

Département de la Haute-Garonne (31)

Agence de l'Eau ADOUR-GARONNE



CONSULTATION N° 2011-035

-

ETUDE RELATIVE A LA SUBSTITUTION DU CALCAIRE MARIN SUR LES STATIONS D'EAU POTABLE EQUIPEES DE FILTRES DE REMINERALISATION

SYNTHESE GENERALE

A : TOULOUSE



Siège Social
11 bis, rue Gabriel Péri – CS 90201
54519 Vandoeuvre-lès-Nancy cedex

Délégation Régionale
8, rue Olivier de Serres
49 070 BEAUCOUZÉ
☎ : 02.41.73.21.11 – Fax : 02.41.73.38.58

Agence Sud-Ouest
197, avenue de Fronton
31200 Toulouse

☎ : 05.34.42.27.70 – Fax : 05.34.42.27.89
M@il : sudouest@irh.fr

SOMMAIRE

I - PRESENTATION DE L'ETUDE	4
II - CONTEXTE	6
II.1. CADRE REGLEMENTAIRE	6
II.2. L'EQUILIBRE CALCO-CARBONIQUE.....	6
III - PRODUITS TESTÉS	9
<i>III.1.1. Résultats comparatifs des produits de substitution</i>	10
IV - PRECONISATIONS	13
IV.1. REGLES GENERALES.....	13
IV.2. TRAITEMENTS COMPLEMENTAIRES ET AFFINAGE	14
IV.3. EXPLOITATION.....	14
IV.4. ADAPTATION DES INSTALLATIONS EXISTANTES	16
V - CONCLUSION DE L'ETUDE	19

I - PRESENTATION DE L'ETUDE

Le maërl a depuis longtemps été exploité le long des côtes bretonnes et notamment sur l'archipel des Glénan. Ce calcaire marin était couramment utilisé dans les unités de traitement d'eau potable pour reminéraliser les eaux agressives, sous l'appellation générique de neutralite. Aujourd'hui, le site des Glénan est classé Natura 2000. Compte tenu des différents enjeux écologiques et de l'arrêt des extractions bretonnes, se pose aujourd'hui la question du remplacement de ce matériau de reminéralisation dans les filières de traitement de l'eau.

En 2010, l'Agence de l'Eau Adour-Garonne (AEAG) estimait à environ 140 le nombre de stations de neutralisation sur calcaire présentes sur son territoire, qui doivent aujourd'hui faire face à l'arrêt de l'extraction du maërl.

Cette problématique est d'autant plus délicate que 64% de ces stations alimentent moins de 1000 abonnés.

C'est dans ce contexte que l'Agence de l'Eau Adour-Garonne a entrepris de mener une étude sur la substitution du maërl dans les unités de neutralisation présentes sur son territoire. Cette étude a pour objectifs d'établir les préconisations technico-économiques à destination des maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre, afin de faciliter les choix de reconversion des installations de traitement existantes et de les guider lors de la construction de nouvelles installations.

L'étude menée par l'Agence de l'Eau et réalisée par le Bureau d'étude IRH s'est portée sur les régions du bassin Adour-Garonne où la problématique de neutralisation des eaux est la plus forte, à savoir le Limousin et l'Auvergne (60% des unités de neutralisation du bassin se situent dans ces deux régions dont 50% pour le seul département de la Corrèze).

La mission s'est conduite en quatre phases :

- ◆ **Etude préalable (AEAG, avril à septembre 2010) :** Etude des typologies de station de neutralisation du bassin Adour-Garonne et présélection des sites pour la réalisation d'essais et de suivis de matériaux.
 - ◆ **Phase 1 (IRH, 1^{er} trimestre 2012): Complément à l'étude préalable.**
 - Sélection d'un échantillon de dix stations de traitement :
 - 5 stations fonctionnant avec du calcaire marin à reconverter : essais de matériaux de substitution.
 - 5 stations fonctionnant avec du calcaire terrestre : suivis des calcaires terrestres déjà en place
 - Sélection de quatre produits de substitution répondant aux normes NF EN 1018 ou NF EN 1017 : trois calcaires terrestres concassés et un calcaire modifié ultra-poreux.
 - ◆ **Phase 2 (IRH, mars 2012) : Préparation des essais et des suivis.**
 - ◆ **Phase 3 (IRH, mars à aout 2012) : Réalisation des essais et des suivis.**
 - Travaux et substitution de la neutralite (mars 2012).
 - Essais et suivis des dix stations (treize semaines entre mai et aout 2012).
 - ◆ **Phase 4 (IRH-AEAG, septembre 2012) : Elaboration d'un guide technique.**
 - Interprétation des résultats.
 - Rendu final.

II - CONTEXTE

II.1. CADRE REGLEMENTAIRE

En France, la personne responsable de la production ou de la distribution de l'eau doit surveiller en permanence la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, et ce indépendamment du programme d'analyses du contrôle sanitaire, dans le but de garantir la qualité de l'eau délivrée au robinet des consommateurs.

Le cadre réglementaire relatif à l'eau potable est régi en France par le Code de la Santé Publique, et plus particulièrement au travers de ses articles R1321-1 à 1321-63 pour la partie réglementaire.

Les principaux textes de référence sont les suivants :

- **Directive européenne 98/83/CEE** du 03 novembre 1998
- **Code de la santé publique** (articles R 1321.1 à 1321.63)
- **Arrêté du 11 janvier 2007** : limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine
- **Arrêté du 11 janvier 2007** modifié par l'arrêté du 21 janvier 2010 : programme de prélèvements et d'analyses du contrôle sanitaire

II.2. L'EQUILIBRE CALCO-CARBONIQUE

Notions fondamentales :

- ▶ **L'agressivité d'une eau est sa capacité à dissoudre du carbonate de calcium.**
- ▶ **La corrosivité d'une eau est sa capacité à dissoudre les métaux** constitutifs des réseaux (fer de la fonte et de l'acier, cuivre, plomb, zinc de l'acier galvanisé...).
- ▶ **La conductivité représente l'aptitude d'une eau à permettre le passage du courant électrique.** La conductivité, inverse de la résistivité, est proportionnelle à la concentration en minéraux dissous ionisés.

Une eau est dite agressive si son pH (mesuré sur le terrain) est inférieur à son pH d'équilibre (calculé à partir des mesures de CO₂, TH, TAC, température, pH, ...)

Le pH d'équilibre correspond au pH d'une eau qui ne réagit pas avec le carbonate de calcium.

Lorsqu' une eau est agressive, elle a tendance à dissoudre le carbonate de calcium et à attaquer le béton, le ciment, les canalisations. Il y a dans ce cas, impossibilité de former la couche carbonatée protectrice sur les canalisations métalliques, dite couche de Tillmans.

Un excès de gaz carbonique (CO₂) que l'on appelle CO₂ agressif rend l'eau agressive .

Traitements correctifs :

► **La reminéralisation** intervient lorsque la concentration en CO₂ de l'eau brute est insuffisante, il est nécessaire de procéder à une reminéralisation, par injection de CO₂ dans l'eau brute, avant de procéder à l'étape de neutralisation par le calcaire.

► **La neutralisation** par le calcaire consiste à « neutraliser » le CO₂ agressif présent dans l'eau brute pour le transformer en hydrogénocarbonate de calcium et ainsi augmenter la conductivité de l'eau traitée.

D'une manière générale, une concentration charnière en CO₂ total de 1 mmol/L (44 mg/L) sera retenue :

CO ₂ total < 44 mg/L	CO ₂ total > 44 mg/L
Reminéralisation partielle par ajout de CO ₂ + Neutralisation par filtration sur calcaire	Reminéralisation partielle par dégazage (*) + Neutralisation par filtration sur calcaire

(*) Au cas par cas, en fonction de la qualité de l'eau brute et de la qualité de l'eau traitée choisie.

III - PROTCOLE DE L'ETUDE

Dix unités de traitement ont été sélectionnées pour la réalisation de tests in-situ :

- Cinq unités utilisant du maërl et reconverties au calcaire terrestre durant l'étude,
- Cinq unités fonctionnant déjà avec du calcaire terrestre.

Selon la typologie de chaque usine, un calcaire terrestre différent a été attribué pour le test. Le choix des répartitions s'est basé sur :

- Le nombre de filtres,
- Les installations de traitement complémentaires disponibles,
- Les connaissances et l'implication du personnel exploitant.

Un suivi sur treize semaines de la qualité des eaux en entrée et sortie de traitement a permis de déterminer l'efficacité des produits testés. En parallèle, un bilan des conditions d'exploitation et de fonctionnement a été réalisé, sur la base des observations de terrain et du retour d'expérience des exploitants.

Aucune modification des installations ou des conditions d'exploitation n'a été fait

Le tableau suivant présente les dix unités suivies durant l'étude et le matériau associé.

ID usine étude	Maitre d'Ouvrage	Type de filtre(s)	Matériau suivi	Protocole
Usines reconverties et suivies				
ROSIERS D'EGLETONS	SIAEP Montagnac Rosiers d'Egletons (19)	1 filtre ouvert sans plancher	Filtracarb L-SB ⁽¹⁾	2 phases : Avec et sans CO ₂
LADIGNAC	Commune de Ladignac le Long (87)	1 filtre ouvert avec plancher	Filtracarb L-SB ⁽¹⁾	1 phase
ST SYLVAIN	SIAEP des 2 vallées (19)	2 filtres ouverts avec plancher	Akdolit Hydro Calcit CG ⁽²⁾	1 phase
ST MAMET	Commune de Saint Mamet la Salvetat (15)	2 filtres fermés sous pression	Akdolit C (Hydro Karbonat) ⁽¹⁾	1 phase
MEILHARDS	Commune de Meilhards (19)	2 filtres ouverts avec plancher	Algafiltre Ca ⁽¹⁾	1 phase
Usines déjà reconverties suivies				
ST PARDOUX	SIAEP de Perpezac le Noir (19)	2 filtres ouverts avec plancher	Filtracarb L-SB ⁽¹⁾	1 phase
LAVERT	SIAEP du Maumont (19)	1 filtre ouvert sans plancher	Filtracarb SB ⁽¹⁾	1 phase
STE FEREOLE	SIAEP du Maumont (19)	1 filtre ouvert sans plancher	Filtracarb SB ⁽¹⁾	1 phase
STE FORTUNADE	Commune de Sainte Fortunade (19)	1 filtre ouvert avec plancher	Filtracarb L-SB ⁽¹⁾	1 phase
ST FREJOUX	Commune de Saint Fréjoux (19)	1 filtre ouvert sans plancher	Filtracarb L-SB ⁽¹⁾	2 phases : temps de contact 55 et 65min

(1) Calcaire terrestre concassé - (2) Calcaire terrestre modifié ultra-poreux

tableau 1: Liste des sites testés

IV - PRODUITS TESTÉS

Deux grandes familles de calcaire de substitution ont été identifiées lors de la phase 1 :

- Les carbonates de calcium conformes à la norme NF EN 1018 (appelés couramment calcaires terrestres), **concassés ou modifiés**.
- Les carbonates mixtes de calcium et de magnésium et les magnésies dolomies NF EN 1017 traités thermiquement (appelés couramment calcaires de synthèse).

Les calcaires NF EN 1017 étant des produits très réactifs demandant un suivi attentif et quotidien, il a été décidé de les écarter de l'étude car leur utilisation ne semblait pas adaptée aux conditions d'exploitation des installations de traitement retenues.

Le tableau 2 présente les différents produits identifiés lors de l'étude.

Origine	Marine	Terrestre			
	Neutralite / Maërl	« Calcaires terrestres »		« Calcaires de synthèse »	
Norme	NF EN 1018	NF EN 1018		NF EN 1017	
Composition	CaCO ₃ > 85 % MgCO ₃ < 10 %	CaCO ₃ > 80 % MgCO ₃ < 10 %		CaCO ₃ ~70% MgO ~25%	
Type de produit	Calcaire marin ultra poreux	Calcaire dense concassé	Calcaire modifié ultra-poreux	Dolomie semi-calcinée	Dolomie semi-calcinée
Aspect	Concassé	Concassé	Billes	Concassé	Billes
Obtention	Extraction fond marin + concassage	Extraction carrière + concassage	Extraction carrière + traitement thermique + calibrage en bille	Extraction carrière + traitement thermique + concassage	Extraction carrière + traitement thermique + calibrage en billes
Réactivité	++	+	++	+++	+++
Temps de contact (fournisseur)	20 min	30 à 40 min	20 min	< 20 min	< 20 min
Rodage (fournisseur)	non	non	oui	oui	oui
Exemple de produits (non exhaustif)	<i>NeutralG,</i> Neutrimar	<i>Filtracarb SB,</i> <i>Filtracarb L-SB,</i> <i>Algafiltre Ca,</i> <i>Akdolit C,</i> Juraperle	<i>Akdolit Hydro</i> <i>Calcit CG</i>	Akdolit Magno-Dol CM, Neutridol	Akdolit CMG

En gras : produits testés lors de l'étude

tableau 2: Produits de substitution identifiés lors de l'étude

Lors de l'étude, seuls des calcaires conformes à la norme NF EN 1018 ont été testés, les calcaires dit « de synthèse » répondant à la norme NF EN 1017 n'ont pas été testés.

Dans les calcaires conformes à la norme NF EN 1018 se distinguent deux types de produits :

- **Les calcaires terrestres concassés** : après extraction en carrière, le calcaire est simplement broyé mécaniquement pour obtenir la granulométrie souhaitée. C'est le cas des produits Filtracarb SB et L-SB, Algafiltre Ca., Akdolit C, etc...
- **Les calcaires terrestres modifiés ultra-poreux** : après extraction en carrière, le calcaire est traité thermiquement pour augmenter sa porosité, puis calibré en micro-billes de granulométrie souhaitée. C'est le cas de l'Akdolit Hydro Calcit CG.

Les fiches techniques de ces produits sont données en annexes du guide de préconisation.

Observations générales sur les essais et le suivi de stations reconverties :

Les essais ont été réalisés sur des installations en situation de fonctionnement normal, **sans avoir été modifiées, sans modifications des consignes d'exploitation** pendant la durée de l'essai.

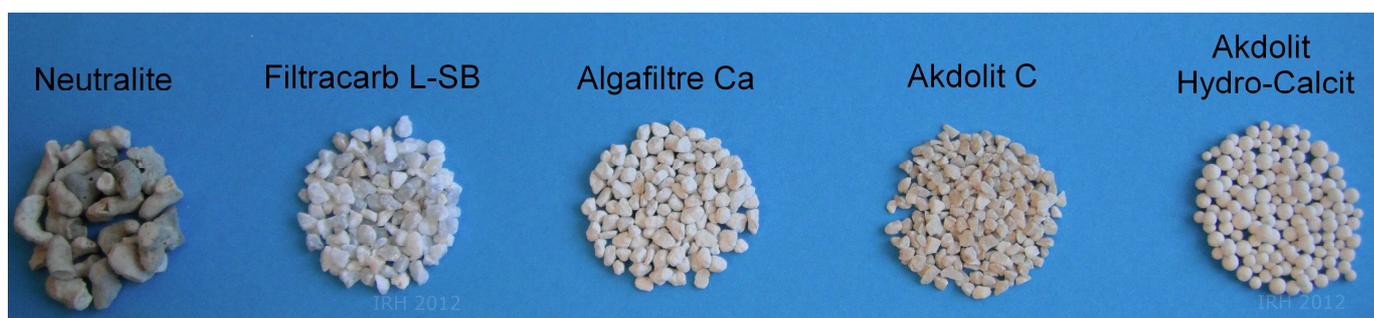
Les installations ont donc continué à être exploitées de la même façon qu'elles l'étaient avec de la neutralite.

Dix unités de traitement ont été sélectionnées pour la réalisation de tests in-situ :

- Cinq unités utilisant du maërl et reconverties au calcaire terrestre durant l'étude,
- Cinq unités fonctionnant déjà avec du calcaire terrestre.

Aucune modification des installations ou des conditions d'exploitation n'a été faite.

Le tableau ci-dessous récapitule les conclusions des essais in-situ. **A noter que les conclusions sur les performances de traitement sont dépendantes des conditions de test et des caractéristiques propres à chaque usine.**



Comparaison des produits de substitution testés

IV.1.1. Résultats comparatifs des produits de substitution

Nota : Les résultats détaillés du suivi qualité sont présentés dans le rapport de phase 3 de « L'Etude relative à la substitution du calcaire marin sur les stations d'eau potable équipées de filtres de reminéralisation – IRH 2012 ». Ce rapport est disponible en ligne sur le site de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.

Les tableaux ci-dessous récapitulent les conclusions des essais in-situ. **A noter que les conclusions sur les performances de traitement sont dépendantes des conditions de test in-situ et des caractéristiques propres à chaque usine (qualité d'eau brute, type de filtre, type de lavage, exploitation, etc.).**

Les caractéristiques propres de chaque produit testé sont récapitulées dans le tableau ci-dessous.

CARACTERISTIQUES					
Société		OMYA	ALGAVI	LHOIST	LHOIST
Produit	Neutralite	Filtrcarb® L-SB	Algafiltre® Ca	Akdolit® C (Hydro Karbonat)	Akdolit® Hydro Calcit
Type	Calcaire marin	Calcaire terrestre concassé	Calcaire terrestre concassé	Calcaire terrestre concassé	Calcaire terrestre modifié
Conformité	NF EN 1018	NF EN 1018	NF EN 1018	NF EN 1018	NF EN 1018
Granulométrie	2 – 4 mm	1,5 – 2,5 mm	1,5 – 2,5 mm	0,5 – 2 mm	0,5 – 3,15 mm
Teneur minimale en CaCO ₃	85 %	84 %	98 %	98 %	97 %
Densité apparente	1,1	1,3	1,3	1,5	1,3
Provenance	Bretagne / Islande	Midi-Pyrénées	Lorraine	Rhône-Alpes	Allemagne
Coût à la tonne (hors transport)	> 500 €	100 à 300 €	100 à 300 €	100 à 300 €	> 50 €

Caractéristiques des produits testés

Les produits de type calcaires terrestres concassés **Filtrcarb L-SB** et **Algafiltre Ca** ont des **caractéristiques similaires** (même granulométrie, même densité, composition proche, etc.). Le calcaire terrestre concassé **Akdolit C** a également des caractéristiques proches, mais présente une granulométrie légèrement plus faible et une **densité plus importante** que ses concurrents.

Enfin, l'**Akdolit Hydro-Calcit**, bien que de composition équivalente, se démarque des autres produits par sa structure modifiée (billes) qui rend le **produit ultra-poreux**.

Ces différences entre produits rendent leurs performances sensiblement différentes, comme le montre le tableau ci-dessous basé sur l'évaluation des résultats de l'étude menée in-situ.

PERFORMANCES					
Société		OMYA	ALGAVI	LHOIST	LHOIST
Produit	Neutralite	Filtrcarb® L-SB	Algafiltre® Ca	Akdolit® C (Hydro Karbonat)	Akdolit® Hydro Calcit
Atteinte de l'équilibre calco-carbonique	Non	Non	Non	Non	Non
Neutralisation	★★	★★	★★	★	★★★
Reminéralisation	★★★	★★★	★★★	★★	★
Mise en œuvre	★★★	★★★	★★★	★★★	★
Lavage	★★★	★★	★★	★★	★★
Conditions d'exploitations	★★★	★★★	★★★	★★★	★★
Note globale	3/3	2,5/3	2,5/3	2/3	1,5/3

Evaluation des performances des produits testés

Le Filtracarb L-SB et l'Algafiltre Ca, qui sont des produits similaires, présentent des **performances très comparables et difficilement différenciables, proches de celles de la neutralite**.

A cause d'une densité plus importante, **l'Akdolit C** semble être un produit **un peu moins réactif** que les autres. Ce constat est à nuancer car le produit n'a pu être testé que sur une seule installation avec une qualité d'eau brute variable.

La forte réactivité de **l'Akdolit Hydro Calcit** en fait un produit **performant sur le traitement mais plus délicat à manier** que les calcaires concassés (plus particulièrement lors de sa mise en œuvre).

Les essais ont été réalisés sur des installations en situation de fonctionnement normal, sans modifications des consignes d'exploitation pendant la durée de l'essai. Les installations ont donc continué à être exploitées comme avec la neutralite.

Concernant les installations initialement conçues pour l'utilisation de neutralite, il n'est pas apparu de différences de performances avec celles construites en prévision de l'utilisation de calcaire terrestre.

Aucune installation n'a été idéalement conçue pour l'utilisation de calcaire terrestre, au vu des résultats obtenus (principalement pour les lavages...).

- ◆ **Les produits de substitution présentent des résultats de traitement similaires ou légèrement en retrait par rapport à ceux obtenus avec la neutralite**
- ◆ **Pour les petites à moyennes installations de traitement, le meilleur compromis technico-économique semble le calcaire terrestre concassé.**
- ◆ **Des adaptations seront à apporter aux installations actuelles pour permettre leur reconversion à l'utilisation du calcaire terrestre.**

V - PRECONISATIONS

V.1. REGLES GENERALES

Les objectifs de traitement à atteindre sont les suivants:

- TH supérieur à 8 °F, ou TCa supérieur à 8 °F en présence prépondérante de magnésium dans l'eau brute, et TAC supérieur à 8 °F,
- conductivité supérieure à 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25 °C,
- pH voisin de 8
- eau non corrosive

Chaque usine doit être considérée comme un cas particulier et les aménagements de traitement doivent être prévus en conséquence.

On retiendra néanmoins les préconisations générales suivantes :

Conception :

- Une **filtration descendante**
- Un **lavage à contre courant à l'air et à l'eau**
- Un **plancher filtrant**
- Des **recharges en calcaire terrestre régulières et en petites quantités**
- Une **conception des ouvrages pour une densité de calcaire de 1,8**

Dimensionnement :

- Un temps de contact minimal de 30 minutes
- Une hauteur minimale de calcaire en **fin de cycle de 1,00 m**
- Une hauteur maximale de calcaire en **début de cycle de 1,50 m**
- Une tranche d'eau de 0,30 à 0,50 m au-dessus du niveau maximal de calcaire
- Un niveau d'eau constant dans les filtres
- Une hauteur de recharge de calcaire de 0,10 à 0,15 m

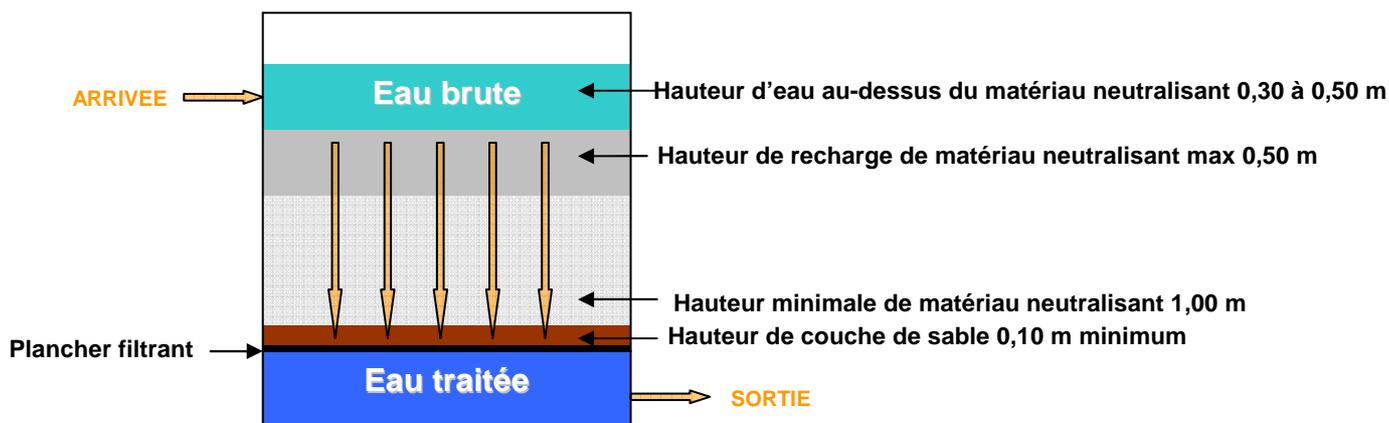


Schéma de fonctionnement d'un filtre à calcaire – mode filtration

V.2. TRAITEMENTS COMPLEMENTAIRES ET AFFINAGE

Dans certain cas, des traitements complémentaires préalables pour ajuster la concentration en CO₂ agressif, indispensable au traitement, ou un traitement nécessaire à l'affinage du pH peuvent être mis en œuvre.

► Dégazage

Si la concentration en CO₂ agressif de l'eau brute est trop importante (TH et TAC en sortie de traitement > 15 °F) une élimination partielle du CO₂ par dégazage en entrée de traitement est nécessaire.

► Injection de CO₂

Si la concentration en CO₂ agressif de l'eau brute est trop faible (TH et TAC en sortie de traitement < à 8 °F), une reminéralisation par ajout de CO₂ en entrée de traitement est nécessaire.

► Affinage du pH

La reminéralisation et/ou la neutralisation au moyen de calcaire terrestre ne permettent pas d'atteindre l'équilibre calco-carbonique. L'adjonction d'un réactif complémentaire peut donc s'avérer nécessaire pour respecter la référence de qualité pour ce paramètre.

Un affinage du pH par injection de réactif complémentaire (par exemple la soude) peut être mis en œuvre à l'aval de la filtration sur calcaire.

	CO ₂ total < 44 mg/L	CO ₂ total > 44 mg/L
Traitement complémentaire	Reminéralisation partielle par ajout de CO ₂	Reminéralisation partielle par ajout de CO ₂ (*) ou par dégazage (*)
Traitement principal	Neutralisation par filtration sur calcaire	Neutralisation par filtration sur calcaire
Affinage	Atteinte de l'équilibre calco-carbonique	Atteinte de l'équilibre calco-carbonique

(*) Au cas par cas, en fonction de la qualité de l'eau brute et de la qualité de l'eau traitée choisie.

V.3. EXPLOITATION

Les conditions d'exploitations de la neutralite et des calcaires terrestres sont similaires. La fréquence des recharges et les conditions de remplissage sont également similaires, la densité des calcaires terrestres utilisés étant relativement proches.

La fréquence des lavages reste la même (minimum tous les 15 jours). Sans modification des équipements de lavage, la durée d'un lavage et le volume d'eau nécessaire au rinçage s'avèrent plus importants que pour la neutralite.

► **Cycle de lavage**, à réaliser à minima tous les 15 jours :

Phase	Durée (minutes)	Conditions
Détassage à l'air	2 – 5	55 Nm ³ /h/m ²
Lavage		
air	5 – 15	55 Nm ³ /h/m ²
eau	5 – 15	8 – 12 m ³ /h/m ²
Rinçage à l'eau	10 – 15	25 – 30 m ³ /h/m ²
Remise en service	2 – 5	débit de filtration

Ces cycles de lavages préventifs seront complétés autant que de besoin par les cycles de lavage lors des recharges périodiques.

► **Instrumentation** :

- sonde de mesure en continu de pH,
- sonde de mesure en continu de conductivité
- débitmètre d'eau brute
- débitmètre d'eau traitée

► **Bonnes pratiques** :

1. Ne jamais attendre que le filtre soit vide pour effectuer une recharge.
2. Désinfecter le filtre après la première recharge (changement de matériau) et selon conditions lors des recharges périodiques.
3. Tenir à jour un fichier sanitaire complet comprenant un cahier des procédures.
4. Laver régulièrement à l'air + eau, *a minima* tous les 15 jours.
5. Stocker proprement le calcaire et à l'abri des poussières et des intempéries.
6. Eviter de marcher dans les filtres lors des recharges. (risques de contaminations)

► **Désinfection** :

Avant mise en service des filtres, uniquement lors de la première charge du filtre ou lors d'un renouvellement complet de matériau, une désinfection systématique du calcaire à l'eau de javel doit être faite.

Lors des recharges périodiques, le respect :

- des conditions de stockage du calcaire,
- du protocole de lavage et de la quantité de calcaire à ajouter (10 à 15 cm),
- du maintien d'une concentration en chlore libre de 0,3 mg/L en sortie des réservoirs,

Le respect de ces recommandations peut permettre de s'affranchir de procéder à une désinfection du massif filtrant, sous réserve de s'être assuré dans le cadre de l'autosurveillance de la bonne qualité bactériologique de l'eau traitée, au moins lors des trois premières recharges périodiques.

V.4. ADAPTATION DES INSTALLATIONS EXISTANTES

V.4.1. Dimensionnement

Pour un traitement sensiblement équivalent, le calcaire terrestre (hors produits modifiés et de synthèse) demande un temps de contact supérieur à la neutralite. A débit de traitement égal, cela se traduit par un volume de produit neutralisant plus important. En effet, le temps de contact dans un filtre est directement lié à son volume et au débit d'eau à traiter.

La plupart des stations fonctionnant avec de la neutralite sur le périmètre d'étude a, semble-t-il, été dimensionné selon la formule empirique dite « des Vosges », et présente de ce fait un volume de filtration largement dimensionné.

L'étude préliminaire menée par l'Agence de l'Eau sur l'ensemble du bassin Adour-Garonne a conclu que :

- seules 23 % des installations de reminéralisation du bassin ont un temps de contact inférieur à 30 minutes ;
- et que pour plus de 52 % des stations étudiées les filtres de reminéralisation semblent être largement dimensionnés (temps de contact supérieurs à 30 minutes, voire à 1h dans plus de 25 % des cas.).

Ce constat a été également observé sur les 10 stations étudiées.

Lors de la reconversion des unités de traitement de cette étude, aucune adaptation de la capacité des filtres (et donc aucun aménagement du génie civil) n'a été nécessaire.

La mise en place de calcaire terrestre ne devrait donc pas poser de difficultés majeures par rapport au respect du temps de contact pour les installations du bassin Adour Garonne.

Lors de la reconversion des unités de traitement de cette étude, **aucune adaptation de la capacité des filtres (et donc aucun aménagement du génie civil) n'a été nécessaire.**

Néanmoins, **la vérification du temps de contact minimal de 30 minutes doit être systématique.**

V.4.2. Conception du filtre

- **sens de filtration.** La filtration doit se faire en sens descendant quelle que soit l'origine, marine ou terrestre du calcaire. Si tel n'est pas le cas, il faudra réfléchir aux modalités de réfection les plus simples pour inverser le sens de filtration pour aboutir à une filtration descendante.
- **plancher filtrant.** Le plancher est indispensable pour le bon fonctionnement du filtre, tant en mode filtration que pendant les opérations de lavage. L'**absence de plancher filtrant** constitue un **handicap rédhibitoire** pour le passage du calcaire marin au calcaire terrestre. Les conditions de lavage, déjà délicates, avec la neutralite, constitueront un point de défaut de fonctionnement de l'installation. Un plancher filtrant dimensionné pour une densité de matériau de 1,8 devra être prévu. Il conviendra également de s'assurer que la structure du filtre est en mesure de s'adapter à cette variation de densité pour assurer la pérennité de l'ouvrage.

- **répartition hydraulique.** L'alimentation du filtre doit permettre une répartition homogène de l'eau à traiter sur la totalité de la surface du filtre. Il en est de même pour le lavage qui doit permettre d'obtenir un lavage efficace et identique dans tout le volume du matériau.
- **chute dans le filtre.** Si des chutes existent sur la ligne d'alimentation des filtres, celles-ci devront être supprimées. Le dégazage du dioxyde de carbone est en effet préjudiciable (sauf quelques cas particuliers) à une efficacité optimale de la neutralisation et à l'obtention d'une conductivité satisfaisante.

V.4.3. Equipement de lavage

La conception du dispositif de lavage est primordiale lors du passage au calcaire terrestre étant donné sa proportion plus élevée de fines. **Le lavage n'est possible qu'en présence de plancher filtrant** et doit s'effectuer à contre-courant d'air et d'eau. **Le lavage à l'eau seule est insuffisant** pour obtenir un lavage efficace.

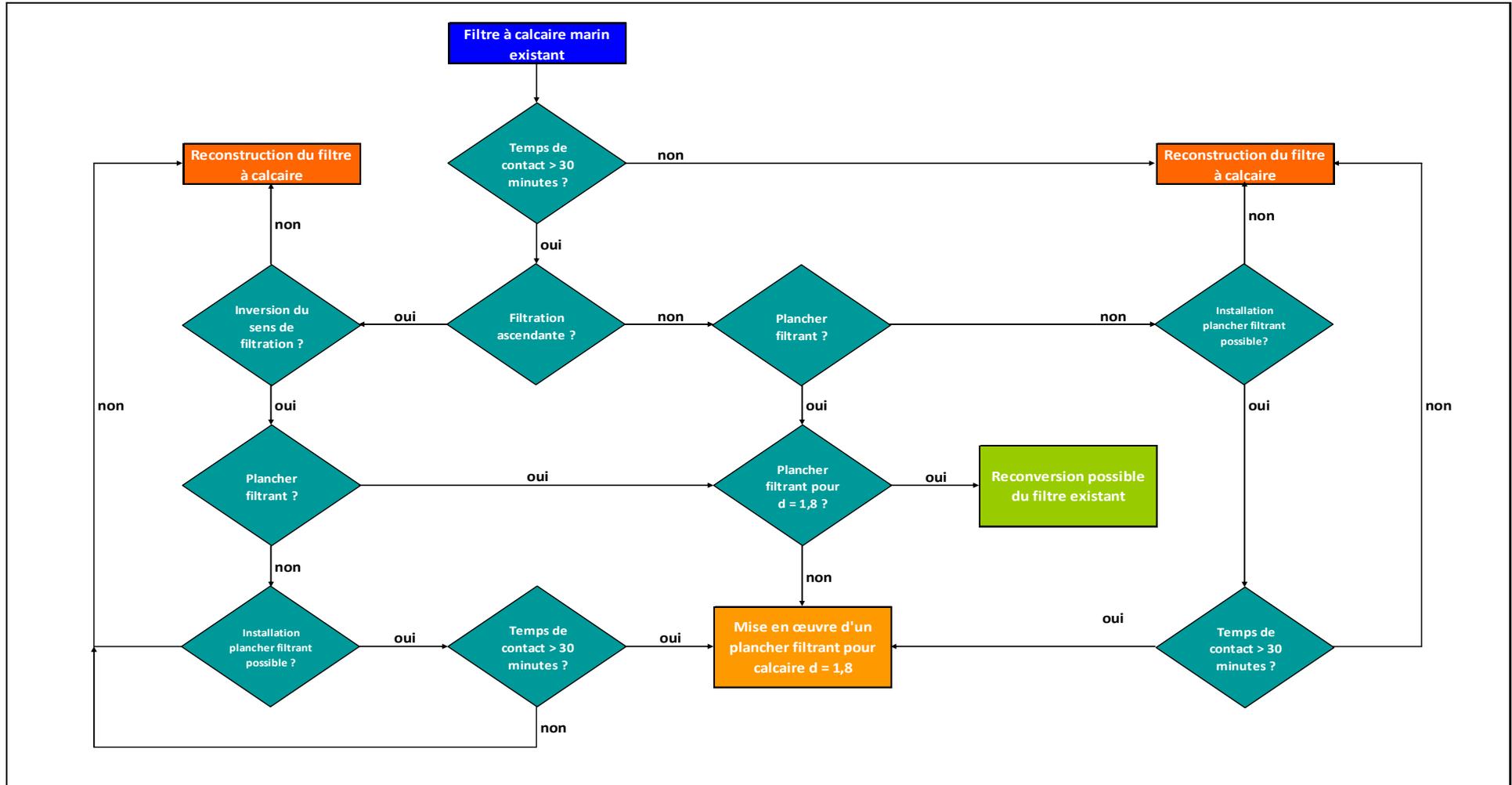
Les calcaires terrestres concassés ou modifiés ainsi que les calcaires de synthèse (non testés) étant plus denses que la neutralite, les équipements de lavage devront être adaptés :

- plancher soufflant : s'assurer de la résistance au nouveau matériau,
- pompe et surpresseur de lavage : adapter la puissance pour permettre de prendre en compte la perte de charge générée par un matériau de densité 1,8.

L'absence d'équipements de lavage complets (à savoir pompe d'eau de lavage, surpresseur d'air de lavage, plancher) peut être considérée comme un défaut de conception de l'installation de neutralisation.

La figure suivante présente le logigramme décisionnel de réutilisation, d'adaptation ou de reconstruction d'un filtre à calcaire.

Logigramme décisionnel de réutilisation, d'adaptation ou de reconstruction d'un filtre à calcaire.



VI - CONCLUSION DE L'ETUDE

Les tests réalisés lors de l'étude montrent que la reconversion des stations de traitement d'eau potable avec du calcaire d'origine terrestre est possible, sans mettre en œuvre de lourdes adaptations. Ce constat est valable dans la mesure où la station d'origine fonctionnant avec du calcaire marin présente une conception et des équipements répondant aux exigences de la filtration sur calcaire, qu'il soit marin ou terrestre.

En effet, la conception des filtres de neutralisation se doit de respecter plusieurs grands principes parmi lesquels on retiendra :

- filtration descendante,
- présence d'un plancher filtrant,
- lavage à contre courant à l'air et à l'eau,
- recharges en calcaire terrestre régulières et en petites quantités
- dimensionnement du filtre et lavage pour une densité de calcaire de 1,8.
- calcaire terrestre concassé : temps de contact minimal de 30 minutes.

En ce qui concerne les produits de substitution, plusieurs alternatives possibles à la neutralité existent. La pérennité de ces produits restant inconnue, il est indispensable de conserver plusieurs possibilités d'approvisionnement et de prendre en compte cette variable pour la conception des installations.

Pour les petites unités de traitement, les produits NF EN 1018, de type calcaire concassé seront privilégiés.

Les conclusions de l'essai ne permettent pas d'écarter à priori un produit. Dans les conditions des essais, aucun matériau concassé ne présente d'avantage particulier par rapport aux autres.

Il est toutefois important de préciser que tous les matériaux calcaires conformes à la norme NF EN 1018 n'ont pas été testés. Tous les autres matériaux calcaires non testés dans cette étude et conformes à la norme NF EN 1018 peuvent donc être utilisés.

Les produits conformes à la norme NF EN 1017 pourront être utilisés sous réserve de la réalisation d'une étude pilote préalable.

Dans le cadre du changement de produit neutralisant, une vérification complète de la conception des installations existantes et des équipements en place devra être réalisée. Des investissements doivent être effectués pour permettre l'adaptation, y compris sur des installations récentes, qui fonctionnent sans problème apparent et dont les équipements sont en parfait état.

Chaque installation de traitement devra être étudiée au cas par cas pour déterminer l'impact technico-économique des adaptations à mettre en œuvre.