

Résultats

3. Les paramètres physico-chimiques de l'eau

3.1. La Température:

La température présente des variations similaires dans l'ensemble des sites. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées durant la saison estivale avec un maximum en juillet et août (28°C) au niveau du Cap de garde et Sidi Salem (fig.26).

Dés le début de l'automne (Septembre), on assiste a une baisse progressive de la température de l'eau qui se prolonge jusqu'à la période hivernale ou elle atteint une valeur minimale de 12.5°C en février (Cap de Garde et Rezgui Rachid).

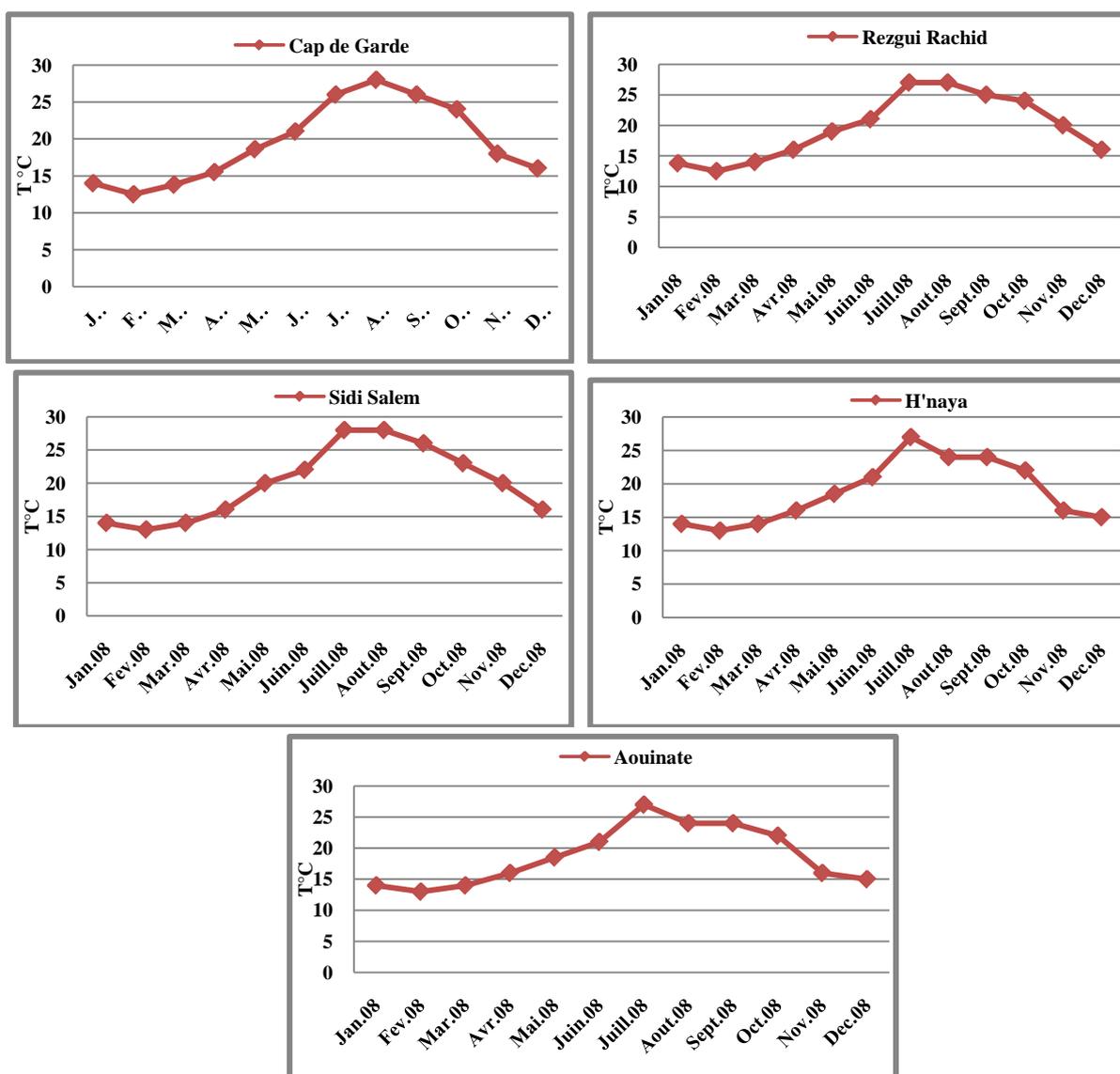


Figure 26: Variations mensuelles de la température de l'eau (Janvier - décembre 2008).

3.2.La salinité:

La salinité atteint des valeurs maximales, variant entre 39 g/l et 41.8g/l dans l'ensemble des sites, en période estivale et automnale.

La valeur la plus basse (36.5 g/l) est enregistrée en janvier à Aouinate (fig. 27).

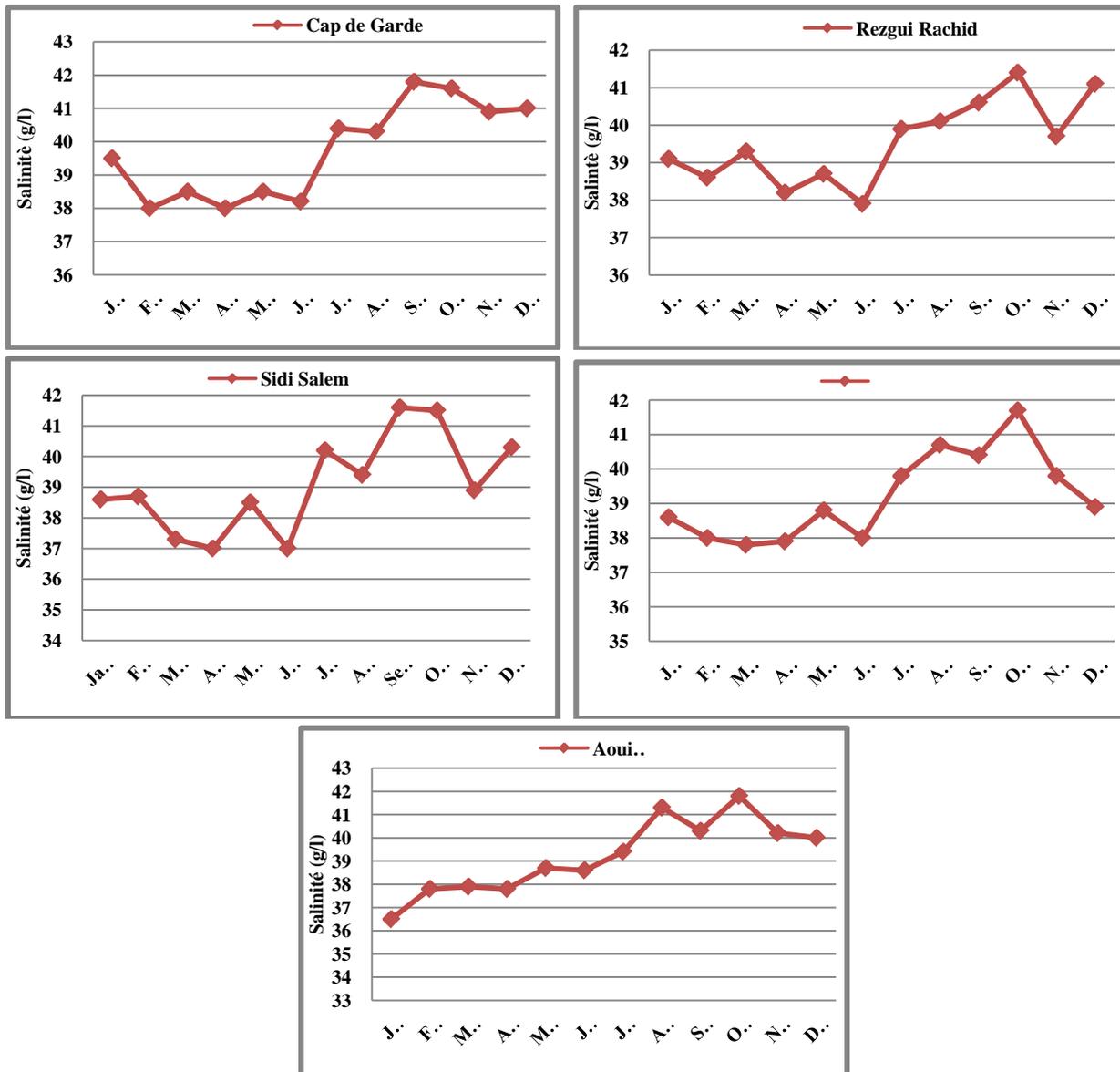


Figure 27: Variations mensuelles de la salinité de l'eau (Janvier - décembre 2008).

1.3. Le pH :

Le pH est légèrement alcalin dans l'ensemble des sites. La valeur la plus basse (7.6) est enregistrée à H'naya au mois de mai.

La valeur la plus élevée (8.75) est notée en juin au niveau du Cap de Garde (fig.28).

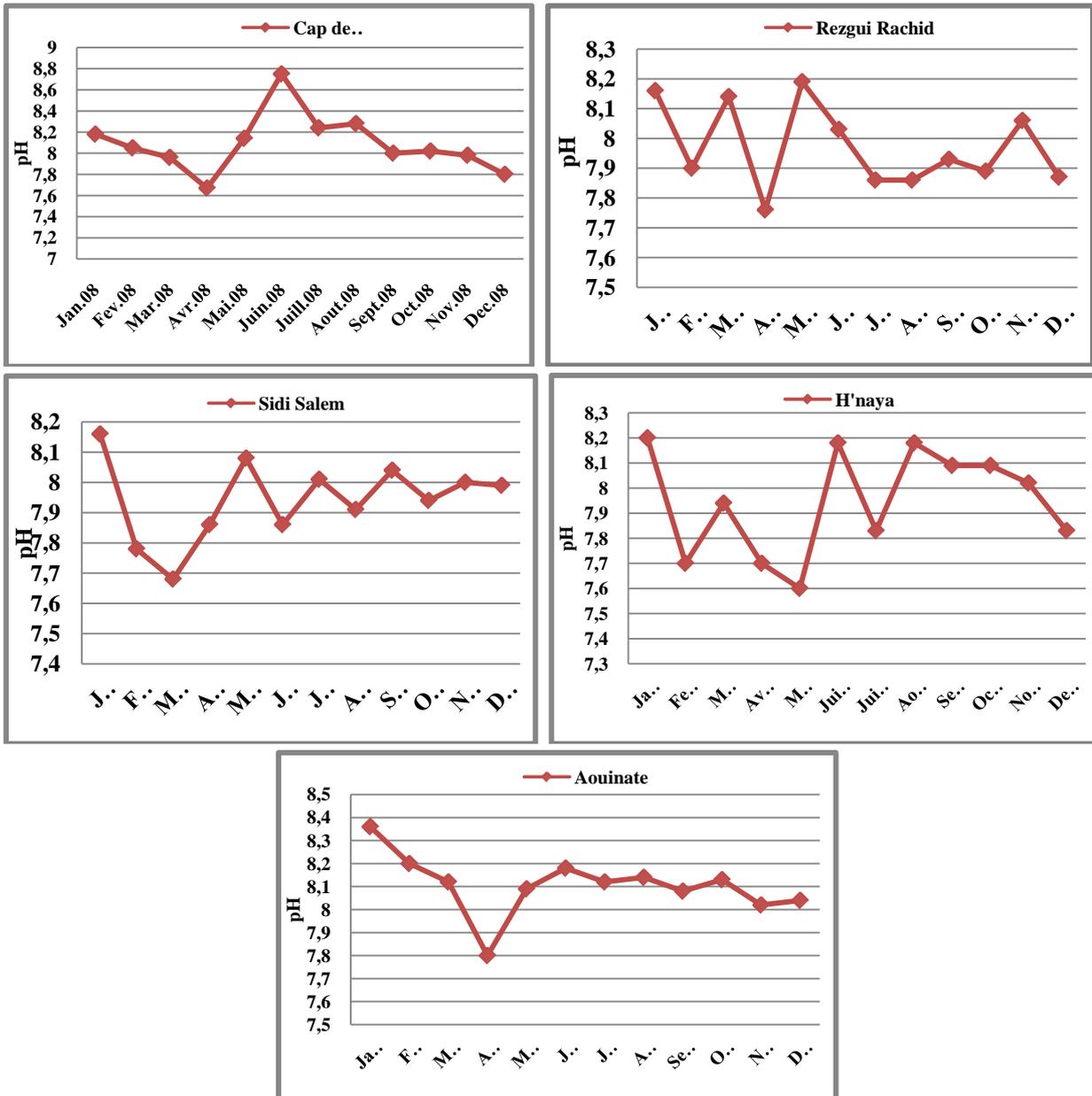


Figure 28 : Variations mensuelles du pH de l'eau (Janvier - décembre 2008).

1.4. L'oxygène dissous :

Les teneurs en oxygène dissous montrent des fluctuations en fonction des périodes. Elles sont relativement élevées en hiver où elles varient entre 6 et 12 mg/l et basses en été et en automne, variant de 1 à 6 mg/l.

En effet, nous notons, une baisse significative des teneurs en oxygène en période estivale, atteignant 1.9 mg/l au mois d'août au Cap de Garde et H'naya et une meilleure oxygénation de l'eau en périodes hivernales avec des valeurs maximales de 11 et 11.79 mg/l respectivement à H'naya en mars et Aouinate en janvier (fig.29).

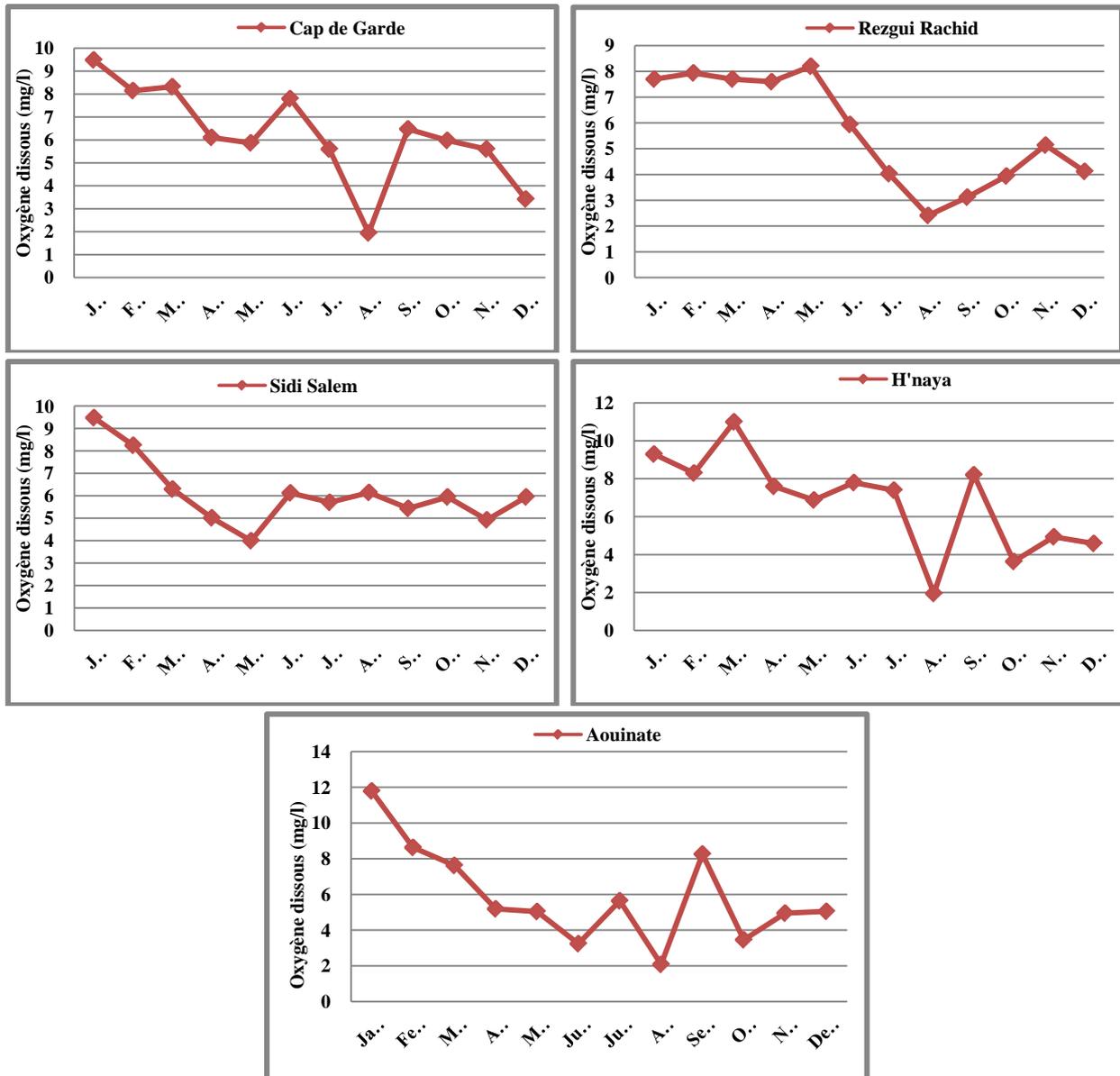


Figure 29 : Variation mensuelles des teneurs en oxygène dissous de l'eau (Janvier - décembre 2008).

1.5. Les matières en suspension :

Les teneurs en matières en suspension varient de 0.128 mg/l en juin au Cap de Garde à 0.3789 mg/l en décembre à Aouinate.

Les valeurs les plus élevées sont généralement relevées en période automnale.

Par ailleurs, c'est en juin que la teneur en MES atteint sa valeur minimale dans pratiquement l'ensemble des sites (Fig.30).

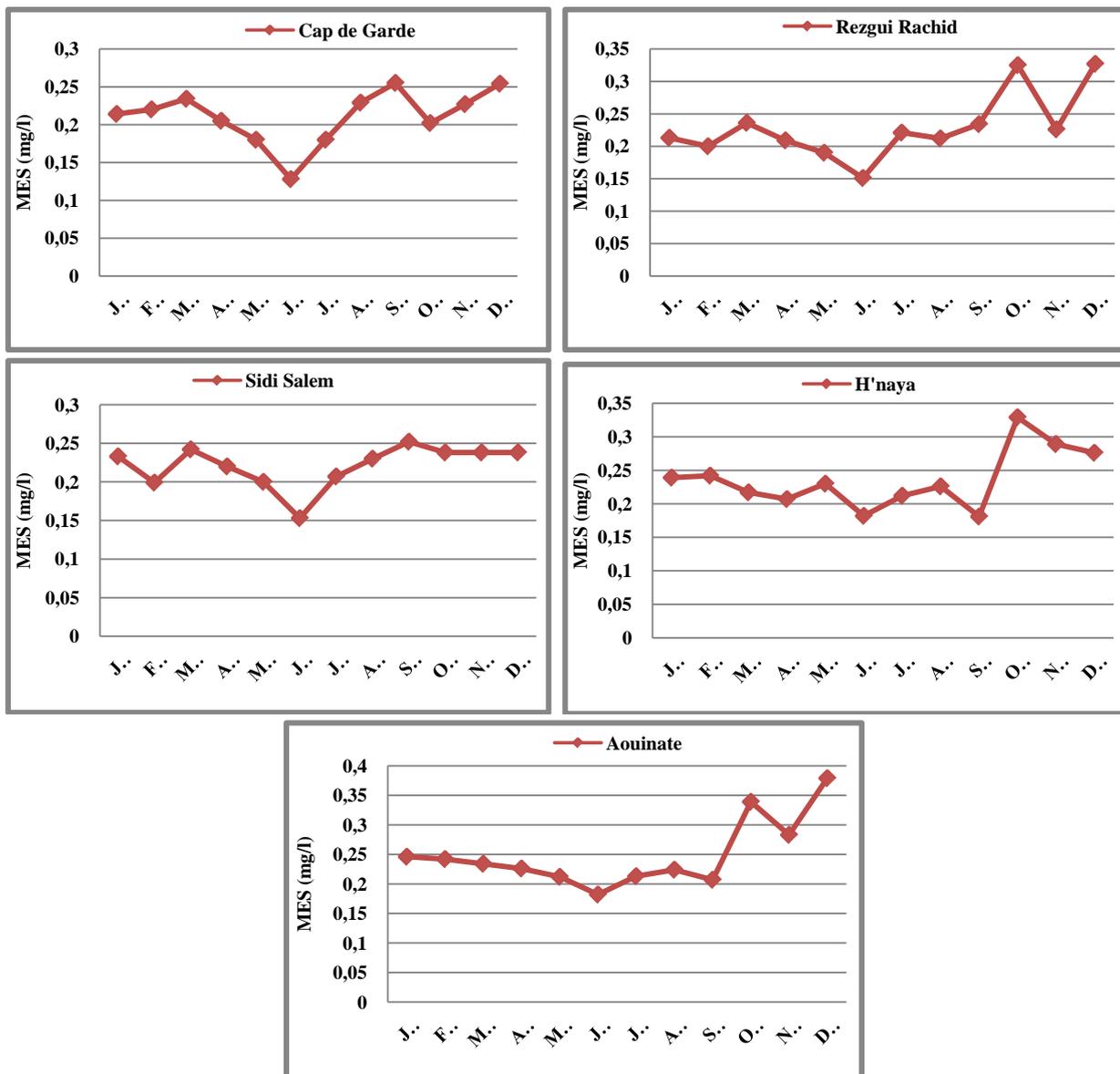


Figure 30: Variations mensuelles des matières des teneurs en suspensions dans l'eau (Janvier - décembre 2008).

4. Distribution des germes dans l'eau de mer :

4.1. Les Coliformes totaux :

Le dénombrement des Coliformes totaux montre que leur teneur varie d'un site à l'autre et d'un mois à l'autre.

Nous notons, des valeurs en Coliformes totaux, inférieures aux valeurs guides (500 germes/100ml selon le décret exécutif n° 93-164 du 10/07/1993 JORA n° 46), au Cap de Garde et Rezgui Rachid, pendant toute la période d'étude.

A Sidi Salem, nous enregistrons des valeurs de 1100 et de 2400 germes/100ml (dépassant largement la valeur guide), au cours des mois de mai, septembre et octobre, à cela s'ajoute des teneurs proches des valeurs guides en novembre et décembre (93 germes /100ml).

A H'naya, nous notons 3 pics de 2400 germes /100ml en avril, mai et juillet et un pic de 1100 germes /100ml en octobre.

Au niveau de Aouinate, les teneurs relevées restent inférieures aux valeurs guides sauf en avril ou un pic de 2400 germes /100ml est enregistré (fig.31).

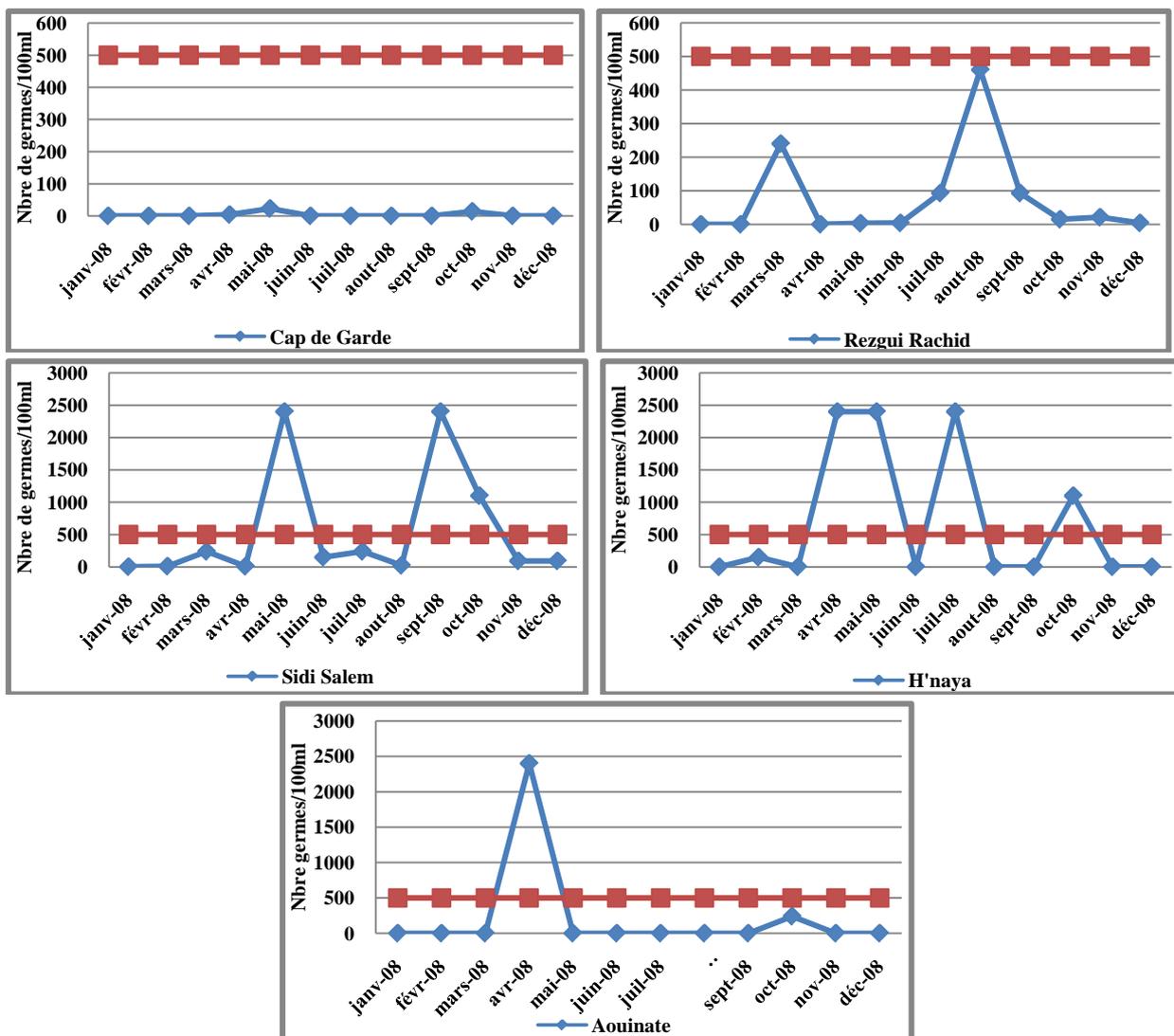


Figure 31: Variations spatio-temporelles des teneurs en Coliformes totaux dans l'eau (Janvier - décembre 2008).

4.2. Les Coliformes thermotolérants (*Escherichia coli*):

Les concentrations en Coliformes thermotolérants (*E.coli*), enregistrées au niveau du Cap de Garde et Rezgui Rachid, sont relativement faibles, elles ne dépassent pas 21 germes/100ml ; et sont de ce fait inférieures aux valeurs guides fixées à 100germes/100ml selon le décret exécutif n° 93-164 du 10/07/1993 JORA n° 46.

A Sidi Salem, 2 pics de 460 et 2400 germes/100ml sont relevés respectivement en mai et septembre ; à cela s'ajoute des teneurs de 93 germes /100ml (proches des valeurs guides) en mars, juillet et octobre

Au niveau de H'naya et Aouinate, les teneurs restent inférieures aux valeurs guides durant presque toute l'année, à l'exception du mois d'avril où des pics de 1100 et de 2400 germes/100ml sont respectivement enregistrés (fig.32).

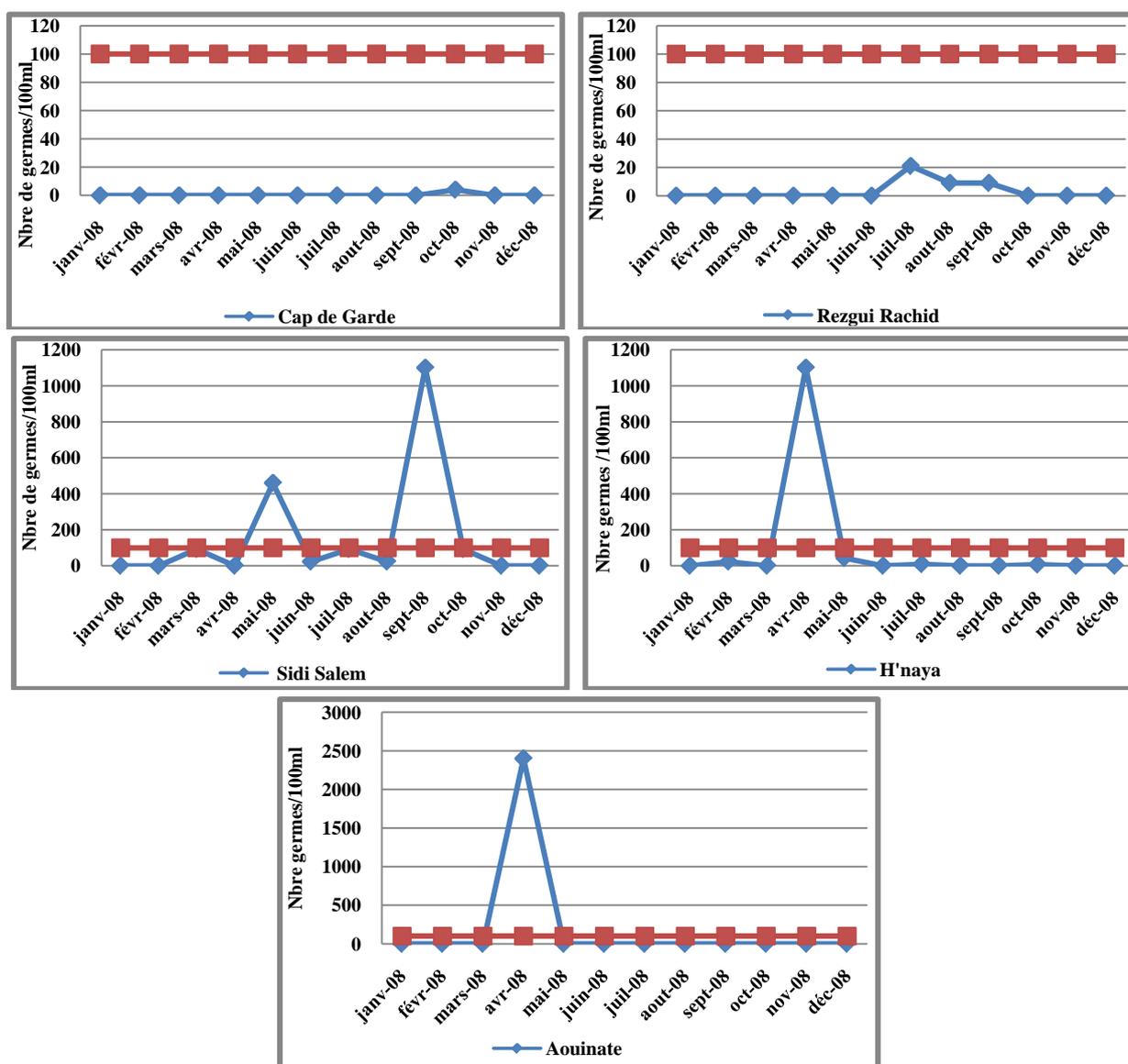


Figure 32: Variations spatio-temporelles des teneurs en Coliformes thermotolérants (*Escherichia coli*) dans l'eau (Janvier - décembre 2008).

4.3. Les Streptocoques totaux :

Les concentrations en Streptocoques totaux, varient d'un site à l'autre (fig.33).

Dans le Cap de Garde, les valeurs les plus élevées sont enregistrées en septembre (93germes/100ml) et en octobre (460 germes/100ml).

A Rezgui Rachid sont relevés 3 pics de 150 germes/100ml (en juillet), de 240 germes/100ml (en septembre) et 2400 germes/100ml (en octobre) ; nous enregistrons, par ailleurs, des teneurs proches des valeurs guides en mars (75 germes/100ml) et en novembre (93 germes/100ml).

Dans le site de Sidi Salem, c'est en période estivale et automnale que sont enregistrés des teneurs dépassant nettement les valeurs guides admises, variant de 240 à 2400 germes/100ml

Au niveau de H'naya, nous notons des teneurs en Streptocoques totaux supérieurs aux valeurs guides en avril (210 germes/100ml), en août et octobre (240 germes/100ml) et en septembre (460 germes/100ml).

Quant au site Aouinate, des contaminations supérieures aux valeurs guides sont observées, en avril (2400 germes/100ml), en septembre (240 germes/100ml) et en octobre (120 germes/100ml).

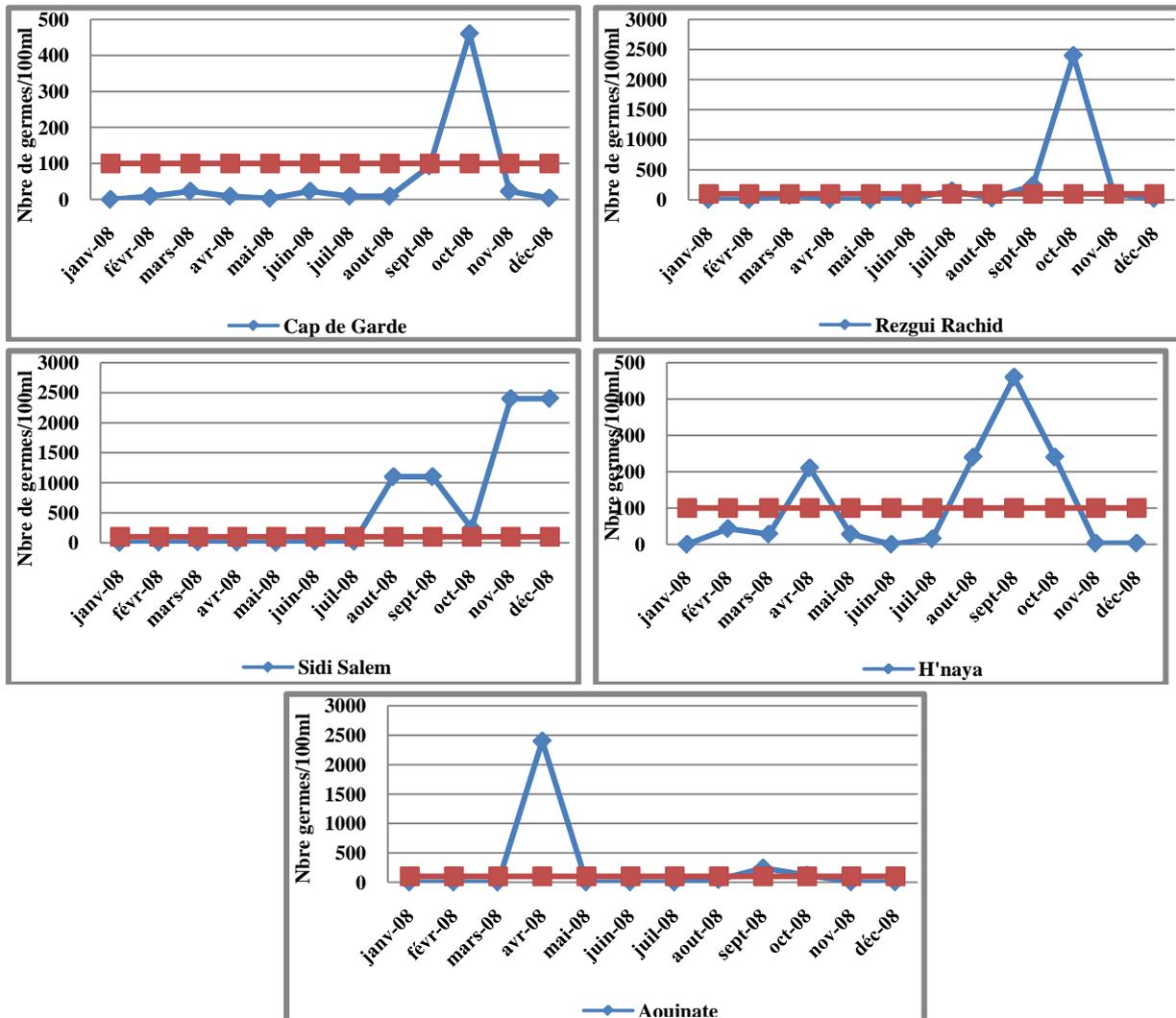


Figure 33: Variations spatio-temporelles des teneurs en Streptocoques totaux dans l'eau (Janvier - décembre 2008).

4.4. Les Streptocoques fécaux :

Dans le Cap de Garde, les teneurs en Streptocoques fécaux ne dépassent pas 14 germes/100ml et de ce fait, bien inférieures aux valeurs guides fixées à 100 germes /100ml selon le décret exécutif n° 93-164 du 10/07/1993 JORA n° 46

Au niveau de Rezgui Rachid, une importante contamination par les Streptocoques fécaux est relevée de septembre à novembre ; nous relevons un pic de 2400 germes /100ml en octobre et des teneurs proches des valeurs guides en septembre et en novembre.

A Sidi Salem, nous enregistrons 3 pics, un de 93 germes/100ml (proche des valeurs guides) en août et deux de 210 germes /100ml en novembre et décembre.

Quant à H'naya et Aouinate, les teneurs relevées durant l'année sont nettement inférieures aux valeurs guides, à l'exception du mois d'avril où des teneurs de 210 et 460 germes /100ml sont notées respectivement (fig.34).

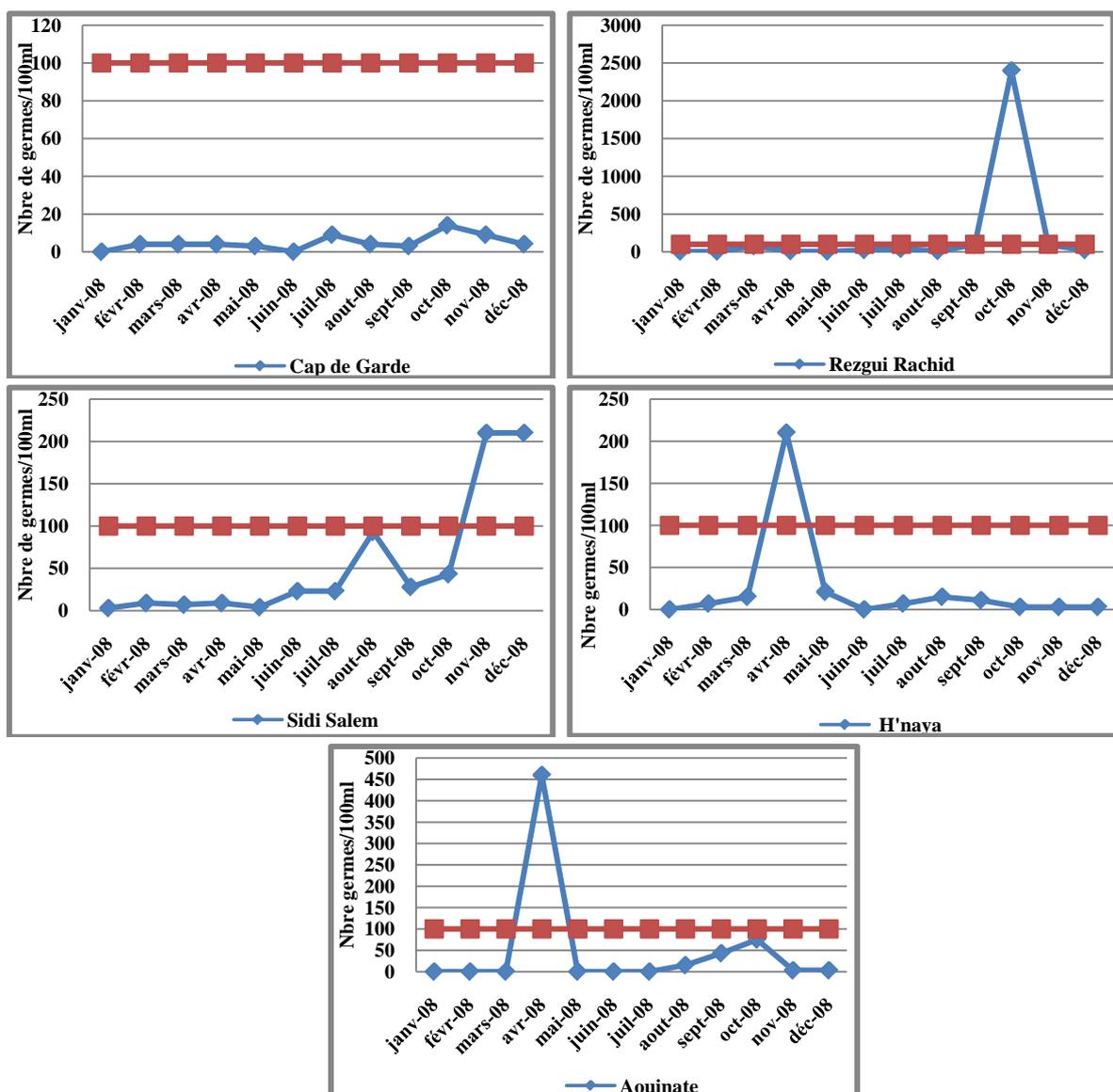


Figure 34 : Variations spatio-temporelles des teneurs en Streptocoques fécaux dans l'eau (Janvier - décembre 2008).

3. Distribution des germes chez les moules :

3.1. Les Coliformes totaux :

Les moules prélevées dans l'ensemble des sites hébergent, durant toute l'année, des coliformes totaux à des teneurs dépassant largement les valeurs guides fixées à 1000 germes/100ml de broyat selon la directive européenne du 8 décembre 1975, reprise par le décret exécutif n° 91-980 du 20 septembre 1991 (fig.35).

Des teneurs de 140000 germes / 100ml de broyat sont, toutefois, enregistrées 11 mois de l'année à Sidi Salem, 8 mois au Cap de Garde, 7 mois à Rezgui Rachid, 6 mois à H'nava et 5 mois à Aouinate.

Par ailleurs, des valeurs relativement basses sont enregistrées en février (dans l'ensemble des sites) et en décembre (dans 4 sites sur 5).

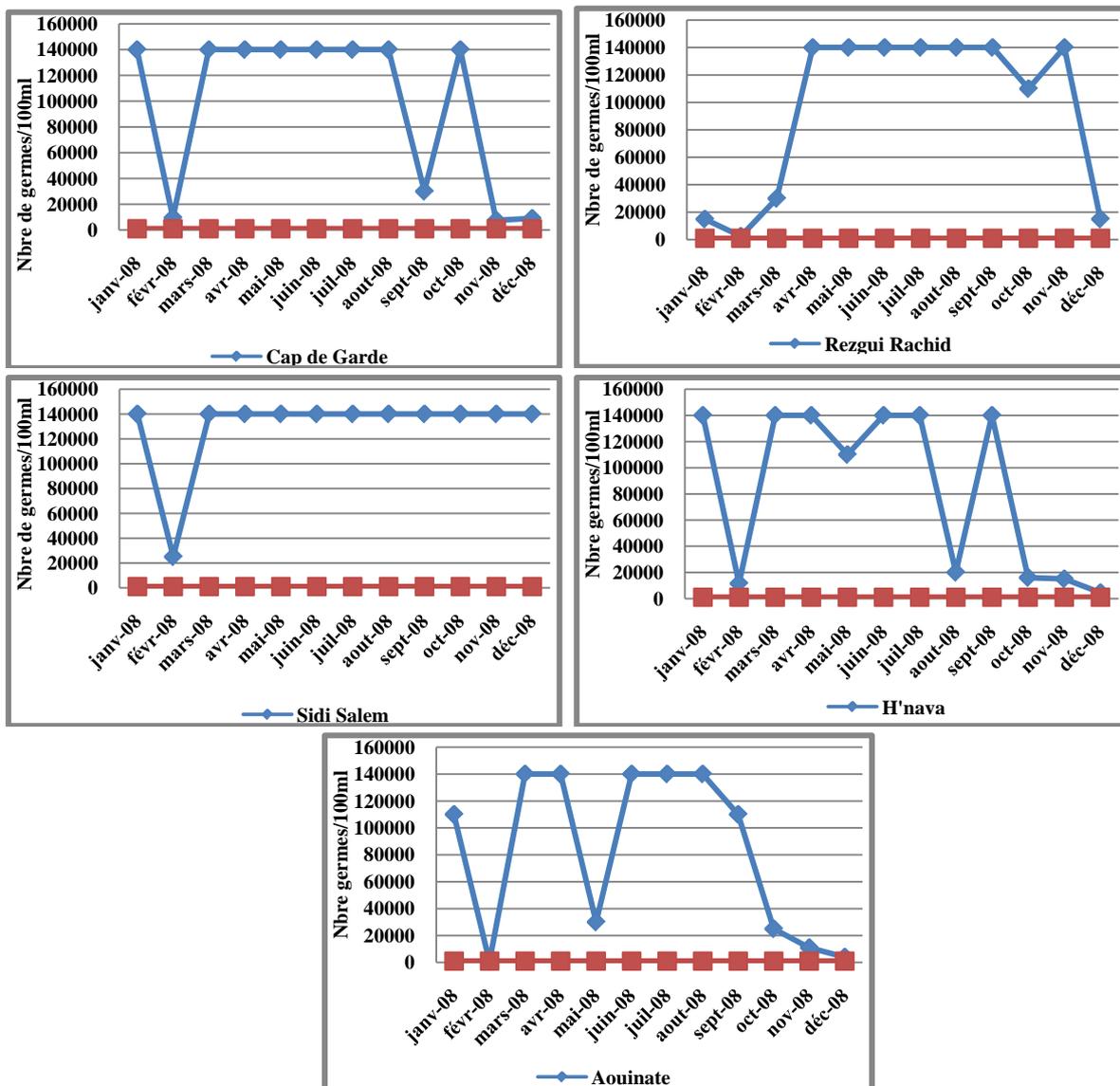


Figure 35 : Variations spatio-temporelles des teneurs en Coliformes totaux relevées chez *Perna perna* (Janvier - décembre 2008).

3.2. Les Coliformes thermotolérants (*Escherichia coli*) :

Les moules du Cap de Garde hébergent des Coliformes thermotolérants, 5 mois sur 12, à des teneurs variant de 400 et 2500 germes/100ml de broyat ; ces concentrations dépassent les valeurs guides fixées à 230 germes/100ml de broyat selon l'arrêté européen du 23 mars 1993.

Au niveau de Rezgui Rachid, les moules montrent des teneurs en *E.coli* proche ou supérieures aux valeurs guides, tout au long de l'année, sauf en mars où aucun germe n'est décelé.

A Sidi Salem, les moules abritent les coliformes thermotolérants durant toute l'année et à des taux supérieures aux valeurs guides ; les teneurs les plus élevées sont toutefois relevées de juin à décembre.

Concernant H'naya, la contamination est assez marquée de février à juin, elle est illustrée par des teneurs variant de 300 à 30000 germes/100ml de broyat.

La contamination des moules de l'Aouinate par *E.coli*, se limite aux mois de janvier, mars et septembre où il est relevé respectivement 400, 700 et 2000 germes/100ml de broyat (fig.36).

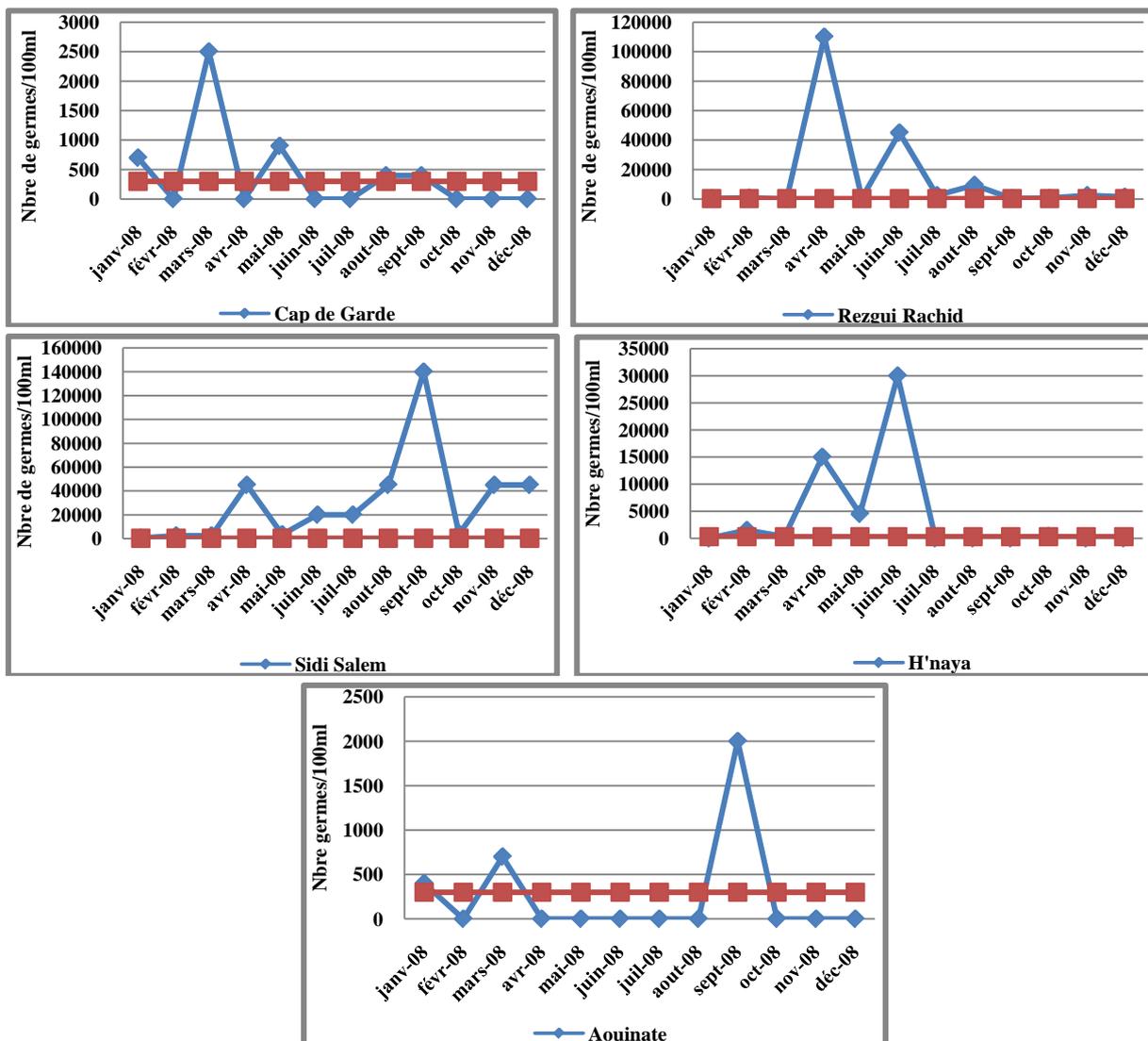


Figure 36 : Variations spatio-temporelles des teneurs en Coliformes thermotolérants (*Escherichia coli*) relevées chez *Perna perna* (Janvier - décembre 2008).

3.3. Les Streptocoques totaux :

Les moules provenant de l'ensemble des sites, montrent une forte contamination par les Streptocoques totaux (fig.37), illustrée par des teneurs le plus souvent proche de 140000 germes/100 ml de broyat et dépassants largement la valeur guide admise (arrêté européen du 23 mars 1993).

Par ailleurs, nous relevons des teneurs relativement basses en janvier dans pratiquement, les 5 sites.

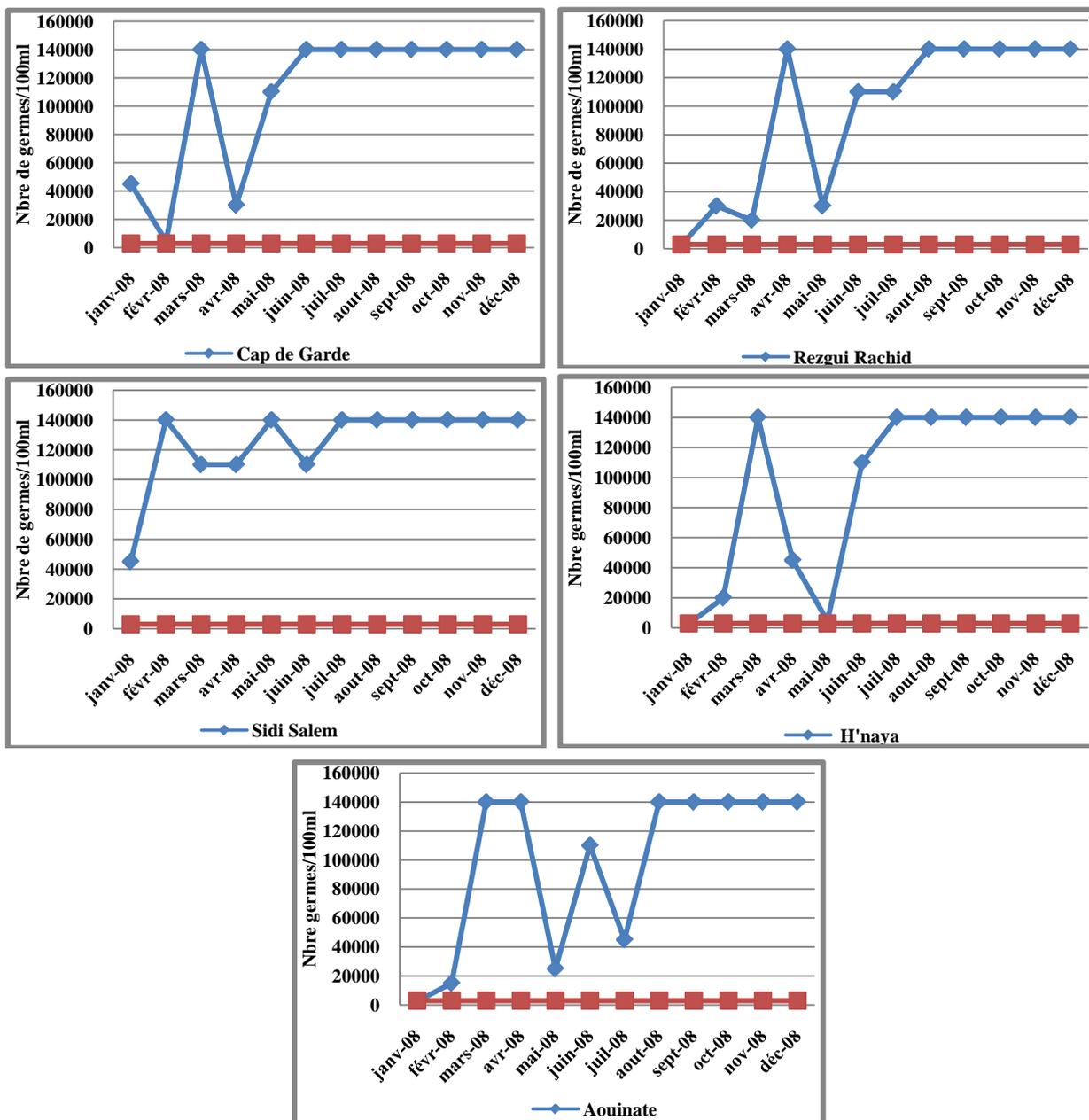


Figure 37 : Variations spatio-temporelles des teneurs en Streptocoques totaux relevées chez *Perna perna* (Janvier - décembre 2008).

4.4. Les Streptocoques fécaux :

Les moules de l'ensemble des sites, présentent une forte contamination par les Streptocoques fécaux ; les teneurs relevées, varient de 2500 à 140000 germes/100 ml de broyat durant pratiquement toute l'année.

Des valeurs relativement basses, inférieures aux valeurs guides ($2.5 \cdot 10^3$ germes /100ml de broyat selon arrêté européen du 23 mars 1993), sont enregistrées en février (600 germes/100 ml de broyat) et mai (1500 germes/100 ml de broyat), respectivement à Aouinate et H'naya (fig.38).

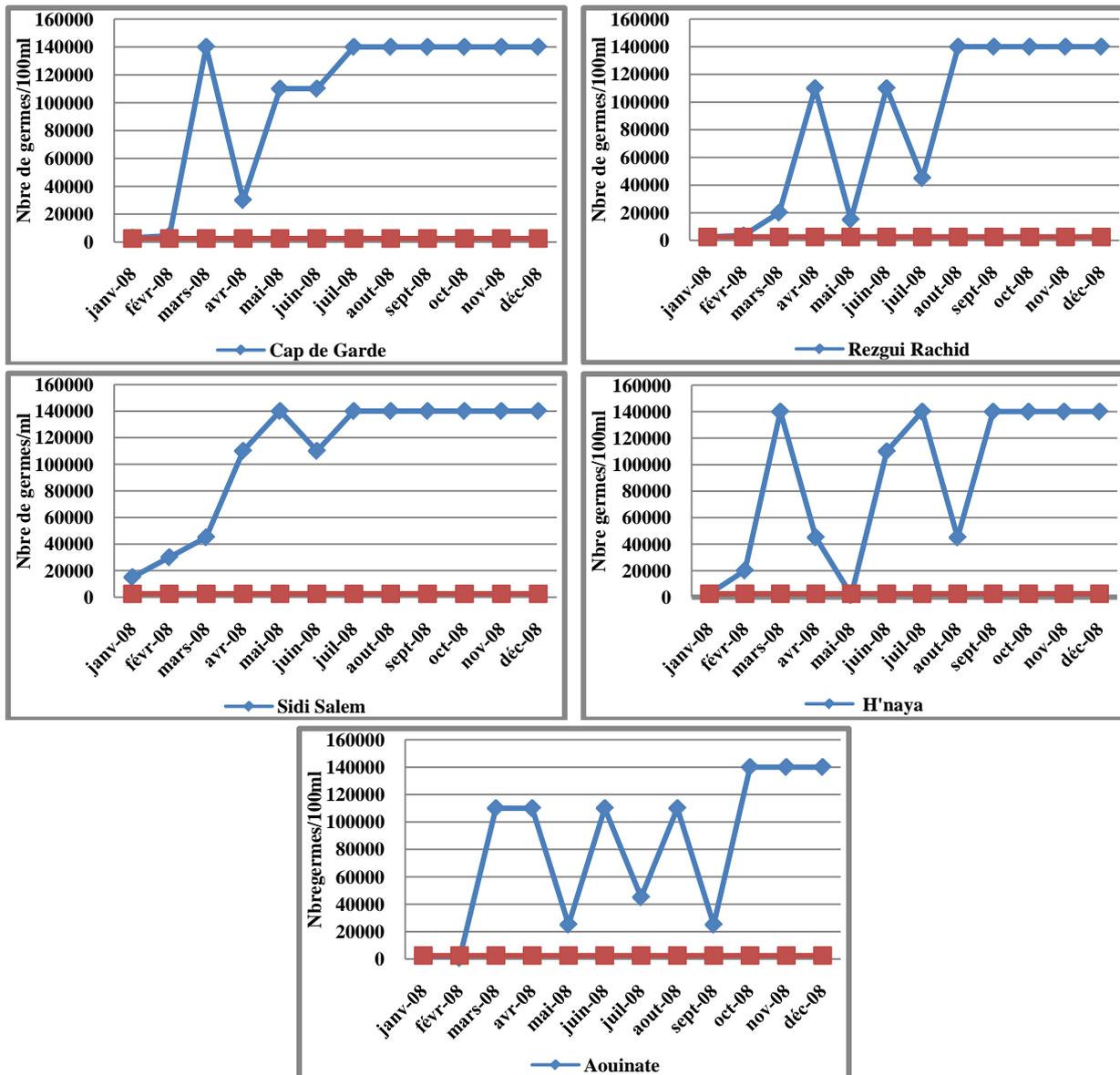


Figure 38: Variations spatio-temporelles des Streptocoques fécaux chez *Perna perna* (Janvier 2008- décembre 2008).

5. Détermination de la source probable de la contamination :

4.1. Origine de la contamination de l'eau.

Le calcul de l'indice de Bourgeois (1980), basé sur le rapport, Coliformes fécaux/Streptocoques fécaux (CF/SF), fait apparaître l'existence de contamination d'origine animale dans l'eau du Cap de Garde durant toute l'année d'étude.

Les eaux de Rezgui Rachid et Aouinate qui subissent aussi des contaminations d'origine animale, présentent respectivement, des contaminations d'origine mixte en août et humaine en avril.

A Sidi Salem la source probable de contamination serait humaine en mars, mai, juillet et septembre ; elle est mixte en juin et octobre puis animale le reste de l'année.

La contamination des eaux de H'naya aurait une origine animale (7 mois/12) et mixte (4 mois/12) ; c'est seulement en avril qu'une origine humaine de la contamination serait probable (Fig.39).

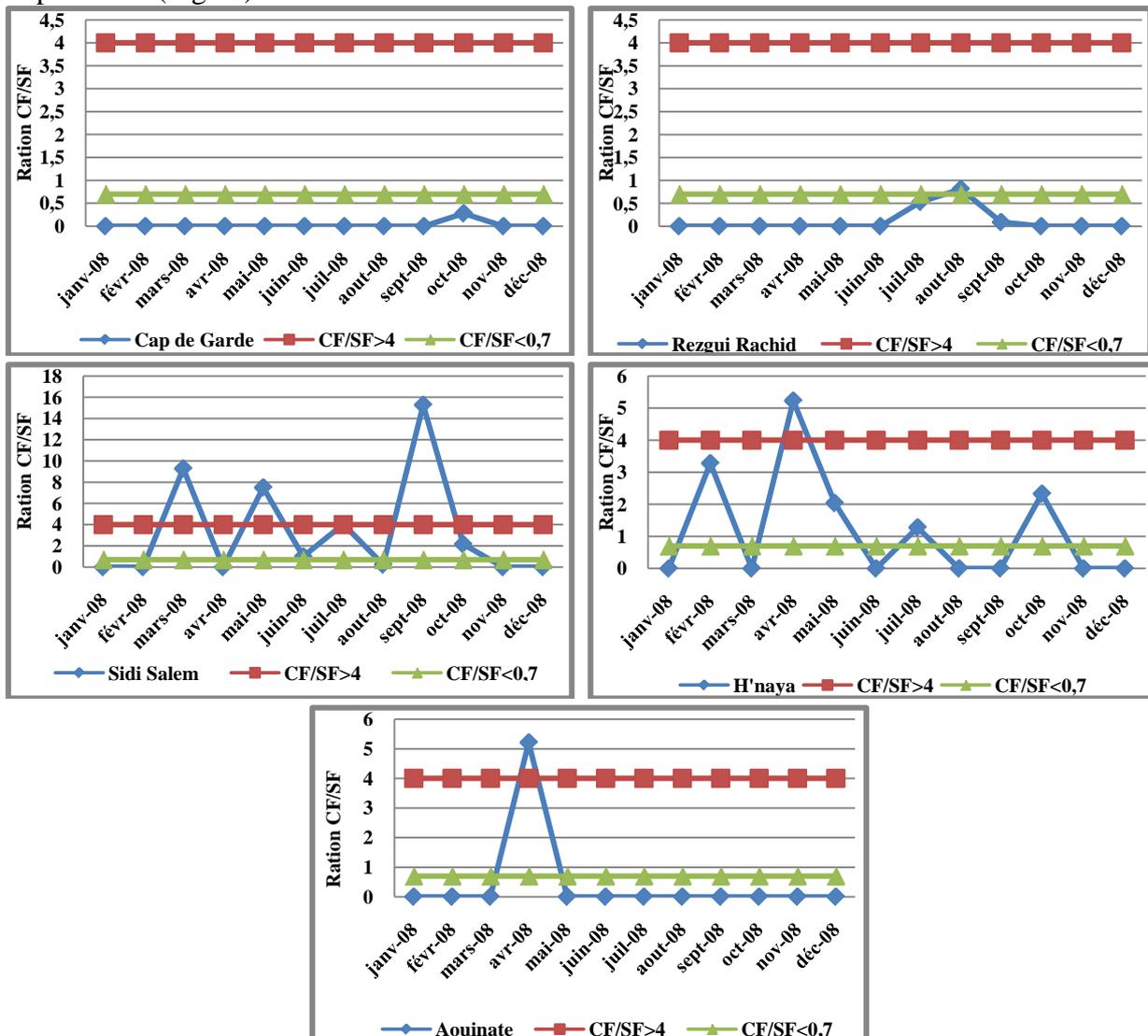


Figure 39: Variations temporelles de l'origine de la contamination de l'eau. CF/SF < 0.7 = Origine animale. 0.7 < CF/SF < 1 = Origine mixte. CF/SF > 4 = Origine humaine Bourgeois (1980).

5. Distribution des germes pathogènes chez les moules :

Tableau 3: Résultat des tests présomptifs destinés à la recherche et l'identification des bactéries pathogènes chez les bivalves.

Bactéries	<i>Staphylocoques</i>					<i>Clostridium</i>					<i>Salmonelles</i>					<i>Pseudomonas</i>				
	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
Prélèvements de l'année 2008																				
Janvier	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Février	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-
Mars	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+
Avril	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+
Mai	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
Juin	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
Août	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-
Septembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
Octobre	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-
Novembre	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Décembre	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-

(-) : Absence de bactéries.

(+) : Présence de bactéries.

Les Résultats des tests présomptifs destinés à rechercher et à identifier les bactéries pathogènes montrent la présence de 3 germes sur 4 recherchés (tab.3).

La confirmation nécessite l'utilisation de réactifs et autres milieux spécifiques par l'emploi de galerie biochimiques classiques (Kligler, TSI, source de lumière de Wood ...etc) ou galerie API.

L'application des tests confirmatifs nous a permis de mettre en évidence la présence, seulement des *Citrobacter frundi*, des *Enterobacter* et des *Proteus vulgaris* ; Les bactéries du genre *Salmonella*, *Pseudomonas*, et *Clostridium*, semblent être absents dans les moules de l'ensemble des sites.

Quant aux *Staphylocoques*, la confirmation de leur présence n'a pas pu être effectuée en raison de l'absence de réactifs spécifiques aux tests confirmatifs (coagulase, DNase).

6. Résultats de l'analyse statistique :

Pour faciliter l'étude statistique et le déroulement des tests, nous avons procédé à une conversion des données brutes (les moyennes des contaminants) en valeurs logarithmiques via le test de rapprochement, ce dernier fait appel à l'équation suivante : $\log x + 1$ (x = moyenne des contaminants).