

Évaluation de la capacité de la technologie passive Pranan à induire la vitalisation de l'eau au moyen de l'analyse de paramètres physicochimiques

Programme conjoint de recherche

D. Fidel Franco González. Dépt. de Physique Appliquée. UPC

D. José M^a Villagrasa y D. José M. Arellano. Dépt. Technique de R&D. Pranan Technologies

Résumé — El La présente étude évalue la capacité du dispositif passif Pranan, développé par Pranan Technologies, à induire des modifications physicochimiques mesurables de l'eau. Cette recherche s'inscrit dans le cadre d'un programme conjoint de recherche et développement (R&D) mené par Pranan Technologies S.L. et le Département de Physique Appliquée de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). L'approche expérimentale repose sur une définition opérationnelle de la vitalisation de l'eau, considérée comme une modification reproductible et quantifiable de paramètres physicochimiques associés à des états d'équilibre et de stabilité accrus du système aqueux. À cette fin, des échantillons d'eaux commerciales, notamment Bezoya et Lanjarón, ont été analysés avant et après leur exposition au dispositif Pranan à l'aide d'une instrumentation calibrée et certifiée pour la détermination du pH et de la conductivité électrique. Parallèlement, des échantillons témoins ont été maintenus dans des conditions expérimentales identiques, sans exposition au dispositif. La méthodologie expérimentale a été conçue afin d'évaluer objectivement l'existence de modifications induites par une technologie entièrement passive, caractérisée par l'absence d'alimentation électrique externe, de réactifs chimiques ou de procédés électrochimiques appliqués à l'eau.

Les résultats mettent en évidence des variations reproductibles des deux paramètres après exposition au dispositif. Les variations du pH ont atteint des augmentations relatives allant jusqu'à **3,45 %**, tandis que la conductivité électrique a enregistré des augmentations pouvant atteindre **14,44 %** dans les configurations expérimentales les plus avancées, dépassant significativement les variations observées dans les échantillons témoins. La modification simultanée du pH et de la conductivité électrique, ainsi que la cohérence des résultats obtenus dans différents essais et configurations expérimentales, étayent l'hypothèse selon laquelle l'exposition au dispositif Pranan induit une réorganisation physicochimique mesurable de l'eau.

Selon les critères opérationnels retenus dans cette étude, ces résultats constituent des preuves expérimentales compatibles avec un processus de vitalisation de l'eau médié par une technologie entièrement passive et fournissent une base objective pour de futures recherches visant à mieux comprendre les mécanismes physiques impliqués ainsi que leurs applications technologiques potentielles. Il convient de souligner que ces effets ont été obtenus sans recours à des réactifs chimiques, sans alimentation électrique externe, sans batteries et sans systèmes électroniques actifs, ce qui constitue l'un des aspects les plus innovants et les plus distinctifs de la technologie étudiée.

L'étude s'est également attachée à établir des conclusions générales fondées sur un cadre théorique intégrant les modifications des paramètres de l'eau ainsi que la stabilité temporelle des résultats obtenus, c'est-à-dire la durée de persistance des effets induits après le traitement appliqué. Les résultats obtenus permettent de conclure que l'exposition de l'eau au dispositif Pranan induit des modifications mesurables et reproductibles de paramètres physicochimiques fondamentaux, compatibles avec le concept opérationnel de vitalisation de l'eau adopté dans le cadre du projet.

I. INTRODUCTION

El L'eau constitue le principal composant des systèmes biologiques et intervient directement dans une grande variété de processus physiques, chimiques et biochimiques. Au-delà de son importance biologique, ses propriétés physicochimiques jouent un rôle fondamental dans de nombreux processus industriels, environnementaux et technologiques.

Bien que la molécule d'eau possède une structure chimique relativement simple, le comportement collectif des systèmes aqueux demeure un sujet de recherche dans de nombreuses disciplines scientifiques. Divers travaux ont étudié l'influence de facteurs physiques externes sur des propriétés telles que le pH, la conductivité électrique, la tension superficielle, les propriétés diélectriques et l'organisation moléculaire de l'eau, afin de mieux comprendre les mécanismes susceptibles de modifier son comportement macroscopique.

Dans ce contexte, l'étude de technologies capables d'induire des modifications mesurables des propriétés physicochimiques de l'eau au moyen de procédés physiques non invasifs suscite un intérêt croissant. Ce type de recherche présente un intérêt particulier lorsque les modifications observées sont obtenues sans ajout de réactifs chimiques ni apport direct d'énergie au milieu étudié.

Dans le cadre de ces recherches, le concept de vitalisation de l'eau est utilisé pour décrire l'apparition de modifications objectives et quantifiables de certains paramètres physicochimiques associées à des états d'équilibre et de stabilité accrus du système aqueux. D'un point de vue expérimental, la vitalisation n'est pas définie par des critères subjectifs ni par une modification de la composition chimique de l'eau, mais par l'observation de changements reproductibles de variables physiques pouvant être mesurées au moyen d'une instrumentation calibrée et certifiée.

La technologie développée par Pranan Technologies s'inscrit dans cette démarche scientifique. Le système étudié consiste en un dispositif entièrement passif, conçu pour interagir avec son environnement sans nécessiter d'alimentation électrique externe. Son architecture physique repose sur des autotransformateurs passifs nanotechnologiques constitués de couches minces multicouches, sur la configuration géométrique d'un conduit en double spirale et sur la génération de champs magnétiques statiques compensés de haute intensité.

Afin d'évaluer expérimentalement la capacité de cette technologie à induire des processus de vitalisation de l'eau, Pranan Technologies et le Département de Physique Appliquée de la Universitat Politècnica de Catalunya ont mis en place un programme conjoint de recherche et développement visant à caractériser les éventuelles modifications induites dans l'eau au moyen de paramètres physiques quantifiables.

L'étude est centrée sur l'analyse de deux variables largement utilisées pour la caractérisation physicochimique de l'eau : le pH et la conductivité électrique. Ces deux paramètres permettent d'évaluer objectivement l'existence de modifications associées à l'exposition des échantillons au dispositif étudié et constituent la base expérimentale sur laquelle repose le présent travail.

De ce point de vue, les variations observées du pH et de la conductivité électrique ne sont pas interprétées comme de simples modifications isolées de deux grandeurs physiques distinctes, mais comme des indicateurs potentiels d'un processus global de réorganisation et d'équilibre du système aqueux. L'évaluation

expérimentale de ces paramètres constitue ainsi le principal outil utilisé dans cette étude pour analyser et objectiver le phénomène de vitalisation associé à la technologie Pranan.

II. PROGRAMME DE R&D PRANAN – UPC

Le 15 octobre 2015, Pranan Technologies S.L. et la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) ont conclu une convention de recherche et développement afin d'étudier expérimentalement l'interaction entre la technologie passive développée par Pranan Technologies et les propriétés physicochimiques de l'eau.

Cette recherche est menée dans le cadre d'un programme de R&D réalisé conjointement par Pranan Technologies et le Département de Physique Appliquée de l'UPC. La convention établit un programme de recherche consacré à la caractérisation expérimentale des effets produits par le dispositif Pranan sur des paramètres physiques quantifiables, ainsi qu'au développement de modèles permettant d'interpréter les phénomènes observés.

Le programme intègre des activités de recherche fondamentale, de développement technologique et de validation expérimentale. Parmi ses principaux objectifs figurent la conception et l'optimisation de différentes configurations du dispositif, l'analyse de la réponse de l'eau après son exposition au système Pranan, l'évaluation de paramètres physicochimiques tels que le pH et la conductivité électrique, l'étude de la stabilité temporelle des effets observés ainsi que l'exploration des applications potentielles découlant des résultats obtenus.

La méthodologie adoptée associe la formulation d'hypothèses physiques à l'acquisition de données expérimentales au moyen d'une instrumentation calibrée et certifiée. Cette approche permet d'évaluer objectivement l'existence de modifications induites par une technologie entièrement passive, caractérisée par l'absence d'alimentation électrique externe, de réactifs chimiques ou de procédés électrochimiques appliqués à l'eau.

La direction scientifique du projet est assurée par le Dr Fidel Franco González, docteur en physique et chercheur au Département de Physique Appliquée de la Universitat Politècnica de Catalunya, responsable de la supervision méthodologique, de la conception expérimentale et de l'analyse des résultats.

Le programme de recherche a généré un ensemble de preuves expérimentales obtenues à partir de différentes configurations technologiques développées par Pranan Technologies. L'évolution des prototypes ainsi que la répétition des mesures ont permis d'évaluer la cohérence et la reproductibilité des effets observés, fournissant ainsi une base expérimentale pour l'étude des mécanismes physiques associés à la technologie étudiée.

La collaboration entre Pranan Technologies et la Universitat Politècnica de Catalunya réunit des compétences complémentaires en développement technologique et en recherche appliquée, établissant un cadre de travail destiné à produire des résultats vérifiables au moyen de paramètres physiques reconnus et de méthodologies de mesure reproductibles.

III. LA TECHNOLOGIE PASSIVE PRANAN

La technologie développée par Pranan Technologies repose sur un dispositif entièrement passif, caractérisé par l'absence d'alimentation électrique externe, de batteries, de générateurs électroniques ou de tout autre système actif d'apport énergétique.

Cette caractéristique distingue ce dispositif des autres technologies utilisées pour le traitement physique de l'eau, lesquelles font généralement appel à des courants électriques, à des champs électromagnétiques générés par l'électricité ou à des systèmes électroniques alimentés extérieurement afin de produire des modifications des propriétés du milieu traité.

Du point de vue expérimental, la nature passive du dispositif présente un avantage méthodologique important, puisqu'elle élimine l'influence des variables associées à l'alimentation électrique des équipements. Parmi ces variables figurent notamment les harmoniques électriques, les phénomènes transitoires, le bruit électromagnétique ou

encore les fluctuations provenant des sources d'alimentation, autant de facteurs susceptibles d'introduire une incertitude supplémentaire dans l'interprétation des résultats.

Par conséquent, les modifications observées au cours de cette étude se produisent en l'absence de tout apport direct d'énergie externe au système expérimental. Cette approche permet d'évaluer l'interaction entre l'eau et le dispositif uniquement à partir de sa configuration physique et structurelle, tout en minimisant l'influence des facteurs associés aux systèmes alimentés en énergie.

Cette caractéristique revêt une importance particulière dans le cadre de la présente étude, dont l'objectif est de déterminer si un système entièrement passif est capable d'induire des modifications mesurables des paramètres physicochimiques de l'eau. L'évaluation de ces modifications repose sur des variables quantifiables, à savoir le pH et la conductivité électrique, qui constituent les principaux indicateurs expérimentaux utilisés dans cette recherche.

IV. CONCEPT DE VITALISATION ET CRITÈRES D'ÉVALUATION

Le concept de vitalisation de l'eau suscite un intérêt dans différents domaines de recherche depuis plusieurs décennies. Divers auteurs ont avancé l'hypothèse que certaines influences physiques pourraient modifier des aspects liés à l'organisation interne et au comportement physicochimique de l'eau sans en altérer la composition chimique fondamentale.

Parmi les travaux les plus connus figurent ceux de Masaru Emoto, qui a proposé que différents stimuli environnementaux puissent influencer la formation de structures cristallines lors des processus de congélation de l'eau. Bien que ces observations aient fait l'objet de débats scientifiques en raison des difficultés liées à leur reproductibilité expérimentale, elles ont contribué à ouvrir de nouvelles voies de recherche consacrées à l'étude de possibles modifications structurelles et fonctionnelles de l'eau induites par des facteurs physiques externes.

Dans ce contexte, le présent programme de recherche adopte une approche expérimentale reposant exclusivement sur des variables physiques quantifiables et objectivement mesurables. Le concept de vitalisation utilisé dans cette étude ne repose ni sur des observations qualitatives ni sur des interprétations subjectives, mais sur l'identification de modifications reproductibles de paramètres physicochimiques reconnus et mesurés au moyen d'une instrumentation calibrée et certifiée.

Dans cette perspective, la vitalisation de l'eau est définie de manière opérationnelle comme la modification stable et quantifiable de certaines propriétés physicochimiques des molécules d'eau après leur exposition à l'action du dispositif Pranan. Cette définition permet de transposer un concept traditionnellement associé à des descriptions qualitatives vers un cadre expérimental fondé sur des preuves mesurables et susceptibles de faire l'objet d'analyses statistiques.

L'évaluation expérimentale de ce phénomène repose sur l'analyse de deux paramètres largement utilisés pour la caractérisation de l'eau : le pH et la conductivité électrique. Le pH fournit des informations sur l'équilibre acido-basique du système, tandis que la conductivité électrique constitue un indicateur sensible de la capacité du milieu à transporter une charge électrique ainsi que de la dynamique physicochimique associée aux espèces dissoutes.

En outre, cette étude prend en compte la stabilité temporelle des modifications observées ainsi que l'évolution des paramètres mesurés par rapport à des échantillons de référence non exposés au dispositif. Cette approche permet de distinguer les fluctuations spontanées propres au système des modifications attribuables au traitement expérimental.

Les résultats obtenus au cours du programme de R&D mettent en évidence des variations concomitantes du pH et de la conductivité électrique, observées de manière répétée dans différentes configurations expérimentales et sur différents types d'eau. L'apparition simultanée de modifications de ces deux variables suggère une modification globale du comportement physicochimique du système aqueux et fournit une base objective pour l'évaluation du phénomène de vitalisation étudié.

Selon cette approche, une eau vitalisée n'est pas définie par l'incorporation de nouvelles substances ni par une modification de sa composition chimique, mais par la présence de modifications mesurables de paramètres physiques traduisant une évolution du système vers des états d'équilibre et de stabilité accrus. La vitalisation est ainsi interprétée comme un phénomène pouvant être évalué expérimentalement au moyen de variables quantifiables, reproductibles et comparables, établissant un lien direct entre le concept théorique et les preuves obtenues au laboratoire.

V. MÉTHODOLOGIE EXPÉRIMENTALE

Cette recherche a pour objectif d'évaluer expérimentalement si l'exposition de l'eau au dispositif passif Pranan est capable d'induire des modifications mesurables de certains paramètres physicochimiques. L'hypothèse de travail repose sur le fait que, si l'interaction entre le dispositif et le système aqueux entraîne une réorganisation physique du milieu, cette interaction doit se traduire par des variations objectives, détectables et quantifiables des propriétés de l'eau.

Afin de vérifier cette hypothèse, une méthodologie expérimentale a été élaborée sur la base de la mesure de paramètres physicochimiques largement utilisés pour la caractérisation de l'eau. Parmi les différents variables susceptibles d'être étudiées, le pH et la conductivité électrique ont été retenus en raison de leur sensibilité aux modifications de l'état d'équilibre du système et de la possibilité de les déterminer au moyen de procédures normalisées et d'équipements de mesure certifiés.

La méthodologie expérimentale a été conçue et supervisée par le Département de Physique Appliquée de la Universitat Politècnica de Catalunya, garantissant l'application de critères de contrôle et de reproductibilité appropriés afin d'obtenir des résultats fiables et comparables.

Les essais ont été réalisés sur différents types d'eaux embouteillées de consommation courante, notamment les eaux commerciales Lanjarón et Bezoya, caractérisées par une faible ou très faible minéralisation. Parmi ces deux eaux, Bezoya a été retenue comme modèle expérimental principal en raison de sa très faible teneur en minéraux et de son pH légèrement acide lié à la présence de silice dissoute. Bien que la variation du pH demeure relativement faible, l'augmentation de l'énergie interne du système aqueux est considérée comme particulièrement significative.

Un second effet remarquable concerne l'évolution de la conductivité électrique. Malgré le caractère fortement isolant de l'eau sélectionnée, sa conductivité électrique présente une augmentation notable, d'une amplitude supérieure à celle observée pour le pH. Il convient également de souligner que, lorsque des champs magnétiques vectoriels sont appliqués, l'énergie du champ tend principalement à accroître la conductivité électrique, tandis que le pH peut même présenter une légère diminution. En revanche, grâce aux champs magnétiques compensés utilisés dans la technologie Pranan, la conductivité électrique et le pH augmentent simultanément.

Pour chaque essai, une mesure initiale de référence (T0) a été effectuée afin de caractériser l'état physicochimique de l'échantillon avant son exposition au dispositif Pranan. Une seconde mesure (T1) a ensuite été réalisée après un intervalle de temps prédéfini suivant l'exposition. Cette procédure permet de suivre l'évolution de chaque échantillon et de quantifier les éventuelles variations produites au cours de la période expérimentale.

Afin de distinguer les effets potentiellement attribuables au dispositif des fluctuations naturelles propres à l'eau, chaque essai comprenait un échantillon témoin soumis aux mêmes conditions environnementales et temporelles que l'échantillon traité, à la seule différence qu'il n'était pas exposé au dispositif Pranan. Ce protocole expérimental permet une comparaison directe entre les deux groupes et permet d'évaluer si les modifications observées dépassent les fluctuations spontanées attendues du système.

L'utilisation des mesures T0 et T1 revêt une importance particulière dans la présente étude, puisque les modifications observées se produisent sans ajout de réactifs chimiques, sans modification de la composition de l'eau et sans apport d'énergie externe. Par conséquent, l'évaluation expérimentale repose sur la capacité à détecter de faibles variations physicochimiques au moyen d'une instrumentation de haute sensibilité et à les comparer à l'évolution naturelle des échantillons témoins.

Les paramètres obtenus ont été analysés en valeurs absolues et relatives, les variations en pourcentage étant calculées entre les mesures initiales et finales. Cette approche permet de comparer des résultats provenant d'eaux présentant des caractéristiques physicochimiques différentes et facilite l'évaluation de l'ampleur réelle des effets observés.

La répétition des essais à l'aide de différentes configurations du dispositif et de différents types d'eau a également permis d'évaluer la cohérence des résultats et d'examiner la relation éventuelle entre l'évolution technologique des prototypes développés par Pranan Technologies et l'intensité des modifications enregistrées expérimentalement.

Dans le cadre de la présente recherche, l'observation de modifications simultanées et reproductibles du pH et de la conductivité électrique constitue le principal critère expérimental retenu pour évaluer l'existence de processus de vitalisation de l'eau. Ainsi, le concept de vitalisation est associé à des variables physiques quantifiables et peut être étudié au moyen de procédures objectives, reproductibles et susceptibles de vérification expérimentale.

VI. RÉSULTATS ET ANALYSE

Les résultats obtenus au cours du programme de recherche mettent en évidence des modifications cohérentes des deux paramètres retenus pour l'évaluation expérimentale du phénomène de vitalisation : le pH et la conductivité électrique. L'observation simultanée de variations de ces deux variables revêt une importance particulière, puisqu'il s'agit de paramètres physicochimiques indépendants reflétant des propriétés différentes du système aqueux.

Les échantillons exposés au dispositif Pranan présentent des variations du pH supérieures à celles observées dans les échantillons témoins. Parmi les résultats les plus représentatifs figurent des augmentations de 6,37 à 6,59, correspondant à une variation relative de 3,45 %, ainsi que des augmentations de 6,37 à 6,56 (+2,98 %), de 6,60 à 6,68 (+1,21 %) et de 5,84 à 5,89 (+0,86 %). En revanche, les échantillons témoins, soumis aux mêmes conditions environnementales et temporelles, présentent des variations nettement plus faibles, voire de légères diminutions dans certains essais.

D'un point de vue physicochimique, ces résultats suggèrent que l'exposition au dispositif ne provoque pas une modification aléatoire du pH, mais une réponse systématique, distincte de l'évolution naturelle observée dans les échantillons de référence. Il est particulièrement remarquable que les augmentations les plus importantes soient enregistrées pour les échantillons présentant initialement les valeurs de pH les plus faibles, tandis que l'amplitude des variations tend à diminuer à mesure que le système se rapproche de conditions voisines de la neutralité.

Ce comportement est compatible avec l'hypothèse selon laquelle le phénomène observé ne correspond pas à un simple processus d'alcalinisation de l'eau, mais traduit une évolution vers des états d'équilibre physicochimique plus élevés. Dans cette interprétation, la modification du pH constituerait une manifestation indirecte d'un processus global de réorganisation du système aqueux.

Une tendance similaire est observée pour la conductivité électrique. Les échantillons traités présentent des augmentations constantes par rapport aux valeurs initiales, avec des variations de 3,25 %, 5,12 %, 12,66 % et 14,44 % selon les différentes configurations expérimentales. À l'inverse, les échantillons témoins présentent des variations très limitées, généralement inférieures à 1 %, compatibles avec les fluctuations normales du système expérimental.

L'ampleur des différences observées pour la conductivité électrique revêt une importance particulière en raison de la grande sensibilité de ce paramètre aux modifications du comportement global du système aqueux. La répétition d'augmentations nettement supérieures à celles observées dans les échantillons témoins indique que les variations enregistrées ne peuvent être attribuées uniquement à l'évolution spontanée des échantillons au cours du temps.

Un autre aspect remarquable réside dans la relation observée entre l'évolution technologique du dispositif et l'intensité des effets mesurés. Au fur et à mesure de l'avancement du programme de R&D et de l'introduction d'améliorations successives dans les différentes configurations développées par Pranan Technologies, les augmentations de la conductivité électrique montrent une tendance croissante, atteignant des valeurs supérieures à 14 % dans les configurations les plus avancées. Cette corrélation entre l'optimisation technologique et la réponse expérimentale renforce la cohérence interne de l'ensemble des résultats obtenus.

Considérées dans leur ensemble, les données relatives au pH et à la conductivité électrique mettent en évidence un comportement cohérent avec l'hypothèse formulée au début de cette étude. L'apparition simultanée de modifications de ces deux variables, leur reproductibilité dans différents essais ainsi que leur différence systématique par rapport aux échantillons témoins constituent des preuves expérimentales compatibles avec l'existence d'une modification globale de l'état physicochimique de l'eau induite par le dispositif Pranan.

Selon la définition opérationnelle adoptée dans ce travail, ces modifications peuvent être interprétées comme des indicateurs d'un processus de vitalisation de l'eau. Dans ce contexte, la vitalisation n'est pas associée à une modification de la composition chimique du milieu, mais à l'apparition de variations quantifiables de paramètres physiques traduisant une évolution du système vers des états d'équilibre et de stabilité accrus. Les résultats obtenus fournissent ainsi une base expérimentale objective pour l'évaluation de ce phénomène au moyen de variables susceptibles d'être mesurées, comparées et reproduites expérimentalement.

Enfin, il ressort de cette étude que les effets induits par l'application de champs magnétiques vectoriels diffèrent de ceux obtenus avec les champs magnétiques compensés, bien que les deux types de traitement soient appliqués à l'eau, matériau diamagnétique dont les propriétés sont modifiées sous l'action des champs magnétiques.

Les résultats obtenus sont interprétés à la lumière des connaissances actuelles relatives à la structure physique de l'eau, aux interactions entre l'eau et les matériaux, ainsi qu'aux phénomènes d'organisation moléculaire décrits dans la littérature scientifique spécialisée. Ils constituent une approche expérimentale fondée sur des paramètres quantifiables pour l'étude du phénomène de vitalisation de l'eau.

VII. RÉFÉRENCES ET CADRE SCIENTIFIQUE

Les références sélectionnées constituent le cadre scientifique utilisé pour contextualiser les résultats obtenus au cours du programme de R&D mené conjointement par Pranan Technologies et la Universitat Politècnica de Catalunya. Elles regroupent des travaux portant sur la structure et les propriétés physicochimiques de l'eau, les interactions entre l'eau et les matériaux, les applications de la nanotechnologie ainsi que les différentes approches scientifiques du concept de vitalisation de l'eau.

Les preuves expérimentales présentées dans cette étude reposent exclusivement sur les mesures du pH et de la conductivité électrique réalisées au moyen d'une instrumentation calibrée et certifiée, ainsi que sur les résultats obtenus dans le cadre du programme de recherche mené conjointement avec le Département de Physique Appliquée de la Universitat Politècnica de Catalunya.

Références

[1] Agmon, N. (1995). The Grotthuss mechanism. *Chemical Physics Letters*, 244(5–6), 456–462.

- [2] Amiri, M. C., & Dadkhah, A. A. (2006). On reduction in the surface tension of water due to magnetic treatment. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 278(1–3), 252–255.
- [3] Marx, D. (2006). Proton transfer 200 years after von Grotthuss: Insights from ab initio simulations. *ChemPhysChem*, 7(9), 1848–1870.
- [4] Pang, X. F., & Deng, B. (2008). Investigation of changes in properties of water under the action of a magnetic field. *Science in China Series G: Physics, Mechanics and Astronomy*, 51(11), 1621–1632.
- [5] Toledo, E. J. L., Ramalho, T. C., & Magriotis, Z. M. (2008). Influence of magnetic field on physical-chemical properties of the liquid water. *Journal of Molecular Structure*, 888(1–3), 409–415.
- [6] Chen, M., Ko, H. Y., Remsing, R. C., Calegari Andrade, M. F., Santra, B., Sun, Z., Zhang, A., & Car, R. (2017). Ab initio theory and modeling of water. arXiv.
- [7] Cukierman, S. (2006). Et tu, Grotthuss! and other unfinished stories. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics*, 1757(8), 876–885.
- [8] Emoto, M. (2004). *The hidden messages in water. Beyond Words Publishing.*
- [9] Hartnig, C., Witschel, W., Spohr, E., Gallo, P., Ricci, M. A., & Rovere, M. (2000). Modifications of the hydrogen bond network of liquid water in a cylindrical SiO₂ pore. arXiv.
- [10] Kaku, M. (1987). *Beyond Einstein: The cosmic quest for the theory of the universe. Oxford University Press.*
- [11] Kaluza, T. (1921). Zum Unitätsproblem der Physik. *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften*, 966–972.
- [12] Khatib, R., Backus, E. H. G., Bonn, M., Perez-Haro, M. J., Gaigeot, M. P., & Sulpizi, M. (2016). Water orientation and hydrogen-bond structure at the fluorite/water interface. arXiv.
- [13] Klein, O. (1926). Quantum theory and five-dimensional theory of relativity. *Zeitschrift für Physik*, 37(12), 895–906.
- [14] Le Ouay, B., & Stellacci, F. (2015). Antibacterial activity of silver nanoparticles: A surface science insight. *Nano Today*, 10(3), 339–354.
- [15] Liu, R., & Chen, M. (2023). Characterization of the hydrogen-bond network in high-pressure water by deep potential molecular dynamics. arXiv.
- [16] Miceli, G., De Gironcoli, S., & Pasquarello, A. (2016). Isobaric first-principles molecular dynamics of liquid water with nonlocal van der Waals interactions. arXiv.
- [17] Silvera Batista, C. A., Larson, R. G., & Kotov, N. A. (2015). Nonadditivity of nanoparticle interactions. *Science*, 350(6257),

VIII. ANNEXE

Documentation technique et traçabilité expérimentale

Introduction

La présente annexe rassemble la documentation technique relative aux éléments expérimentaux utilisés dans le cadre du programme de recherche mené conjointement par Pranan Technologies S.L. et le Département de Physique Appliquée de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

Afin de garantir une traçabilité scientifique maximale des résultats obtenus, cette annexe présente la documentation photographique du dispositif utilisé lors des essais, la représentation technique de son architecture de conception, son évolution vers une configuration industrialisée ainsi que les spécifications de l'instrumentation employée pour la détermination des paramètres physicochimiques analysés.

Les informations présentées complètent les résultats expérimentaux exposés dans le corps principal de l'étude et permettent d'identifier

aussi bien la configuration technologique étudiée que les conditions instrumentales dans lesquelles les mesures de pH et de conductivité électrique ont été réalisées.

A.1 Prototype expérimental utilisé au cours de l'étude

Figure A.1. Prototype expérimental utilisé lors des essais de vitalisation de l'eau.

La figure présente le dispositif expérimental utilisé au cours du programme de R&D pour l'exposition des échantillons d'eau faisant l'objet de cette étude.

Ce prototype constitue la configuration technologique sur laquelle ont été réalisés les essais de caractérisation physicochimique décrits dans le présent rapport. Sa conception intègre l'architecture fonctionnelle développée par Pranan Technologies pour étudier l'interaction entre le dispositif et les propriétés physicochimiques de l'eau, permettant ainsi d'évaluer expérimentalement l'évolution de paramètres tels que le pH et la conductivité électrique dans des conditions contrôlées.

A.2 Représentation technique et architecture du dispositif

Figure A.2. Représentation technique du dispositif expérimental et détail de son architecture interne.

La documentation technique présentée dans cette figure comprend différentes vues de conception et coupes du dispositif utilisé au cours de cette étude.

Ces représentations permettent de visualiser la configuration géométrique générale du système ainsi que la disposition relative de ses différents éléments structurels internes. Cette documentation fait partie du processus d'ingénierie développé dans le cadre du programme de recherche et constitue la référence technique utilisée pour la fabrication et la validation des prototypes expérimentaux évalués au cours de cette étude.

Pour des raisons de protection technologique et industrielle, certains aspects fonctionnels spécifiques du système ne sont pas décrits en détail dans le présent document.

A.3 Certification métrologique et étalonnage de l'instrumentation

Figure A.3. Certification et contrôle métrologique de l'instrumentation

Afin de garantir la fiabilité et la traçabilité des mesures réalisées, l'équipement utilisé est accompagné de certificats de fabrication, d'étalonnage et de contrôle qualité délivrés par Hanna Instruments. Ces documents attestent de la vérification fonctionnelle de l'instrument HI2020 ainsi que des sondes spécifiques utilisées pour la détermination du pH, de la température et de la conductivité électrique.

Les certificats indiquent que les équipements ont été fabriqués, étalonnés et testés à l'aide d'étalons de référence traçables aux standards internationalement reconnus. Ils attestent de la vérification de paramètres tels que la précision, la linéarité, le temps de réponse, la compensation thermique et la stabilité des mesures. En outre, les essais de contrôle qualité ont été réalisés selon des procédures compatibles avec des systèmes de management de la qualité conformes à la norme ISO 9001.

L'utilisation d'une instrumentation certifiée revêt une importance particulière dans le cadre de la présente étude, les variations observées du pH et de la conductivité électrique se situant dans des plages de mesure qui exigent une sensibilité élevée et une grande précision instrumentale afin d'en garantir une détection et une quantification fiables.

A.4 Instrumentation utilisée pour les mesures expérimentales

Figure A.4. Système multiparamétrique utilisé pour la détermination du pH et de la conductivité électrique.

Les mesures expérimentales ont été réalisées à l'aide du système multiparamétrique professionnel Hanna Instruments Edge® HI2020, conçu pour les applications de laboratoire et la caractérisation physicochimique des échantillons liquides.

Ce système permet la mesure du pH, de la conductivité électrique et de l'oxygène dissous au moyen de sondes numériques spécifiques. Il intègre une compensation automatique de la température, des procédures avancées d'étalonnage ainsi qu'une capacité d'enregistrement des données. L'instrument offre une résolution pouvant atteindre 0,001 unité de pH et 0,01 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour la conductivité électrique, des performances particulièrement adaptées à la détection de faibles variations des propriétés physicochimiques de l'eau.

A.5 Représentation conceptuelle industrialisée du système Pranan

Figure A.5. Représentation de l'évolution industrielle du dispositif développé par Pranan Technologies.

La figure présente une représentation industrialisée du système développé à partir de l'architecture technologique validée au cours du programme de recherche.

Cette configuration conserve les principes physiques fondamentaux évalués expérimentalement, tout en intégrant des améliorations liées à l'ingénierie, aux procédés de fabrication, à l'intégration mécanique et à l'optimisation industrielle. L'évolution du prototype expérimental vers une solution industrialisée constitue une étape naturelle du processus de transfert technologique et reflète le niveau de maturité atteint par cette technologie à l'issue des différentes phases de recherche, de validation expérimentale et de développement.



Dpto. de Física Aplicada
Universitat Politècnica de Catalunya
Campus Diagonal Nord, Edifici B5
C/ Jordi Girona 1-3 08034 Barcelona



Dpto. Técnico I+D
Pranan Technologies
C/ Madres de la plaza de Mayo 44 2º
31013 Pamplona - Navarra

Figure A.1.



Figure A.2.

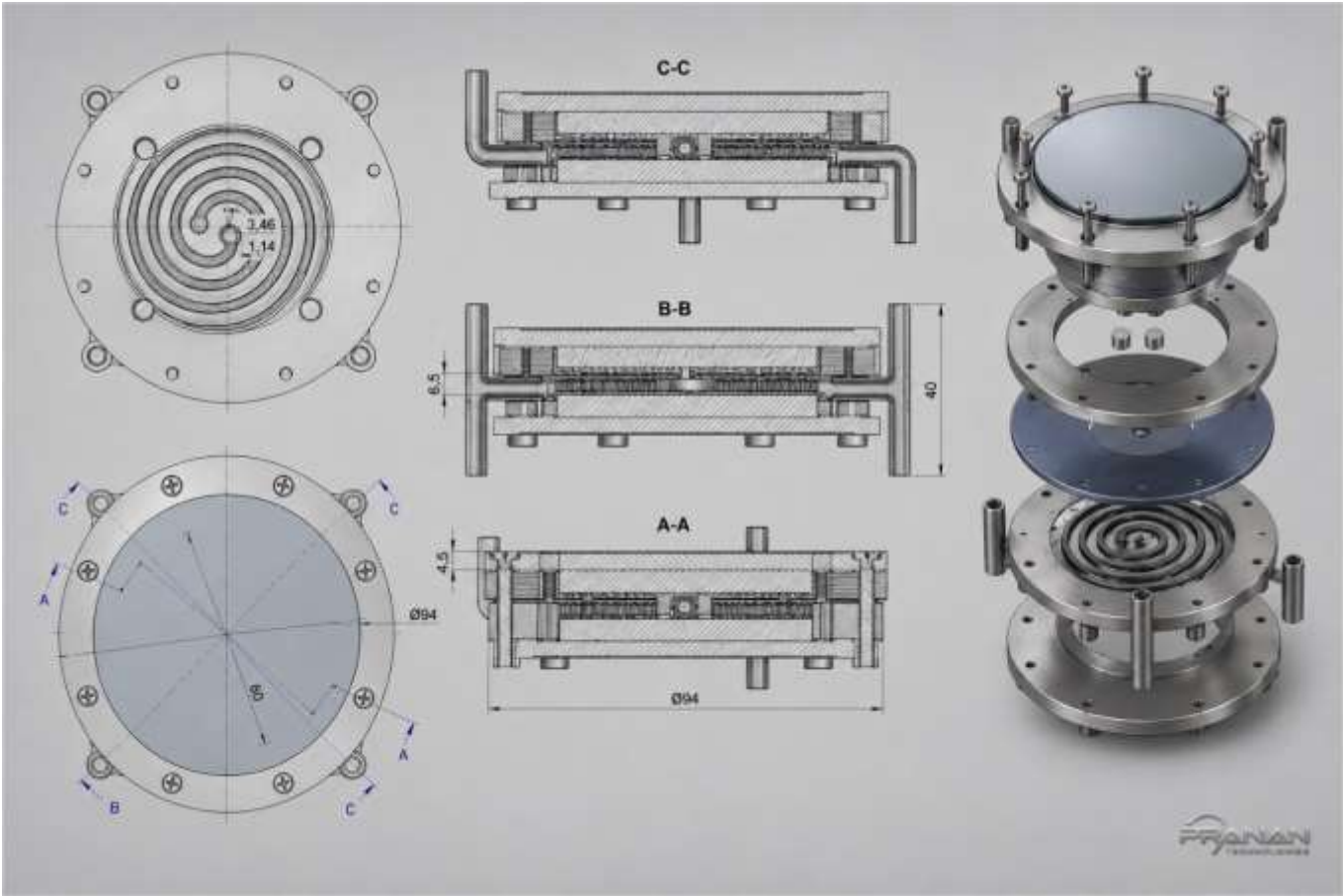


Figure A.3.1.



Instrument Quality Certificate

Instrument:

S/N:

Software version:

HI 2020-02


C0112057

1.05

Description: BENCH METER with pH/Temperature digital probe 230 VAC

Hanna Instruments certifies that this instrument has been produced, calibrated, tested to meet all applicable Hanna procedures, using standards and reference instruments, the accuracy of which is traceable to the National Institute of Standards (NIST) in the USA or to internationally accept natural physical standards. The standards and reference instruments used in calibration and testing are supported by a calibration system which meets requirements of ISO 9001. The following tests have been performed according with the reference from the Work Instruction of the meter.

The results are listed below:

A. Functionality tests	Reference	Result	B. Aesthetic Control	Reference	Result
A.1. Switch ON/OFF tests	7.4.&7.5.	PASSED	B.1. Instrument aesthetic check	8.3.1.	DONE
A.2. LCD tests	7.4.	PASSED	B.2. Meter Cradles aesthetic check	9.7. & 10.3.	DONE
A.3. Keyboard test	3.3.	PASSED	B.3. Electrode Holder aesthetic check	11.6.	DONE
A.4. Battery Charging test	7.3.	PASSED			
A.5. Factory Calibration test	3.3.	PASSED	C. Packing	Reference	Result
A.6. Real Time Clock test	6.3.3.	PASSED	C.1. Instrument	11.1.	CHECKED
A.7. Sound test	7.5.	PASSED	C.2. Probe	11.2.	CHECKED
A.8. Connector Assembly	7.1.	PASSED	C.3. Chemical pack	11.3.	CHECKED
A.9. µUSB Charging test	7.3.	PASSED	C.4. Bench Cradle	11.4.	CHECKED
A.10. µUSB Communication test	7.7.	PASSED	C.5. Wall Mounted Cradle	11.5.	CHECKED
A.11. Standard USB test	3.3.	PASSED	C.6. Electrode Holder	11.6.	CHECKED
A.12. Probe Connectivity test	7.6.	PASSED	C.7. Power Adapter & USB cable	11.7.	CHECKED
A.13. Measurement test (pH, EC, DO, T)	B.3.2.	PASSED	C.8. Instruction Manual	11.8.	CHECKED
A.14. Power Adapter test	B.3.3.	PASSED	C.9. Meter and probe quality certificate	11.9.	CHECKED

Calibration, functionality test, aesthetic control and packing have been met.


This certificate is valid for one (1) year from the date of issue.

Date: 2014-04-11

Inspector: Marius Albert / Engineer
(Name / Title of Signatory)

Signature: 

Figure A.3.2



Electrode Quality Certificate

Electrode:	Parameter:	SN:	Firmware:	Recommended for:
HI10530	pH/Temperature	026780	1.04	HI2020

Description: Digital, glass body, double junction, conical tip, pH/temperature electrode

Hanna Instruments certifies that this electrode has been produced, calibrated and tested to meet all applicable Hanna procedures, using standards and reference instruments, the accuracy of which is traceable to the National Institute of Standards (NIST) in the USA or to internationally acceptable national physical standards. The standards and reference instruments used in calibration and testing are supported by a calibration system which meets requirements of ISO 9001.


Standard Reference Materials:	pH:	185h, 186g, 187e, 189c, 191d, 2193a [NIST]		
External/Internal reference devices*:	°C:	NTO-031 [NIST Certified Thermometers Set]		
	KΩ/MΩ:	SN#148047ADH [Megohmmeter]		

Tests performed using reference devices:

mV (@ 25 °C):	Offset (7.01 pH) [mV]:	0.0		
	Tolerance [mV]:	± 5		
	Reading [mV]:	-1.6		PASSED
	Slope (4.01 pH) [mV]:	177.5		
	Tolerance [mV]:	170.4 - 177.5		
	Reading [mV]**:	175.6		PASSED
mV response time (4.01 pH → 7.01 pH)***:	Standard time [s]:	< 1		PASSED
	Tolerance [s]:	+ 1		
Temperature:	Ref. Temp. [°C]:	5.0	25.0	50.0
	Tolerance [°C]:	± 0.4	± 0.4	± 0.4
	Readings [°C]:	5.0	25.0	50.1 PASSED
Temperature response time (25 °C → 50 °C)***:	Standard time [s]:	< 45		
	Tolerance [s]:	+ 10		
	Reading [s]:	25		PASSED
Glass impedance (@ 25 °C):	Tolerance [MΩ]:	50 - 150		PASSED
Reference impedance (@ 25 °C):	Maximum value [KΩ]:	10		PASSED

*) All references are periodically checked and are used only if are inside certification interval; NP = not performed.
 **) Offset compensated.
 ***) Evaluated for 90 % of step.

Quality control and testing criteria have been met.

Date:	2016-03-11	Inspector:	Jarca Vestița / Engineer
			(Name / Title of Signatory)
		Signature:	

CERTELECT_pH_temp_10530_rev.0.0.2 page 1 of 1

Hanna Instruments Inc. 584 Park East Drive Woonsocket, RI 02895
www.hannainst.com

Figure A.3.3



Electrode Quality Certificate

Electrode:	Parameter:	SN:	Firmware:	Recommended for:
HI 11310	pH/Temperature	006289	1.04	HI 2020

Description: Digital, glass body, double junction, pH/temperature electrode

Hanna Instruments certifies that this electrode has been produced, calibrated and tested to meet all applicable Hanna procedures, using standards and reference instruments, the accuracy of which is traceable to the National Institute of Standards (NIST) in the USA or to internationally acceptable national physical standards. The standards and reference instruments used in calibration and testing are supported by a calibration system which meets requirements of ISO 9001.

Standard Reference Materials:	pH:	185h, 186g, 187e, 189c, 191d, 2193a [NIST]
External/Internal reference devices*:	°C:	NTO-031 [NIST Certified Thermometers Set]
	KΩ/MΩ:	SN#148047ADH [Megohmmeter]

Tests performed using reference devices:

mV (@ 25 °C):	Offset (7.01 pH) [mV]:	0.0	
	Tolerance [mV]:	± 5	
	Reading [mV]:	-1.0	PASSED
	Slope (4.01 pH) [mV]:	177.5	
	Tolerance [mV]:	170.4 - 177.5	
	Reading [mV]**:	173.8	PASSED
	Standard time [s]:	< 1	PASSED
mV response time (4.01 pH → 7.01 pH)***:	Tolerance [s]:	+ 1	
	Ref. Temp. [°C]:	5.0 25.0 80.0	
Temperature:	Tolerance [°C]:	± 0.4 ± 0.4 ± 0.4	
	Readings [°C]:	5.2 25.2 80.2	PASSED
	Standard time [s]:	< 45	
Temperature response time (25 °C → 50 °C)***:	Tolerance [s]:	+ 10	
	Reading [s]:	40	PASSED
	Glass impedance (@ 25 °C):	Tolerance [MΩ]:	100 - 300
Reference impedance (@ 25 °C):	Maximum value [KΩ]:	10	PASSED

*) All references are periodically checked and are used only if are inside certification interval; NP = not performed.
 **) Offset compensated.
 ***) Evaluated for 90 % of step.

Quality control and testing criteria have been met.

Date: 2014-01-24 Inspector: Cimpean Vasile / Engineer
(Name / Title of Signatory)

Signature:

Figure A.3.4



Electrode Quality Certificate

Electrode: HI 763100 Parameter: EC / Temperature SN: 100733 Firmware: 1.03 Recommended for: HI 2030

Description: Digital, 4 ring conductivity probe with integral temperature sensor

Hanna Instruments certifies that this electrode has been produced, calibrated and tested to meet all applicable Hanna procedures, using standards and reference instruments, the accuracy of which is traceable to the National Institute of Standards (NIST) in the USA or to internationally acceptable national physical standards. The standards and reference instruments used in calibration and testing are supported by a calibration system which meets requirements of ISO 9001.

Standard Reference Materials: EC: SRM2201, SRM2202 [NIST]
 External / Internal reference devices*: °C: NTO-031 [NIST Certified Thermometers Set]

Tests performed using reference devices			
EC (@ 25 °C):	Offset (air) [$\mu\text{S}/\text{cm}$]:	0.00	
	Tolerance [$\mu\text{S}/\text{cm}$]:	+ 0.01	
	Reading [$\mu\text{S}/\text{cm}$]:	0.00	PASSED
	Slope (12.88 mS/cm) C.F. [cm^{-1}]:	1.000	
	Tolerance C.F. [cm^{-1}]:	0.800 - 1.200	
EC response time (Cal.: 12.88 mS/cm; Reading: 5.00 mS/cm)**:	Standard time [s]:	< 5	PASSED
	Tolerance [s]:	+ 1	
Temperature:	Ref. Temp. [°C]:	25.0	50.0
	Tolerance [°C]:	± 0.4	± 0.4
	Readings [°C]:	25.0	50.0
Temperature response time (25 °C → 50 °C)**:	Standard time [s]:	< 25	
	Tolerance [s]:	+ 5	
	Reading [s]:	12	PASSED

*) All references are periodically checked and are used only if are inside certification interval; NA = not applicable; NP = not performed.
 **) Evaluated for 90 % of step.

Quality control and testing criteria have been met.

Date: 2014-05-07 Inspector: Codruta Petrisor / Engineer
(Name / Title of Signatory)
 Signature: 



Figure A.4

Edge Multiparamétrico

El más versátil. 1 mismo instrumento, 3 parámetros, según el sensor conectado: pH, CE o OD

HI2020 pH, CE, OD



	Rango	Resolución	Calibración
pH	-2 a 16 pH - 1000 mV	0.01 - 0.001 pH - 0.1 mV	Seis 5 puntos
CE	0.01 a 200 mS/cm absoluta	0.01 uS/cm - 0.1 uS/cm	1 punto con patrón y otro
OD	0 a 45 ppm O ₂ a 300 %	0.01 ppm 0.2 % saturación	1 a 2 puntos, 0% y 100%
OD P	Complemento con sensor OD P		
Registro de datos	Hasta 1000 registros		
Comunicación	Puerto USB para exportar a pc o móvil		
Sensores	Digital, conector 3.5 mm, temperatura integrada		

Figure A.5

