

GUIDE METHODOLOGIQUE DES METHODES DCE EN HYDROBIOLOGIE LITTORALE

CARLIT, MACROPHYTES EN LAGUNES ET POSIDONIES

Méthodes de bioindication en eaux littorales

Laurence Miossec
Janvier 2014

Programme scientifique et technique
Année 2013

Rapport d'étape

Contexte de programmation et de réalisation

Ce rapport a été réalisé dans le cadre du programme d'activité AQUAREF pour l'année 2013

Auteur (s) : Laurence Miossec

Prénom : Nom Laurence Miossec

Etablissement : Ifremer

Email : lmiossec@ifremer.fr

Vérification du document :

Prénom Nom : Christian Chauvin

Etablissement : Irstea

Email : Christian.C Chauvin@irstea.fr

Les correspondants

Onema : Marie-Claude Ximénès, marie-claude.ximenes@onema.fr

Référence du document : Laurence Miossec - Guide méthodologique des méthodes DCE en hydrobiologie littorale - CARLIT, macrophytes en lagunes et posidonies - Rapport AQUAREF 2014 - 13 p.

Droits d'usage :	<i>Accès libre</i>
Couverture géographique :	<i>National</i>
Niveau géographique :	<i>National</i>
Niveau de lecture :	<i>Professionnels, experts</i>
Nature de la ressource :	<i>Document</i>

Contenu

I. Introduction	7
II. CARLIT en Méditerranée (Masses d'eau côtière)	7
II.1. Echantillonnage	7
II.2. Au laboratoire	8
II.3. Bibliographie.....	9
III. Macrophytes en Méditerranée (Masses d'eau de transition)	9
III.1. Echantillonnage	9
III.2. Au laboratoire	11
III.3. Bibliographie.....	11
IV. Les posidonies en Méditerranée (Masses d'eau côtière)	11
IV.1. Echantillonnage sur le terrain.....	11
IV.2. Au laboratoire	12
IV.3. Bibliographie.....	13

Titre : Guide méthodologique des méthodes DCE en hydrobiologie littorale - CARLIT, macrophytes en lagunes et posidonies.

AUTEUR : Laurence Miossec, Ifremer

Resumé

Ce guide a pour objectif de recenser l'ensemble des méthodes appliquées pour déterminer les éléments de qualité biologique DCE en eaux littorales. Il prend en compte les méthodes de prélèvement et d'analyse des éléments de qualité validés. Il s'appuie sur les documents rédigés par les experts thématiques DCE de chacun de ces éléments de qualité. Les premières versions du guide méthodologique, publiées en 2012 et 2013, décrivaient la méthodologie portant sur les zostères, les macroalgues intertidales et subtidales, les blooms opportunistes et le phytoplancton en Manche-Atlantique. Ce troisième document reprend les méthodes appliquées en Méditerranée pour les macroalgues en eau côtière (CARLIT), les posidonies et les macrophytes en lagune.

Mots clés (thématique et géographique) :

Eléments de qualité, milieu marin, CARLIT, macrophytes, posidonies, prélèvements, méthodes analytiques

Title : Methodological guide on WFD biological parameters and analyses in coastal and transitional waters - CARLIT, macrophytes in lagoon and posidonia.

Author : Laurence Miossec, Ifremer

Abstracts

This guide aims to describe all methods used to evaluate the WFD biological quality elements in coastal and transitional waters. It takes into account the methods of sampling and analysis of the biological quality elements already validated. It is based on documents written by scientists, experts in these topics. The previous versions of the methodological guide, published in 2012 and 2013, described the methodology regarding eelgrass, intertidal and subtidal macroalgae, opportunistic blooms and phytoplankton in Channel Atlantic coasts. This document outlines the methods developed in Mediterranean coast and transitional waters for macroalgae (CARLIT), posidonia and macrophytes.

Key words (thematic and geographical area):

Biological quality elements, marine water, CARLIT, posidonia, macrophytes in lagoon, sampling, analytical methods

I. Introduction

Ce chapitre s'inscrit dans l'action « Consolidation et mise au point de méthodes de bioindication et transfert aux opérateurs ». Il décrit les méthodes de prélèvements et d'analyse des indicateurs biologiques développés en milieu littoral. Il n'a, par contre, pas vocation à préciser le mode de calcul de ces indicateurs. En 2011, les méthodes concernant les macroalgues intertidales et subtidales ainsi que les herbiers en Manche Atlantique ont été décrites (Miossec *et al.*, 2012). Ce dernier protocole ayant fait l'objet d'ajustement en 2012, a été repris dans sa totalité dans le document (Miossec, 2013). De plus, celui-ci contient les méthodes développées pour les blooms de macroalgues opportunistes en Manche Atlantique et pour le phytoplancton en Manche Atlantique et Méditerranée.

Ce travail reprend les éléments des matériels et méthodes contenus dans les rapports rédigés par les experts de chacun des indicateurs concernés. Ces documents sont précisés dans la bibliographie. Des compléments ont pu être apportés, toujours sous le contrôle des experts. La version finale du guide a été soumise pour relecture à chacun d'entre eux puis corrigée si nécessaire :

- Thierry Thibaut de l'Institut Méditerranéen d'Océanographie (MIO - UM 110) pour CARLIT ;
- Valérie Derolez et Jocelyne Oheix de l'Ifremer pour les macrophytes en lagunes ;
- Stéphane Sartoretto de l'Ifremer pour les posidonies.

Lorsque le protocole fait l'objet d'une norme, les références de celle-ci sont précisées. Le lecteur est invité à s'y reporter pour plus de détails sur la méthodologie.

II. CARLIT en Méditerranée (Masses d'eau côtière)

La méthode CARLIT (CARtographia LItoral) a été développée par Ballesteros *et al.* (2007). Elle est basée sur la cartographie exhaustive de la distribution et de l'abondance des communautés rocheuses des étages médio- et infralittoraux supérieurs, dominées par les macroalgues en Méditerranée. Ce suivi tient compte également de la géomorphologie de la côte.

CARLIT s'applique sur l'ensemble du littoral côtier méditerranéen, dans les masses d'eau côtières, à l'exception des littoraux sédimentaires, sauf dans le cas des baies naturelles très fermées où les phanérogames peuvent être abondantes (récif-barrière de *Posidonia oceanica*). De même, les ports et les marinas ne sont pas l'objet de cette méthode de surveillance.

II.1. Echantillonnage

Les relevés sont réalisés exclusivement *in situ* à partir d'une petite embarcation longeant les côtes au plus près du rivage (3m) et à faible vitesse (2-3 Kn). Effectués en mai-juin, une fois tous les 6 ans, ils sont non destructifs.

La présence des différents types de communautés macroalgales est notée directement sur une orthophotographie ou une photographie aérienne. L'échelle de ces supports a été adaptée (1:2500) pour permettre la cartographie des petits tronçons. Un trait de côte nommé CARLIT, à l'échelle 1/2500^{ème}, a été créé sur la base du trait de côte Histolitt® de l'IGN.

La liste des communautés et espèces concernées a été déterminée par Ballesteros *et al.* (2007) et est détaillée dans le tableau 1. De plus, une échelle de sensibilité écologique aux perturbations est établie pour chaque communauté avec un gradient allant de 1 à 20 en fonction de cette sensibilité.

Tableau 1 :
Communautés ou espèces

	Niveau de Sensibilité (SL)
<i>Cystoseira mediterranea</i> 5	20
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 5	20
<i>Cystoseira crinita</i>	20
<i>Cystoseira brachycarpa</i> var. <i>balearica</i>	20
Récif frangeant de <i>Posidonies</i>	20
<i>Zostera noltii</i>	20
Trottoir à <i>Lithophyllum</i>	20
<i>Cymodocea nodosa</i>	20
<i>Cystoseira mediterranea</i> 4	19
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 4	19
<i>Cystoseira mediterranea</i> 3	15
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 3	15
<i>Cystoseira mediterranea</i> 2	12
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 2	12
<i>Cystoseira compressa</i>	12
<i>Cystoseira mediterranea</i> 1	10
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 1	10
<i>Corallina elongata</i>	8
<i>Haliptilon</i>	8
Feutrage algal	8
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	6
<i>Lithophyllum incrustans</i>	6
Autres algues encroûtantes	6
<i>Neogoniolithon brassica-florida</i>	6
Corallines encroûtantes	6
Algues vertes	3
Cyanobactéries	1

Les populations de *C. mediterranea* et de *C. amentacea* var. *stricta* sont divisées en 5 classes avec un niveau de sensibilité modulé suivant l'importance du recouvrement :

- *C. amentacea* var. *stricta* 5 : ceinture continue
- *C. amentacea* var. *stricta* 4 : ceinture discontinue
- *C. amentacea* var. *stricta* 3 : patches abondants
- *C. amentacea* var. *stricta* 2 : patches isolés
- *C. amentacea* var. *stricta* 1 : individus isolés

Les communautés ayant les niveaux de sensibilité les plus forts représentent les communautés les plus stables (climax) de la zone littorale.

Les caractéristiques géomorphologiques des secteurs étudiés sont également relevées en fonction des critères suivants : blocs naturels, côte basse naturelle, côte haute naturelle, blocs artificiels, côte basse artificielle, côte haute artificielle.

II.2. Au laboratoire

Les informations, récoltées sur le terrain (géomorphologie, nature du substrat, présence et sensibilité des espèces ou communautés algales d'intérêt et longueur de côté associée), sont transcrites sur un support cartographique géo-référencé dans un SIG (système d'information géographique). Le logiciel utilisé est ArcGIS, version 10.1. Chaque secteur investigué est ainsi caractérisé par la présence d'une espèce ou communauté macroalgale sur une longueur donnée, accompagnée de sa sensibilité et de sa typologie géomorphologique.

Les longueurs sont exprimées en mètre. La précision de cette valeur peut être évaluée en connaissant la précision du pointé sur la couche de référence et celle de cette dernière. Dans le cas présent, la précision de la saisie des données sous SIG est de 2-3 mètres.

II.3. Bibliographie

Ballesteros E., X. Torras, S. Pinedo, M. Garcia, L. Mangialajo and M. de Torres (2007). A new methodology based on littoral community cartography by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55, 172 - 180.

Thibaut T., Mannoni PA. 2007. Cartographie des paysages marins : encorbellements à *Lithophyllum* et faciès à cystoseires Site Natura 2000 FR 9301624 - Cap Lardier - Cap Taillat - Cap Camarat. *Contrat GIS Posidonie & Observatoire Marin du Littoral des Maures, ECOMERS publ. Nice*, 18 p.

Thibaut T., Mannoni P.A., Markovic L., Geoffroy K., Cottalorda J.M. 2008. Préfiguration du réseau macroalgues - Bassin Rhône Méditerranée Corse - Application de la directive Cadre Eau - Rapport d'état écologique des masses d'eau. *Contrat Agence de l'Eau RMC - Unsa* : 38 p + Atlas cartographique.

Thibaut T. et L. Markovic (2009). Préfiguration du réseau macroalgues - Bassin Rhône Méditerranée Corse - Application de la directive Cadre Eau - Rapport d'état écologique des masses d'eau - Ensemble du littoral rocheux continental français de Méditerranée. *Contrat Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse / Université de Nice - Sophia Antipolis, convention 2009 01 11*, 31 pages.

Thibaut T., L. Markovic et A. Blanfune (2010). Préfiguration du réseau macroalgues - Bassin Rhône Méditerranée Corse - Application de la directive Cadre Eau - Rapport d'état écologique des masses d'eau - Littoral rocheux de la Corse. *Contrat Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse / Université de Nice - Sophia Antipolis, convention 2009 1431*, 24 pages.

Thibaut T., L. Markovic et A. Blanfune (2011). Préfiguration du réseau macroalgues - Bassin Rhône Méditerranée Corse - Application de la directive Cadre Eau - Rapport d'état écologique des masses d'eau - Littoral rocheux de la Corse. *Contrat Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse / Université de Nice - Sophia Antipolis, convention 2011 011*, 22 pages.

III. Macrophytes en Méditerranée (Masses d'eau de transition)

La méthode, nommée EXCLAME (EXamination tool for Coastal Lagoon Macrophytes Ecological status) s'applique en lagune et uniquement dans les lagunes euhalines et polyhalines (l'indicateur pour les lagunes mésohalines et oligohalines est en cours de définition).

III.1. Echantillonnage

Le principe repose sur l'abondance relative des espèces de macrophytes de référence (tableau 2). Il s'appuie sur 3 étapes d'observation préalable :

- une estimation visuelle du recouvrement total par les macrophytes, toutes espèces confondues (en pourcentage de la surface couverte par les macrophytes sur la surface totale explorée) ;
- l'identification des groupes homogènes de macrophytes (dans leur composition) et de l'estimation du pourcentage relatif (en classe de taille : <5%, 1/8, 1/4, 1/3, 1/2, 2/3, 3/4 et 1) de chaque groupe par rapport à l'ensemble de la couverture végétale ;
- l'estimation de l'abondance relative des espèces prépondérantes au sein de chaque groupe.

Le suivi est effectué une fois tous les 3 ans (2 fois par plan de gestion) au printemps, en période de développement maximal et avant les mortalités estivales.

Tableau 2 : Liste des espèces d'algues et de phanérogames de référence

Cymodocea nodosa
Zostera marina
Zostera noltii
Ruppia cirrhosa
Ruppia maritima
Acetabularia acetabulum
Bryopsis hypnoïdes
Bryopsis plumosa
Centroceras clavulatum
Ceramium ciliatum
Ceramium diaphanum
Ceramium gracilimum
Ceramium tenerrimum
Chondracanthus acicularis
Chondria dasyphylla
Chylocladia verticillata
Cladostephus spongiosus
Cystoseira barbata
Cystoseira compressa
Cystoseira fimbriata
Dictyota dichotoma
Dictyota spiralis
Gelidium crinale
Gymnogongrus griffithsiae
Lamprothamnium papulosum
Laurencia microcladia
Laurencia obtusa
Lomentaria clavellosa
Osmundea pinnatifida
Polysiphonia denudata
Polysiphonia mottei
Polysiphonia opaca
Polysiphonia sertularioides
Pterosiphonia parasitica
Pterosiphonia pennata
Pterothamnion plumula
Spyridia filamentosa
Valonia aegagropila
Valonia utricularis

Les observations sont réalisées sur chaque station identifiée dans une lagune. Le nombre de stations est fonction de la surface de la lagune :

- Si la lagune est > à 1000 ha, on compte une station/100 à 200 ha
- Si la lagune est < à 1000 ha, on compte une station/50 ha

Les stations d'échantillonnage sont positionnées suivant un maillage préétabli (de type échantillonnage régulier). Sur site, elles sont repérées, à chaque sortie, par leur position géographique à l'aide d'un GPS (précision plus ou moins 3 à 4 mètres).

Sur site, l'observation des macrophytes est réalisée depuis la surface pour les zones peu profondes (à pied ou depuis le bateau) et en plongée pour les zones les plus profondes, la surface couverte est de l'ordre de 120 m². En zone profonde, la trajectoire du plongeur s'effectue en cercle autour du bateau. Le rayon de ce cercle est déterminé par une corde de 10 m fixée au mouillage du bateau et attachée au plongeur. Sur la base d'une visibilité de 1 m de chaque côté du plongeur, on estime à 120m² environ la surface observée. Il est recommandé d'effectuer ces relevés à chaque station d'observation avec 2 plongeurs différents.

Une fiche signalétique permet d'enregistrer les informations suivantes.

1. des informations à renseigner en surface :

- N° de la station
- Date et heure de la sortie
- Profondeur de l'observation
- Nom de l'observateur

2. des informations à renseigner par le plongeur :

- Informations complémentaires : Nature des fonds (vaseux, sablo-vaseux, sableux), présence de coquilles
- Le recouvrement végétal total
- Le pourcentage relatif des différents groupes homogènes d'espèces

Les espèces de macrophytes représentant un groupe homogène sont prélevées. L'échantillon placé dans un sac numéroté doit être représentatif de l'abondance relative des espèces dans le groupe.

En surface : commentaires des informations recueillies par l'observateur, examen des espèces récoltées avec l'expert

- Nature des fonds (vaseux, sablo-vaseux, sableux)
- Présence de coquilles

La reconnaissance des espèces nécessite généralement un examen microscopique, un échantillon est conservé en flacon d'eau de mer pour une détermination au laboratoire.

III.2. Au laboratoire

A l'arrivée au laboratoire, les flacons contenant les espèces à déterminer sont conservés au réfrigérateur jusqu'au moment de l'observation. Il est recommandé de la faire dans les heures qui suivent la récolte. Au maximum les échantillons peuvent être conservés un à 2 jours au réfrigérateur.

Pour l'observation, les échantillons sont placés dans des cuvettes plates remplies d'eau de mer. L'examen se fait soit sous loupe binoculaire (grossissement entre 8 et 50), soit sous microscope (grossissement de 40 à 400 - oculaires x10 et objectifs x4 à x40). Dans ce cas, un morceau de thalle est monté entre lame et lamelle dans une goutte d'eau de mer. La réalisation d'une coupe transversale est souvent nécessaire pour identifier l'espèce.

III.3. Bibliographie

Lauret M., J. Oheix, V. Derolez et T. Laugier. (2011). Réseau de suivi lagunaire, 2011. Guide de reconnaissance des lagunes du Languedoc-Roussillon : 148 pages.

IV. Les posidonies en Méditerranée (Masses d'eau côtière)

La méthode développée pour évaluer la qualité des angiospermes sur les côtes françaises méditerranéennes est le PREI, *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index (Gobert *et al.*, 2009). Elle est fondée, comme son nom l'indique, sur le suivi de la posidonie *Posidonia oceanica*. Elle s'applique sur l'ensemble des masses d'eau côtières méditerranéennes sauf pour le type Côtes sableuses languedociennes (FRDC02a, FRDC02b, FRDC02c, FRDC02d, FRDC02e et FRDC02f).

IV.1. Echantillonnage sur le terrain

Le suivi est stationnel. Les mesures *in situ* et les prélèvements sont réalisés en avril. La fréquence du suivi est d'une fois tous les 3 ans, soit 2 fois par plan de gestion. Les observations et prélèvements se font en plongée, en scaphandre autonome, le long d'un transect fixe et géoréférencé à l'aide d'un GPS.

Cinq paramètres sont étudiés :

En limite inférieure :

- la profondeur de la limite inférieure
- le type de limite inférieure

A une profondeur intermédiaire (-15m) :

- la densité (nombre de faisceau/m²)
- la surface foliaire (en cm²/faisceau)
- le rapport biomasse épibionte/biomasse foliaire

La limite inférieure est repérée par un balisage fixe et géoréférencé. Sa position bathymétrique est mesurée à l'aide d'un sondeur.

Les différents types de limite inférieure sont ainsi définis (Meinesz et Laurent 1978) :

- Limite progressive : elle est caractérisée par la présence de rhizomes plagiotropes¹ disposés de manière parallèle dans le sens de la pente. L'herbier n'édifie pas de matte, mais il colonise un substrat situé plus profondément. Ce type de limite rend compte d'un bon état de santé de l'écosystème et peut être l'expression d'une amélioration de la transparence des eaux (Pergent *et al.* 1995).
- Limite franche : cette limite est brusque, nette entre les derniers rhizomes de posidonies et le sédiment (absence de matte morte en aval de la limite). Elle est caractérisée par la présence de rhizomes généralement orthotropes², sans édification d'une véritable matte. Ce type de limite traduit une stabilité de l'écosystème.
- Limite régressive : elle est caractérisée par la présence d'une étendue de matte morte, recouverte ou non par le sédiment, en aval de la limite de l'herbier proprement dite. Quelques faisceaux de feuilles subsistent en aval de la limite actuelle. Ce type de limite traduit une perturbation de l'écosystème et une régression des herbiers.

Le nombre de faisceaux est compté dans des quadrats de 40 cm de côté. Au total, 20 répliquats sont effectués par station. Pour cela, les quadrats sont lancés au hasard sur le secteur étudié, en évitant les tâches de sable. Les données de chaque comptage sont additionnées ; le résultat final est ramené à l'unité de surface (nombre de faisceaux par m²).

A chaque station, 20 faisceaux, portés par des rhizomes orthotropes, distants d'au moins un mètre, sont prélevés et rapportés au laboratoire.

IV.2. Au laboratoire

Au laboratoire, les faisceaux sont détachés des rhizomes et décortiqués en respectant l'ordre distique³ d'insertion des feuilles. Pour cela, les feuilles sont séparées selon le protocole de Giraud (1977, 1979). Elles sont ensuite dénombrées et classées en fonction de leur âge (Fig. 10) :

- Feuille adulte pourvue d'une base (ou pétiole) ;
- Feuille intermédiaire, dépourvue de pétiole ou dont le pétiole est inférieur à 2 mm ;
- Feuille juvénile dépourvue de pétiole et dont la longueur n'excède pas 50 mm.

¹ Le rhizome plagiotrope est un rhizome qui se développe horizontalement.

² Le rhizome orthotrope est un rhizome qui se développe verticalement.

³ Distique : qualifie des organes végétaux disposés sur 2 rangées opposées, le long d'un axe commun et sur un même plan.

Chaque feuille, à l'exception des feuilles juvéniles, est numérotée en fonction de sa position dans le faisceau. Les paramètres biométriques de chacune d'elles (longueur totale, longueur du pétiole et largeur en cm) sont ensuite mesurés au mm près. La surface foliaire (SF) de chaque faisceau est alors calculée à l'aide de l'équation suivante (Giraud, 1979) :

$$\text{SF (en cm}^2\text{)} = (\sum \text{ des longueurs des feuilles intermédiaires} \times \text{moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires}) \\ + (\sum \text{ des longueurs des feuilles adultes} \times \text{moyenne des largeurs des feuilles adultes})$$

La surface foliaire de la station est la moyenne des surfaces foliaires des 20 faisceaux prélevés sur la radiale.

Puis chacune des feuilles mesurées est grattée sur ses 2 faces, avec une lame de rasoir, afin de récupérer l'ensemble des épibiontes. L'ensemble des feuilles et des épibiontes sont mis à sécher séparément à 70°C pendant 48h dans four. Ils sont ensuite pesés au milligramme près.

Le ratio épibiontes (E)/feuilles (L faisceau) est calculé par faisceau :

$$E/L \text{ faisceau} = \text{poids sec des épiphytes (en mg)} / \text{poids sec des feuilles (en mg)}$$

Le ratio de la station est la moyenne des ratios des 20 faisceaux prélevés sur la radiale.

IV.3. Bibliographie

Giraud G. 1977. Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Thèse Doctorat 3ème cycle, Univ. Aix-Marseille II, France : 1-150.

Giraud G. 1979. Sur une méthode de mesure et de comptage des structures foliaires de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. *Bulletin du Muséum d'histoire naturelle de Marseille* 39 : 33-39.

Gobert S., S. Sartoretto, V. Rico-Raimondino, B. Andral, A. Chery, P. Lejeune et P. Boissery. 2009. Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index: PREI. *Marine Pollution Bulletin*, 58, 1727 - 1733.

Meinesz A. et Laurent R. 1978. Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* dans les Alpes-Maritimes (France). Campagne Poseïdon 1976. *Bot. mar., Germ.*, 21 : 513-526.

Noël C., P. Boissery, N. Quelin, V. Raimondino. 2012. Cahier technique du gestionnaire : Analyse comparée des méthodes de surveillance des herbiers de posidonies. 96 p. CartOcean, Agence de l'Eau RMC, Dreal PACA, Région PACA.

Pergent G., Pergent-Martini C., Boudouresque C.F., 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée : Etat des connaissances. *Mésogée*, 54 : 3-27.

Sartoretto S. 2008. Soutien méthodologique à la mise en œuvre de la Directive Cadre Eau (item : herbier de posidonie) - Validation du protocole de calcul de l'EQR (District Rhône et côtiers méditerranéens). RST/DOP/LER-PAC/08-01, 40 pages.