

Licence-Master Sciences de la planète Terre

LICENCE (L3)

Océanographie générale

**TD 1 - Caractéristiques d'une masse d'eau -
Diagrammes Température-Salinité**

RIWAL PLOUGONVEN

Ecole Normale Supérieure - Laboratoire de Météorologie Dynamique
bureau LMD12 - 01 44 32 27 31 - plougon@lmd.ens.fr

Lundi 3 novembre 2008

1 Température et salinité

- Q1. Quelles sont les unités de mesure utilisées en océanographie pour mesurer la température ? Pour la salinité ? Pour la densité ?
- Q2. D'après les cartes des Figures 1 et 2, quelles sont des valeurs typiques pour l'intervalle dans lequel varient la température et la salinité de surface ?
- Q3. D'après les cartes des Figures 3 et 4, quelles sont des valeurs typiques de la salinité et de la température en profondeur ? Dans quel intervalle varient-elles et quelle difficulté en découle pour les observations ?
- Q4. Estimez des valeurs moyennes pour la température et la salinité (en volume), globales et par bassin.

Q

2 Masses d'eau

- Q5. Par quels processus ces caractéristiques peuvent-elles changer pour de l'eau de surface ? Pour de l'eau en profondeur ?
- Q6. Comment caractériser, en terme de température et salinité, les eaux des très hautes latitudes dans l'Atlantique Nord ? Près de l'Antarctique ? En Méditerranée ?
- Q7. La Figure 5 montre des coupes Nord-Sud de la température et de la salinité pour l'Océan Atlantique. Les distributions de ces deux caractéristiques vous donnent-elles des indications sur la provenance des eaux profondes dans l'Atlantique ?
- Q8. Pouvez vous identifier des eaux provenant de la Méditerranée dans les coupes de la Figure 5 ?

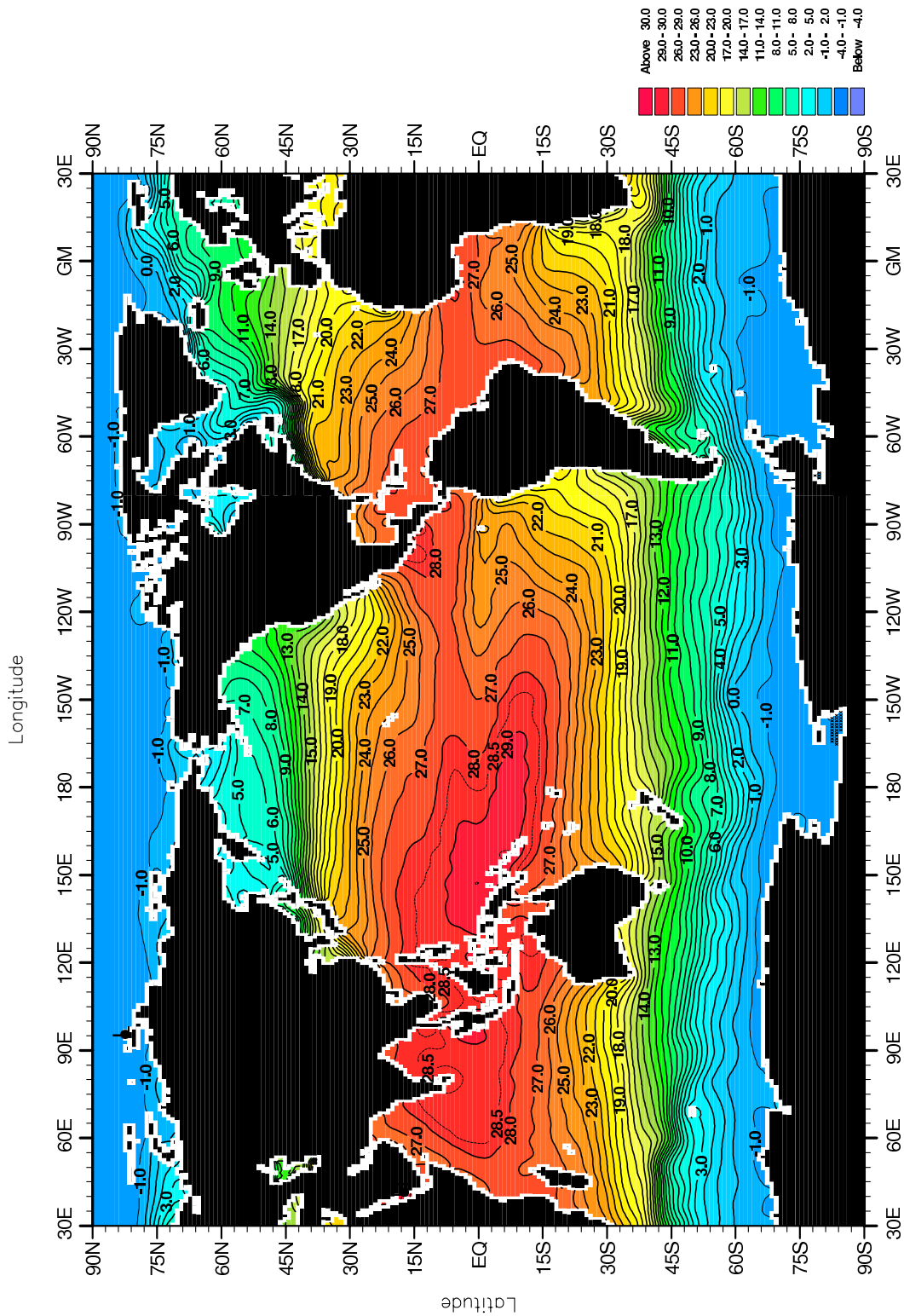


Fig. A2-1. Annual mean temperature (°C) at the surface.

Minimum Value= -1.93

Maximum Value= 29.93

Contour Interval: 1.00

World Ocean Atlas 2001
Ocean Climate Laboratory/NODC

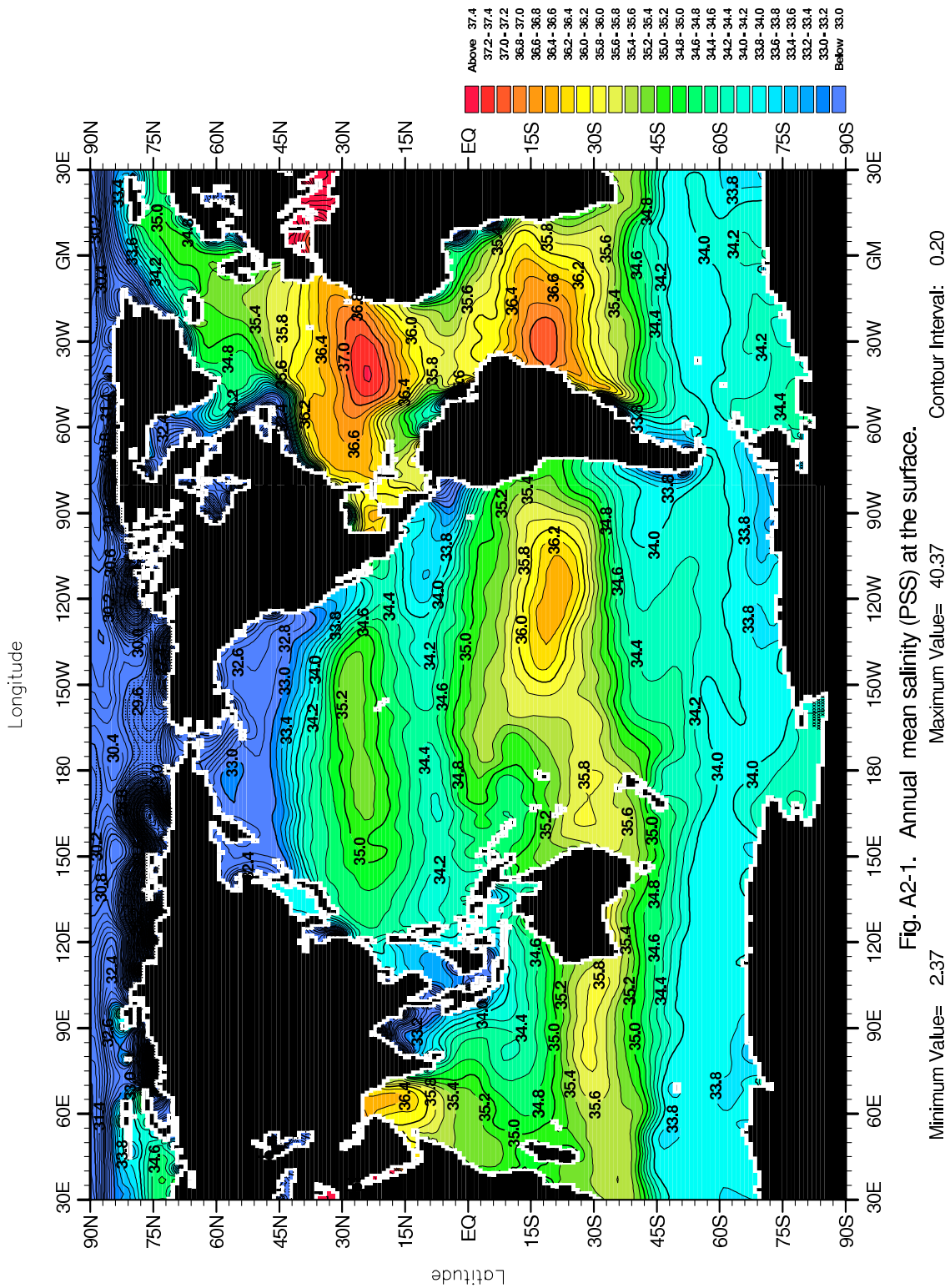


Fig. A2-1. Annual mean salinity (PSS) at the surface.

World Ocean Atlas 2001
 Ocean Climate Laboratory/NODC

FIG. 2 – Carte de la salinité de surface des océans en moyenne annuelle.

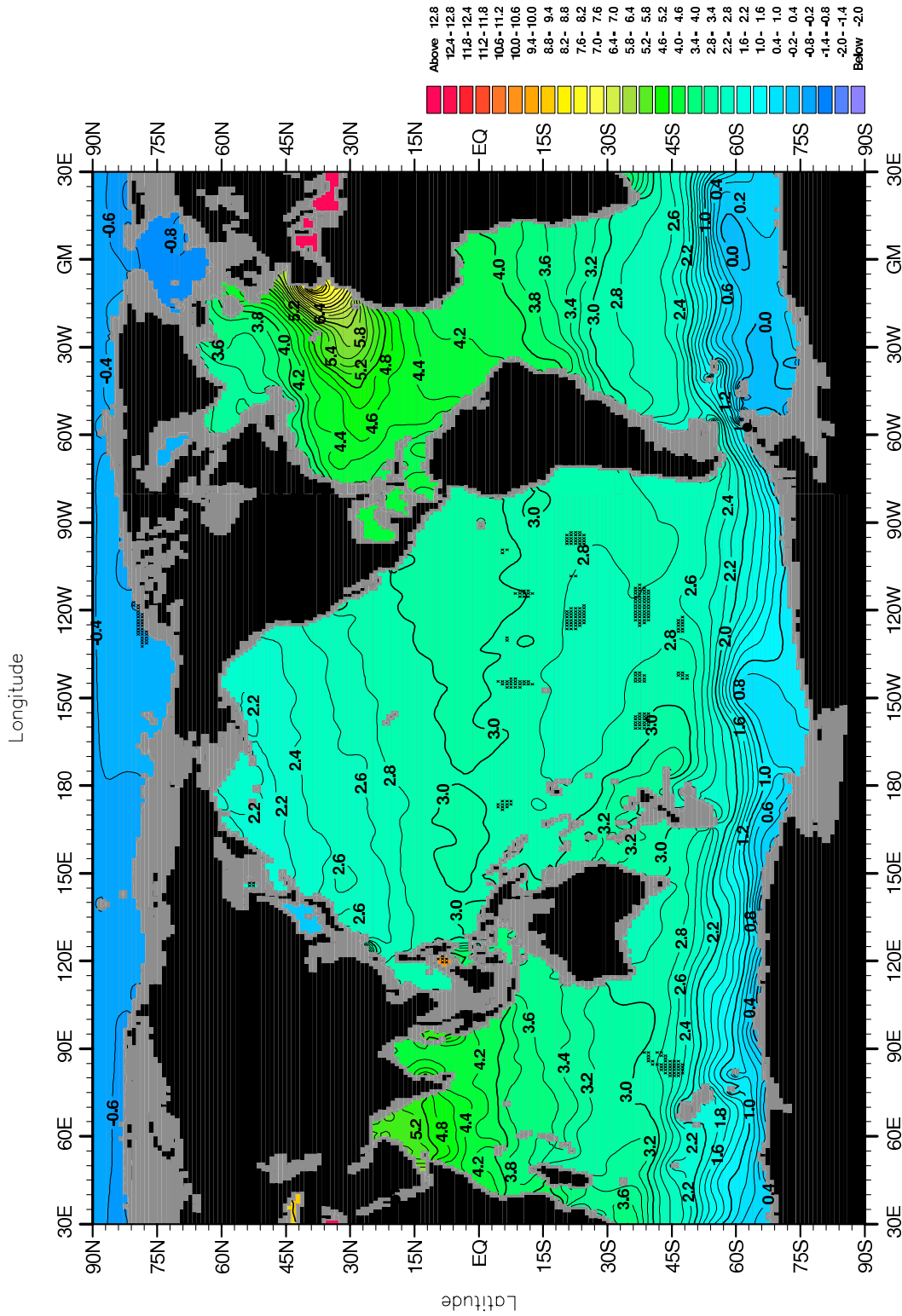


Fig. A2-24. Annual mean temperature (°C) at 1500 m. depth.

Minimum Value= -1.58

Maximum Value= 21.84

Contour Interval: 0.20

World Ocean Atlas 2001
 Ocean Climate Laboratory/NODC

FIG. 3 – Carte de la température à 1500m de profondeur en moyenne annuelle.

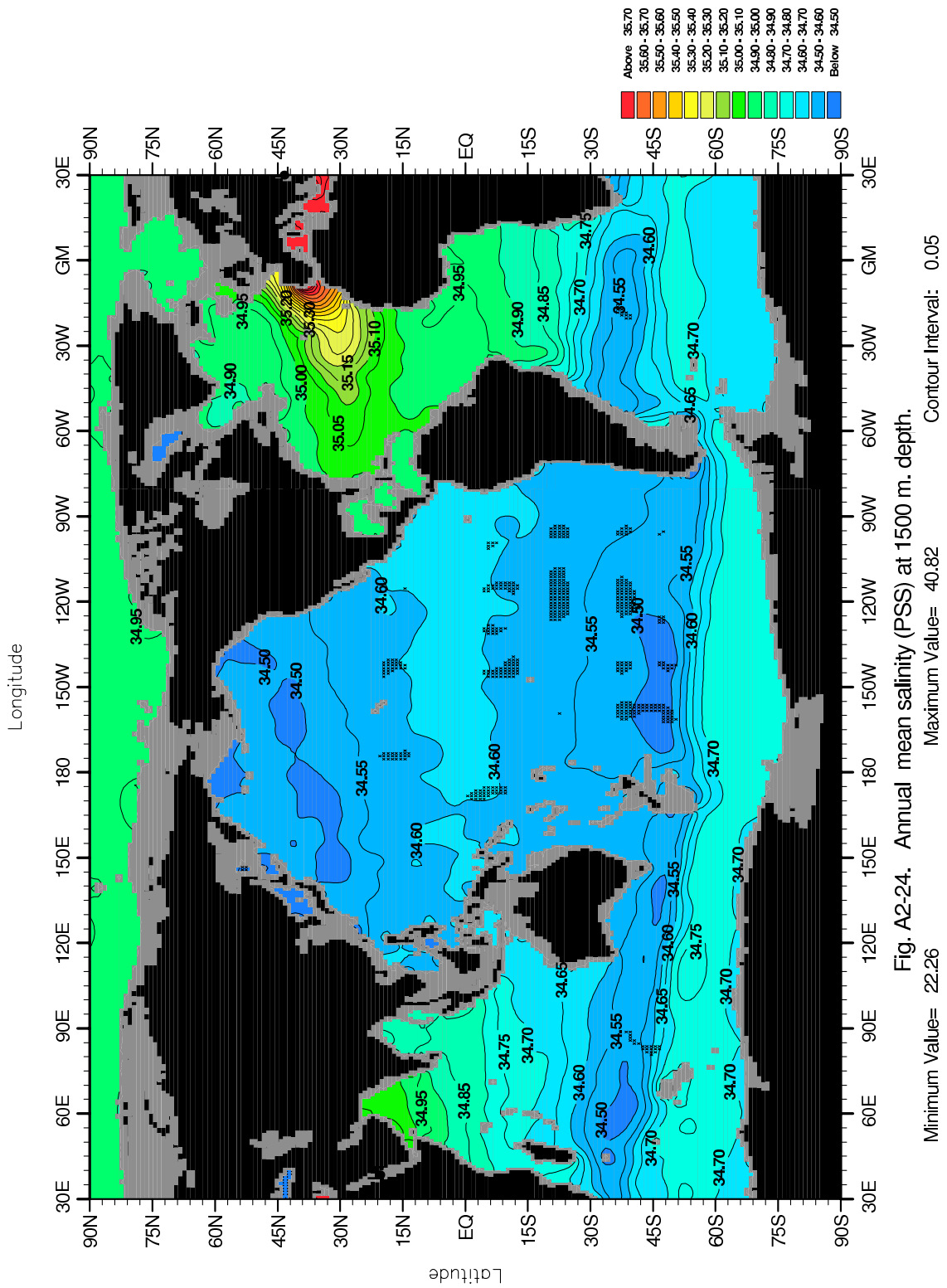


Fig. A2-24. Annual mean salinity (PSS) at 1500 m. depth.

World Ocean Atlas 2001
 Ocean Climate Laboratory/NODC

FIG. 4 – Carte de la salinité à 1500m de profondeur en moyenne annuelle.

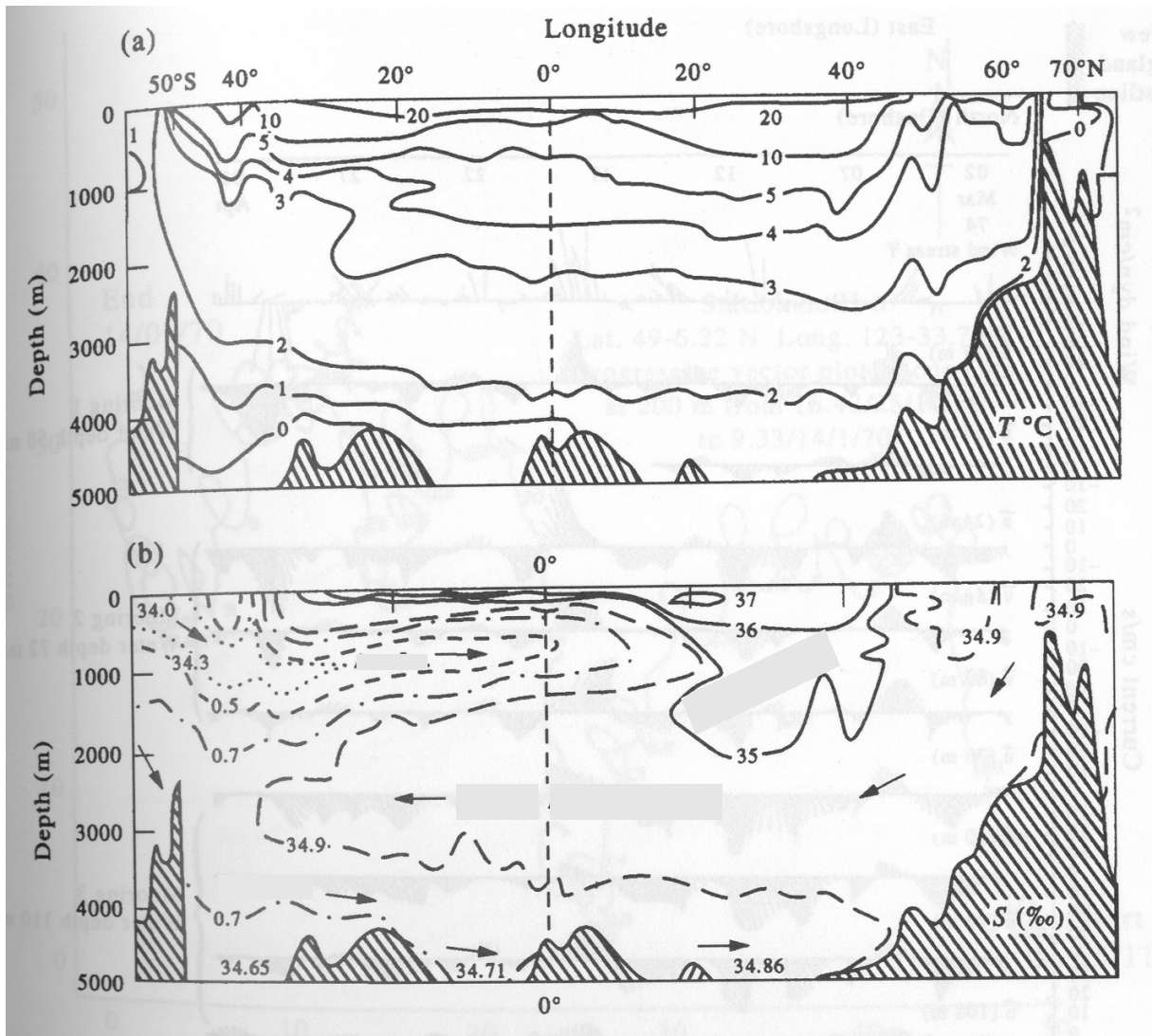


FIG. 5 – Coupes Nord-Sud de la température et de la salinité dans l'Océan Atlantique.

3 Diagramme TS - allure générale

- Q9. A pression et température donnée, comment varie la densité vis-à-vis de la salinité (de manière linéaire, non-linéaire) ?
- Q10. Pour de l'eau pure, à quelle température la densité de l'eau est-elle maximale ?
- Q11. A pression et salinité donnée, à votre avis, comment varie la densité vis-à-vis de la température (de manière linéaire, nonlinéaire) ?
- Q12. Expliquez l'allure des courbes d'iso-densité dans la Figure 6.
- Q13. D'après la Figure 6, quelle est la valeur moyenne de la température et de la salinité des océans ?

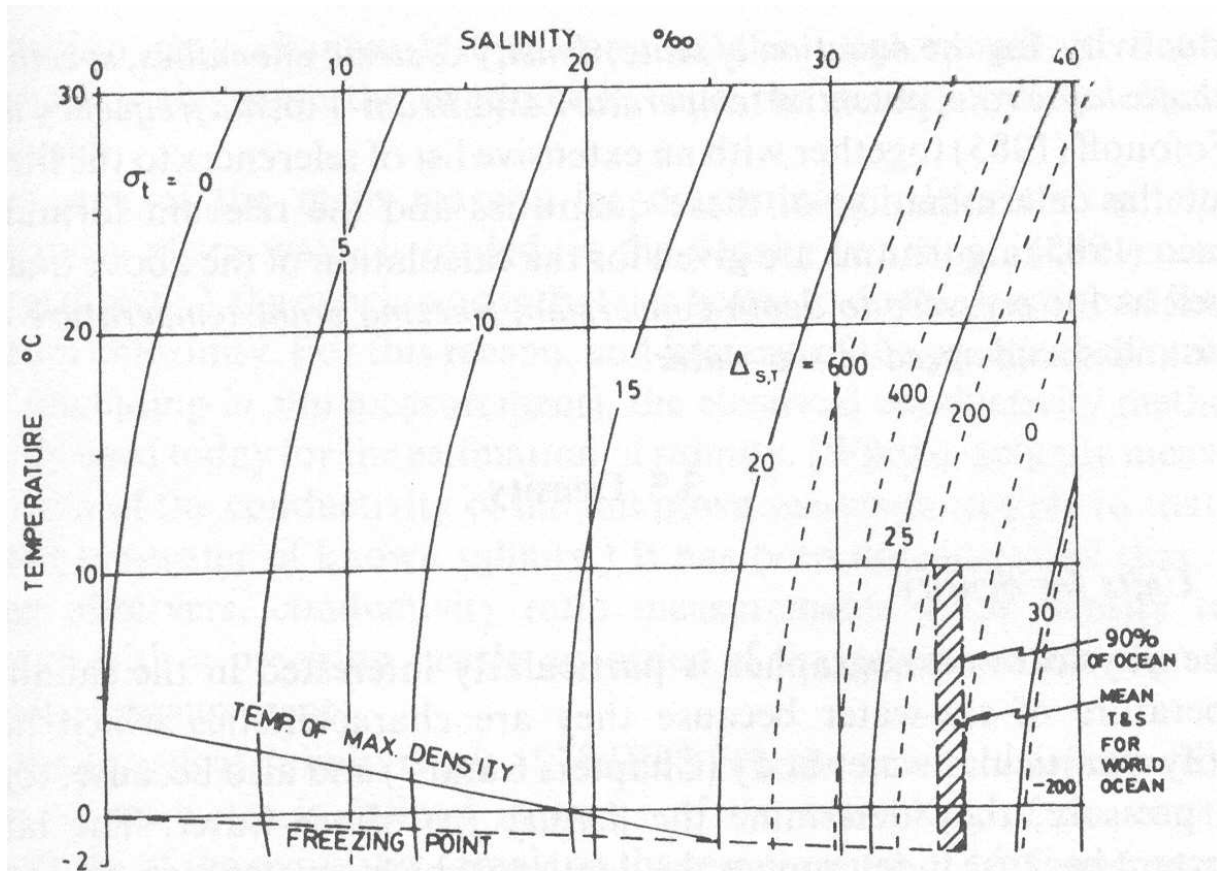


FIG. 3.1. Values of σ_t , $\Delta_{S,T}$, temperature of maximum density and freezing point (at atmospheric pressure) for sea-water as functions of temperature and salinity.

FIG. 6 – Courbes de densité (σ_t) pour l'eau de mer, en fonction de la température et de la salinité. L'ensemble des valeurs possibles de température et de salinité est représenté. Néanmoins, 90% des eaux du globe ont des caractéristiques qui entrent dans le rectangle hachuré.

4 Diagramme TS - exemple

Nous allons examiner ici deux profils, venant des stations suivantes :

Data from Endeavor Cruise 88, Station 61

(36°40.03'N, 70°59.59'W; 23 August 1982; 1102Z)

Data from Endeavor Cruise 88, Station 64

(37°39.93'N, 71°0.00'W; 24 August 1982; 0203Z)

- Q14. Où se situent ces stations ? Quel intérêt a cette région en océanographie ?
- Q15. A partir des tableaux 7 et 8, tracez pour ces deux stations, les profils de température et de salinité en fonction de la profondeur. Y a-t-il à votre avis une relation particulière entre les eaux en profondeur ?
- Q16. Tracez sur un seul graphique les diagrammes TS pour ces deux profils. Quelle relation apparaît alors. Déduisez-en l'allure d'une coupe verticale en travers du Gulf Stream, passant par ces deux stations.

Pressure decibar	t °C	S psu	$\sigma(\theta)$ kg/m ³	$\delta(S, t, p)$ 10 ⁻⁸ m ³ /kg	$\langle \delta \rangle$ 10 ⁻⁸ m ³ /kg	10 ⁻⁵ $\Delta\Phi$ m ² /s ²
0	25.698	35.221	23.296	457.24		
1	25.698	35.221	23.296	457.28	457.26	0.046
10	26.763	36.106	23.658	423.15	440.22	0.396
20	26.678	36.106	23.658	423.66	423.41	0.423
30	26.676	36.107	23.659	423.98	423.82	0.424
50	24.528	36.561	24.670	328.48	376.23	0.752
75	22.753	36.614	25.236	275.66	302.07	0.755
100	21.427	36.637	25.630	239.15	257.41	0.644
125	20.633	36.627	25.841	220.06	229.61	0.574
150	19.522	36.558	26.086	197.62	208.84	0.522
200	18.798	36.555	26.273	181.67	189.65	0.948
250	18.431	36.537	26.354	175.77	178.72	0.894
300	18.189	36.526	26.408	172.46	174.12	0.871
400	17.726	36.477	26.489	168.30	170.38	1.704
500	17.165	36.381	26.557	165.22	166.76	1.668
600	15.952	36.105	26.714	152.33	158.78	1.588
700	13.458	35.776	26.914	134.03	143.18	1.432
800	11.109	35.437	27.115	114.36	124.20	1.242
900	8.798	35.178	27.306	94.60	104.48	1.045
1000	6.292	35.044	27.562	67.07	80.84	0.808
1100	5.249	35.004	27.660	56.70	61.89	0.619
1200	4.813	34.995	27.705	52.58	54.64	0.546
1300	4.554	34.986	27.727	50.90	51.74	0.517
1400	4.357	34.977	27.743	49.89	50.40	0.504
1500	4.245	34.975	27.753	49.56	49.73	0.497
1750	4.028	34.973	27.777	49.03	49.30	1.232
2000	3.852	34.975	27.799	48.62	48.83	1.221
2500	3.424	34.968	27.839	46.92	47.77	2.389
3000	2.963	34.946	27.868	44.96	45.94	2.297
3500	2.462	34.920	27.894	41.84	43.40	2.170
4000	2.259	34.904	27.901	42.02	41.93	2.097

FIG. 7 – Mesure de la station 61.

Pressure decibar	t °C	S psu	$\sigma(\theta)$ kg/m ³	$\delta(S, t, p)$ 10 ⁻⁸ m ³ /kg	$\langle \delta \rangle$ 10 ⁻⁸ m ³ /kg	10 ⁻⁵ $\Delta\Phi$ m ² /s ²
0	26.148	34.646	22.722	512.09		
1	26.148	34.646	22.722	512.21	512.15	0.051
10	26.163	34.645	22.717	513.01	512.61	0.461
20	26.167	34.655	22.724	512.76	512.89	0.513
30	25.640	35.733	23.703	419.82	466.29	0.466
50	18.967	35.944	25.755	224.93	322.38	0.645
75	15.371	35.904	26.590	146.19	185.56	0.464
100	14.356	35.897	26.809	126.16	136.18	0.340
125	13.059	35.696	26.925	115.66	120.91	0.302
150	12.134	35.567	27.008	108.20	111.93	0.280
200	10.307	35.360	27.185	92.17	100.19	0.501
250	8.783	35.168	27.290	82.64	87.41	0.437
300	8.046	35.117	27.364	76.16	79.40	0.397
400	6.235	35.052	27.568	57.19	66.68	0.667
500	5.230	35.018	27.667	48.23	52.71	0.527
600	5.005	35.044	27.710	45.29	46.76	0.468
700	4.756	35.027	27.731	44.04	44.67	0.447
800	4.399	34.992	27.744	43.33	43.69	0.437
900	4.291	34.991	27.756	43.11	43.22	0.432
1000	4.179	34.986	27.764	43.12	43.12	0.431
1100	4.077	34.982	27.773	43.07	43.10	0.431
1200	3.969	34.975	27.779	43.17	43.12	0.431
1300	3.909	34.974	27.786	43.39	43.28	0.433
1400	3.831	34.973	27.793	43.36	43.38	0.434
1500	3.767	34.975	27.802	43.26	43.31	0.433
1750	3.600	34.975	27.821	43.13	43.20	1.080
2000	3.401	34.968	27.837	42.86	43.00	1.075
2500	2.942	34.948	27.867	41.39	42.13	2.106
3000	2.475	34.923	27.891	39.26	40.33	2.016
3500	2.219	34.904	27.900	39.17	39.22	1.961
4000	2.177	34.896	27.901	40.98	40.08	2.004

FIG. 8 – *Mesure de la station 64.*

5 Diagramme TS - identification des masses d'eau

- Q17. Pour les valeurs de température et de salinité indiquée dans le tableau 1, tracez dans un diagramme les variations de salinité en fonction des variations de température. Un tel diagramme est un 'diagramme TS'. La salinité est indiquée en abscisse, la température est indiquée en ordonnée.
- Q18. Sur le diagramme TS, indiquez qualitativement la forme des lignes isopycnes (lignes correspondant à des eaux ayant la même densité). Comment évolue la densité avec la profondeur ?
- Q19. Sur le diagramme TS, repérez la région du diagramme caractéristique d'eaux profondes provenant de l'Atlantique Nord? D'eaux 'Antarctique Intermédiaire'? D'eaux Antarctique profondes? (Aidez vous des coupes de la Figure 5).
- Q20. Où se situent, sur le diagramme TS, des eaux provenant du mélange de deux masses d'eaux distinctes ?
- Q21. Le mélange de deux masses d'eau de même densité mais de températures et de salinité différentes donne-t-il une masse d'eau de la même densité? Sinon, pourquoi? (Aidez-vous de la Figure 9.)

Profondeur	Température	Salinité
0	10	34.8
200	7	34.5
400	4.2	34.25
600	3.8	34.18
800	3	34.17
1000	2.8	34.32
1500	2.7	34.6
2000	2.6	34.82
3000	2	34.75
4000	0.5	34.68

TAB. 1 – Valeurs d'un profil vertical de température et de salinité.

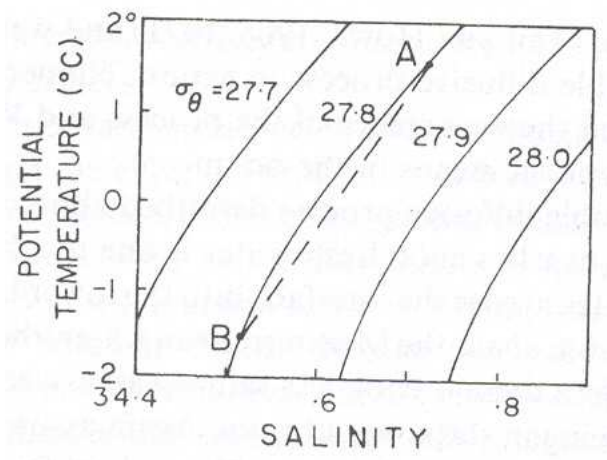


FIG. 9 – Diagramme TS illustrant le mélange de deux masses d'eaux (A et B) de même densité (27.8).