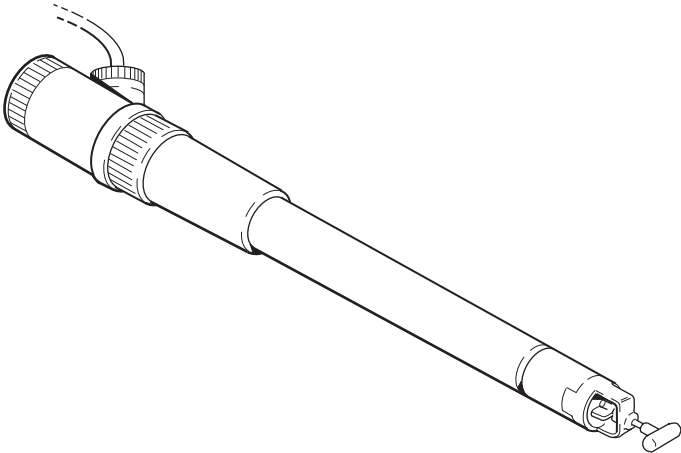


Operating Instructions

Manual d'instruction

Model 8012
Dissolved Oxygen Probe

Sonde à Oxygène
Dissous



| Section | Page | Section | Page |
|---------------------------------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| 1 INTRODUCTION | 2 | 1 INTRODUCTION | 17 |
| 2 GENERAL INFORMATION | | 2 INFORMATIONS GENERALES | |
| 2.1 Requirements | 2 | 2.1 Besoins en équipements | 17 |
| 2.2 Contents of Kit | 2 | 2.2 Contenu du kit | 17 |
| 2.3 Probe Assembly Instructions | 4 | 2.3 Instructions d'assemblage de | |
| 2.3.1 Fitting the Cells | 4 | la sonde | 19 |
| 2.3.2 Fitting the Sensor Capsule | 5 | 2.3.1 Mise en place des cellules | 19 |
| | | 2.3.2 Pose de la capsule du | |
| | | capteur | 20 |
| 3 MEASUREMENTS | | 3 MESURES | |
| 3.1 Calibration of Probe | 6 | 3.1 Etalonnage de la sonde | 21 |
| 3.2 Measurements on Samples | 7 | 3.2 Mesure des échantillons | 22 |
| 3.3 B.O.D. Measurements | 8 | 3.3 Mesures B.O.D | 23 |
| 3.4 Storage | 8 | 3.4 Conservation | 23 |
| 4 ROUTINE MAINTENANCE | | 4 MAINTENANCE DE ROUTINE | |
| 4.1 Replacement of Sensor Capsule | | 4.1 Remplacement de la capsule | |
| and Cells | 10 | du détecteur et des cellules | 25 |
| 5 SPARES AND ACCESSORIES | 10 | 5 PIECES DE RECHANGE ET | |
| 6 THEORY | | ACCESSOIRES | 25 |
| 6.1 Sensor Capsule | 11 | 6 THEORIE | |
| 6.2 Electronic Circuit | 11 | 6.1 Capsule du détecteur | 26 |
| 7 SPECIFICATION | 12 | 6.2 Circuit électronique | 26 |
| APPENDIX | | 7 SPECIFICATION | 27 |
| A.1 Solubility of Oxygen in | | ANNEXE | |
| Pure Water | 12 | A.1 Solubilité de l'oxygène dans | |
| A.2 Effects of Single Point | | l'eau pure | 27 |
| Calibration Method on Accuracy | | A.2 Effets de la méthode d'étalonnage | |
| of Measurement | 13 | à point unique sur la précision | |
| | | des mesures | 28 |

The Model 8012 Dissolved Oxygen probe is designed to give a direct readout of dissolved oxygen concentrations in parts per million (ppm) in fresh water, when connected to a conventional pH/mV meter. Using a simple setting-up procedure the probe can be calibrated to measure concentrations in the range 0 to 14 ppm directly from the pH meter scale. The probe can be used for laboratory dissolved oxygen measurements, and is particularly suited for the B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) test, which estimates the amount of oxygen consumed by microscopic organisms in a water sample over a prescribed period.

The Model 8012 comprises an oxygen sensor capsule (a silver/lead galvanic cell) connected to a miniaturised circuit within the probe body. This circuit converts the current output of the capsule, produced by the electrochemical reduction of oxygen diffusing into it from the sample, to a millivolt signal compatible with the input requirements of a pH/mV meter. The circuit is powered from four tiny disposable cells contained in the probe body. Automatic temperature compensation is carried out using a thermistor mounted on the probe stem close to the sensor capsule. An adjustable control at the top of the probe body is used to calibrate the probe and meter combination.

The Model 8012 is supplied as part of a kit which includes two clip-on stirrer attachments, twelve cells, a spare sensor capsule, and a displacement funnel (with adaptor) for the B.O.D. bottle.

2.1 Requirements

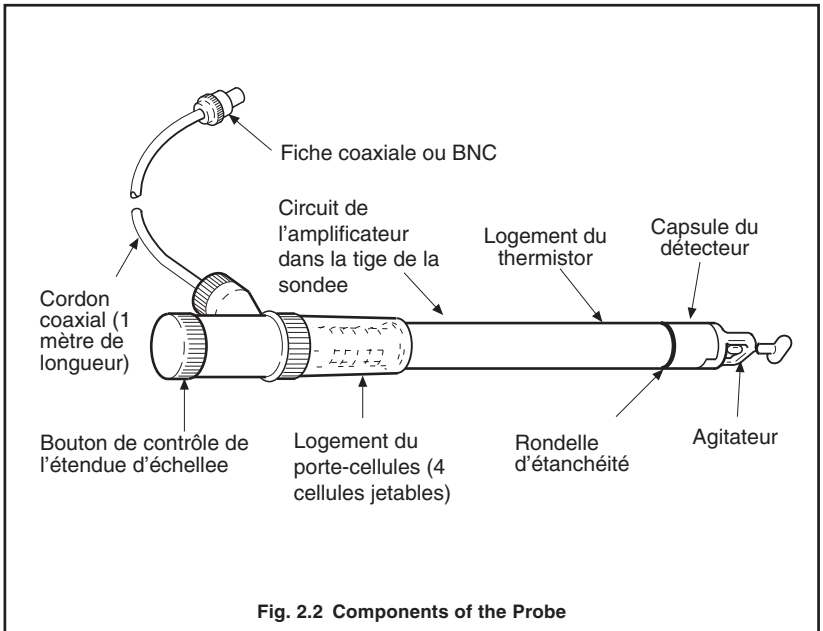
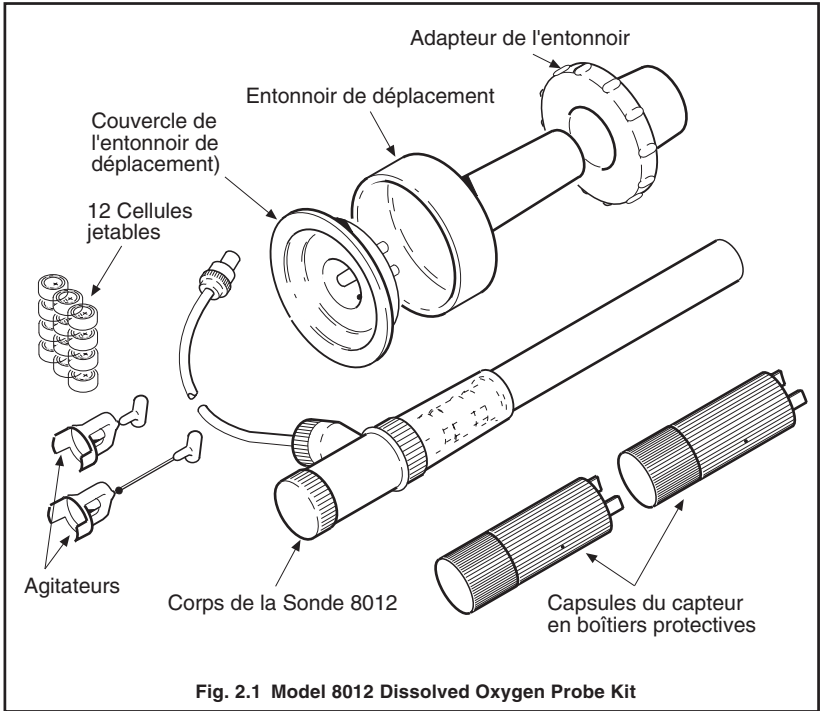
In addition to the Model 8012 and the contents of the kit, the following will be required:

- A pH/mV with either a millivolt measuring range of at least 0 to 1400mV (i.e. so that 100mV corresponds to 1 ppm O₂) or a 0 to 14pH range (so that 1pH unit corresponds to 1 ppm O₂) with a back-off zero control capable of making the zero of the probe correspond to 0pH on the meter scale.
- A magnetic stirrer.
- A 5% solution of sodium sulphite (zero-concentration dissolved oxygen).
- A means of producing fully-aerated water at a controlled temperature.
- A mercury-in-glass thermometer, scaled 0 to 100°C or 0 to 50°C.

2.2 Contents of Kit

The complete contents of the Model 8012 kit (Fig 2.1) are:

| Qty | Description |
|-----|--|
| 1 | Model 8012 Probe body. |
| 2 | Stirrer bar attachments, (one with long spindle, one with short spindle). |
| 2 | Sensor capsules, in protective containers. |
| 1 | Displacement funnel (with adaptor) for the B.O.D. test - the funnel (and cover) may be used for B.O.D. bottles with narrow necks, whilst adding the knurled adaptor enables the funnel to be used on B.O.D. bottles with wide-tapered necks. |
| 12 | Disposable cells (in two sealed packs of six cells). |
| 1 | Instruction manual. |




2.3 Probe Assembly Instructions

Assembly of the Model 8012 is a simple operation comprising the two sequences described below, which should be followed carefully to give the best results.


2.3.1 Fitting the battery cells

(Fig. 2.3)

- a) Open the battery carrier compartment of the probe by drawing the transparent blue plastic cover down the stem of the probe, using a slight twisting action.
- b) Starting at the end of the carrier nearest the capsule, fit four cells into the cell carrier so that each cell has its positive pole (marked + on the cell) towards the top (cable) end of the probe. Each cell should snap neatly into position in the plastic carrier, and it should not be necessary to force any of the cells into place.

 **Warning.** Do not use any sharp pointed tools, e.g. tweezers, to remove the cells from the compartment: the cell casings may be punctured if handled carelessly.

- c) Slide the transparent blue plastic cover back over the compartment, making sure that the O-rings make a good seal.

 **Note.** Current drain from the cells is continuous as long as the cells are in the probe body, whether the probe is connected to a meter or not.

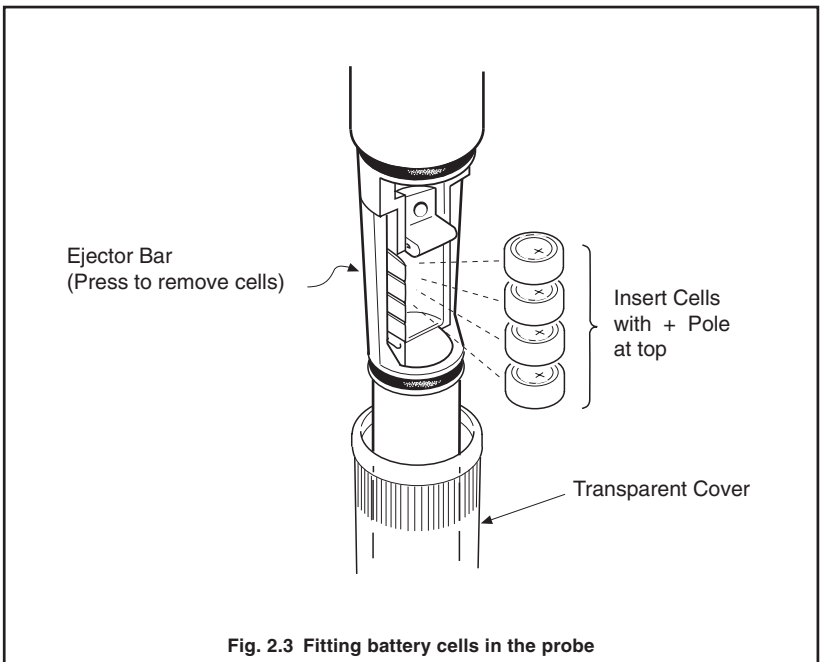


Fig. 2.3 Fitting battery cells in the probe

2.3.2 Fitting the Sensor Capsule



Caution. Clean and dry the area around the sensor capsule before the following instructions.

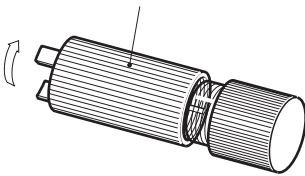
- a) Unscrew the old capsule from the sensor body and discard the capsule.
- b) Dry the sensor body with a paper tissue; ensure that the gold-coloured electrical contacts, and the recess into which the capsule screws, are clean and completely dry.



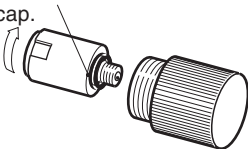
Caution.

- Ensure all the following steps are done carefully to avoid damaging the membrane covering the silver cathode.
- Do not leave the new capsule exposed to air for more than 30 minutes as the membrane will dry out.

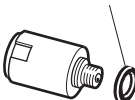
- c) Access the new capsule by unscrewing the capsule housing



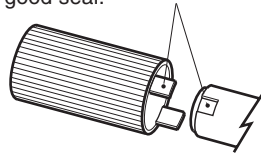
- d) Unscrew the capsule from the shorting cap.



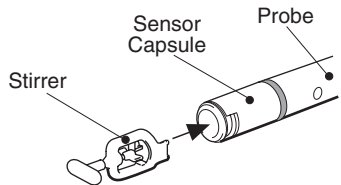
- e) Remove and discard the rubber sealing ring from the new capsule.



- f) Dry the capsule with a paper tissue taking care not to damage the delicate, transparent membrane covering the silver cathode. Ensure that the gold-coloured contacts, and the threaded portion of the capsule are clean and completely dry.
- g) Fit the new 'O' ring supplied - see item e).
- h) Screw the capsule into the bottom end of the probe stem, making sure that the black rubber seal is compressed.
- i) Reverse the capsule housing and locate the lugs into the keyways on the capsule.
- j) Using the capsule housing tighten the the sensor as much as possible using finger pressure only to ensure a good seal.



- k) Clip onto the capsule, either the long or short spindle stirrer bar attachment. The choice of attachment depends upon the overall height of the sample bottle/ displacement funnel combination: for samples in a beaker, the short form is recommended.



3 MEASUREMENTS

3.1 Calibration of Probe

Before the probe can be used on samples to make measurements, it must first be calibrated by carrying out the following steps:

- a) Prepare in advance a solution of 5% sodium sulphite (5g/100ml of analytical grade sodium sulphite (Na_2SO_3) in demineralised water). Pour sufficient solution into a beaker to immerse the membrane end of the capsule fully when the stirrer attachment is fitted.
- b) Dip the probe into the solution, holding in position with a support stand. If this is the first zero check made on the probe after assembly, allow about 15 minutes for stabilisation to the zero oxygen level of the sulphite solution, otherwise a much shorter period should be sufficient, e.g. 4 to 5 minutes.
- c) Set the pH/mV meter to its 0-14pH scale and adjust the buffer/zero control so that the meter indicates exactly zero scale. This fixes the zero end of the meter scale to correspond to zero concentration oxygen. If there is insufficient adjustment on the control to permit this, as will be the case with most pH/mV meters (other than Models 7020, 7045 and 7046), the meter should be switched to the mV scale. It may be that on this scale adjusting the buffer/zero control will have no effect on the meter reading, but the small residual potential (a few mV) observed should have only a minimal effect on the overall accuracy of results obtained using the probe. This is explained in greater detail in the Appendix.
- d) Prepare a sample of fully-aerated water as follows:

Fill a beaker with demineralised water and aerate using either a small pump and aerator stone, or use an insufflator.

Whilst this method is sufficiently accurate for most applications, to obtain a precise 100% saturation solution, stir the beaker slowly, using a magnetic stirrer, so that the water is continually agitated but without breaking the liquid surface. Continue this stirring for approximately two hours to attain complete equilibrium. The water should be maintained at a temperature as close as possible to that of the sample (use the mercury thermometer to measure this). Note this temperature.
- e) Remove the probe from the sulphite solution and rinse thoroughly with demineralised water.
- f) Stand the beaker of aerated water on the stirrer and dip the probe into the water so that the end of the probe is immersed to a point above the thermistor housing on the side of the stem (this is to ensure that the thermistor can sense the water temperature accurately). Start the stirrer, and check that the stirrer bar is rotating at a rate which is as fast as possible whilst maintaining a smooth and steady rotation of the stirrer bar.
- g) Turn the scale length control knob on the top of the probe fully anti-clockwise and allow the pH/mV meter reading to stabilise for about five minutes.

* **Note.** It will be noted that if the probe is transferred to a solution containing oxygen after being immersed for some minutes in the sulphite solution (e.g. as occurs during the calibration sequence), then the response time of the probe will be somewhat longer than expected. This is quite normal, and for subsequent readings the probe will return to its move typical speed response of approximately 20s for 90% response to a step change in oxygen concentration. Where such a step-change is accompanied by a change in sample temperature slightly longer will be required for full stabilisation.

- h) When a steady reading is obtained, turn the scale length control on the probe slowly clockwise until the meter reading corresponds to the solubility value for the temperature noted in step d) above. This value is obtained from Table 1 in the Appendix at the end of this instruction manual. For the most accurate work a correction factor may be required to take into account variations in barometric pressure (e.g. an altitude correction). Table II in the Appendix lists correction factors against equivalent altitudes. As an example of how this may be calculated in practice, suppose the temperature of the aerated water is 10°C, and the barometric pressure is 750mm Hg. Then the control on the probe should be adjusted until the pH/mV meter indicates:

$$11.27 \times \frac{750}{760} = 11.12(\text{pH})$$

(or 1112mV on a
0-1400mV scale)

- i) The meter and probe combination is now calibrated to measure dissolved oxygen in the range 0 to 14ppm and is ready for measurement on samples.

* **Note.** When not in use the probe should always be stored so that the sensor capsule is in water. The capsule cannot be reactivated once it has been allowed to dry out.

3.2 Measurements on Samples

To carry out measurements on samples perform the following steps:

- Stand the beaker of sample on the magnetic stirrer and immerse the probe in the sample, ensuring that the thermistor housing is completely covered.
- Switch on the stirrer using the same stirring rate as for the aerated solution, and check that the stirrer bar rotates smoothly. Ensure that no air bubbles are trapped around the membrane of the sensor capsule.
- Allow sufficient time for the probe to stabilise to the sample temperature, and to provide a steady reading on the pH/mV meter.
- Read off the dissolved oxygen concentration directly from the meter scale.

* **Note.** Since the output from the probe depends upon oxygen diffusing across the gas-permeable membrane, it is essential that the aqueous layers on the outside of the membrane do not become depleted of oxygen. It is thus clear that efficient stirring of the liquid in the vicinity of the membrane is necessary, and this requirement is met by the stirrer bar attachment of the probe. Two attachments are provided, with either short or long spindles, depending on the particular type of flask or beaker used to hold the sample. Since there is some dependence on output on the stirring rate, it is recommended that the rate used to calibrate the probe is also used for all measurements.

- e) After completing a measurement or series of measurements, store the probe so that the sensor capsule is in water, as recommended in section 4.

3.3 B.O.D. Measurement (Fig. 3.1)

To facilitate measurements in the B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) test, the Model 8012 is supplied with a specially-designed displacement funnel, adaptor and cover for use with most sizes and neck tapers of B.O.D. bottle. According to the type of bottle used, either the displacement funnel and cover alone are used to seal the bottle (narrow taper), or the funnel, cover and knurled adaptor (wide taper).

In both cases the B.O.D. bottle is filled to the brim before inserting the funnel. The probe is then inserted through the cover, which holds the probe securely in position whilst measurement is being made. The displacement funnel retains the water displaced as the probe is immersed in the sample. The displaced water flows back into the bottle when the probe is removed. The bottle thus remains completely full, and since the probe consumes a negligible amount of oxygen, initial and final measurements for the B.O.D. test can be made on the same bottle of sample. For example, at 20°C the probe consumes approximately 0.5% of the available oxygen in a closed 250ml sample in one hour. A measurement, however, takes only a few minutes, so that the consumption is negligible.

It should be noted that, in comparison with the Winkler titration method, which ensures sterilisation of the bottles automatically by the presence of iodine, the probe measurement technique will require sterilisation of the B.O.D. bottles after each test, before they can be reused. A procedure for sterilising B.O.D. bottles is as follows:

Prepare 1 litre of 1% m/v sulphuric acid and add 2.5g iodine and 12.5g potassium iodide. Shake to dissolve. (This solution should be discarded when the brown colour fades.) The bottles should be rinsed with 5 to 10ml of this solution, shaking well to coat the bottle walls. Stand for 15 minutes, pour away the wash solution and rinse thoroughly with water and finally with distilled or de-ionised water.

3.4 Storage

When the probe is not being used for measurements, it should be stored so that the membrane is in water. It should never be allowed to dry out – the sensor capsule cannot be reactivated if this happens.

Remember that as long as the cells are inserted in the cell carrier compartment, there will be a current drain from them, whether the probe is connected to a pH/mV meter or not.

If the probe is not required for an extended period, i.e. longer than one month, it is recommended that the cells and sensor capsule be removed and stored separately. To remove the cells from the probe, first slide down the transparent plastic cover of the carrier compartment and press the flat bar marked 'EJECTOR' on the back of the compartment.



Warning. Do not use any sharp pointed tools, e.g. tweezers, to remove the cells from the compartment: the cell casings may be punctured if handled carelessly.

Always take care on replacing cells in the probe to ensure correct polarity - the positive pole (marked + on the cell) should be towards the top (cable) end of the probe (see Fig. 2.3).

After unscrewing the sensor capsule from the probe, the stirrer attachment is removed by inserting a screwdriver blade into the clip-on fitting and gently prising it away from the sensor capsule end.

Replace the shorting cap provided on the capsule, retaining the sealing washer, and return the capsule to its protective vial. Ensure that the sponge rubber pad in the vial is kept moistened with water.

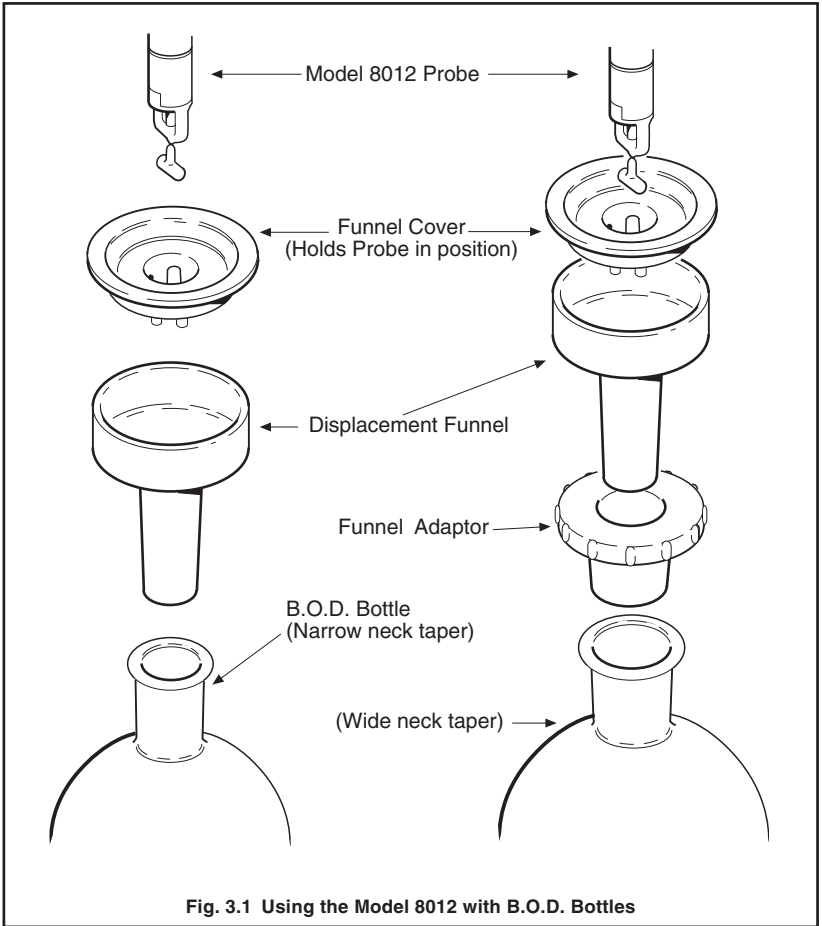


Fig. 3.1 Using the Model 8012 with B.O.D. Bottles

4 ROUTINE MAINTENANCE & STORAGE

4.1 Replacement of Sensor Capsule and Cells

If after a period of extended operation the probe becomes very sluggish and slow to respond to changes in oxygen concentration, or cannot be calibrated, then the capsule should be replaced. Difficulties experienced in calibration could also indicate that the cells voltage is low: eject the cells and replace all of them with a new set. The cells supplied with a probe are a Ray-O-Vac silver oxide type RS 13-G or RW 48-X (Part No. 0231 138), and these are the recommended cells to be used as spares. They are available in packs of six cells from ABB Kent-Taylor, or suitable equivalent mercury type or silver-oxide types may be obtained from stockists of hearing aid/digital watch cells. The following is a list of some possible equivalent cells:

| Manufacturer | Mercury type | Silver oxide type |
|--------------------|--------------|--------------------|
| Ray-O-Vac | R13 | RS 13-G or RW 48-X |
| Mallory | RM 13H | D393 |
| Berec (Ever-Ready) | RM 13H | B/SR 48/H |
| Varta | V13 HM | V13 HS |

The expected life of these cells in continuous operation (i.e. inserted in the probe) is about three months: the mercury types have slightly longer operational life, whilst the silver oxide types have a longer shelf life.



Warning. NONE of these cells are rechargeable types, and recharging of the cells must **NEVER** be attempted under any circumstances.

5 SPARES & ACCESSORIES

| Title | Part No. |
|--|----------|
| Silver oxide cell Ray-O-Vac type RS 13-G or RW 48-X (pack of six) | 0231 138 |
| Sensor capsule, complete with shorting cap, sealing washer, in protective vial | 8012 170 |
| Shorting Cap and Tightening Tool | 8012 650 |
| Sealing washer for sensor capsule | 0211 025 |
| Stirrer bar attachment, long spindle | 8012 130 |
| Stirrer bar attachment, short spindle | 8012 120 |
| Displacement funnel | 8012 530 |
| Displacement funnel cover | 8012 540 |
| Funnel adaptor (U.K. version) | 8012 550 |
| Funnel adaptor (U.S. version) | 8012 560 |

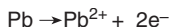
6.1 Sensor capsule

The Model 8012 Dissolved Oxygen Probe depends for its operation on a silver/lead galvanic cell (the sensor capsule), in which an electrolyte is retained by a gas-permeable membrane. Oxygen which diffuses through this membrane is reduced at the silver cathode of the capsule to hydroxide ions, the necessary electrons being supplied from a silver surface: at the same time hydroxide ions in the neighbourhood of the lead anode react with it, giving up their charge, and thus a current is caused to flow in a circuit connected to the probe.

At the silver cathode, the reaction can be represented by the equation:



and at the lead anode, by the equation:



The magnitude of the current is directly proportional to the diffusion rate of oxygen across the membrane, and this is in turn proportional to the partial pressure of oxygen in the sample and the permeability of the membrane. Unfortunately, the permeability is not constant, but varies exponentially with temperature; thus it is necessary to correct for this effect. This can be conveniently achieved using an appropriate thermistor. In addition, the thermistor is used to compensate for the solubility variation of oxygen with temperature, and this enables concentration measurement to be directly read off the pH meter scale.

Since the lead anode is consumed by the reaction, the sensor capsule has a finite life, depending upon the amount of lead initially available, and the capsule has been designed to both minimise oxygen consumption (particularly important in the B.O.D. test, for example) and to provide as much lead as possible, to obtain the longest possible operating life for each capsule.

6.2 Electronic circuit

The electronic circuit, powered by the four disposable cells, incorporates a micropower operational amplifier, and serves to convert the current output of the sensor capsule to a millivolt signal compatible with pH meter requirements. A miniature encapsulated bead thermistor is fitted to the probe near the sensor capsule, and provides temperature compensation by sensing sample temperature variations and altering the sensitivity of the amplifier accordingly.

The amplifier components are mounted on a narrow miniature circuit board located in the centre of the probe stem, except for a 'scale length' control (connected by flexible circuitry), positioned at the top of the probe. To save space, miniaturised components are used mounted on the board, with a filter network to separate it from the amplifier stage.

The disposable cells provide a positive and negative supply to the amplifier, and this occurs continuously as long as the cells are inserted in the probe.

Measurement Range:

0 to 14ppm (mg/l-1) dissolved oxygen.

Temperature Range:

0 to 40°C.

Accuracy:

± 0.2ppm at ± 5°C of initial calibration temperature.

Repeatability:

± 0.1ppm.

Response Time:

Typically 20 seconds for 90% of a step-change of oxygen concentration at 20°C, slightly longer when a sample temperature also varies.

Temperature Compensation

Automatic correction by means of integral thermistor in probe.

Cells:

Four cells, (nominal cell voltage 1.2V).

Dimensions:

Probe – 184mm (7.25in.) long approximately excluding stirrer bar attachment, 12.7mm (0.5in.) diameter.

Kit – 250 x 150 x 65mm approximately overall (9.88 x 6 x 2.56 in).

Weight of Kit:

0.8kg (1.25lb).

A.1 Solubility of Oxygen in Pure Water

Table I below gives the solubility of oxygen in ppm (mg/l-1) in pure water at equilibrium with water vapour saturated air at the standard atmosphere pressure of 760mm mercury.



Note. Table A.1 is abstracted

from Table IVb of 'International Oceanographic Tables' Vol. 2, National Institute of Oceanography of Great Britain and UNESCO 1973 (0-34°C) and R.F. Weiss, Deep-Sea Res., 1970, 17, 721, (36-40°C).

For different barometric pressures (e.g. at different altitudes) a correction should be applied by multiplying the solubility figure given above for the given sample temperature by the appropriate factor. See the Table A.2.

Assuming an atmospheric pressure at sea level of 760mm Hg, the correction factors for altitude variations shown in Table A.2 should be applied to the solubility figures given in Table A.1.

For the most accurate results it is recommended to measure the local barometric pressure and calculate the correction factor from the fraction $P/760$, where P is the barometric pressure in mm Hg. e.g. for a barometric pressure of 740mm Hg, the solubility figures in Table A.1 should be multiplied by $740/760 = 0.974$.

A.2 Effects of Single Point Calibration Method on Accuracy of Measurement

As previously stated in Section 3.1 (Step c) it is possible when using some types of pH/mV meter that the instrument when used on the mV scale cannot be precisely set to zero when the probe is immersed in sodium sulphite solution, because the buffer/zero control on the meter has no effect on the meter reading. In this event zero concentration oxygen in the sodium sulphite solution will produce a small reading on the meter of a few millivolts instead of zero scale (0mV).

Fig. A.1 illustrates this possibility for a sample where the calibration of the meter is made at 20°C and 760mm Hg. From Table A.1 the solubility is read off as 9.07 ppm O₂, and a probe/meter combination in which calibration is possible with full

back-off adjustment of the buffer/zero control is represented by Line A on the graph. Line B shows a calibration where the residual voltage in a zero ppm O₂ solution was not backed-off by the buffer/zero control of the meter. It can be seen that the two lines diverge (and thus the error increases) away from the calibration point.

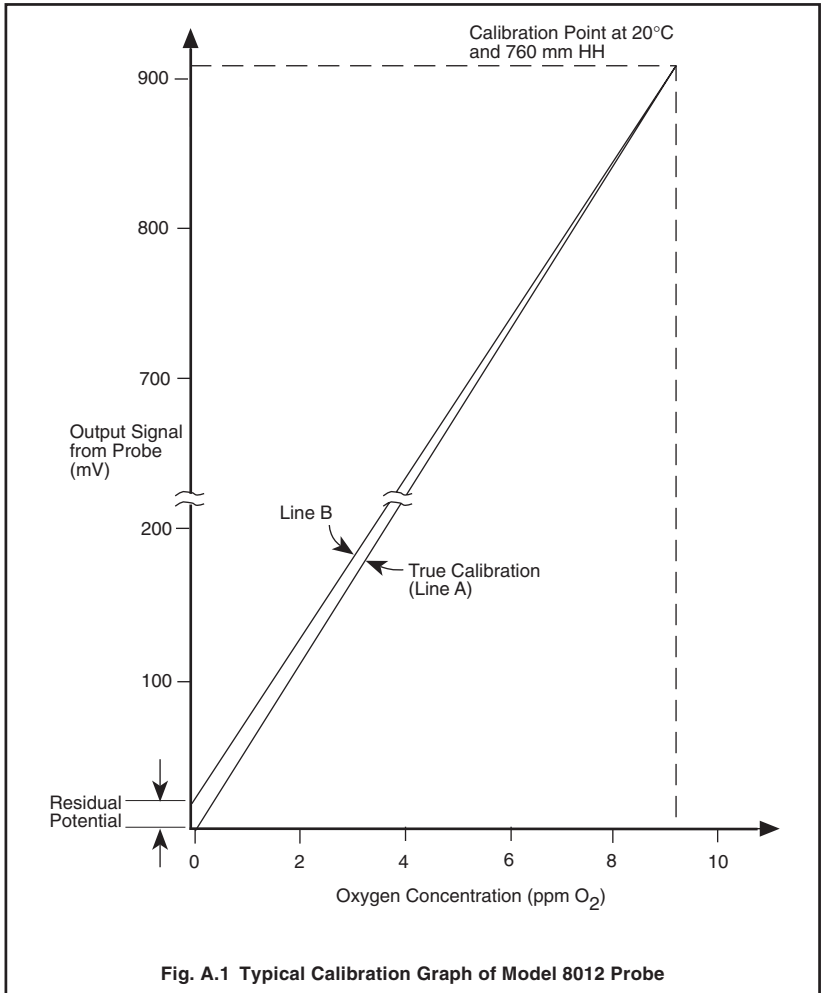
However, this is only apparent at measurement significantly removed from the calibration point i.e. at very low oxygen concentrations, and at no point does it exceed the overall accuracy of the probe, as stated in the Section 7. For most requirements, the small residual potential (in this example 20 mV approximately) can be ignored without detriment to the overall accuracy of measurement.

| Temp °C | ppm O ₂ | Temp °C | ppm O ₂ |
|---------|--------------------|---------|--------------------|
| 0 | 14.59 | 21 | 8.90 |
| 1 | 14.19 | 22 | 8.73 |
| 2 | 13.81 | 23 | 8.55 |
| 3 | 13.44 | 24 | 8.40 |
| 4 | 13.08 | 25 | 8.24 |
| 5 | 12.75 | 26 | 8.08 |
| 6 | 12.42 | 27 | 7.94 |
| 7 | 12.12 | 28 | 7.80 |
| 8 | 11.82 | 29 | 7.66 |
| 9 | 11.54 | 30 | 7.54 |
| 10 | 11.27 | 31 | 7.41 |
| 11 | 11.01 | 32 | 7.28 |
| 12 | 10.75 | 33 | 7.15 |
| 13 | 10.52 | 34 | 7.04 |
| 14 | 10.28 | 35 | 6.93 |
| 15 | 10.07 | 36 | 6.82 |
| 16 | 9.85 | 37 | 6.71 |
| 17 | 9.64 | 38 | 6.61 |
| 18 | 9.44 | 39 | 6.51 |
| 19 | 9.25 | 40 | 6.41 |
| 20 | 9.07 | | |

Table A.1 Solubility of Oxygen in Pure Water

| Approximate Altitude | | Correction Factor |
|----------------------|-----------|-------------------|
| Metres | Feet | |
| | Sea-level | 1.000 |
| | 500 | 0.982 |
| | 1000 | 0.965 |
| | 1500 | 0.948 |
| 500 | | 0.942 |
| | 2000 | 0.931 |
| | 2500 | 0.915 |
| | 3000 | 0.899 |
| 1000 | | 0.887 |
| | 3500 | 0.883 |
| | 4000 | 0.867 |
| | 4500 | 0.851 |
| | 5000 | 0.836 |
| 1500 | | 0.835 |
| | 5500 | 0.821 |
| | 6000 | 0.806 |
| | 6500 | 0.791 |
| 2000 | | 0.784 |
| | 7000 | 0.777 |
| | 7500 | 0.762 |
| | 8000 | 0.748 |
| 2500 | | 0.737 |
| | 8500 | 0.735 |
| | 9000 | 0.721 |
| | 9500 | 0.708 |
| | 10000 | 0.694 |
| 3000 | | 0.692 |

Table A.2 Altitude Correction Factors



1 INTRODUCTION

La sonde à oxygène dissous de modèle 8012 a été conçue pour générer une lecture directe des concentrations en oxygène dissous en parties par million (ppm) dans de l'eau douce lorsqu'elle est raccordée à un indicateur de pH/mV conventionnel. Par le biais d'une simple procédure de réglage, la sonde peut être étalonnée de manière à pouvoir mesurer des concentrations se situant dans la plage de 0 à 14 ppm, directement à partir de l'échelle de l'indicateur de pH. La sonde peut être utilisée pour les mesures de l'oxygène dissous en laboratoire et convient particulièrement au test B.O.D. (Besoins en oxygène biochimique) qui estime la quantité d'oxygène consommée par des germes microscopiques dans un échantillon d'eau pendant une période déterminée.

Le modèle 8012 se compose d'une capsule de détection de l'oxygène (une cellule galvanique d'argent/plomb) raccordée à un circuit miniaturisé qui se trouve dans le corps de la sonde. Ce circuit convertit la sortie de courant de la capsule produite par la diminution électrochimique de l'oxygène qui s'y répand à partir de l'échantillon en un signal de quelques millivolts compatible avec les besoins en courant d'un indicateur de pH/mV. Le circuit est alimenté par quatre cellules minuscules à jeter contenues dans le corps de la sonde. La compensation automatique de la température est effectuée à l'aide d'un thermistor monté sur la tige de la sonde, à proximité de la capsule du détecteur. Un bouton ajustable se trouvant sur la partie supérieure du corps de la sonde permet d'étalonner la combinaison sonde et indicateur de pH.

Le modèle 8012 est fourni dans un kit qui comprend deux adaptateurs de bras de mélangeur encliquetables, douze cellules, une capsule de détecteur de rechange et un entonnoir de déplacement (avec adaptateur) pour le flacon B.O.D.

2 INFORMATIONS GÉNÉRALES

2.1 Besoins en équipements

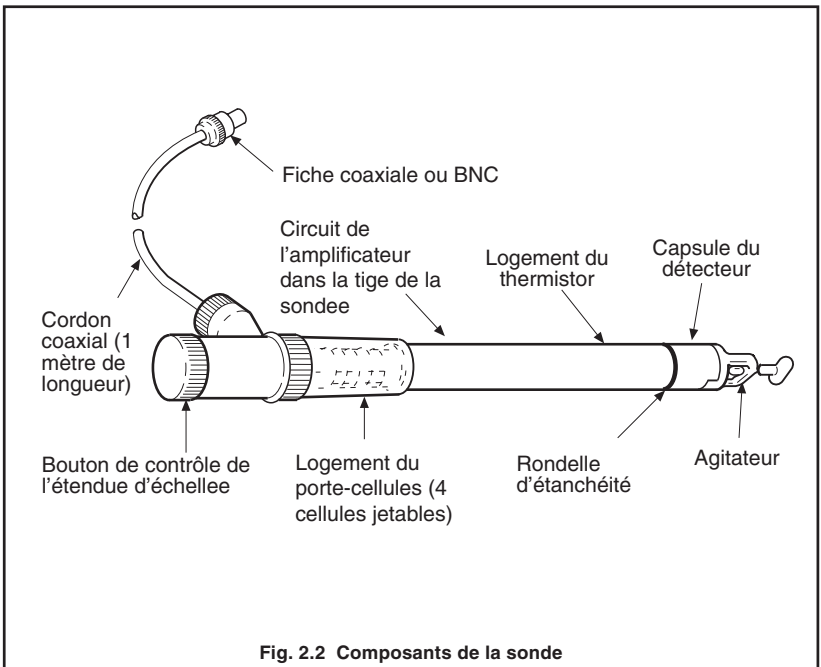
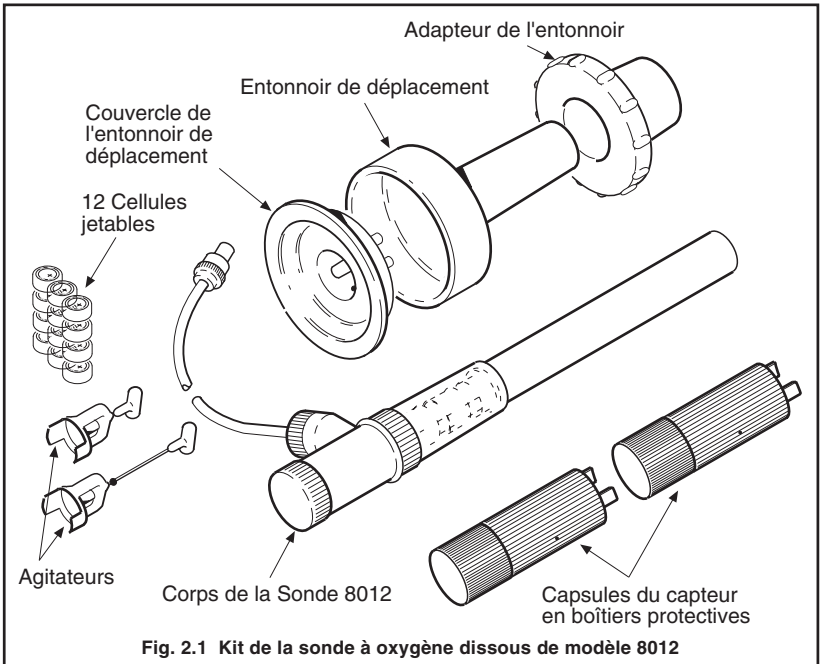
En plus du modèle 8012 et du contenu du kit, on aura besoin des éléments suivants:

- Un indicateur de pH/mV avec un champ de mesure en millivolts d'au moins 0 à 1400 mV (de façon à ce que 100 mV corresponde à 1 ppm de O₂) ou un champ de mesure de 0 à 14 pH (de façon à ce qu'une unité de 1 pH corresponde à 1 ppm O₂) avec un réglage de mise à zéro qui permette au zéro de la sonde de correspondre à 0 pH sur l'échelle de l'indicateur de pH.
- Un mélangeur-agitateur magnétique.
- Une solution de sulfite de sodium à 5 % (oxygène dissous d'une concentration de zéro).
- La possibilité de produire de l'eau complètement gazifiée à une température contrôlée.
- Un thermomètre de mercure dans du verre gradué de 0 à 100°C ou de 0 à 50°C.

2.2 Contenu du kit

Le contenu total du kit de modèle 8012 (Fig. 2.1) est le suivant:

| Qté | Description |
|-----|--|
| 1 | Corps de sonde de modèle 8012. |
| 2 | Adaptateurs des bras de mélangeur, (l'un avec un axe long et l'autre avec un axe court). |
| 2 | Capsules du détecteur dans des récipients de protection. |
| 1 | Entonnoir de déplacement (avec adaptateur) pour le test B.O.D - l'entonnoir (et le couvercle) peuvent être utilisés pour les flacons B.O.D. à goulot étroit. L'adjonction de l'adaptateur moleté permet toutefois d'utiliser l'entonnoir sur des flacons B.O.D à goulots évasés. |
| 12 | Cellules à jeter (dans deux paquets scellés de six cellules). |
| 1 | Manuel d'instructions. |



2.3 Instructions d'assemblage de la sonde

L'assemblage de la sonde de modèle 8012 est une opération simple se composant des deux séquences décrites ci-dessous qui devront être soigneusement respectées pour l'obtention des meilleurs résultats possibles.

2.3.1 Mise en place des cellules (Fig. 2.3)

- Ouvrir le logement porte-piles en tirant sur le couvercle en plastique bleu transparent vers le bas de la tige de la sonde et en le faisant légèrement tourner.
- En commençant à l'extrémité du porte-cellules, à l'endroit le plus proche de la capsule, placer quatre cellules dans le porte-cellules de façon à ce que chacune des cellules ait son pôle positif (marqué d'un + sur la cellule) vers l'extrémité supérieure (du câble) de la sonde. Chaque cellule devra s'enclencher facilement en position

dans le porte-cellules en plastique sans qu'il ne soit nécessaire de forcer les cellules en place.



Avertissement. Ne pas utiliser d'outils pointus, par ex. de pinces, pour retirer les cellules du compartiment: une manipulation sans les précautions d'usage peut avoir pour effet de percer les boîtiers des cellules.

- Faire glisser le couvercle transparent de plastique bleu sur le logement du porte-piles en s'assurant de l'étanchéité des joints toriques.



Remarque. La fuite courante à partir des cellules est continue pour autant que les cellules se trouvent dans le corps de la sonde, que la sonde soit raccordée à un indicateur de pH ou non.

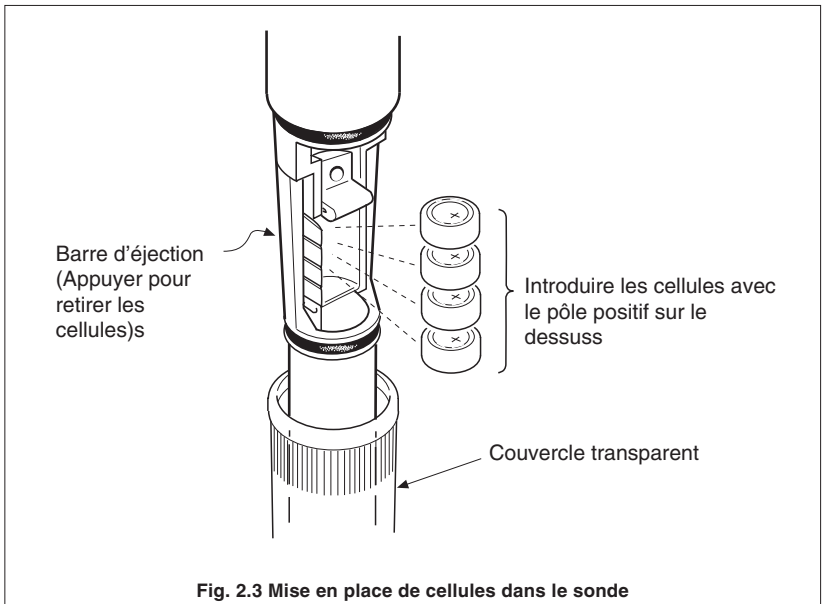


Fig. 2.3 Mise en place de cellules dans le sonde

2.3.2 Pose de la capsule du capteur



Attention! Nettoyer et sécher la zone autour de le capsule du capteur avant de procéder aux opérations suivantes.

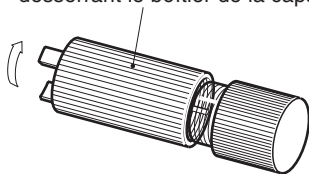
- a) Dévisser la capsule à remplacer du corps du capteur et la jeter.
- b) Sécher le corps du capteur avec du papier fin absorbant; s'assurer que les contacts électriques de couleur dorée et la cavité dans laquelle la capsule se visse, sont propres et bien secs.



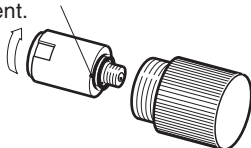
Attention!

- S'assurer que toutes les opérations suivantes sont exécutées avec soin pour éviter d'abimer la membrane recouvrant la cathode en argent.
- Ne pas laisser la capsule neuve exposée à l'air pendant plus de 30 minutes sinon la membrane séchera.

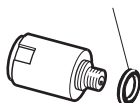
- c) Accéder à la nouvelle capsule en desserrant le boîtier de la capsule.



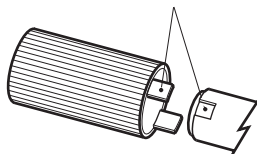
- d) Dévisser la capsule du capuchon d'isolement.



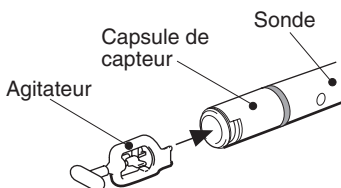
- e) Retirer la bague d'étanchéité en caoutchouc de la nouvelle capsule et la jeter.



- f) Essuyer la capsule avec du papier fin absorbant en faisant attention de ne pas abimer la membrane transparente et délicate recouvrant la cathode en argent. S'assurer que les contacts dorés et la portion filetée de la capsule sont complètement secs.
- g) Poser la bague en "O" neuve fournie - (voir alinéa e).
- h) Visser la capsule au bas de la tige de la sonde, s'assurant que le joint en caoutchouc noir est compressé.
- i) Inverser le boîtier de la capsule et positionner les pattes dans les rainures aménagées sur la capsule.
- j) En se servant du boîtier de la capsule serrer le capteur aussi fort que possible n'utilisant que la pression des doigts afin d'obtenir un joint efficace.



- k) Sur la capsule fixer l'accessoire: l'agitateur doté d'une tige longue ou courte. Le choix dépend de la hauteur totale de l'ensemble flacon d'échantillonnage/entonnoir de déplacement; pour les échantillons dans un bécher on recommande la version courte.



3.1 Etalonnage de la sonde

Avant que la sonde puisse être utilisée sur les échantillons pour faire des mesures, elle doit d'abord être étalonnée en suivant les étapes suivantes:

- a) Préparer à l'avance une solution de sulfite de sodium à 5 % (5 g/100 ml de sulfite de sodium de qualité analytique (Na_2SO_3) dans de l'eau déminéralisée). Verser dans un bécher une quantité suffisante de solution de manière à immerger complètement l'extrémité portant la membrane dès lors que l'adaptateur du bras de mélangeur est en place.
- b) Plonger la sonde dans la solution en la maintenant en position à l'aide d'un portoir de support. S'il s'agit de la première vérification du zéro qui est effectuée après l'assemblage de la sonde, attendre environ 15 minutes pour obtenir la stabilisation de la solution de sulfite au niveau d'oxygène zéro, sinon une période bien plus courte sera suffisante, par ex. 4 à 5 minutes.
- c) Régler l'indicateur de pH/mV sur son échelle de 0 à 14 pH et ajuster le bouton de contrôle du zéro/solution tampon de façon à placer l'indicateur exactement sur la position zéro. Ceci a pour effet de fixer l'extrémité zéro de l'échelle de l'indicateur de façon à ce qu'elle corresponde à une concentration en oxygène de zéro. Si l'étendue d'échelle du bouton de contrôle est insuffisante pour permettre d'effectuer ce réglage, comme c'est le cas pour la plupart des indicateurs de pH/mV (autres que les modèles 7020, 7045 et 7046), l'indicateur devra être basculé sur la graduation en mV. Il se peut que sur cette graduation, le réglage du zéro/de la solution tampon n'ait aucun effet sur la lecture de l'indicateur, mais le petit potentiel résiduel (quelques mV) observé ne devrait avoir qu'un effet minime sur la précision globale des résultats obtenus à l'aide de la sonde. Ce point est expliqué plus en détails dans l'annexe.

- d) Préparer un échantillon d'eau complètement gazifié de la façon suivante:

Remplir un bécher d'eau déminéralisée et le gazifier à l'aide d'une petite pompe et d'une pierre d'oxygénation ou utiliser un appareil d'insufflation.

Bien que cette méthode soit suffisamment précise pour la plupart des applications pour obtenir une solution de saturation précise à 100 %, mélanger lentement le bécher en utilisant un mélangeur magnétique de façon à ce que l'eau soit constamment agitée mais sans rupture de la surface liquide. Continuer à mélanger pendant approximativement deux heures de manière à atteindre un état d'équilibre complet. L'eau devra être maintenue à une température aussi proche que possible de celle de l'échantillon (utiliser le thermomètre de mercure pour la mesurer). Prendre note de cette température.

- e) Retirer la sonde de la solution de sulfite et rincer à fond avec de l'eau déminéralisée.
- f) Placer le bécher d'eau gazifiée sur le mélangeur-agitateur et plonger la sonde dans l'eau de façon à ce que son extrémité soit immergée jusqu'à un point situé au-dessus du logement du thermistor, du côté de la tige (pour s'assurer que le thermistor peut détecter correctement la température de l'eau). Mettre le mélangeur-agitateur en marche et vérifier que le bras du mélangeur tourne à une vitesse aussi rapide que possible tout en maintenant une rotation régulière et lisse du bras de l'agitateur.
- g) Tourner le bouton de contrôle de l'étendue d'échelle situé sur la partie supérieure de la sonde complètement dans le sens anti-horaire pour permettre à la lecture du pH/mV de se stabiliser pendant environ cinq minutes.



Remarque. On notera que si la sonde est transférée à une solution contenant de l'oxygène après avoir été immergée pendant cinq minutes dans la solution de sulfite (ce qui se produit, par exemple, durant la séquence d'étalonnage), le temps de réponse de la sonde sera quelque peu plus long que prévu. Ceci est assez normal, et lors des lectures ultérieures, la sonde reviendra à une réponse de vitesse plus typique d'environ 20 secondes pour une réponse de 90 % à un changement de pas en matière de concentration d'oxygène. Dans les cas où un changement de pas est accompagné d'un changement de la température de l'échantillon, un temps légèrement plus long sera nécessaire pour l'obtention d'une stabilisation complète.

$$11,27 \times \frac{750}{760} = 11,12 \text{ (pH)}$$

(ou 1112 mV) sur une échelle de 0 à 1400 mV)

- i) La combinaison indicateur et sonde est maintenant étalonnée de façon à mesurer l'oxygène dissous dans la plage de 0 à 14 ppm et est prête à la mesure des échantillons.



Remarque. Lorsque la sonde n'est pas utilisée, elle doit toujours être mise en lieu sûr de façon à ce que la capsule du détecteur demeure immergée dans l'eau. La capsule ne peut pas être réactivée une fois qu'on l'a laissée se dessécher.

3.2 Mesure des échantillons

Effectuer les étapes suivantes pour mesurer les échantillons:

- h) Dès lors qu'une lecture stable est obtenue, tourner lentement le bouton de contrôle de l'étendue d'échelle de la sonde dans le sens horaire jusqu'à ce que la lecture de l'indicateur corresponde à la valeur de solubilité pour la température notée à l'étape d) ci-dessus. Cette valeur est obtenue à partir du Tableau 1 de l'Annexe à la fin de ce manuel d'instructions. Pour que le travail soit aussi précis que possible, un facteur de correction peut s'avérer nécessaire pour prendre en ligne de compte les variations de la pression barométrique (par ex. une correction de l'altitude). Au Tableau II de l'Annexe est dressée la liste des facteurs de correction par rapport aux altitudes équivalentes. A titre d'exemple de la façon dont ceci peut être calculé en pratique, supposons que la température de l'eau gazifiée est de 10°C et que la pression barométrique est de 750 mm Hg. Une rotation devra dans ce cas être imprimée au bouton de contrôle de la sonde jusqu'à ce que l'indicateur de pH/mV indique :

- a) Poser le bécher de l'échantillon sur le mélangeur-agitateur magnétique et immerger la sonde dans l'échantillon en s'assurant que le logement du thermistor est complètement couvert.
- b) Mettre le mélangeur-agitateur en route en utilisant la même vitesse de mélange que pour la solution gazifiée et vérifier que le bras de l'agitateur tourne uniformément. S'assurer qu'aucune bulle d'air n'est piégée aux alentours de la membrane de la capsule du détecteur.
- c) Attendre le temps suffisant pour donner l'occasion à la sonde de se stabiliser à la température de l'échantillon et pour afficher une lecture stable sur l'indicateur de pH/mV.
- d) Relever la concentration d'oxygène dissous directement à partir de la graduation de l'indicateur.



Remarque. Comme la sortie de la sonde dépend de l'oxygène qui se diffuse à travers la membrane perméable au gaz, il est essentiel que les couches aqueuses se trouvant à l'extérieur de la membrane ne fassent pas l'objet d'une déplétion en oxygène. Il est donc clair qu'un mélange efficace du liquide aux alentours de la membrane est nécessaire, et que cette prescription est remplie par le bras de mélangeur de la sonde. Il est prévu deux bras, l'un à axe court, l'autre à axe long en fonction du type de flacon ou de bécher utilisé pour contenir l'échantillon. Comme le résultat obtenu dépend dans une certaine mesure de la vitesse d'agitation, il est recommandé que la vitesse utilisée pour étalonner la sonde soit également utilisée pour toutes les mesures.

- e) Après avoir terminé une mesure ou une série de mesures, ranger la sonde en lieu sûr de façon à ce que la capsule du détecteur soit immergée dans l'eau, conformément aux recommandations données à la section 4.

3.3 Mesures B.O.D. (Fig. 3.1)

Pour faciliter les mesures dans le cadre du test B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand - Besoins en Oxygène Biochimique), le modèle 8012 est fourni avec un entonnoir de déplacement spécialement conçu, un adaptateur et un couvercle de manière à pouvoir être utilisé avec la plupart des tailles et des rétrécissements de goulot du flacon B.O.D. Suivant le type de flacon utilisé, c'est ou bien l'entonnoir de déplacement ou le couvercle seuls qui sont utilisés pour sceller le flacon (goulot rétréci) ou l'entonnoir, le couvercle et l'adaptateur fileté (goulot évasé).

Dans les deux cas, le flacon B.O.D. est rempli jusqu'au bord avant l'insertion de l'entonnoir. La sonde est ensuite introduite par l'intermédiaire du couvercle qui maintient la sonde solidement en position pendant que la mesure est effectuée. L'entonnoir de déplacement retient l'eau déplacée au fur et à mesure que la sonde est immergée dans l'échantillon. L'eau déplacée est transférée à nouveau dans le flacon une fois la sonde

retirée. Le flacon reste donc complètement plein et comme la sonde consomme une quantité négligeable d'oxygène, les mesures initiales et finales effectuées dans le cadre du test B.O.D. peuvent être effectuées sur le même flacon d'échantillon. Ainsi par exemple, à 20°C, la sonde consomme environ 0,5 % de l'oxygène disponible dans un échantillon fermé de 250 ml en une heure. Comme la mesure ne prend que quelques minutes, la consommation est négligeable.

On devra noter qu'en comparaison avec la méthode de titrage de Winkler qui garantit la stérilisation automatique des flacons par la présence d'iode, la technique de mesure de la sonde nécessitera la stérilisation des flacons B.O.D. après chaque test avant qu'ils puissent être réutilisés. La procédure de stérilisation des flacons B.O.D. est la suivante:

Préparer un litre de 1 % m/v d'acide sulphurique et ajouter 2,5 g d'iode et 12,5 g d'iode de potassium. Agiter jusqu'à dissolution. (Cette solution devra être mise au rebut dès que la couleur brune commencera à se décolorer.) Les flacons devront être rincés avec 5 à 10 ml de cette solution, en agitant bien pour enrober les parois des flacons. Laisser reposer pendant 15 minutes, retirer la solution de lavage et rincer à fond avec de l'eau et finalement avec de l'eau distillée ou désionisée.

3.4 Conservation

Lorsque la sonde n'est pas utilisée pour les mesures, elle devra être rangée en lieu sûr de façon à ce que la membrane reste immergée dans l'eau. On ne devra jamais la laisser se dessécher - en cas de dessèchement, la capsule du détecteur ne pourra pas être réactivée.

On se souviendra que tant que les cellules seront introduites dans le logement du porte-cellules, elle engendreront une fuite de courant, que la sonde soit raccordé à un indicateur de pH/mV ou non.

S'il s'avère que l'on a pas besoin de la sonde pendant une longue période de temps, à savoir pendant plus d'un mois, il est recommandé de retirer les cellules et la

capsule du détecteur et de la ranger en un lieu séparé. Pour retirer les cellules de la sonde, faire d'abord glisser le couvercle transparent en plastique du compartiment du porte-cellules et appuyer sur la barre plate marquée 'EJECTOR' qui se trouve à l'arrière du compartiment.



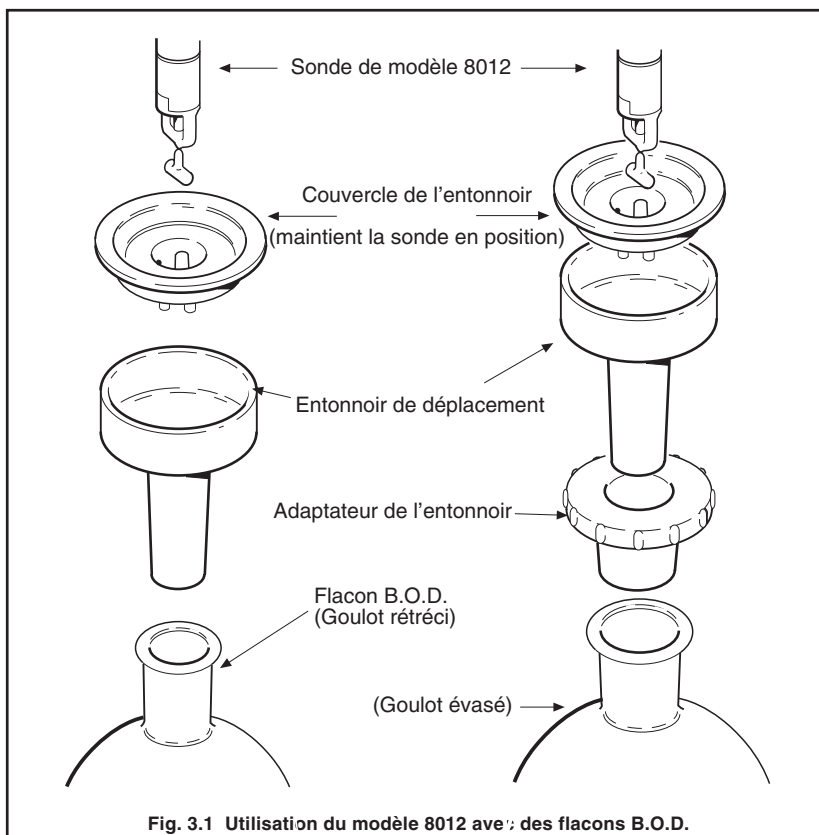
Avertissement. Ne pas utiliser d'outils pointus, par ex. de pinces pour retirer les cellules du compartiment: une manipulation incorrecte pourrait percer les boîtiers des cellules.

Il conviendra de toujours faire attention lorsque les cellules sont remises en place dans la sonde pour s'assurer d'une polarité correcte - le pôle positif (marqué par un + sur

la cellule) devra se trouver à proximité de l'extrémité supérieure (câble) de la sonde (voir Fig. 2.3).

Après avoir dévissé la capsule du détecteur de la sonde, retirer le mélangeur-agitateur en introduisant une lame de tourne-vis dans le raccord encliquetable et le retirer doucement de l'extrémité capsule du détecteur.

Remplacer le capuchon de mise à la masse de la capsule en gardant la rondelle d'étanchéité et remettre la capsule dans son flacon de protection. S'assurer que le tampon en caoutchouc du flacon est maintenu humidifié avec de l'eau.



4 MAINTENANCE DE ROUTINE & CONSERVATION

4.1 Remplacement de la capsule du détecteur et des cellules

Si après une période de fonctionnement prolongé, la sonde devient paresseuse et réagit lentement aux changements de la concentration d'oxygène ou qu'elle ne peut pas être étalonnée, il faudra alors remplacer la capsule. Les difficultés essuyées lors de l'étalonnage pourront également suggérer que la tension des cellules est basse: éjecter dans ce cas les cellules et les remplacer toutes par un nouveau jeu de cellules. Les cellules fournies avec une sonde sont de type à oxyde d'argent Ray-O-Vac de type RS 13-G ou RW 48-X (Référence 0231 138), et ces cellules sont celles recommandées pour servir de cellules de rechange. Elles sont disponibles en paquets de six cellules auprès de ABB Kent-Taylor ou des cellules équivalentes toutes aussi adéquates, de type à mercure ou à oxyde d'argent, peuvent être obtenues auprès de stockistes de cellules pour prothèses auditives/montres digitales. Ce qui fait suite est une liste de quelques une des cellules équivalentes pouvant être utilisées:

| Fabricant | Type de mercure | Type à oxyde d'argent |
|--------------|-----------------|-----------------------|
| Ray-O-Vac | R13 | RS 13-G ou RW 48-X |
| Mallory | RM 13H | D393 |
| Berec | RM 13H | B/SR 48/H |
| (Ever-Ready) | | |
| Varta | V13 HM | V13 HS |

La longévité de ces cellules lors d'un fonctionnement continu (à savoir une fois introduites dans la sonde) est d'environ trois mois: les cellules de type à mercure ont une durée de vie opérationnelle légèrement plus longue, tandis que les types à oxyde d'argent ont une longévité plus courte.



Avertissement. AUCUNE de ces cellules n'est de type rechargeable et le rechargement de ces cellules ne doit **JAMAIS**, en aucune circonstance, être tenté.

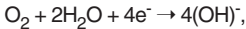
5 PIECES DE RECHANGE & ACCESSOIRES

| Titre | Référence |
|---|-----------|
| Cellule d'oxyde d'argent Ray-O-Vac de type RS 13-G ou RW 48-X (paquet de six) | 0231 138 |
| Capsule de détecteur, complète avec un capuchon de mise en court-circuit, une rondelle d'étanchéité, dans un flacon de protection | 8012 170 |
| Capot de protection électrique et util de serrage | 8012 650 |
| Rondelle d'étanchéité pour la capsule du détecteur | 0211 025 |
| Axe long du mélangeur-agitateur | 8012 130 |
| Axe court du mélangeur-agitateur | 8012 120 |
| Entonnoir de déplacement | 8012 530 |
| Couvercle de l'entonnoir de déplacement | 8012 540 |
| Adaptateur de l'entonnoir (version du R.U.) | 8012 550 |
| Adaptateur de l'entonnoir (version des Etats-Unis) | 8012 560 |

6.1 Capsule du détecteur

La sonde à oxygène dissous de modèle 8012 dépend, pour son fonctionnement, d'une cellule galvanique d'argent/plomb (la capsule du détecteur), dans laquelle un électrolyte est retenu par une membrane perméable au gaz. L'oxygène diffusé par cette membrane est réduit, au niveau de la cathode d'argent de la capsule, à des ions d'hydroxyde, les électrons nécessaires étant fournis par une surface d'argent: en même temps, les ions d'hydroxyde se trouvant aux alentours de l'anode de plomb réagissent à son contact, libérant leur charge et faisant ainsi circuler un courant dans un circuit raccordé à la sonde.

Au niveau de la cathode d'argent, la réaction peut être représentée par l'équation :



et au niveau de l'anode de plomb, par l'équation :



L'intensité du courant est directement proportionnelle à la vitesse de diffusion de l'oxygène sur la membrane, et cette dernière est à son tour proportionnelle à la pression partielle de l'oxygène dans l'échantillon et à la perméabilité de la membrane. Malheureusement, la perméabilité n'est pas constante mais elle varie exponentiellement avec la température; il est donc nécessaire de corriger cet effet. Ceci peut être aisément réalisé à l'aide d'un thermistor approprié. Le thermistor peut en outre être utilisé pour compenser la variation de solubilité de l'oxygène avec la température et ceci autorise la lecture directe de la mesure de la concentration sur l'échelle de l'indicateur de pH.

Comme l'anode de plomb est consommée par la réaction, la capsule du détecteur a une durée de vie finie, qui est fonction de la qualité de plomb disponible initialement, et la capsule a été conçue pour à la fois minimiser la consommation en oxygène (particulièrement importante dans le test B.O.D., (par exemple) et pour garantir autant de plomb que possible pour l'obtention d'une longévité aussi durable que possible pour chaque capsule.

6.2 Circuit électronique

Le circuit électronique alimenté par les quatre cellules à jeter contient un amplificateur de microphone opérationnel qui permet de convertir la sortie de courant de la capsule du détecteur en un signal en millivolt compatible avec les besoins de l'indicateur de pH. Un thermistor miniature perlé encapsulé est installé sur la sonde, à proximité de la capsule du détecteur. Il assure une compensation de la température par la détection des variations de la température de l'échantillon et par le changement conséquent de la sensibilité de l'amplificateur.

A l'exception du bouton de contrôle de "l'étendue d'échelle" (raccordé par un circuit flexible), positionné en haut de la sonde, tous les autres composants de l'amplificateur sont montés sur une étroite carte de circuits imprimés miniature située au centre de la tige de la sonde. Pour économiser de l'espace, les composants miniaturisés sont utilisés montés sur la carte de circuits imprimés, avec un réseau de filtres pour la séparer du niveau de l'amplificateur.

Les cellules jetables fournissent une alimentation positive et négative à l'amplificateur qui se poursuit tant que les cellules sont insérées dans la sonde.

Plage de mesures

0 à 14 pph (mg l^{-1}) d'oxygène dissous.

Plage de température

0 à 40°C.

Précision

$\pm 0,2$ ppm à $\pm 5^\circ\text{C}$ de la température d'étalonnage initiale.

Répétabilité

$\pm 0,1$ ppm.

Temps de réponse

Typiquement de 20 secondes pour un changement de pas de 90 % de la concentration d'oxygène à 20°C, légèrement plus long lorsque la température d'un échantillon varie également.

Compensation de la température

Correction automatique par le biais du thermistor intégral à la sonde.

Cellules

Quatre cellules (tension nominale des cellules de 1,2 V).

Dimensions

Sonde - environ 184 mm (7,25 pouces) de long, le bras de mélangeur exclus, 12,7 mm (0,5 pouces) de diamètre.

Kit - environ 250 x 150 x 65 mm en tout (9,88 x 6 x 2,56 pouces).

Poids du kit

0,8 kg (1,25 livres).

A.1 Solubilité de l'oxygène dans l'eau pure

Le tableau A1 page suivante donne la solubilité de l'oxygène en ppm (mg l^{-1}) dans de l'eau pure à l'état d'équilibre, avec de l'air saturé de vapeur d'eau à la pression atmosphérique standard de 760 mm de mercure.



Remarque. Le Tableau A.1 est tiré du Tableau IVb des 'Tableaux internationaux océanographiques' Vol. 2, de l'Institut National d'Océanographie de Grande Bretagne et de l'UNESCO 1973 (0 à 34°C) et de R.F. Weiss, Deep-Sea Res., 1970, 17, 721, (36 à 40°C).

Pour des pressions barométriques différentes (par ex. à différentes amplitudes), une correction devra être appliquée en multipliant le chiffre correspondant à la solubilité indiqué ci-dessus pour la température d'échantillon donnée par le facteur approprié. Voir Tableau A.2.

En supposant une pression atmosphérique au niveau de la mer de 760 mm Hg, les facteurs de correction correspondant aux variations de l'altitude représentés au Tableau A.2 devront être appliqués aux chiffres correspondant à la solubilité donnés au Tableau A.1.

Pour des résultats d'une précision optimale, il est recommandé de mesurer la pression barométrique locale et de calculer le facteur de correction à partir de la fraction $P/760$, où P est la pression barométrique en mm Hg. par ex. pour une pression barométrique de 740 mm Hg, les chiffres correspondant à la solubilité donnés au Tableau A.1 devront être multipliés par $740/760 = 0,974$.

A.2 Effets de la méthode d'étalonnage à point unique sur la précision des mesures

Comme indiqué antérieurement à la Section 3.1 (Etape c), il est possible, lors de l'utilisation de certains types d'indicateurs de pH/mV, que l'instrument, lorsqu'il est utilisé sur l'échelle mV, ne puisse pas être mis à zéro avec précision lorsque la sonde est immergée dans une solution de sulfite de sodium car la solution tampon/le contrôle zéro de l'indicateur n'a aucun effet sur la lecture de l'indicateur. Une concentration d'oxygène de zéro dans la solution de sulfite de sodium produira dans ce cas une petite lecture de quelques millivolts au lieu de l'échelle zéro (0 mV) sur l'indicateur.

La Fig. A.1 illustre cette possibilité pour un échantillon pour lequel l'étalonnage de l'indicateur est effectué à 20°C et à 760 mm Hg. La solubilité relevée sur le Tableau A.1 est de 9,07 ppm de O₂, et une combinaison de

sonde/indicateur dans le cadre de laquelle un étalonnage est possible avec un réglage complet du zéro de la solution tampon/contrôle zéro est représenté par une Ligne A sur le graphique. La ligne B représente un étalonnage dont la tension résiduelle dans une solution O₂ de zéro ppm n'a pas été mise à zéro par la solution tampon/contrôle zéro de l'indicateur. On peut voir que les deux lignes divergent du point d'étalonnage (et que de ce fait l'erreur s'accroît).

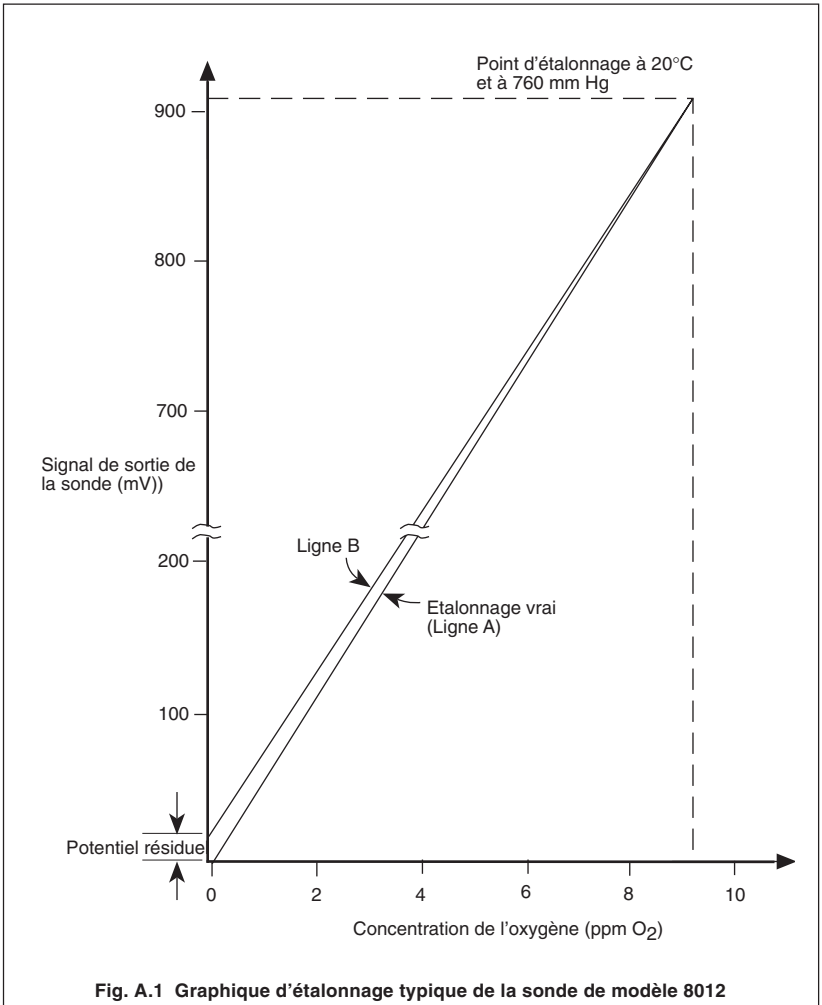
Ceci n'est toutefois apparent qu'à une mesure considérablement éloignée du point d'étalonnage, à savoir à des concentrations d'oxygène très basses, et à aucun moment ne dépasse-t-elle la précision globale de la sonde, comme indiqué à la Section 7. Pour la plupart des besoins, le potentiel résiduel réduit (20 mV environ dans cet exemple) peut être ignoré sans que ceci ne soit préjudiciable à la précision globale de la mesure.

| Temp °C | ppm O ₂ | Temp °C | ppm O ₂ |
|---------|--------------------|---------|--------------------|
| 0 | 14.59 | 21 | 8.90 |
| 1 | 14.19 | 22 | 8.73 |
| 2 | 13.81 | 23 | 8.55 |
| 3 | 13.44 | 24 | 8.40 |
| 4 | 13.08 | 25 | 8.24 |
| 5 | 12.75 | 26 | 8.08 |
| 6 | 12.42 | 27 | 7.94 |
| 7 | 12.12 | 28 | 7.80 |
| 8 | 11.82 | 29 | 7.66 |
| 9 | 11.54 | 30 | 7.54 |
| 10 | 11.27 | 31 | 7.41 |
| 11 | 11.01 | 32 | 7.28 |
| 12 | 10.75 | 33 | 7.15 |
| 13 | 10.52 | 34 | 7.04 |
| 14 | 10.28 | 35 | 6.93 |
| 15 | 10.07 | 36 | 6.82 |
| 16 | 9.85 | 37 | 6.71 |
| 17 | 9.64 | 38 | 6.61 |
| 18 | 9.44 | 39 | 6.51 |
| 19 | 9.25 | 40 | 6.41 |
| 20 | 9.07 | | |

Tableau A.1. Solubilité de l'oxygène dans l'eau pure

| Altitude Approximative | | Facteur de Correction |
|------------------------|------------------|-----------------------|
| Mètres | Pieds | |
| | Niveau de la mer | 1.000 |
| | 500 | 0.982 |
| | 1000 | 0.965 |
| | 1500 | 0.948 |
| 500 | | 0.942 |
| | 2000 | 0.931 |
| | 2500 | 0.915 |
| | 3000 | 0.899 |
| 1000 | | 0.887 |
| | 3500 | 0.883 |
| | 4000 | 0.867 |
| | 4500 | 0.851 |
| | 5000 | 0.836 |
| 1500 | | 0.835 |
| | 5500 | 0.821 |
| | 6000 | 0.806 |
| | 6500 | 0.791 |
| 2000 | | 0.784 |
| | 7000 | 0.777 |
| | 7500 | 0.762 |
| | 8000 | 0.748 |
| 2500 | | 0.737 |
| | 8500 | 0.735 |
| | 9000 | 0.721 |
| | 9500 | 0.708 |
| | 10000 | 0.694 |
| 3000 | | 0.692 |

Tableau A.2 Facteur de correction de l'altitude



REMARQUES

REMARQUES

ABB has Sales & Customer Support expertise
in over 100 countries worldwide

www.abb.com

The Company's policy is one of continuous product
improvement and the right is reserved to modify the
information contained herein without notice.

© ABB 2002

Printed in the UK (08.02)

The ABB logo consists of the letters 'A', 'B', and 'B' in a bold, black, sans-serif font. The 'A' is slightly larger than the 'B's, and they are all closely spaced together.

ABB Limited

Howard Road, St. Neots
Cambridgeshire, PE19 8EU
UK

Tel: +44 (0)1480 475 321

Fax: +44 (0)1480 217 948

ABB Inc

2175 Lockheed Way
Carson City, NV 89706
USA

Tel: +1 775 883 4366

Fax: +1 775 883 4373

ABB Automation

100 Rue de Paris
F-91342 Massy Cedex
France

Tel: +33 1 64 47 20 00

Fax: +33 1 64 47 20 16