

# EQUILWIN

## Principes.

Le logiciel EQUILWIN est un logiciel qui permet de calculer les équilibres calco-carboniques dans les eaux. Il permet de caractériser une eau ou un mélange de plusieurs eaux, d'établir si une eau est entartrante, agressive ou à l'équilibre et de déterminer un traitement adéquat pour ramener cette eau à l'équilibre, ou de tester divers traitements. Les traitements proposés sont ceux que l'on trouve habituellement sur les usines de production d'eau potable.

Ce logiciel a été développé sous l'égide de Pierre RAVARINI, ingénieur/hydrologue, spécialiste du traitement de l'eau et en particulier des équilibres carboniques, selon les principes de la méthode Hallopeau-Dubin, et complété par l'auteur. Les principes de développement ainsi que l'ergonomie générale ont été largement inspirés du programme antérieur Equil (implémenté en QBasic).

Ces principes sont les suivants :

- Une gestion des calculs sous forme de «sessions», ce qui permet de réutiliser des calculs antérieurs (facultatif)
- La possibilité à tout moment dans un calcul de revenir à une étape antérieure
- Des contrôles automatiques de la saisie des données
- Des commentaires pour guider l'utilisateur sur les données introduites, les calculs effectués et les résultats
- Un export sur fichiers de traitement de texte, langage HTML et tableur (type Excel), des données et résultats sous forme de rapports de session
- visualisation et édition ou impression de graphique pour les caractéristiques d'eaux (et mélange de celles-ci), ainsi que de chaque étape de traitement testé.

Les calculs effectués dans EQUILWIN sont donc basés principalement sur les formules de HALLOPEAU DUBIN. Celle-ci est surtout connue de part l'utilisation du graphique carbonique sur papier, avec un gabarit permettant de tracer l'évolution de l'eau suite à un traitement de neutralisation. Le logiciel reproduit cette démarche, d'une part en réalisant tous les calculs selon les équations, en traçant un graphique carbonique proche de celui utilisé encore aujourd'hui, mais également il est complété par les calculs d'équations chimiques classiques acido-basiques, de précipitation, etc.

Les calculs de la méthode Hallopeau-Dubin-Ravarini avaient été comparés en 2000 (par une grande société du domaine de l'eau) avec ceux de la méthode de Legrand-Poirier-Leroy. Ils ont permis de cerner le domaine de validité du logiciel EQUIL :

Domaines de validité
Eau naturelle
Pression atmosphérique
Minéralisation*
Température entre 0°C et 80°C
pH entre 4.5 et 9.5
Résidu sec à 180° inférieur à 800 mg/l
Conductivité inférieure à 1055 $\mu$ S/cm
Résistivité supérieure à 950 Ohm.cm

\*La comparaison entre les logiciels a permis d'établir que les résultats sont tout à fait comparables jusqu'à une conductivité de 800  $\mu$ S/cm et que les résultats sont encore acceptables jusqu'à 1055  $\mu$ S/cm (écart sur l'indice de saturation de l'ordre de 0,15 unités pH). La limite d'utilisation du logiciel est donc indiquée pour 1055  $\mu$ S/cm pour la conductivité, ce qui couvre 99% des eaux en France, cependant il est à noter que le calcul s'effectue normalement pour toutes les valeurs introduites (aux limites indiquées).

Cette version d'EQUILWIN répond donc aux besoins suivants :

- ⌚ Faire des calculs dans un environnement habituel de type Windows, à partir de mesures effectuées sur site (sur le lieu de prélèvement pour le pH, la température et la conductivité, au laboratoire ou l'usine de production pour le TAC et le Calcium)
- ⌚ Pouvoir éditer et imprimer des rapports exportés sur logiciels de traitement de texte, HTML ou tableur
- ⌚ Retrouver sur écran et papier le graphique carbonique (coordonnées pH/TAC/CO<sub>2</sub>)
- ⌚ Servir d'outil pédagogique pour comprendre ce que sont les équilibres calco-carboniques
- ⌚ Donner aux bureaux d'étude et exploitants d'installations un outil de calcul des équilibres calco-carboniques utilisables dans plus de 90% des eaux rencontrées en France (revoir la rubrique Domaines de validité), donc aider au diagnostic de la qualité de l'eau et/ou au pilotage d'usines de production.

EQUILWIN est suffisamment fiable dans la plupart des cas pour surveiller la qualité de l'eau en réseau, et pour conduire le traitement en usine. Il permet également une bonne approximation du dimensionnement d'une filière de traitement. Par ailleurs il est rappelé que les auteurs peuvent développer sur demande, des versions adaptées au besoin du professionnel.

Par rapport à la version antérieure, ce qui n'a pas changé :

- Simplicité d'emploi et d'affichage
- Paramètres général d'introduction, nécessaires aux calculs, limités à cinq,
- Calculs basés sur la méthode, dite simplifiée, de MM.HALLOPEAU-DUBIN, complétés par l'auteur par des calculs d'équations chimiques classiques, acido-basiques, de précipitation, etc.

Ce qui a changé :

- Ajout d'un graphique pour chaque traitement
- Ajout de l'exportation de toutes les listes de résultats et graphiques aux formats TEXTE, HTML, TABLEUR
- Ajout de copie d'écran pour toutes les listes et graphiques aux format BMP (image 24 bits)
- Ajout de l'impression (envoi vers une imprimante) de toutes les listes et des graphiques.
- Ajout de boutons supplémentaires sur la barre d'outils (exportation)
- Ajout de choix supplémentaires d'exportation dans le menu contextuel (clic droit sur les listes)
- Ajout (MENU/OPTIONS/) de la possibilité de générer un fichier de rapport (sous forme binaire), destiné au support technique d' Equilwin pour aide éventuelle.

A noter : EQUILWIN est suffisamment fiable (voir *Domaine de validité* ) dans la plupart des cas pour conduire le traitement en usine et surveiller la qualité de l'eau en réseau. Il permet également une bonne approximation du dimensionnement d'une filière de traitement.

## Utilisation du logiciel.

à voir précisément sur le site Hydro-Land > <http://www.hydro-land.com/e/ligne/doc/z1.html> )

Outils de calcul proposés :

### **Introduction des données et caractérisation :**

Le logiciel calcule le pHs, le CO2 libre, l'indice de saturation et celui de Ryznar et indique l'état de l'eau : entartrante, équilibrée ou agressive.

### **Traitements :**

Après caractérisation de l'eau, il est proposé les traitements suivants :

- Correction de l'agressivité (par aération ou par neutralisation),
- Flocculation (effet sur le pH /TAC, et par suite sur l'équilibre),
- pH (ajustement),
- Reminéralisation,
- Adoucissement,
- Dose de réactifs : ajouts dosés d'acide, base, chlore ou eaux de Javel, ou ion calcium.

Le calcul consiste en un enchaînement de traitements choisis, sur une caractéristique d'eau introduite préalablement.

Après chaque traitement, on visualise les résultats numériques, et l'on peut les enregistrer, les éditer et les imprimer.

### **Mélange avec une autre eau :**

Cet outil permet de caractériser une eau obtenue par mélanges de deux types d'eau dont on a indiqué les pourcentages respectifs de chacune dans l'eau finale du mélange.

### **LARSON (indice de corrosion) :**

Il s'agit du calcul de l'indice de corrosion des métaux, selon Larson (LR ou Larson Ratio).

L'indice de Larson est égal à :  $LR = (2 [SO_4^{2-}] + [Cl^-]) / [HCO_3^-]$   
(avec des concentrations exprimées en moles/litres).

### **Indice de Ryznar :**

Il est appelé également *indice de stabilité* et est calculé par la formule simple :

Indice de Ryznar = 2 pHs - pH

Cet indice donne une indication de la tendance corrosive ou incrustante (entartrante) de l'eau.

Il est donné simplement à titre indicatif dans le logiciel, car sa validité n'est pas reconnue par tous les intervenants dans le domaine des équilibres calco-carboniques.

Le résultat peut s'interpréter de la manière suivante :

<b>IR</b>	<b>Tendances</b>
IR ≤ 6,5	Pas de tendance à la corrosion des métaux
6,5 < IR < 7,2	Corrosion légère
7,2 < IR < 7,8	Corrosion légère (sévère si T > 60 °C)
7,8 < IR < 8,5	Corrosion sévère (à 15°C)
IR ≥ 8,5	Nette tendance à la corrosion des métaux

## Domaine de validité.

Basé sur la méthode de calcul Hallopeau-Dubin modifiée, ce programme doit être considéré comme une autre méthode simplifiée par rapport à la méthode de Legrand-Poirier-Leroy, et il a par ailleurs fait l'objet d'une étude comparative : un groupe de travail piloté par la Direction Technique d'une Société de distribution d'eaux (très connue dans le domaine français) a procédé à la comparaison des 2 méthodes de calcul, à travers les logiciels basés sur les deux méthodes.

Ce travail avait permis de préciser et d'actualiser le domaine de validité des calculs selon la méthode simplifiée, et donc du logiciel EQUIL :

- Eau naturelle,
- Pression proche de la pression atmosphérique,
- Température comprise entre 0 °C et 80 °C

Si la température est en dehors de ces limites, le calcul n'est pas effectué.

- pH entre 4.5 et 9.5,

Si le pH est en dehors de ces limites mais entre 0 et 14, un message d'alerte apparaît mais le calcul est quand même effectué. Si le pH est en dehors du domaine 0 - 14, le calcul n'est pas effectué.

- Minéralisation

La comparaison entre les logiciels a permis d'établir que les résultats sont tout à fait comparables jusqu'à une conductivité de 800 microS/cm (microSiemens / cm) et que les résultats d' EQUILWIN sont encore acceptables jusqu'à 1055 microS/cm (écart sur l'indice de saturation de l'ordre de 0,15 unités pH).

A partir des données 2001 de la base de données de Qualité des Eaux de cette Société, il a été établi qu'en France :

- 92% des points de captage ont une eau ayant une conductivité inférieure à 800 µS/cm (eau avant traitement) sur la base de 1957 points de captage (moyenne nationale 488 microS/cm, 98% inférieure à 1055 microS/cm)

- 95% des usines de production ont une eau ayant une conductivité inférieure à 800 microS/cm (eau après traitement) sur la base de 2460 usines de production (moyenne nationale 485 microS/cm, 99% inférieure à 1055 microS/cm)

- 94% des volumes issus des points de captage ont une eau ayant une conductivité inférieure à 800 microS/cm (eau avant traitement) sur la base de 1156 points de captage (moyenne nationale pondérée 470 microS/cm, 99% inférieure à 1055 microS/cm)

...

La limite de fiabilité du logiciel EQUILWIN est donc indiquée pour 1055 microS/cm pour la conductivité, ce qui couvre 99% des eaux en France, cependant il est à noter que le calcul s'effectue normalement pour toutes les valeurs introduites.

...

Nota - La correspondance (calculs) de ces seuils en résidu sec et résistivité utilisée est la suivante :

RS en mg/l en fonction de la résistivité (en Ohm/cm) :

Si résistivité > 20000 alors RS = 1365079 / résistivité

Si résistivité > 6024 et <= 20000 alors RS = 947658 / résistivité

Si résistivité > 3003 et <= 6024 alors RS = 769574 / résistivité

Si résistivité > 1200 et <= 3003 alors RS = 715920 / résistivité

Si résistivité > 100 et <= 1200 alors RS = 758544 / résistivité

Si résistivité <= 100 alors RS = 850432 / résistivité

RS en mg/l en fonction de la conductivité (en microSiemens / cm) :

Si conductivité < 50 alors RS = 1.365079 x conductivité

Si conductivité > 50 et <= 166 alors RS = .947658 x conductivité

Si conductivité > 166 et <= 333 alors RS = .769574 x conductivité

Si conductivité > 333 et <= 833 alors RS = .71592 x conductivité

Si conductivité > 833 et <= 10000 alors RS = .758544 x conductivité

Si conductivité > 10000 alors RS = .850432 x conductivité

Correspondance entre la résistivité (Ohm.cm) et la conductivité (microSiemens / cm) :

résistivité = (1 000000 / conductivité),

conductivité = (1 000000 / résistivité).

...

#### **Remarques :**

- le logiciel est compatible Windows 98, Me, 2000, NT, XP, VISTA , Windows 7 et 8.
- le logiciel est considéré comme un programme mono-poste, mais peut être utilisé en réseau dans la mesure où il est implanté sur un serveur de réseau et téléchargeable par les membres de ce réseau (mais il n'est pas un "logiciel réseau" tel quel).
- les mises à jour du logiciel sont signalés sur le site internet [Hydro-Land](#), et téléchargeables (ou envoyé par courrier postal) sur demande par envoi spécifique aux acheteurs, moyennant une contribution financière réduite.

\*\*\*\*\*

Copyright PW2014/01-100