érosion (négatif) cumulés sur un cycle de marée, dans le cas de la marée et d'un alizé de 8 m/s

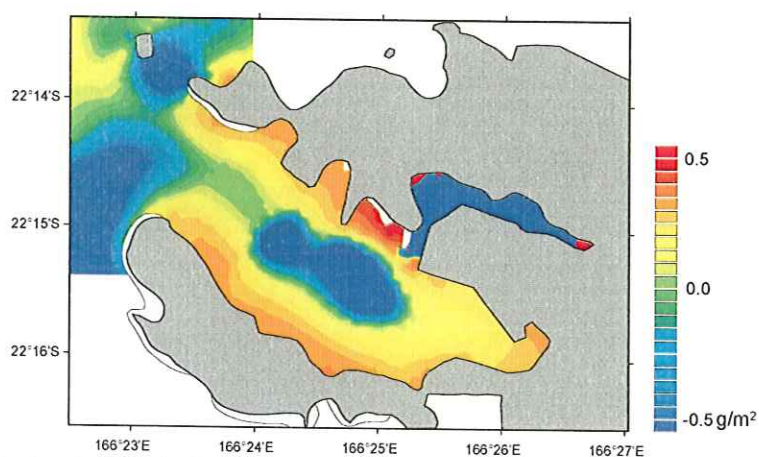


Figure 41 : Distribution des flux de dépôt (positif) et d'érosion (négatif) cumulés sur un cycle de marée, dans le cas de la marée et d'un alizé de 10 m/s

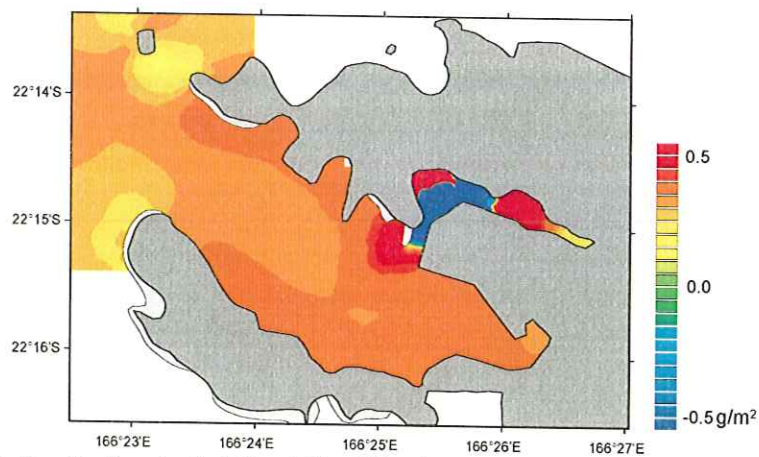


Figure 42 : Distribution des flux de dépôt (positif) et d'érosion (négatif) cumulés sur un cycle de marée, dans le cas de la marée et d'un vent d'ouest de 4 m/s

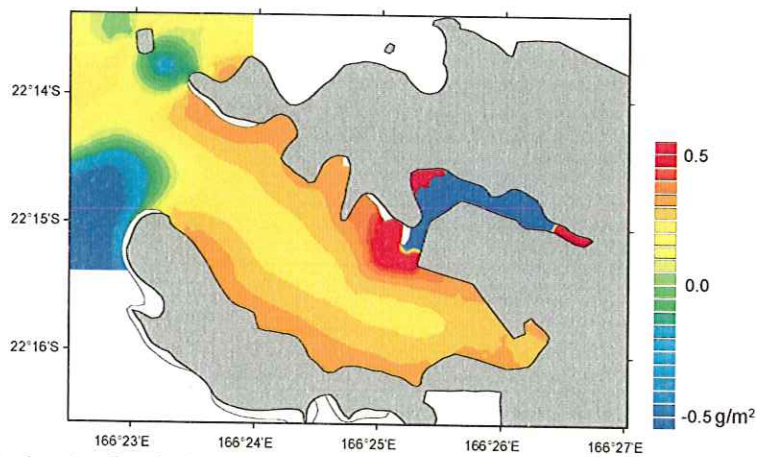


Figure 43 : Distribution des flux de dépôt (positif) et d'érosion (négatif) cumulés sur un cycle de marée, dans le cas de la marée et d'un vent d'ouest de 8 m/s

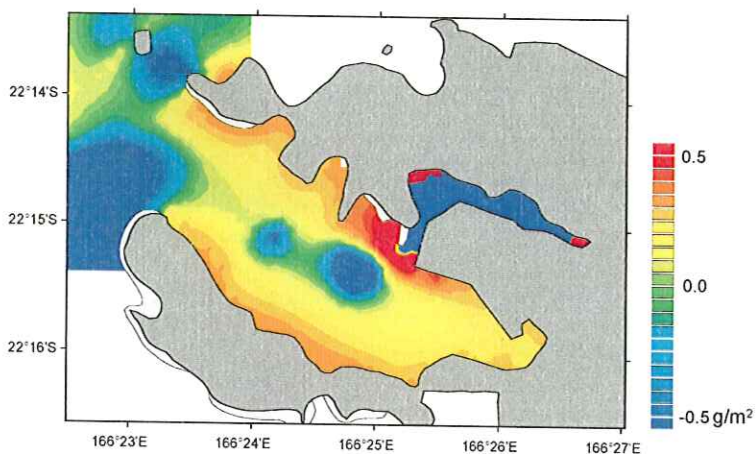


Figure 44 : Distribution des flux de dépôt (positif) et d'érosion (négatif) cumulés sur un cycle de marée, dans le cas de la marée et d'un vent d'ouest de 10 m/s

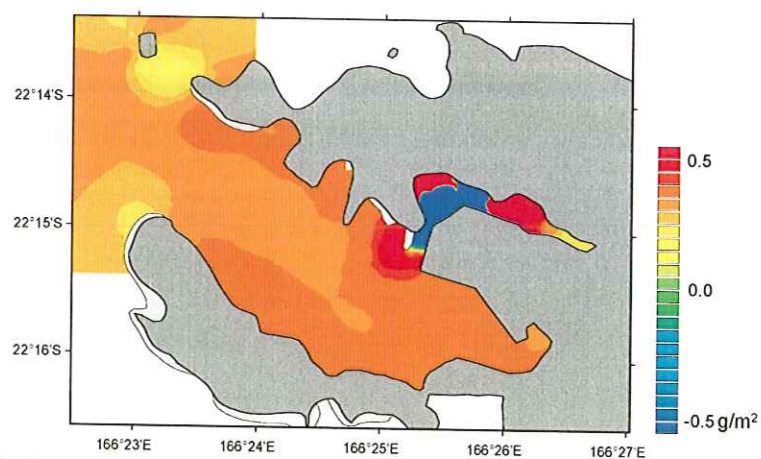


Figure 45 : Distribution des flux de dépôt (positif) et d'érosion (négatif) cumulés sur un cycle de marée, dans le cas de la marée et d'un vent de sud de 4 m/s

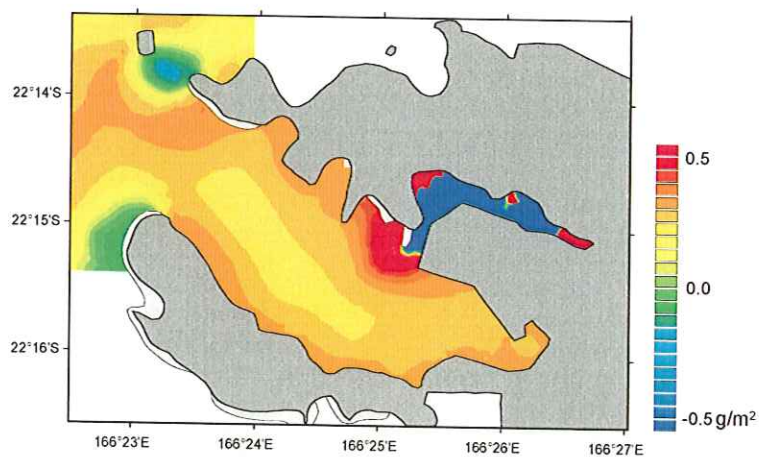


Figure 46 : Distribution des flux de dépôt (positif) et d'érosion (négatif) cumulés sur un cycle de marée, dans le cas de la marée et d'un vent de sud de 8 m/s

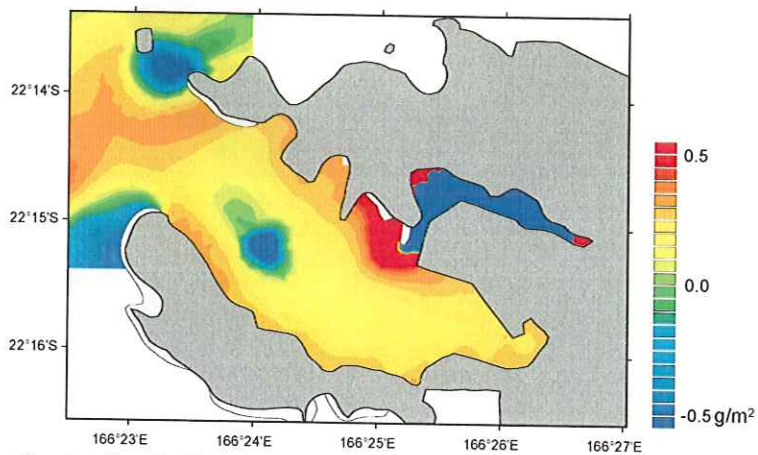


Figure 47 : Distribution des flux de dépôt (positif) et d'érosion (négatif) cumulés sur un cycle de marée, dans le cas de la marée et d'un vent de sud de 10 m/s

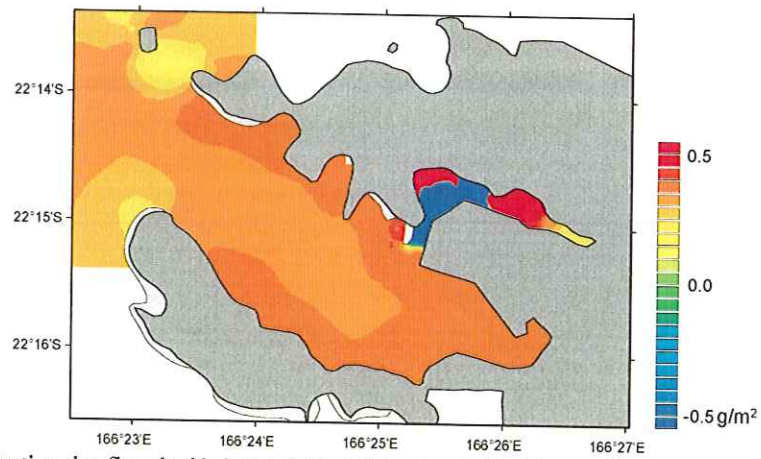


Figure 48 : Distribution des flux de dépôt (positif) et d'érosion (négatif) cumulés sur un cycle de marée, dans le cas de la marée et d'un vent de nord de 4 m/s

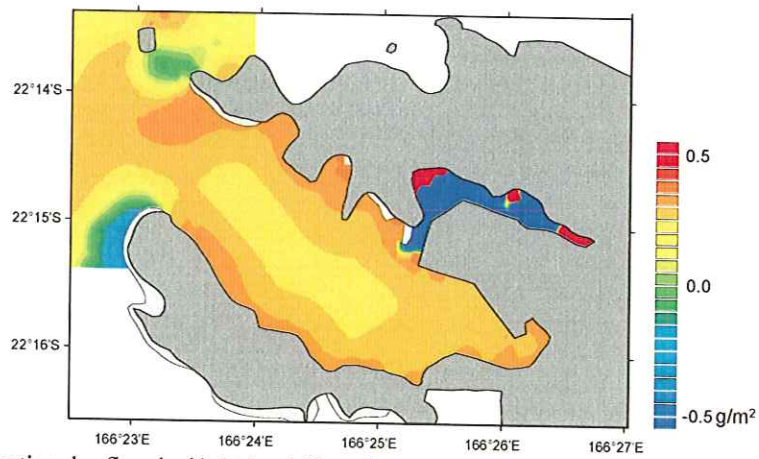


Figure 49 : Distribution des flux de dépôt (positif) et d'érosion (négatif) cumulés sur un cycle de marée, dans le cas de la marée et d'un vent de nord de 8 m/s

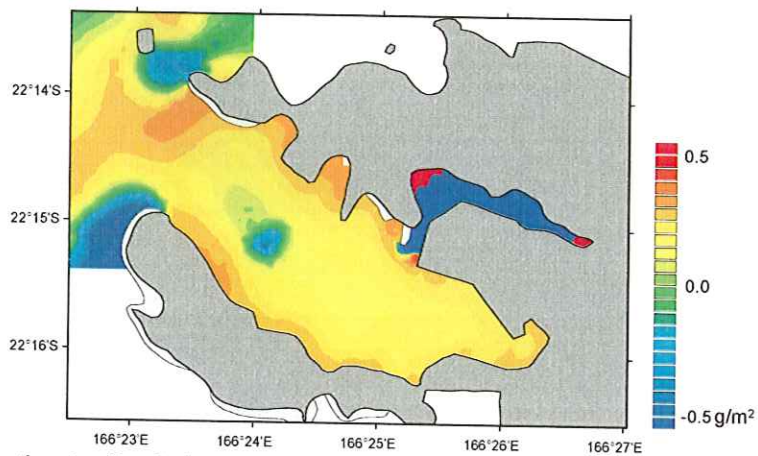
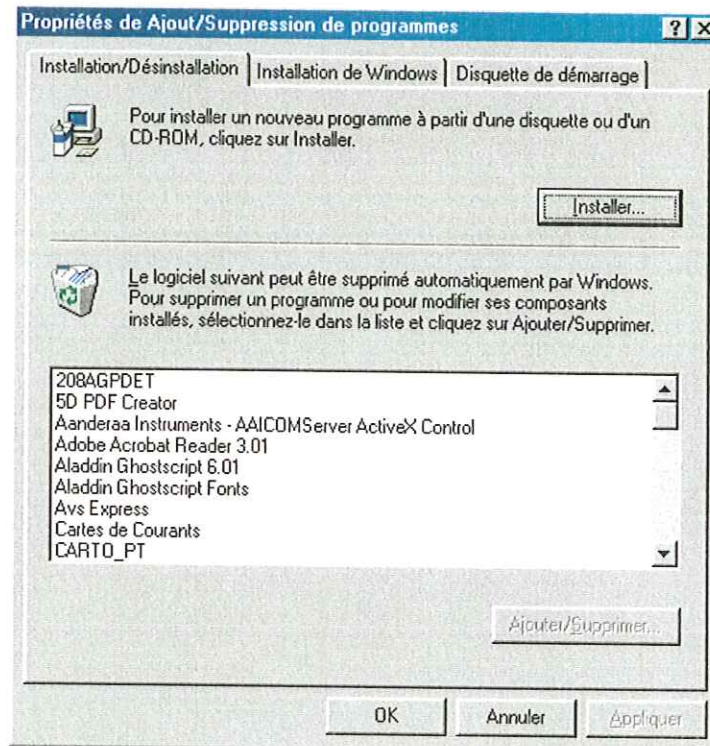


Figure 50 : Distribution des flux de dépôt (positif) et d'érosion (négatif) cumulés sur un cycle de marée, dans le cas de la marée et d'un vent de nord de 10 m/s

Annexe

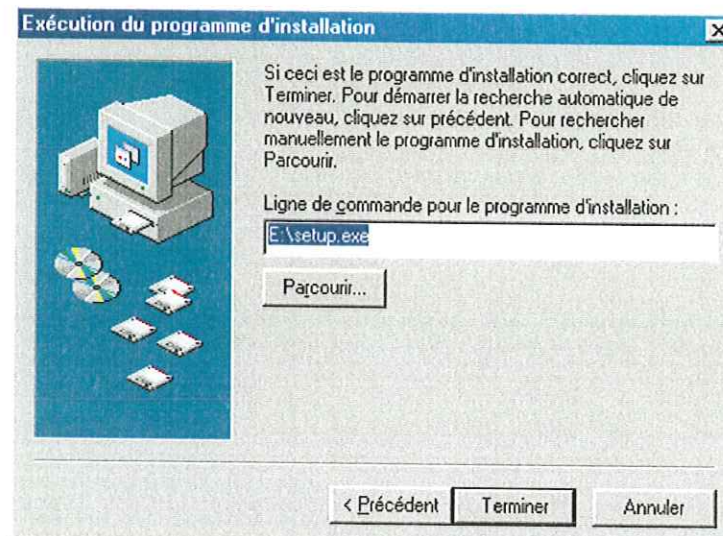
Installation du programme CartCour

Pour installer le logiciel sur un PC, il faut tout d'abord charger le CD-ROM dans le lecteur, puis exécuter à partir du Panneau de configuration le programme Ajout/Suppression de programme :

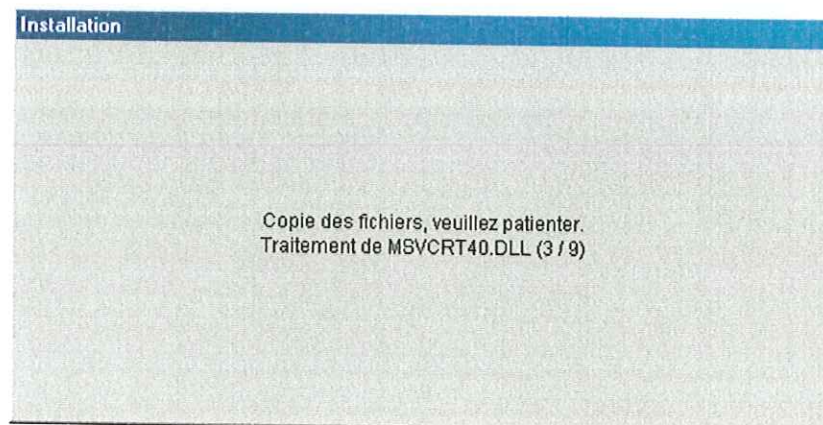


puis cliquer sur le bouton Installer.

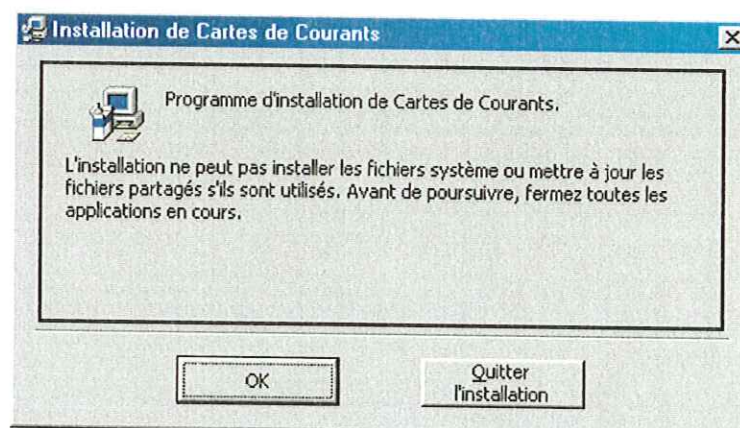
Après recherche sur les différents lecteurs disponible sur votre PC, l'écran suivant doit apparaître où E est le nom du lecteur de CD-ROM dans lequel vous avez mis le CD-ROM Cartes de Courants. Si ce n'est pas le cas cliquer sur le Bouton Parcourir afin de trouver le fichier Setup.exe sur le CD-Rom. Enfin cliquez sur Terminer.



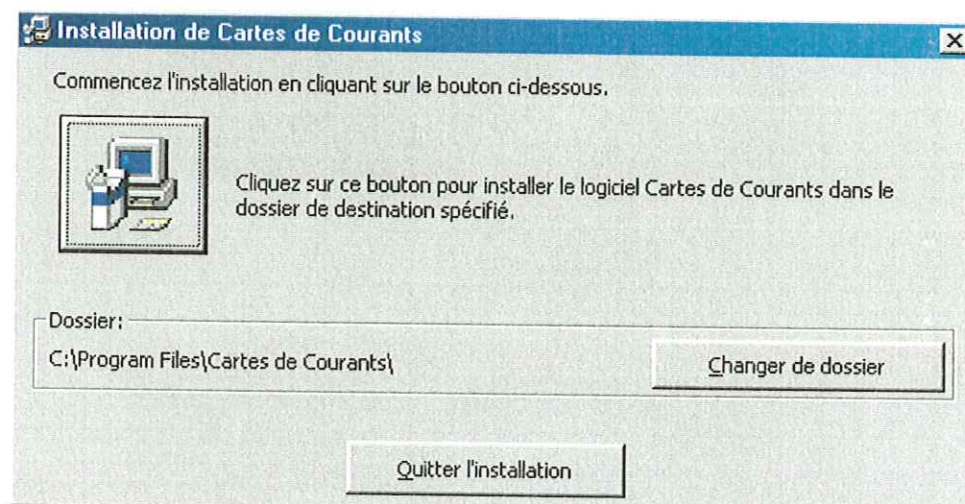
Le programme installe tout d'abord les fichiers Visual Basic nécessaire à l'exécution du programme.



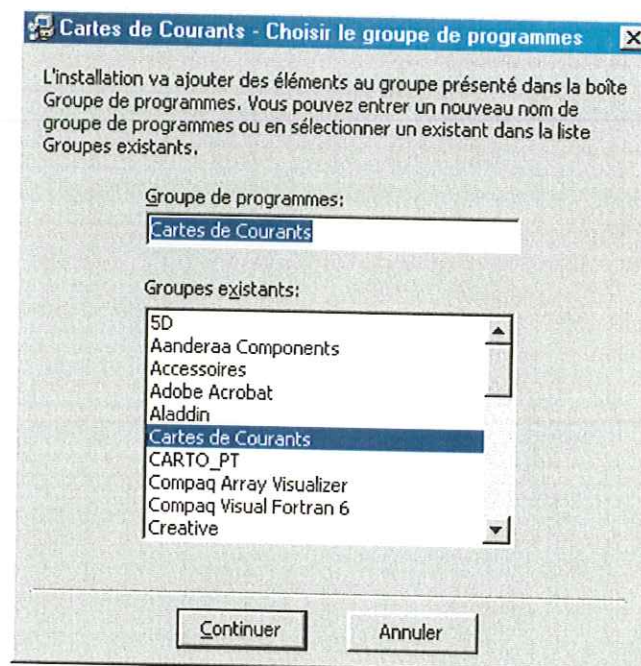
Ensuite avant d'installer le logiciel Cartes de Courants, le programme d'installation vous demande de vérifier que tous vos fichiers systèmes soient fermés. Dans la négative les fermer. Puis cliquer sur OK.



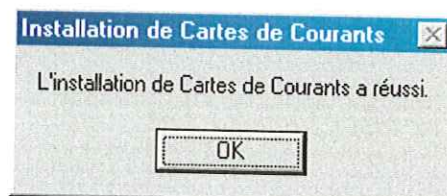
Vous pouvez ensuite changer le répertoire d'installation du logiciel en cliquant sur le bouton Changer de dossier. Pour poursuivre l'installation, cliquez sur l'icône représentant un ordinateur.



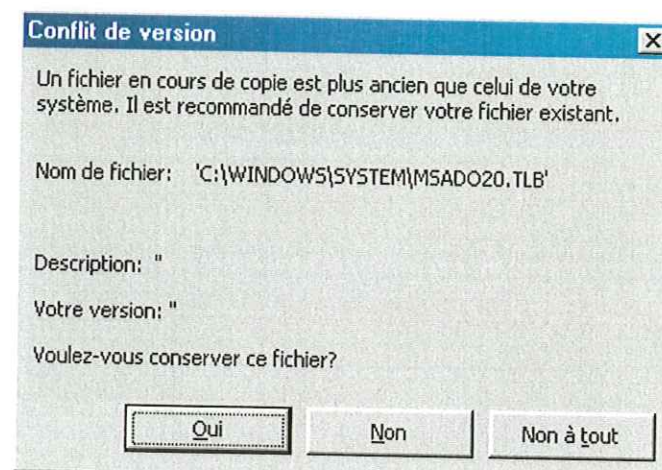
Il vous sera demandé ensuite de définir le groupe de programme qui contiendra le programme Cartes de Courants.



L'installation se termine par la fenêtre suivante.



Lors de la dernière partie de l'installation la fenêtre suivante peut apparaître. Elle signale un conflit de version entre le fichier que veut installer le logiciel Cartes de Courants et le fichier déjà installé sur votre système. D'une manière générale, il faut conserver le fichier déjà présent sur votre système s'il est le plus récent.



Utilisation de CartCour

Le programme informatique développé dans le cadre de la convention Zonéco a pour but de visualiser et d'imprimer les cartes de courants calculées par les deux modèles. Ce logiciel développé en Microsoft Visual Basic 6.0 fait appel à une base de données Microsoft Access qui gère le jeu de cartes. Celles-ci sont stockées sur un Cédérom ainsi que le logiciel et la base de données. L'affichage et l'impression des cartes à l'écran sont vectoriels. Ceci permet de garder la qualité des vecteurs vitesses quel que soit le grossissement demandé. L'ergonomie a été choisie de manière à rester le plus proche possible des logiciels généralement utilisés et a été conçu pour un écran disposant d'une définition minimum de 600 pixels par 800 pixels. L'écran principal est présenté en figure 8.

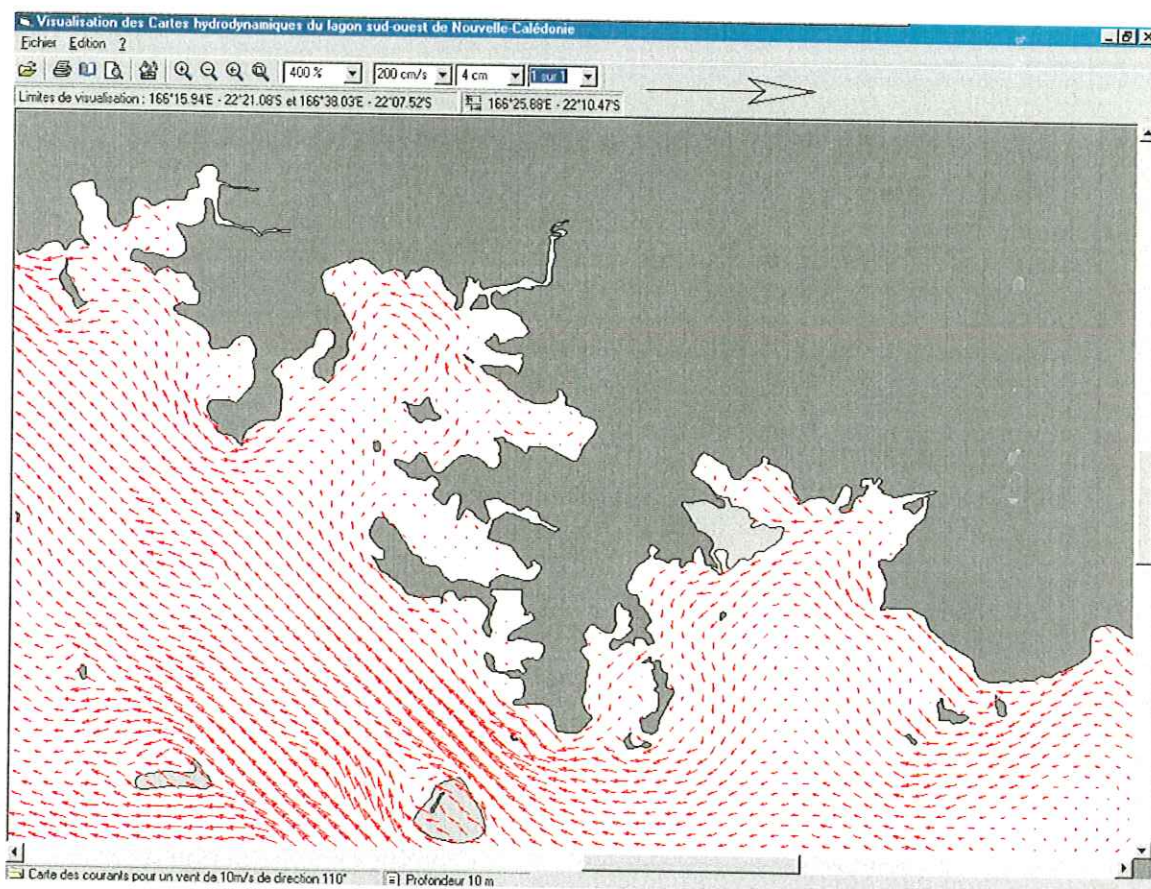
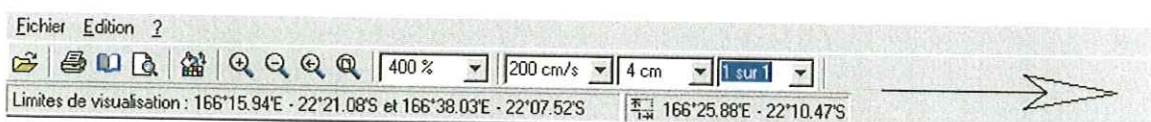


Figure 8 : Fenêtre principale du logiciel de visualisation et d'impression des cartes.

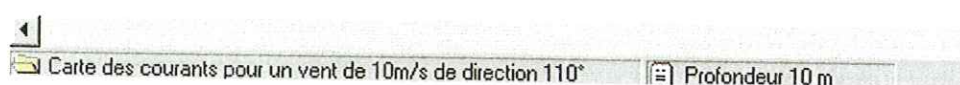
Le programme comprend un fenêtre principale et plus autres fenêtres gérant : l'ouverture d'une carte, la configuration des paramètres d'affichage, la configuration des paramètres d'impression, l'aperçu avant impression.

Dans la fenêtre principale, le menu classique est doublé pour les commandes principales par un menu graphique :



Celui-ci permet de modifier les principales caractéristiques : le facteur de zoom par sélection sur liste déroulante ou en utilisant la souris après avoir sélectionné le bon icône, le rapport entre la vitesse réelle et sa représentation à l'écran grâce à deux liste déroulantes, la densité des vecteurs vitesses (1 sur 1, 1 sur 2, 1 sur 3), les paramètres de visualisation (couleurs et épaisseurs des vitesses et du fond de carte), les paramètres d'impression. Ce menu permet enfin d'accéder directement à l'aperçu avant impression, et l'impression. Sous celui-ci, les limites géographiques de la zone visualisée sont affichées, ainsi que la position de la souris en coordonnées géographiques. Le référentiel IGN72 a été choisi de manière à être en accord avec les cartes marines. La flèche située à droite de l'écran est la taille à l'écran de la vitesse affichée dans la liste déroulante (200 cm/s dans l'exemple présenté).

En bas de l'écran les caractéristiques de la carte sont affichées :



le forçage utilisé pour calculer la carte et la profondeur ou le l'heure de la marée.

La fenêtre d'ouverture d'une carte a la forme suivante (menu classique : Fichier/ Ouvrir ou menu graphique ) :

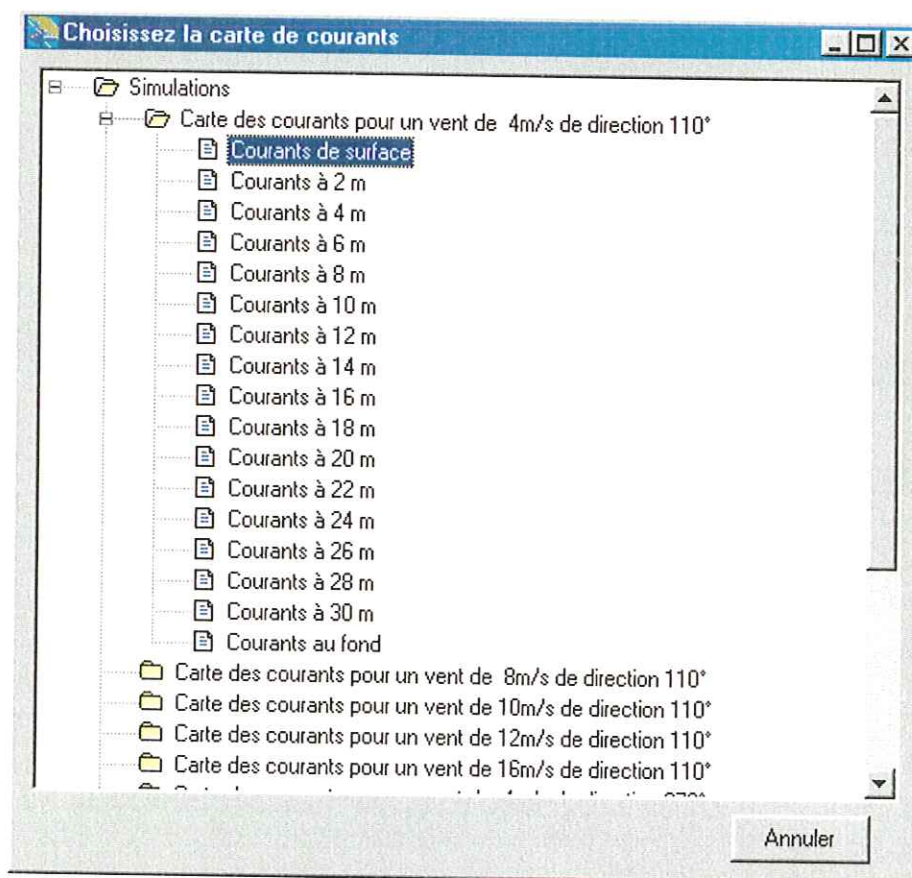


Figure 8x : Fenêtre permettant l'ouverture des cartes

En cliquant sur un dossier représentant un type de forçage les fichiers des différentes cartes de courants en fonction de la profondeur ou de l'heure de la marée sont proposés à l'ouverture. En cliquant, sur un fichier, le programme ouvre la carte.

La fenêtre de configuration de l'affichage a la forme suivante (menu classique : **Edition/ Configuration écran ou menu graphique** ) :

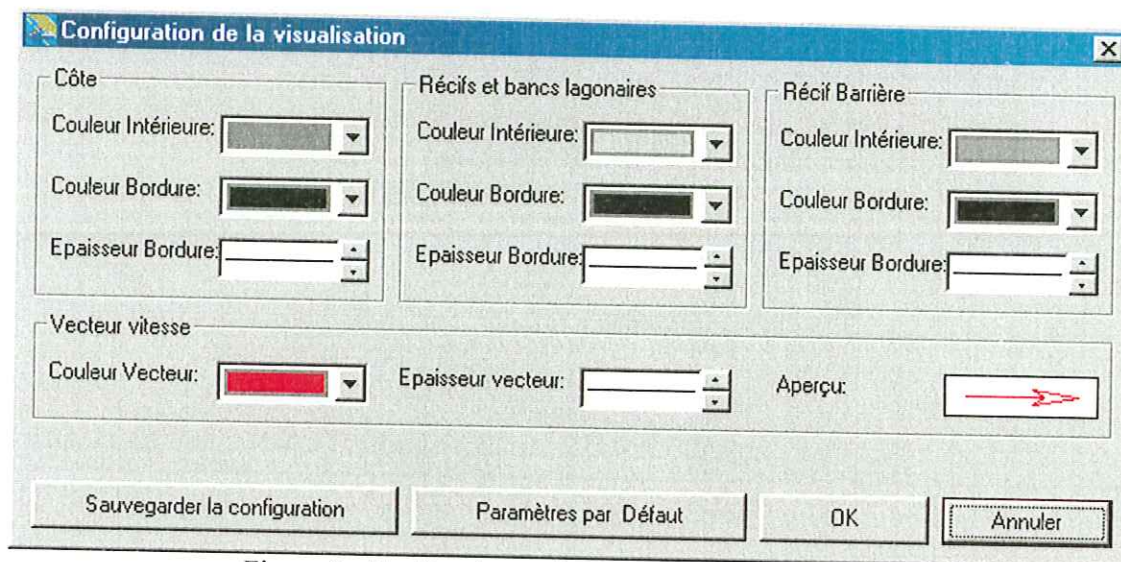


Figure 9 : Fenêtre de configuration de la visualisation

Il permet de configurer les principaux paramètres de la visualisation, de les sauvegarder ou de revenir à la configuration par défaut. Trois types d'éléments du fond de carte ont été considérés : la côte, les récifs intérieurs, et le récif barrière.

Les paramètres d'impressions se décomposent sous la forme de 4 écrans regroupés dans une même fenêtre en utilisant une barre d'onglets (menu classique : **Fichier/ Paramètres impression carte ou menu graphique** )

Le premier écran permet de fixer les limites d'impression. Deux modes sont proposés :

- le premier mode imprime la carte sur une page entière (dans ce cas seule la longitude minimale, la latitude minimale et l'échelle sont données);
- le deuxième mode imprime la carte sur une partie de la page (dans ce cas les extremum en longitudes et latitude sont données ainsi que l'échelle), ce mode est principalement prévu pour les imprimantes de grande taille.

Paramétrage de l'impression

Zone d'impression et échelles | Configuration couleur et trait | Configuration des axes | Mise en Page

Paramètres de la carte
 Xmin : 165°42.00'E Ymin : 22°40.00'S Echelle minimum : 1/ 702705
 Xmax : 166°50.00'E Ymax : 21°46.00'S

Choix de la forme d'impression

☒ Pleine Page
 Xmin : +165°55' Ymin : -22°40' Echelle 1/ 400000
 Xmax : 166°50'26 Ymax : -22°06'35

☐ Partielle
 Xmin : +165°42' Ymin : -22°40' Echelle 1/ 400000
 Xmax : +166°37' Ymax : -22°06'

Vitesse : 100 cm/s Pour : 1 cm Densité : 1 sur 2

Sauver Défaut Aperçu OK Annuler Appliquer

Figure 10 : Onglet de configuration de la zone d'impression et de l'échelle

Le deuxième écran est une reprise de l'écran de configuration de la visualisation écran mais ici les paramètres seront utilisés pour l'impression

Paramétrage de l'impression

Zone d'impression et échelles | Configuration couleur et trait | Configuration des axes | Mise en Page

Côte
 Couleur Intérieure: [Orange] Couleur Bordure: [Noir] Epaisseur bordure: [1]

Récifs et bancs lagunaires
 Couleur Intérieure: [Vert] Couleur Bordure: [Noir] Epaisseur Bordure: [1]

Récif Barrière
 Couleur Intérieure: [Jaune] Couleur Bordure: [Noir] Epaisseur Bordure: [1]

Vecteur vitesse
 Couleur Vecteur: [Rouge] Epaisseur vecteur: [1] Aperçu: [Image d'un vecteur rouge]

Sauver Défaut Aperçu OK Annuler Appliquer

Figure 10 : Onglet de configuration du fond de carte et des vecteurs vitesses pour l'impression

Le troisième écran permet de définir la configuration des axes : la police utilisée, la position de départ des graduations en longitude et latitude, et l'intervalle les séparant.

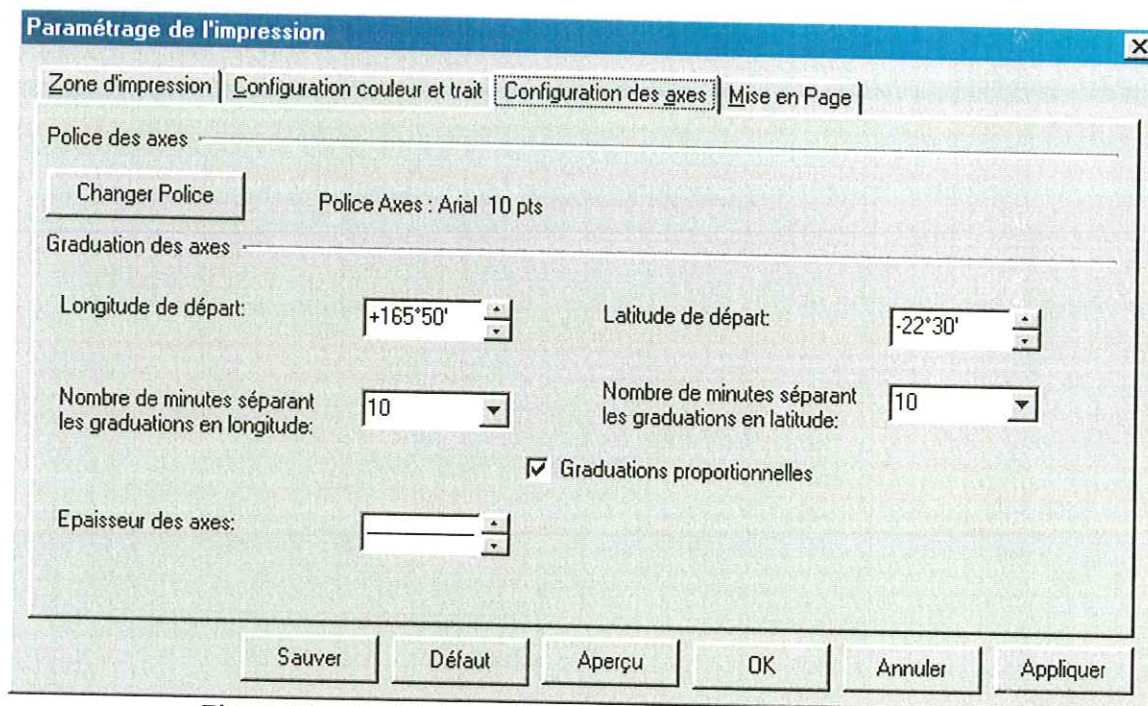


Figure 11 : Onglet de configuration des axes pour l'impression

Le quatrième écran permet de configurer les marges et le centrage éventuel sur la page :

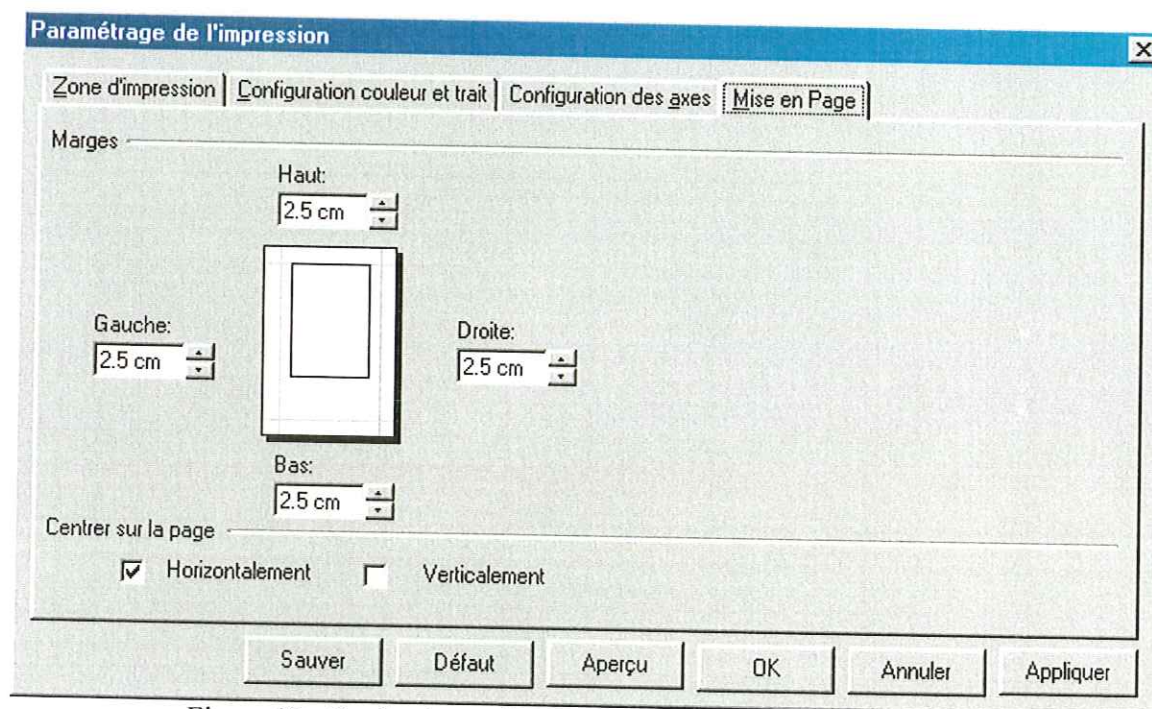


Figure 12 : Onglet de configuration des marges pour l'impression

L'aperçu avant impression (figure x) peut être appelé aussi bien dans la fenêtre principale que dans la fenêtre de définition des paramètres d'impression. Dans ce cas, les paramètres d'impression prises en compte pour l'aperçu avant impression seront ceux de la fenêtre. Dans

le cas de la fenêtre principale, l'aperçu peut être appelé par le menu classique : Fichier/ Aperçu impression carte ou le menu graphique .

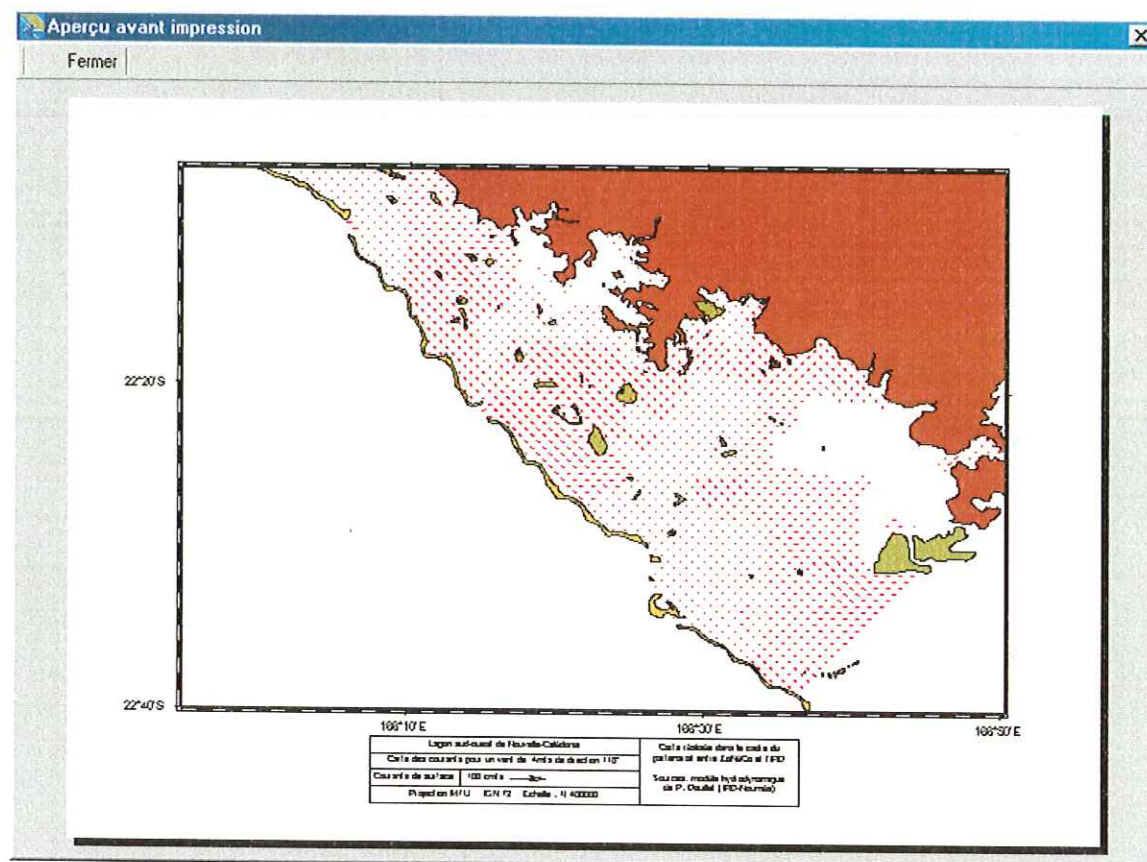


Figure 13 : Fenêtre de l'aperçu avant impression

REFERENCES

- Douillet P, Ouillon S, Cordier E ,2001. A numerical model for fine suspended sediment transport in the south-west lagoon of New-Caledonia. *Coral Reefs* 20:361-372 DOI 10.1007/s00338-001-0193-6.
- Douillet, P., 1998. Tidal dynamics of the south-west lagoon of New Caledonia: observations and 2D numerical modelling. *Oceanologica Acta*, 21 (1), 69-79.
- Douillet, P., Bargibant, G., Hamel, P., Hoffschir, C., Menou, J.L., Panché, J.Y., Tirard, P. 1990. Mesures de courant, de marée et de vent dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. 2ème partie : juillet 1989 à octobre 1990. Nouméa : ORSTOM *Rapp. sci. tech., Sci. Mer, Biol. mar., Biol. mar.*, 58 : 722p.
- Douillet, P., Bargibant, G., Hoffchir, C., Laboute, P., Menou, J.L., Panché, J.Y., Tirard, P. 1989. Mesures de courant, de marée et de vent dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. 1ère partie: octobre 1988 à juillet 1989. Nouméa : ORSTOM *Rapp. sci. tech., Sci. Mer, Biol. mar., Biol. mar.*, 53, 271 p.
- Ouillon, S., Douillet, P., Andréfouët, S., 2004. Coupling satellite data with *in situ* measurements and numerical modeling to study fine suspended sediment transport: a study for the lagoon of New Caledonia, 25p, sous presse dans *Coral Reefs*.

