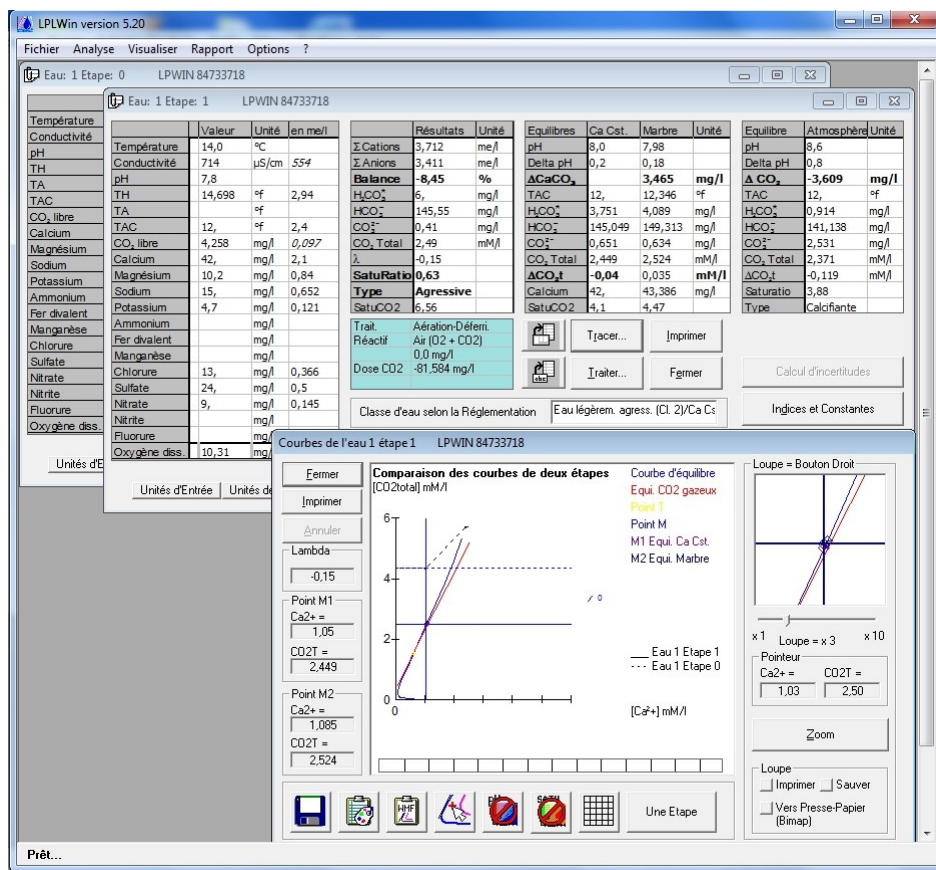


LPLWIN version 5 pour Windows station XP/Vista/W7/W8/W10

Programme de calcul de l'équilibre calco-carbonique en analyse et traitement d'eau



LPLWIN permet de savoir rapidement, 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, mM/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 programme 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 LEGRAND, POIRIER et LEROY (voir Ouvrage).

Tarifcation : 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.

Formation continue : un à trois jours par les développeurs du logiciel, voir <http://www.lplwin.fr>.

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 NOUVEAUTÉS version 5

- Nouveaux paramètres : Fe^{2+} , Mn^{2+} , NH_4^+ , NO_2^- , F, O₂.
- Importation directe de fichier Excel avec assistant.
- **Classe d'eau** selon la réglementation.
- **Incertitudes** des résultats (méthode Monte Carlo).
- Unités supplémentaires : °D et ppm CaCO₃.
- **Convertisseur** des valeurs saisies selon l'unité.
- Résultats : équilibre avec CO₂ atmosphérique, delta pH, SatuCO₂, ionisation NH₃, chloration, conductivité.
- **7 Nouveaux réactifs** : NaClO, Ca(ClO₂), KMnO₄, O₃, Na₂SO₃, chlorure (PAC) et sulfate (PAS) de polyaluminium.
- Taux de traitement selon **Pureté** des réactifs.
- **7 nouveaux traitements**.

SAISIE D'ANALYSE ET RÉSULTATS :

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

The screenshot shows a software interface for water analysis. It features several tables and control elements:

- Grille de saisie (Input Table):** A table with columns for 'Valeur', 'Unité', and 'en me/l'. It contains input fields for various parameters like Temperature, Conductivity, pH, TH, TA, TAC, CO2 libre, Calcium, Magnésium, Sodium, Potassium, Ammonium, Fer divalent, Manganèse, Chlorure, Sulfate, Nitrate, Nitrite, Fluorure, and Oxygène diss.
- Résultats (Results Table):** A table with columns for 'Résultats' and 'Unité'. It shows calculated values for Σ Cations, Σ Anions, Balance, HCO3-, CO32-, CO2 Total, λ, SatuRatio, and Type (Agressive).
- Equilibres CaCO3 (Equilibrium Table):** A table with columns for 'Equilibres', 'Ca Cst.', 'Marbre', and 'Unité'. It displays values for pH, Delta pH, ΔCaCO3, TAC, H2CO3*, HCO3-, CO32-, CO2 Total, ΔCO2t, Calcium, and SatuCO2.
- Equilibre CO2 Atm. (Atmospheric CO2 Equilibrium Table):** A table with columns for 'Equilibre', 'Atmosphère', and 'Unité'. It shows values for pH, Delta pH, ΔCO2, TAC, H2CO3*, HCO3-, CO32-, CO2 Total, ΔCO2t, Saturatio, and Type (Calcifiante).
- Control Elements:** Includes a 'Calculer' button, a 'Classe d'eau selon la Réglementation' dropdown (set to 'Eau légèrem. agress. (Cl. 2)/Ca Cs'), a 'Fichier:' field, and buttons for 'Tracer...', 'Imprimer', 'Mode de dosage du T.A.C.', 'Calcul d'incertitudes', 'Indices et Constantes', 'Traiter...', and 'Fermer'.
- Callouts:** Arrows point from text labels to specific parts of the interface: 'Grille de saisie' to the input table, 'Résultats' to the results table, 'Equilibres CaCO3' to the equilibrium table, 'Equilibre CO2 Atm.' to the atmospheric equilibrium table, 'Convertisseur' to the unit conversion section, 'Classe de l'eau' to the water class dropdown, 'Indice cinétique : rapport au produit de solubilité' to the SatuRatio result, and 'Quantité maximum de CaCO3 échangeable' to the ΔCaCO3 result.

Les **résultats** sont :

- pH, CO2libre, 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 CO2total.
- **Indice de saturation** quantitatif de la cinétique = $Ca^{2+} \times CO_3^{2-} / K_s'$.
- Classification calco-carbonique de l'eau: **incrustante, agressive, équilibrée**.
- Caractéristiques de l'eau à l'équilibre calco-carbonique avec **même [Ca²⁺]** et après **essai au marbre** : pH, delta pH, **CaCO3 échangé**, TAC, H2CO3, HCO3⁻, CO3²⁻, CO2T, écart de CO2T, calcium.
- Caractéristiques de l'eau à l'**équilibre avec l'atmosphère avec même [Ca²⁺]**: pH, delta pH, **CO2 échangé**, TAC, H2CO3, HCO3⁻, CO3²⁻, CO2T, écart de CO2T, Saturatio, type.
- Les indices et constantes. La valeur corrigée du TAC dans le cas de la correction du TAC mesuré à un pH de virage fixe et non selon le point d'inflexion.

The 'Indices et constantes' window displays the following data:

- Indices calcocarboniques:** Saturatio (>= 1) 0,535; Langelier (>= 0) -0,273; Ryznar (< 7) 8,326.
- Indices de corrosivité:** Larson (< 0,5) 0,097; Leroy TAC/TH (0,7 < 1,3) 0,987.
- CO2 divers:** CO2 équilibrant 0,087 mM/l; CO2 excédentaire 0,076 mM/l; CO2 agressif 0,064 mM/l.
- Constantes d'équilibres:** pKE 14,73, 14,663; pK1 6,526, 6,459; pK2 10,555, 10,422; pKs 8,091, 7,824.
- Stabler:** A bar chart showing the distribution of anions and cations. The y-axis ranges from 0.0 to 3.7. The legend includes Mn2+, Fe2+, NO2-, NH4+, NO3-, K+, SO4--, Na+, Cl-, Mg++, and Ca++.
- Comparaison activités et concentrations:** [H+] 1,791E-5 mM/l pH 7,747; (H+) 1,658E-5 mM/l pH' 7,78.
- Correction du TAC colorimétrique:** pH du TAC 4,5; Correction -0,001 ‰; TAC non corrigé 15,9 ‰; TAC corrigé 15,899 ‰.
- Formes de l'ammoniaque:** Ammonium Total 0 mg/L [NH3] 0 mg/L; Ammonium Ionique 0 mg/L [NH2Cl] 0 mg/L Cl2.
- Conductivité calculée:** Conductivité à 25,0°C 359 μS/cm; Conductivité à 5,0°C 218 μS/cm; Ecart Conductivité calculée / mesurée (en %) 8,4.

Fenêtre des indices et constantes donnant:

- Les Indices Saturatio, Langelier, Ryznar, Larson, Leroy.
- Le CO2 équilibrant, le CO2 agressif et le CO2 excédentaire.
- Les valeurs des constantes d'équilibre.
- Le TAC corrigé, les formes de l'ammoniaque, la conductivité calculée à 25°C et à la température de l'eau.

TRAITEMENT :

Le programme permet l'étude de l'**incidence d'un traitement imposé** sur l'équilibre calco-carbonique ou la détermination de la **quantité nécessaire** de produit traitant selon sa pureté, pour atteindre un état choisi.

Les traitements suivants sont possibles: variation de la **température**, mise à l'**équilibre CaCO₃**, traitement à **dose imposée**, mise à **T.A.C. imposé**, mise à **pH imposé**, **décarbonatation adoucissement (à la chaux, soude, électrolytique ou à la résine)**, **saturation CaCO₃ imposée**, **reminéralisation**, mise à l'**équilibre avec CO₂ atmosphérique**, **saturation CO₂ imposée**, **mélange**, **concentration (évaporation)**, **déferri-sation**, **ozonation**, **réduction chimique des nitrates**.

Les **étapes** sont présentes en même temps à l'écran pour permettre d'étudier l'évolution des paramètres.

A chaque étape il est possible d'annuler le traitement et de revenir à l'étape précédente.

Après chaque étape de traitement, le programme donne les renseignements suivants :

- type de traitement, **produit** de traitement, **dose** utilisée selon **pureté** saisie,
- 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, CO₂ total, delta, CO₂ 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, Na₂CO₃, Ca(OH)₂, CO₂, H₂SO₄, HCl, FeCl₃, Al₂(SO₄)₃ nH₂O, CaCO₃ nMgO, CaCO₃ nMgCO₃, CaSO₄, CaCl₂, NaHCO₃, Cl₂, NaClO, Ca(ClO)₂, O₃, CO₂ + Ca(OH)₂, CO₂ + CaCO₃ nMgO, CO₂ + CaCO₃ nMgCO₃, adoucissement résine chaux soude électrolytique, chlorure (PAC) et sulfate (PAS) de polyaluminium.

The screenshot shows the LPLWin version 5.13 software interface. The main window displays a table of water analysis results for 'Eau: 1 Etape: 0' (LPWIN 84733718). The table is divided into several columns: 'Valeur', 'Unité', 'en me/l', 'Résultats', 'Unité', 'Equilibres', 'Ca Cst.', 'Marbre', 'Unité', 'Equilibre', and 'Atmosphère Unité'. The 'Traiter...' dialog box is open, showing a list of treatments to apply, a list of reagents to use, and configuration options for the treatment.

Valeur	Unité	en me/l	Résultats	Unité	Equilibres	Ca Cst.	Marbre	Unité	Equilibre	Atmosphère Unité		
Température	5,0	°C	Σ Cations	3,681	me/l	pH	8,05	8,02	pH	8,7		
Conductivité	331	µS/cm	Σ Anions	3,745	me/l	Delta pH	0,25	0,22	Delta pH	0,9		
pH	7,8		Balance	1,73	%	ΔCaCO ₃		6,332	mg/l	Δ CO ₂	-6,034	mg/l
TH	15	°f	H ₂ CO ₃ *	9,687	mg/l	TAC	15,899	16,532	°f	TAC	15,899	°f
TA		°f	HCO ₃ ⁻	193,107	mg/l	H ₂ CO ₃ *	5,372	6,078	mg/l	H ₂ CO ₃ *	1,185	mg/l
TAC	15,9	°f	CO ₃ ²⁻	0,419	mg/l	HCO ₃ ⁻	192,425	200,214	mg/l	HCO ₃ ⁻	187,353	mg/l
CO ₂ libre	6,875	mg/l	CO ₂ Total	3,329	mM/l	CO ₃ ²⁻	0,751	0,72	mg/l	CO ₃ ²⁻	3,226	mg/l
Calcium	48	mg/l	λ	-0,39		CO ₂ Total	3,254	3,392	mM/l	CO ₂ Total	3,144	mM/l
Magnésium	10	mg/l	SatuRatio	0,56		ΔCO ₂ t	-0,075	0,063	mM/l	ΔCO ₂ t	-0,185	mM/l
Sodium	7	mg/l	Type	Agressif		Calcium	48	50,533	mg/l	Saturatio	4,29	
Potassium	6	mg/l	SatuCO2	8,17		SatuCO2	4,53	5,13		Type	Calcifiante	
Ammonium	0,	mg/l										
Fer divalent	0,	mg/l										
Manganèse	0,	mg/l										
Chlorure	5	mg/l										
Sulfate	8	mg/l										
Nitrate	16	mg/l										
Nitrite	0,	mg/l										
Fluorure	0,	mg/l										
Oxygène diss.	0,00	mg/l										

The 'Traiter...' dialog box shows the following configuration:

- Traitement à appliquer : Reminéralisation
- Réactif à utiliser : CO₂ + Ca(OH)₂
- Calcium : [] Unité: mg/l, mM/l, me/l
- Pureté (%): 100
- Choix de la valeur à modifier: Ca⁺⁺, TH, pH
- Choix de l'objectif: Equilibre, Saturatio: []

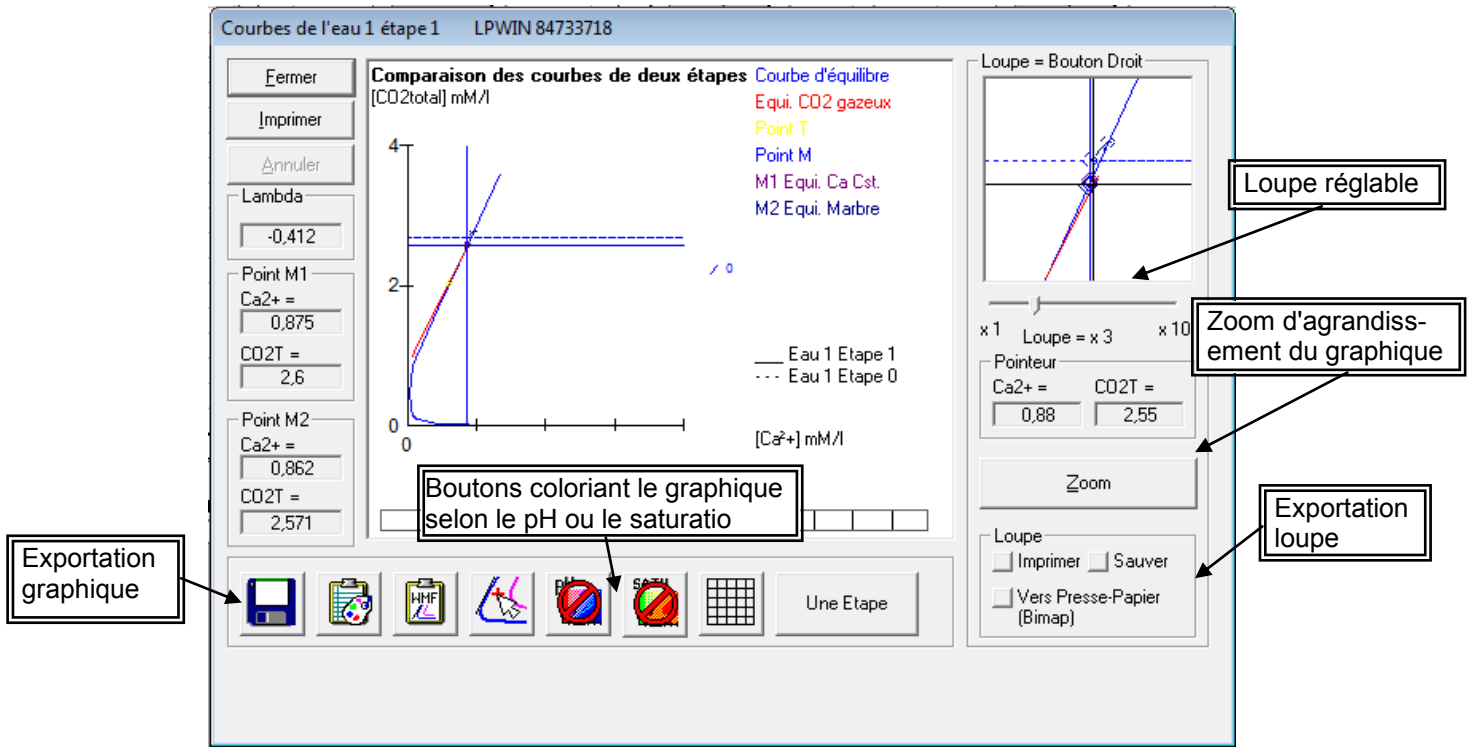
Annotations in the image:

- 'Liste des traitements' points to the list of treatments in the dialog box.
- 'Liste des réactifs selon le traitement' points to the list of reagents in the dialog box.
- 'valeur finale à obtenir par le traitement' points to the Calcium field and the objective field in the dialog box.

GRAPHIQUE :

Le programme permet de tracer le graphique $CO_2 = f(Ca^{2+})$ 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, points figuratifs des équilibres. Les **coordonnées du curseur** de la souris sont affichées et à la demande l'ensemble des **caractéristiques d'un point quelconque** du graphique.

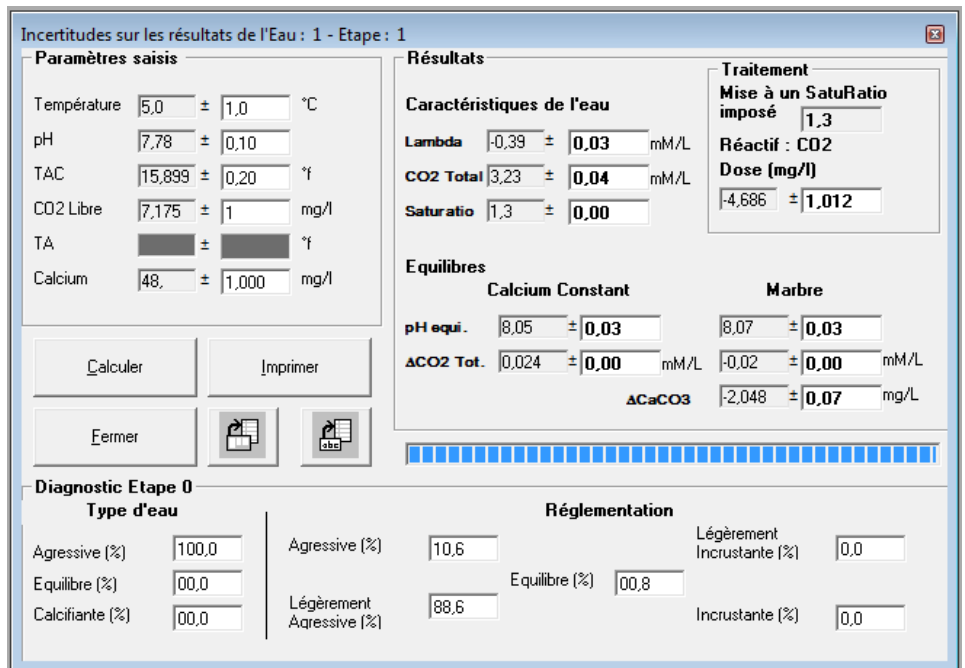
Le programme permet d'**afficher les courbes de deux étapes différentes simultanément** sur le même graphique. On trouve également une loupe qui permet de grossir le graphique à l'endroit où se trouve le pointeur de la souris. Le coefficient de grossissement est réglable. Il permet également de colorier le fond du graphique selon l'évolution du pH ou du coefficient de saturation.



INCERTITUDE :

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

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



Compagnie Industrielle de Filtration et d'Équipement Chimique
CIFEC - 12 bis, rue du Cdt Pilot - 92200 Neuilly sur Seine – France
 Tél : +33 (0)1 4640 4949 – Fax : +33 (0)1 4640 0087
 Web: www.cifec.fr – Email : info@cifec.fr – Boutique : www.shop.cifec.fr

