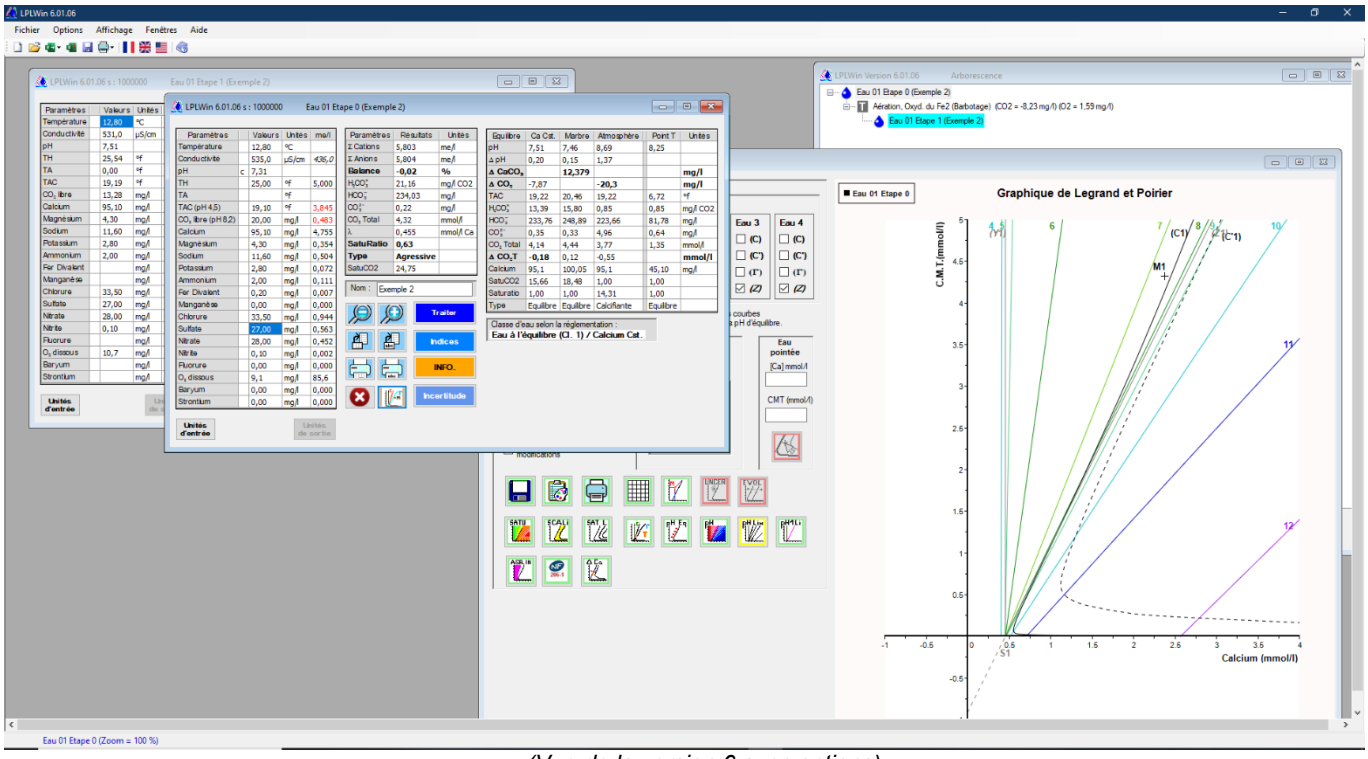
LPLWIN version 6 pour Windows station W7/W8/W10/W11
Programme de calcul de l'équilibre calco-carbonique en analyse et traitement d'eau



(Vue de la version 6 avec options)

LPLWIN v6 est le logiciel calco-carbonique le plus évolué disponible. Il permet de savoir rapidement et précisément, à partir de l'analyse, si une eau est à **l'équilibre, agressive** ou **incrustante** vis à vis du carbonate de calcium **conformément à la circulaire NDGS/SD7A n°2007-39 du 23/01/07**.

La saisie manuelle ou l'**importation Excel** se fait dans l'unité de son choix (**mg/l, mmol/l, me/l, °F, °D, ppm**), pour chacune des valeurs. Après contrôle de la cohérence des valeurs entrées et affichage des **résultats**, le programme permet de calculer l'**incertitude des résultats** (méthode Monte-Carlo), de **simuler des traitements**, de **calculer des doses** et d'obtenir le **graphique** $CO_2t = f(Ca^{2+})$ de chaque étape. Il est possible d'explorer le graphique point par point et de connaître les caractéristiques de l'eau en tous points du plan. Le programme permet l'**impression** et l'**enregistrement** des résultats de l'analyse.

Le logiciel étant développé pour **Windows,** le **copier/coller** vers d'autres programmes Windows (tableur, traitement de texte...) permet l'exploitation directe des résultats.

Les résultats sont **quantitatifs** et non qualitatifs, contrairement aux autres méthodes graphiques ou indicielles qui sont des **approximations** ne se justifiant plus, maintenant que l'informatique permet de résoudre rapidement par itération les équations de l'équilibre calco-carbonique. Le programme utilise pour cela la méthode française, de Messieurs **L**EGRAND, **P**OIRIER et **L**EROY (voir Ouvrage).

Plus d'informations et Tarification : voir http://www.lplwin.fr .

Utilisateurs du logiciel : laboratoire d'hydrologie, traiteur d'eau, bureau d'étude, concepteur et fabricant de matériel de traitement d'eau, industriel utilisant de l'eau qu'il faut traiter.

Paramètres minimums de l'analyse permettant les calculs et simulations: **Température (sur site), pH (sur site), TAC, Calcium.** La connaissance des principaux anions cations majoritaires permet de tenir compte de la force ionique avec précision.

Formation continue : un à quatre jours par les développeurs du logiciel, voir dernière page.

Ouvrage de référence **"Prévention de la corrosion et de l'entartrage…"** de Luc LEGRAND et Pierre LEROY, disponible auprès de la CIFEC, voir http://www.lplwin.fr .

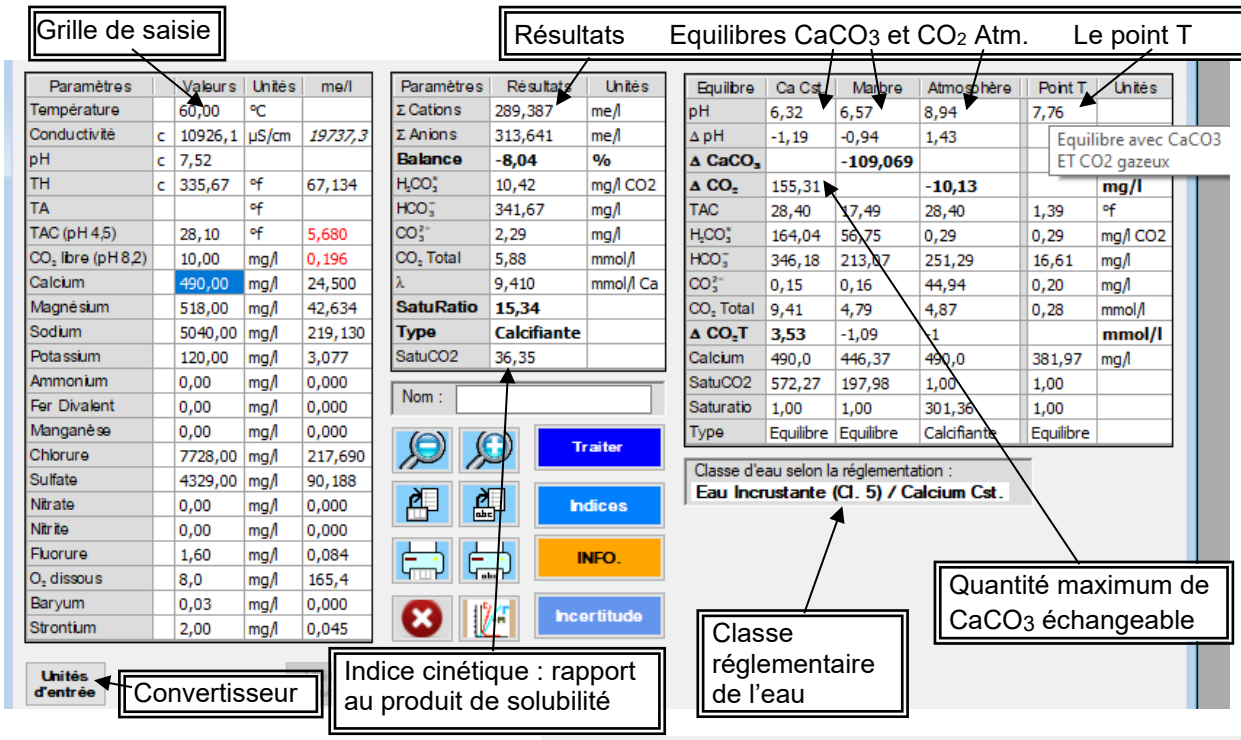
PRINCIPALES NOUVEAUTES version 6 / Version 5

- Nouveaux paramètres : CO2 libre de sonde IR (CO2 dissous), **Ba^{2+}**, **Sr^{2+}** et calcul de **solubilité** de Ba / $SrSO_4$, Ba / $SrCO_3$, et de $CaSO_4$.
- Domaine d'utilisation étendu aux **eaux de mer** (µ ➔1M).
- **Nombre d'eaux** à l'écran jusqu'à **100** et d'**étapes** de traitements **illimité et en parallèle**.
- **Arborescence** interactive visualisant les traitements.
- Possibilité de simuler des **variantes de traitements**.
- **Graphique optimisé interactif** pouvant visualiser **4 eaux** simultanément et **nombreuses options** d'affichage.
- **Liste évolutive** de réactifs commerciaux de floculation.
- **Mélange** de **plusieurs** eaux. Mélange à l'équilibre.
- **Rapport** de calculs **personnalisable (Fastreport)**.
- **Aide** contextuelle pour chaque fenêtre par touche **F1**.
- **Options** payantes (p.7): - Import/Calcul **semi-automatisé** à la chaine de l'équilibre à partir d'un fichier Excel. - Calcul d'indices et classes d'**agressivité vis-à-vis des bétons/ciments selon norme EN 206-1**.

 du 15/12/2021 Tous droits de traduction, de **reproduction** et d'adaptation réservés pour tous pays. Copyrights 2025 - CIFEC

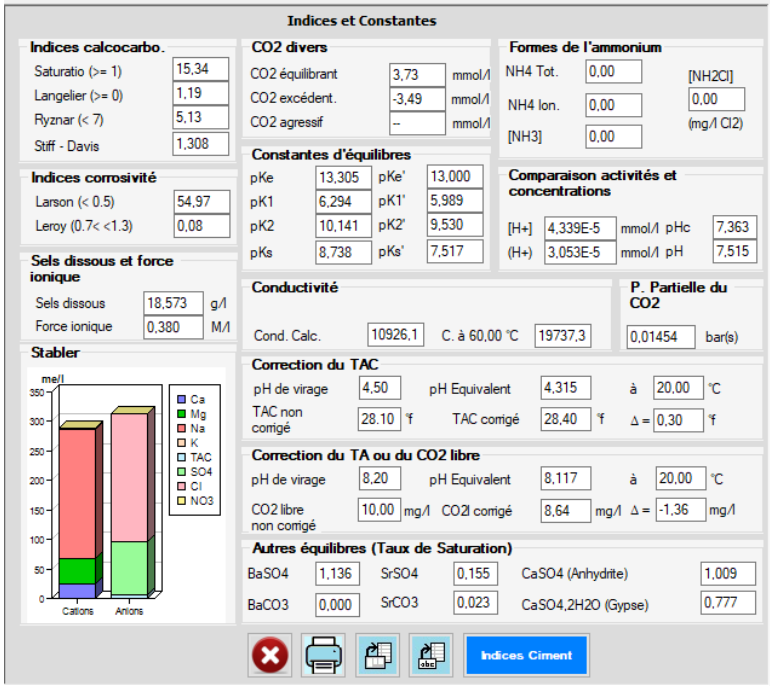
SAISIE D'ANALYSE ET RESULTATS :

La saisie de l'analyse se fait très simplement au clavier en remplissant la grille de saisie ou par importation de fichier (formats: XLS, LPLWIN). Pour lancer le calcul, il suffit de cliquer sur le bouton [Calculer].



Les **résultats** sont :

- pH, CO_2libre, TH et conductivité **calculés** lorsque ces valeurs ne sont pas données dans l'analyse et que le programme peut les calculer, sinon ces **valeurs calculées** seront comparées avec les valeurs saisies.
- Somme des anions et des cations.
- Écart de **balance ionique en** %.
- Lambda = (N-P)/2
- Répartition du CO_2total.
- **Indice de saturation** quantitatif de la cinétique = Ca^{2+} x CO_3^{2-} / K_S'.
- Classification calcocarbonique réglementaire de l'eau: **incrustante, agressive, équilibrée**.
- Caractéristiques de l'eau à l'équilibre calco-carbonique avec **même [Ca^{2+}]** et après **essai au marbre** : pH, delta pH, **CO_2 ou $CaCO_3$ échangé**, TAC, H_2CO_3, HCO_3^-, CO_3^{2-}, CO_2T, écart de CO_2T, calcium.
- Caractéristiques de l'eau à **l'équilibre avec l'atmosphère** avec **même [Ca^{2+}]**: pH, delta pH, **CO_2 échangé**, TAC, H_2CO_3, HCO_3^-, CO_3^{2-}, CO_2T, écart de CO_2T, Saturatio, type.
- Caractéristiques de l'eau (point T) à **l'équilibre avec $CaCO_3$ et avec le CO_2 atmosphérique :** pH, TAC, H_2CO_3, HCO_3^-, CO_3^{2-} et CO_2T.
- Les indices et constantes. Les valeurs corrigées du TAC, TA ou CO_2 libre dans le cas où ces titres sont mesurés à un pH de virage fixe et non selon le point d'inflexion.



Fenêtre des indices et constantes donnant:

- Les **Indices** d'équilibre : Saturatio, Langelier, Ryznar, Stiff & Davis, et de **corrosivité** : Larson, Leroy.
- Le CO_2 équilibrant, le CO_2 agressif et le CO_2 excédentaire.
- Les valeurs des constantes d'équilibre.
- Le TAC, TA ou CO_2 libre corrigés et le pH du point d'inflexion.
- Les formes de l'ammoniaque.
- La conductivité calculée à 25°C et à la température de l'eau.
- La force ionique et la salinité.
- La pression partielle du CO_2 équilibrant.
- Les taux de saturation des sulfates de Ba, Sr et Ca (2 formes allotropiques) et des carbonates de Ba et Sr (nécessite l'option B).
- Calcul d'indices d'agressivité vis-à-vis des ciments/bétons selon NF EN 206-1 (nécessite l'option B).

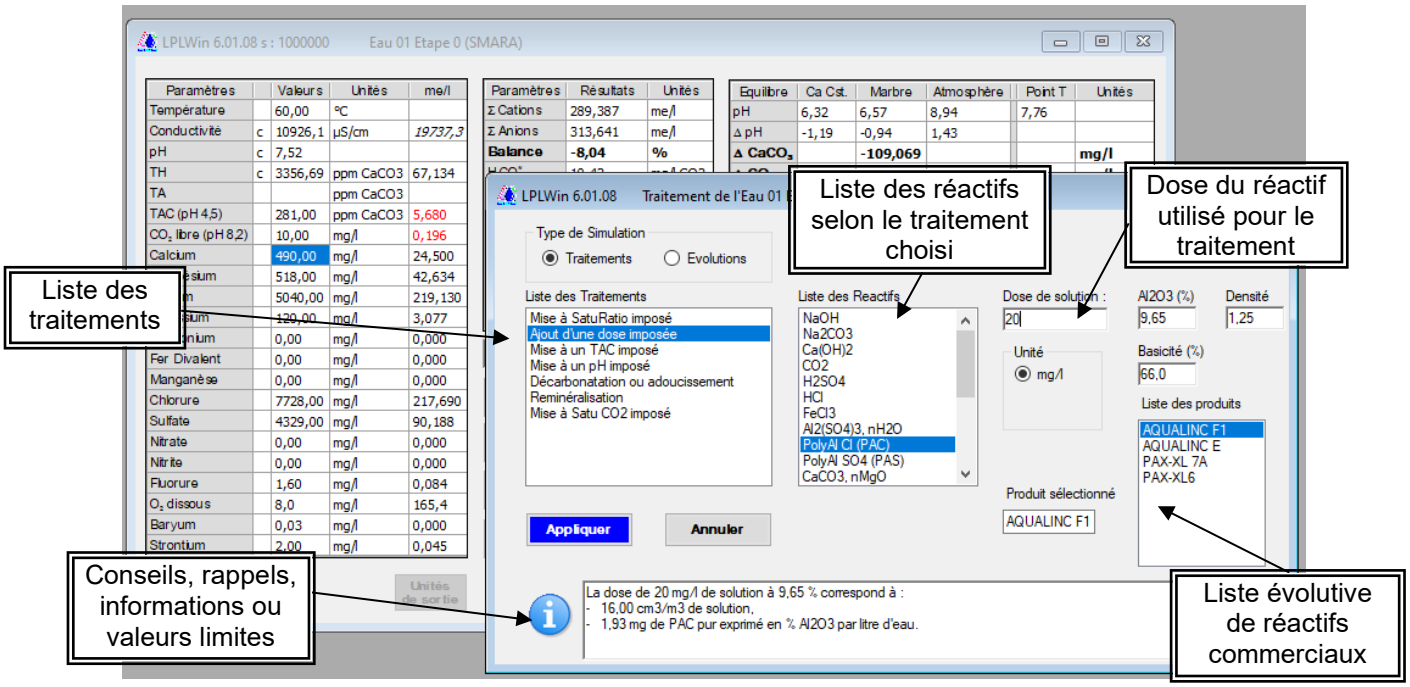
TRAITEMENT :

Le logiciel **LPLWin6** permet l'étude de l'**incidence d'un traitement imposé** sur l'équilibre calco-carbonique ou la détermination de la **quantité ou volume nécessaire** de produit traitant selon sa pureté et sa densité, pour atteindre un état choisi (équilibre, dose imposée, pH imposé, TAC imposé…). Il distingue les **Traitements** applicables en station des **Evolutions** vers un état d'équilibre théorique.

Les **Traitements** suivants sont possibles: **mise à l'équilibre $CaCO_3$,** traitement à **dose imposée,** mise à **T.A.C. imposé,** mise à **pH imposé, décarbonatation adoucissement (à la chaux, soude, électrolytique ou sur résine sodique ou acide),** mise à une **saturation de $CaCO_3$ imposée, reminéralisation,** mise à **l'équilibre avec CO_2 atmosphérique, saturation CO_2 imposée, mélange de plusieurs eaux, déferrisation, ozonisation, nitrification biologique.**

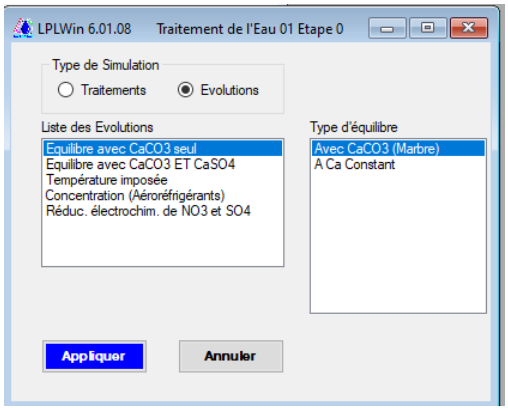
A chaque étape il est possible d'ajouter de nouveaux traitements (**variantes**) permettant de **comparer** en parallèle les caractéristiques des eaux produites par des réactifs ou des traitements différents.
Après chaque étape de traitement, le programme donne les renseignements suivants :
- type de traitement, **produit** de traitement, **dose** utilisée selon sa **pureté** et sa **densité** (si liquide) saisies,
- tous les paramètres de l'eau dont : température, lambda, force ionique, calcium, **type** d'eau : incrustant ou agressif ou équilibré, TAC, pH, **indice de saturation**, pH à l'équilibre, CO_2 total, delta, CO_2 total à l'équilibre, **classification** calco-carbonique selon réglementation, indices et constantes, **incertitudes** sur les résultats pour la première étape de traitement (étape 0 et 1).

Les réactifs intégrés sont:
NaOH, Na_2CO_3, $Ca(OH)_2$, CO_2, H_2SO_4, HCl, $FeCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$ nH_2O, $CaCO_3$ nMgO, $CaCO_3$ $nMgCO_3$, $CaSO_4$, $CaCl_2$, $NaHCO_3$, Cl_2, NaClO, $Ca(ClO)_2$, saumure électrolysée, O_3, CO_2 + $Ca(OH)_2$, CO_2 + $CaCO_3$ nMgO, CO_2 + $CaCO_3$ $nMgCO_3$, adoucissement résine chaux soude électrolytique, chlorure (PAC) et sulfate (PAS) de poly-aluminium (ou produits commerciaux).



Les **Evolutions** pouvant être simulées sont les suivantes : variation de la **température, équilibre à calcium constant ou au marbre, équilibre avec $CaCO_3$ ET $CaSO_4$, concentration (évaporation), réduction chimique des nitrates.**

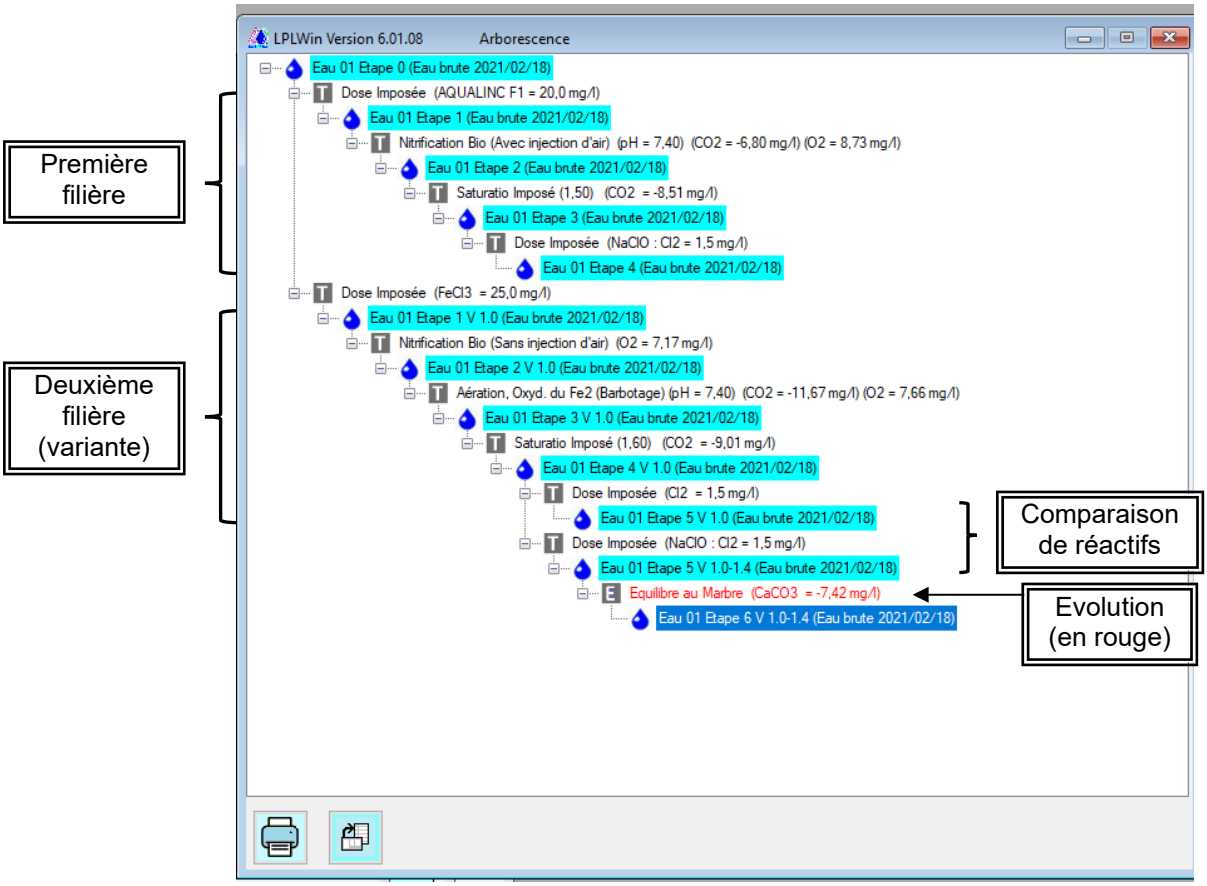
On passe de la liste des traitements à celle des évolutions en choisissant le type de simulation.



ARBORESCENCE :

Le logiciel **LPLWin6** pouvant gérer un grand nombre d'eaux et d'étapes de traitements, il devient rapidement difficile de rechercher une étape particulière. Mais grâce à la fenêtre Arborescence cela devient très aisé :

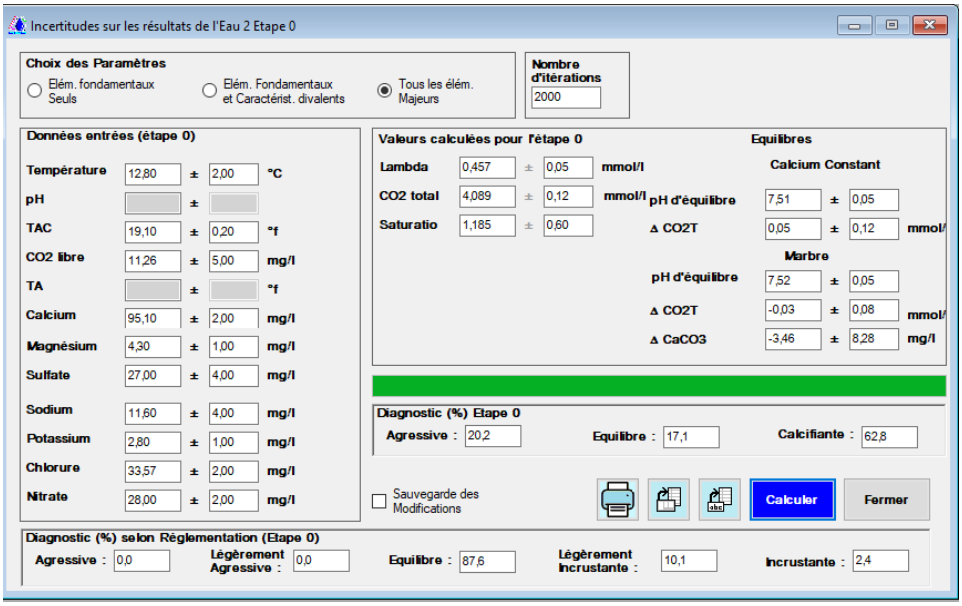
- Elle visualise l'ensemble des étapes avec leurs **filiations** (une étape ➔ traitement ➔ nouvelle étape).
- Elle rappelle **l'identification** du traitement ou de l'évolution avec les valeurs cibles et le cas échéant les doses calculées.
- Elle permet de visualiser simplement la **filière** et ses **variantes** éventuelles.
- Elle est **interactive** : l'étape active apparaît en surbrillance ; pour sélectionner une autre étape il suffit de cliquer sur l'étape choisie.



INCERTITUDE :

Le programme permet de calculer par la méthode **Monte Carlo** (Depuis la V5) **l'incertitude sur les résultats de LPLWin** (caractéristiques de l'eau, classification selon la réglementation, dose de traitement) **selon l'incertitude sur les paramètres d'analyse saisis** pour l'eau initiale et sur la première étape de traitement.

Les traitements sur lesquels on peut effectuer ce calcul sont : mise à saturation fixée, pH imposé, TAC imposé, dose imposée et décarbonatation à la chaux ou à la soude



Pour en savoir plus sur cette méthode, voir la **publication dans le Journal Européen d'Hydrologie** vol.42 (2011) p.71–89 : http://dx.doi.org/10.1051/wqual/2012001

GRAPHIQUE :

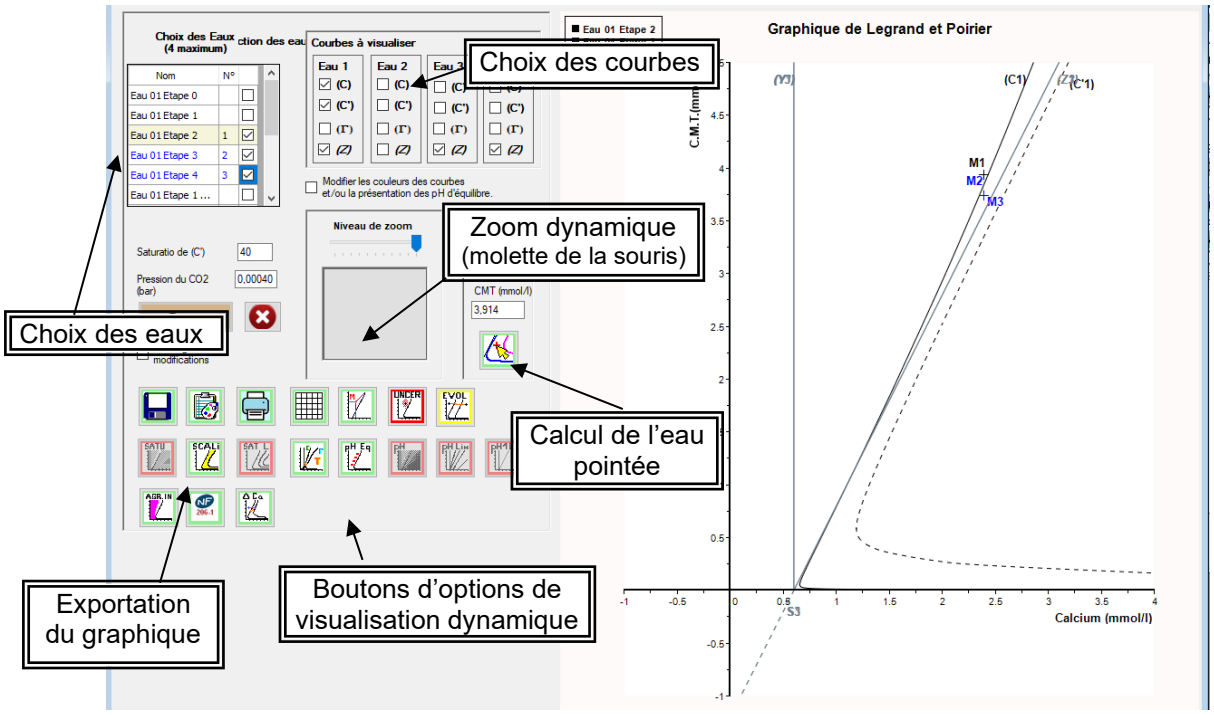
Le logiciel **LPLWin6** permet de tracer avec précision le graphique $CO_2t = f(Ca^{2+})$ de chaque étape, avec impression ou recopie vers le **presse-papier**. Les courbes et points affichables sont : courbe d'équilibre, courbe 40Ks (précipitation spontanée), courbe d'équilibre avec le CO_2 atmosphérique, droite de pente 2, point figuratif de l'eau.

Le programme permet d'**afficher les courbes de quatre eaux ou étapes différentes simultanément** sur le même graphique. Ces courbes n'ont jamais été si précises à l'écran.

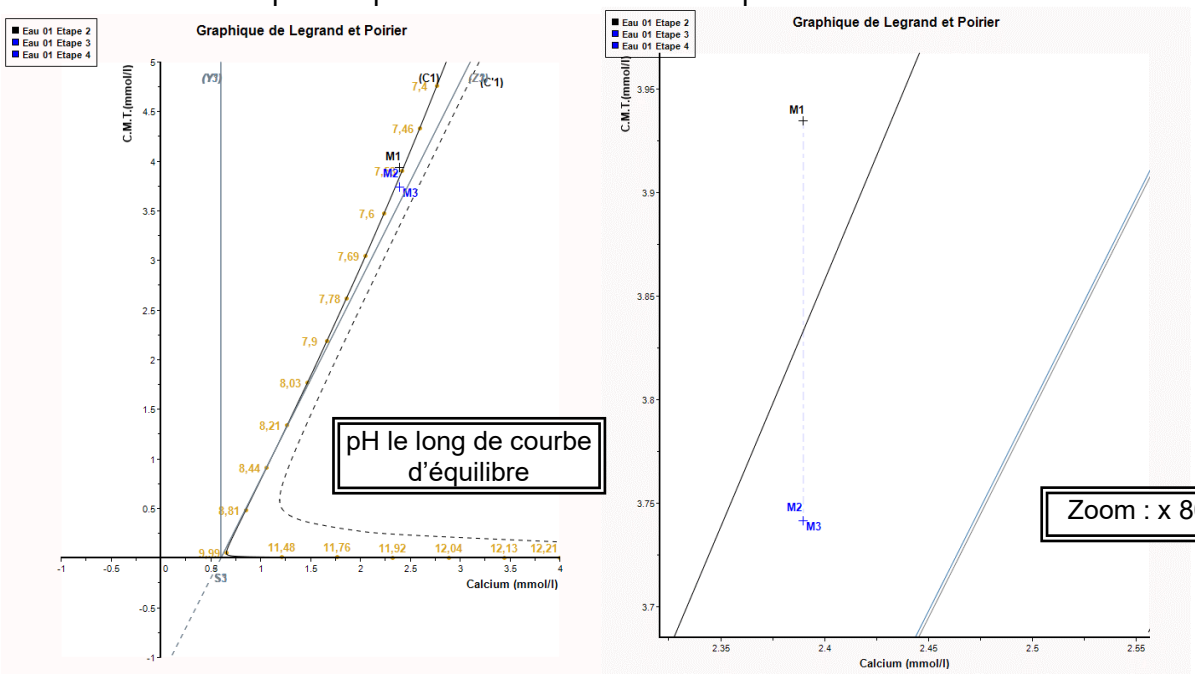
Les **boutons d'options** de visualisation peuvent faire apparaître :

- les coordonnées du point M figuratif d'une eau, celles des équilibres à Ca constant et au marbre,
- le nuage de points du calcul d'incertitude,
- l'évolution de l'eau entre deux étapes, le pH le long de la courbe d'équilibre,
- les droites de pH ainsi qu'une droite de pH pour une valeur choisie, - les courbes iso-Saturatio,
- le point commun aux 2 courbes d'équilibres avec $CaCO_3$ et avec le CO_2 atmosphérique (point T),
- la colorisation du graphique en fonction du Saturatio ou du pH

Le zoom dynamique permet un **grossissement jusqu'à x 100**. Un clic sur le graphique mémorise les **coordonnées du curseur** de la souris et les caractéristiques chimiques de l'eau pointée sont calculées en cliquant sur le bouton « Calcul de l'eau pointée ».



Exemples d'options de visualisation et de puissance du zoom

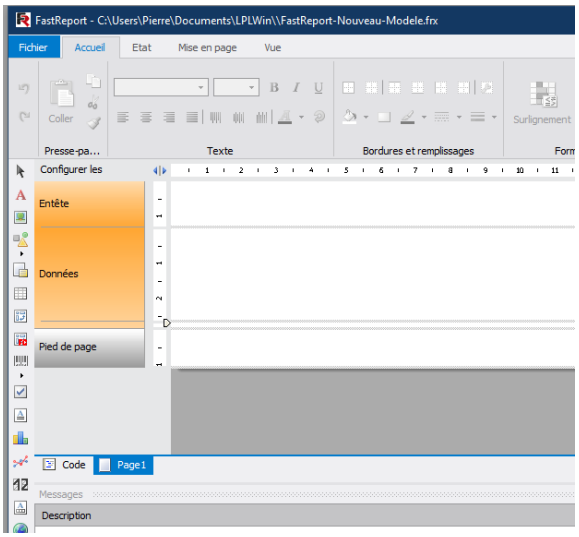


FASTREPORT :

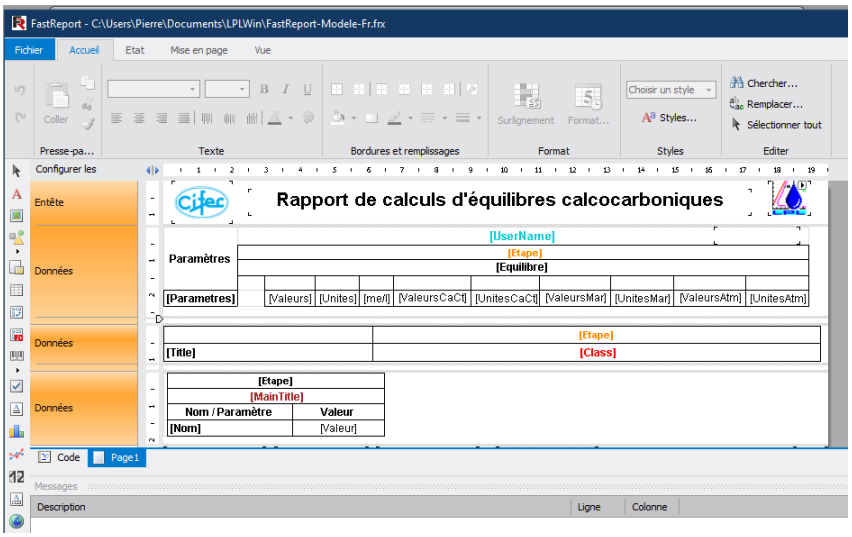
Le logiciel **LPLWin6** permet de réaliser un rapport de calcul **personnalisé** grâce au logiciel « ***FastReport*** » qui est **inclus dans LPLWin6,** avec les manuels de programmation et d'utilisation.

Ce logiciel d'édition intégré permet :

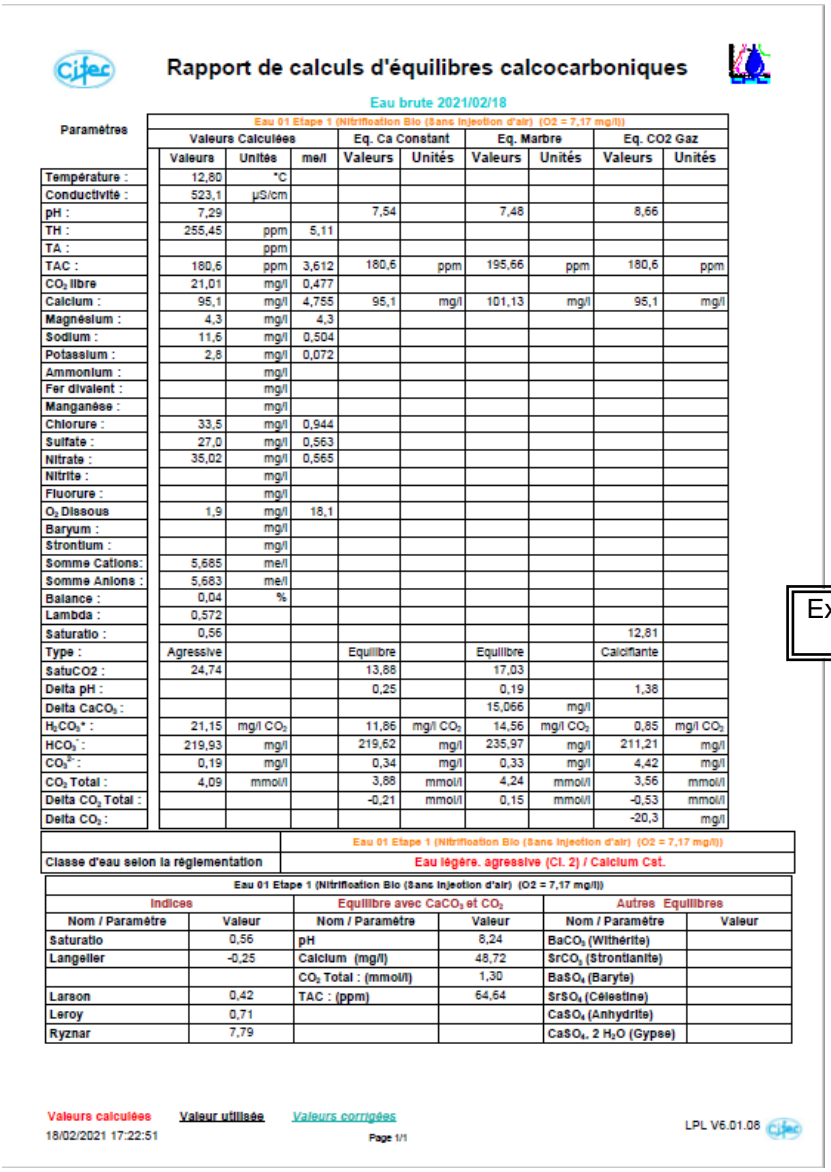
- De créer votre propre modèle de rapport.
- D'utiliser directement le modèle proposé par LPLWin6.
- De modifier ce modèle selon votre choix.



Interface de création de rapport



Interface de modification du modèle préparé par **LPLWin6**



Rapport de calculs d'équilibres calcocarboniques

Eau brute 2021/02/18

Paramètres	Eau 01 Etape 1 (Nitrification Bio (Sans injection d'air) (O2 = 7,17 mg/l))								
	Valeurs Calculées			Eq. Ca Constant		Eq. Marbre		Eq. CO2 Gaz	
	Valeurs	Unités	me/l	Valeurs	Unités	Valeurs	Unités	Valeurs	Unités
Température :	12,60	°C							
Conductivité :	523,1	µS/cm							
pH :	7,29			7,54		7,48		8,66	
TH :	255,45	ppm	5,11						
TA :		ppm							
TAC :	180,6	ppm	3,612	180,6	ppm	195,66	ppm	180,6	ppm
CO_2 libre	21,01	mg/l	0,477						
Calcium :	95,1	mg/l	4,755	95,1	mg/l	101,13	mg/l	95,1	mg/l
Magnésium :	4,3	mg/l	4,3						
Sodium :	11,6	mg/l	0,504						
Potassium :	2,8	mg/l	0,072						
Ammonium :		mg/l							
Fer divalent :		mg/l							
Manganèse :		mg/l							
Chlorure :	33,5	mg/l	0,944						
Sulfate :	27,0	mg/l	0,563						
Nitrate :	35,02	mg/l	0,565						
Nitrite :		mg/l							
Fluorure :		mg/l							
O_2 Dissous	1,9	mg/l	18,1						
Baryum :		mg/l							
Strontium :		mg/l							
Somme Cations:	5,685	me/l							
Somme Anions :	5,683	me/l							
Balance :	0,04	%							
Lambda :	0,572								
Saturatio :	0,56							12,81	
Type :	Agressive			Equilibre		Equilibre		Calcifiante	
SatuCO2 :	24,74			13,88		17,03			
Delta pH :				0,25		0,19		1,38	
Delta $CaCO_3$:						15,066	mg/l		
$H_2CO_3^*$:	21,15	mg/l CO_2		11,86	mg/l CO_2	14,56	mg/l CO_2	0,85	mg/l CO_2
HCO_3^- :	219,93	mg/l		219,62	mg/l	235,97	mg/l	211,21	mg/l
CO_3^{2-} :	0,19	mg/l		0,34	mg/l	0,33	mg/l	4,42	mg/l
CO_2 Total :	4,09	mmol/l		3,88	mmol/l	4,24	mmol/l	3,56	mmol/l
Delta CO_2 Total :				-0,21	mmol/l	0,15	mmol/l	-0,53	mmol/l
Delta CO_2 :								-20,3	mg/l

	Eau 01 Etape 1 (Nitrification Bio (Sans injection d'air) (O2 = 7,17 mg/l))
Classe d'eau selon la réglementation	Eau légère. agressive (Cl. 2) / Calcium Cst.

Eau 01 Etape 1 (Nitrification Bio (Sans injection d'air) (O2 = 7,17 mg/l))

Indices		Equilibre avec $CaCO_3$ et CO_2		Autres Equilibres	
Nom / Paramètre	Valeur	Nom / Paramètre	Valeur	Nom / Paramètre	Valeur
Saturatio	0,56	pH	8,24	$BaCO_3$ (Withérite)	
Langelier	-0,25	Calcium (mg/l)	48,72	$SrCO_3$ (Strontianite)	
		CO_2 Total : (mmol/l)	1,30	$BaSO_4$ (Baryte)	
Larson	0,42	TAC : (ppm)	64,64	$SrSO_4$ (Célestine)	
Leroy	0,71			$CaSO_4$ (Anhydrite)	
Ryznar	7,79			$CaSO_4$, 2 H_2O (Gypse)	

Valeurs calculées Valeur utilisée Valeurs corrigées

18/02/2021 17:22:51 Page 1/1 LPL V6.01.08

Le logiciel **FastReport** permet de concevoir, puis **d'imprimer** directement le rapport ou de **l'exporter** vers un autre logiciel tel que MS Word ou MS Excel.

Il construit **automatiquement** le rapport d'une étape ou d'une **eau (étape 0) avec l'ensemble des étapes** de traitement ou encore le rapport de l'ensemble des eaux et étapes présentes à l'écran.

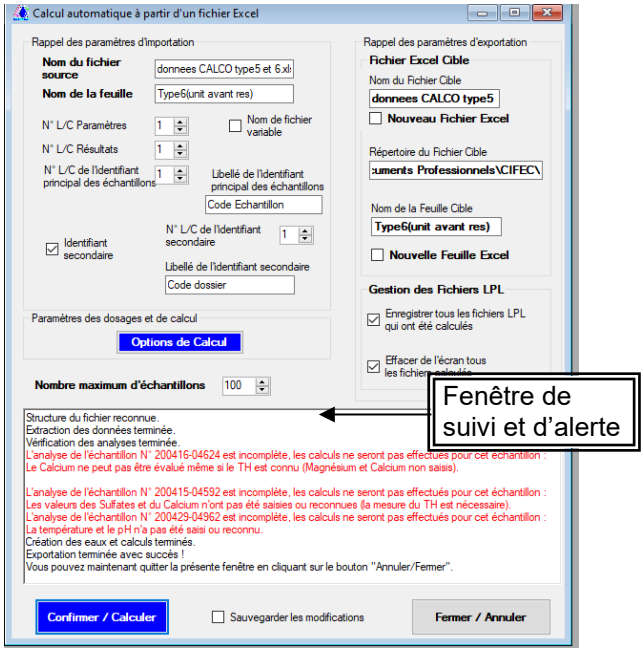
Exemple de rapport d'une étape

LES OPTIONS SUPPLEMENTAIRES PAYANTES

Deux options sont disponibles sur demande. Elles peuvent intéresser particulièrement certains utilisateurs tels que les laboratoires d'analyses et les bureaux d'études ou cabinets de conseils.

Option A : semi-automatisation

Cette option permet d'effectuer **à la chaîne, semi-automatiquement, les calculs d'équilibre calcocarbonique** à partir des données analytiques de différentes eaux, contenues dans une même **feuille d'un fichier Excel**. **LPLWin6** peut traiter jusqu'à **1 000 échantillons** en un seul clic.
Il suffit renseigner les noms des paramètres à importer, préciser la structure de la feuille et définir les paramètres à exporter, dans les options : LPLWin6 **importe** les données, **effectue les calculs** puis **exporte** les résultats vers une feuille Excel (qui peut être ou non la feuille et le fichier initial d'importation).
LPLWin6 informe du déroulement des calculs et **alerte** l'opérateur s'il manque des données pour un échantillon.
Les **données nécessaires** sont : la Température et le pH (ou le TA ou le CO_2 libre) *mesurés sur place*, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}, TAC, Cl^{-},SO_4^{2-} et NO_3^{2-}, ainsi que leurs unités. .
Outre l'identifiant des échantillons (Code échantillon), LPLWin6 peut reconnaître aussi un identifiant secondaire (Code dossier, client, …) pour permettre de séparer les échantillons entre eux au sein du fichier importé.
Enfin LPLWin6 peut, si nécessaire, enregister simultanément les calculs de chaque échantillon dans un fichier « .LPL6 ».



Option B : indice Bétons et Ciments

Cette option fournit les valeurs des divers indices d'agressivité de l'eau vis-à-vis des matériaux à base de ciment (amiante-ciment, béton, mortier de ciment).
La fenêtre d'indices « ciment » fournit :

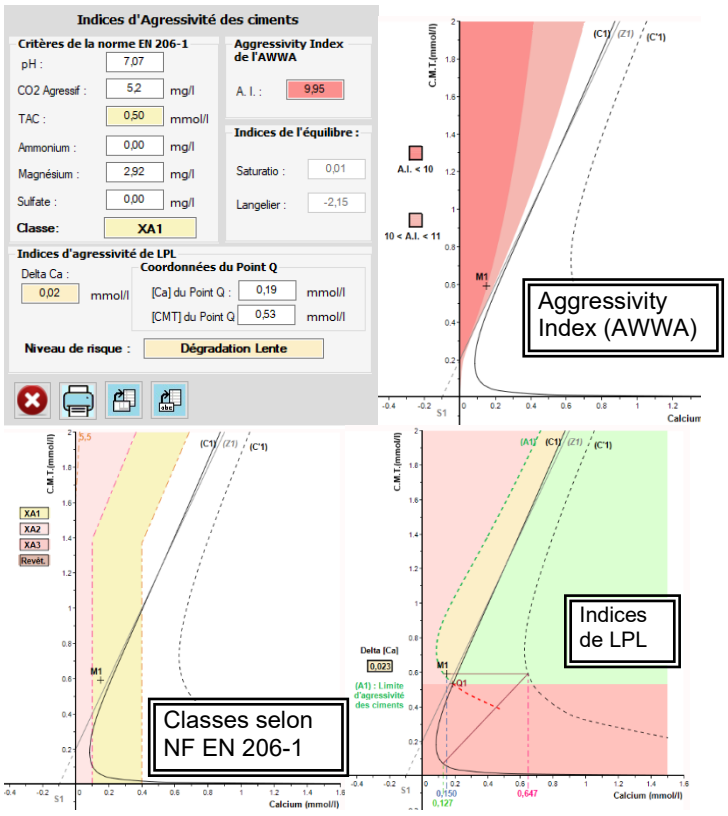
- La valeur de **l'Aggressivity Index** de l'AWWA.
- La **classe** d'agressivité définie selon la **norme NF EN 206-1** ainsi que la valeur du paramètre fixant la classe.
- Le **Delta [Ca]** et les coordonnées du **point Q** (indices LPL) décrits ci-dessous.

La **norme NF EN 206-1** n'étant pas **adaptée** aux ouvrages des installations industrielles de **traitement d'eau**, LPLWin6 propose deux critères d'agressivité plus représentatifs :

- Le Delta [Ca], défini dans l'ouvrage de L. Legrand & P. Leroy (*), correspond au **bilan calcium du matériau** mis en contact avec l'eau et qui définit la vitesse d'attaque (dégradation lente si positif, dégradation rapide si négatif).
- Le point Q est le point commun à la courbe d'équilibre et à celle qui est définie par Delta [Ca] =0. Ce point constitue la limite au-dessous de laquelle **l'eau ne contient pas assez de CMT** ou de Ca pour protéger même temporairement le matériau, la dégradation est alors **très rapide**.

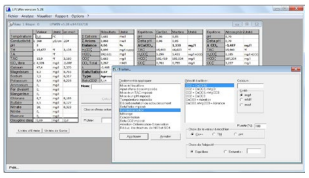
Le graphique permet, pour chacun des indices, de comprendre et de visualiser les domaines d'agressivité ou de protection.

(*) voir www.lplwin.fr



LES FORMATIONS CONTINUES

EQUILIBRE CALCO-CARBONIQUE MATERIAUX, CORROSION et Logiciel LPLWIN



Public concerné par les thèmes 1,2 et 4,5 et si possible 3 :
Chimiste confronté à l'équilibre calco-carbonique, à l'agressivité et à l'entartrage par les eaux potables, industrielles, chauffage, climatisation, usées...
Traiteur d'eau : exploitant et concepteur d'installation. Ingénieur conseil, bureau d'études…
Public concerné par les thèmes 1, 2 et 3 :
Laboratoire d'analyses hydrologiques, ingénieurs sanitaires.

par les développeurs du logiciel
Soit au siège ou en vidéo via Teams
Date et tarif sur https://cifec.fr/liste-des-formations/

Thème 1 – THEORIE ET LOGICIEL LPLWIN *(1 jour) par M. Luc DERREUMAUX :*

Pré requis : notions de chimie analytique
Objectif : **comprendre l'équilibre Calco-Carbonique et initiation à LPLWin (pour tous).**
Présentation et résolution de l'équilibre calco-carbonique par la méthode LEGRAND - POIRIER - LEROY, Graphique CO_2t / Ca^{2+} , Caractérisation réglementaire de l'eau, première utilisation du logiciel LPLWin.

THEME 2 – UTILISATION DE LPLWIN *(1 jour) par Mrs Pierre LEROY & Luc DERREUMAUX :*

Pré requis : connaissance du thème 1
Objectif :.Comprendre et bien utiliser LPLWin (pour tous)
Analyse de l'eau et précision, précautions et bonnes pratiques. Précipitation spontanée, nucléation et inhibition.
Manipulation du logiciel, Exercice sur LPLWin : caractérisation et graphique.

THEME 3 - ANALYSE, EXERCICES LPLWIN *(1 jour) par Mrs Pierre LEROY & Luc DERREUMAUX :*

Pré requis : connaissance du thème 1 et 2
Objectif : comprendre l'analyse et les données nécessaires pour bien utiliser LPLWin au laboratoire.
Analyse de l'eau et précision, précautions et bonnes pratiques. Précipitation spontanée, nucléation et inhibition.
Manipulation du logiciel, Exercice sur LPLWin : caractérisation et graphique. Mise en œuvre sur LPLWin.

THEME 4 – INTERACTIONS MATERIAUX – CORROSION *(1 jour) par M. Pierre LEROY :*

Pré requis : connaissance des thèmes 1 et 2, et si possible 3.
Objectif : comprendre les risques de dégradation et les prévenir lors du traitement.
Dégradation ciment. Corrosion dans l'eau: métaux ferreux, acier, galva, inox, cuivre, aluminium. Théories et conséquences.

THEME 5 – TRAITEMENT EXERCICES LPLWIN *(1 jour) par Mrs Pierre LEROY & Luc DERREUMAUX :*

Pré requis : connaissance des thèmes 1, 2, 4 et si possible 3.
Objectif : simuler les filières de traitements avec LPLWin.
LPLWin : les réactifs, traitements, exercices et études de cas, mise en œuvre sur LPLWin.

CIFEC est le concepteur et éditeur du logiciel LPLWin de Calcul de l'équilibre calco-carbonique.

CIFEC est l'éditeur de l'ouvrage de P.LEROY et L.DERREUMAUX (en anglais) :
« INTERNAL SCALING and CORROSION in WATER SUPPLY SYSTEMS ».

CIFEC est l'éditeur de l'ouvrage de L.LEGRAND et P.LEROY (en français) :
« Prévention de la corrosion et de l'entartrage dans les réseaux de distribution d'eau ».

Plus de renseignements sur : http://www.lplwin.fr

CIFEC - 12 bis, rue du Cdt Pilot
92200 Neuilly sur Seine – France
Tél : +33 (0)1 4640 4949 - Email : info@cifec.fr
Web: www.cifec.fr – Boutique : www.shop.cifec.fr

Qualiopi processus certifié – RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
La certification qualité a été délivrée au titre de la catégorie d'action suivante: ACTIONS DE FORMATION

intertek Certifiée ISO9001 v.20015 N°0152960

 Tous droits de traduction, de **reproduction** et d'adaptation réservés pour tous pays. Copyrights 2025 - CIFEC