

Thèse ETH n° 12644

Influence des champs électromagnétiques sur
Procédés de cristallisation : Applications pratiques au
traitement des boues des stations d'épuration et dans
Systèmes d'eau potable

Dissertation pour l'obtention du titre de
Docteur en sciences naturelles

à

École polytechnique fédérale de Zurich

présenté par

Régula Müller

Dipl. sc. nat. ETH Zurich

né le 1er février 1960

Citoyen de Wetzikon

adopté à la demande de

Professeur Dr Bernhard Wehrli

Dr Hansruedi Siegrist

Professeur Dr. Arnin Reller

Zurich 1998

Résumé

Ce travail aborde les questions relatives à l'influence des champs électromagnétiques sur une éventuelle réduction des dépôts.

dans des canalisations. Les investigations ont été menées à l'aide d'un dispositif utilisant des bobines enroulées autour des canalisations pour générer des champs électromagnétiques spécifiques.

généérés. Des études de cas ont été menées dans les systèmes de traitement des boues de deux stations d'épuration des eaux usées et dans un système d'approvisionnement en eau potable .

Plus précisément, cela concernait trois aspects :

1. Les champs électromagnétiques entraînent-ils des différences phénoménologiques dans
Processus de cristallisation ?
2. Est-il possible de contrôler les champs électromagnétiques même dans des systèmes techniques complexes tels que
Vous utilisez avec succès les stations d'épuration des eaux usées ?
3. Quels mécanismes d'action doivent être examinés de plus près quant à leur rôle ?
devenir?

annonce 1:

Les investigations menées dans le cadre de l'étude de cas sur l'eau potable ont permis de faire des observations intéressantes grâce aux conditions relativement propres :

Sous l'influence du champ, l'épaisseur de la couche construite a diminué (6 fois moins).

Les modifications et la morphologie des cristaux présentaient également des différences marquées. Des observations similaires ont été rapportées dans la littérature .

confirmé.

De plus, la proportion quantitative d'une phase de fer ferrimagnétique a diminué sous l'influence du champ . Ce résultat a jusqu'à présent été considéré comme une hypothèse.

Proposée, mais jamais prouvée expérimentalement.

annonce 2:

Le domaine d'application du traitement des boues des stations d'épuration a été défini comme le principal sujet de recherche.

Une première étude de cas a été réalisée à l'ARA Werdhölzli (Zurich), où des problèmes de calcification ont été observés. ce qui a conduit à l'ajout d'acide phosphorique aux eaux usées .

Lors des tests suivants, la dose d'acide a été réduite de moitié. L' épaisseur de la couche est restée faible, mais aucune différence n'a été observée entre les zones traitées et les zones témoins. Seule une phase de test supplémentaire, réalisée dans des conditions de calcification intense , a permis de constater une différence dans la vitesse d'épaisseur de la couche.

L' efficacité des dispositifs utilisés ici était insuffisante pour une application valable.

Dans une autre station d'épuration des eaux usées de Worblental (canton de Berne), des dépôts minéraux sur les échangeurs de chaleur menaçaient le maintien de la température de fonctionnement requise pour la digestion anaérobie. Ces dépôts étaient composés de vivianite, un Phosphate de fer divalent. Il a été démontré ici qu'un dispositif permettant le réglage des paramètres de terrain permet de prévenir totalement la formation de nouveaux dépôts. peut être évité.

Dans la pratique, l'expérience (ancienne) s'est donc répétée, à savoir que Le succès de l'utilisation des dispositifs électromagnétiques dépend fortement des champs et des Cela dépend des conditions physico-chimiques aux limites. Les études de cas montrent que cette technique est effectivement applicable en pratique aux systèmes complexes. En tant que solution durable, elle permet de réaliser des économies d'énergie et de coûts, et de réduire la salinité de l'eau potable et des cours d'eau.

annonce 3.:

Les observations actuelles ainsi que les considérations théoriques issues de la physique et La chimie nous amène à l'idée que des forces sont exercées sur le corps par des champs électromagnétiques. Des porteurs de charge influencent le comportement de cristallisation en solution aqueuse. Pour comprendre les relations entre les champs électromagnétiques et... Pour comprendre les processus chimiques de cristallisation au niveau moléculaire, Les expériences en laboratoire sont menées dans des systèmes définis.

Résumé

Ce travail porte sur l'application des champs électromagnétiques à la prévention de la formation de tartre dans les canalisations. Les études de cas incluent le traitement des boues de deux stations d'épuration et un réseau d'adduction d'eau potable présentant une eau très dure.

Les trois questions principales étaient :

1. Les champs électromagnétiques entraînent-ils des différences dans les processus de cristallisation ?
 2. Les champs électromagnétiques peuvent-ils être utilisés avec succès dans des systèmes techniques complexes comme les stations d'épuration des eaux usées ?
 3. Quels sont les mécanismes possibles et les sujets pertinents à approfondir ?
- enquêtes ?

Première question :

Dans le cadre de ce travail expérimental, un dispositif produisant des champs électromagnétiques a été utilisé. Des champs électromagnétiques sont induits dans les canalisations d'eau grâce à des bobines. L'étude de cas portant sur une eau potable très dure a permis de dégager des résultats intéressants : premièrement, sous l'influence des champs électromagnétiques, l'épaisseur du tartre, la structure cristalline et la forme des cristaux se sont modifiées. Ces observations sont corroborées par la littérature scientifique. On a également observé que, sous l'influence de champs électromagnétiques, la quantité de fer ferrimagnétique variait. Cet effet a été proposé comme hypothèse, mais n'a jamais été vérifié expérimentalement.

Question 2 :

L'application de cette technique à la fermentation anaérobie des boues activées dans un La station d'épuration des eaux usées était au cœur de ce projet. Une première étude de cas a été réalisée à la station d'épuration des eaux usées de Werdhölzli (Zurich, En Suisse, l'entartrage est contrôlé par l'ajout d'acide phosphorique à l'eau encrassée. À titre expérimental, des dispositifs électromagnétiques ont été installés et, simultanément, La quantité d'acide a été réduite de moitié. On a observé peu de dépôts, mais aucune différence n'a été constatée entre les zones traitées et les zones témoins. La phase expérimentale, menée dans des conditions de précipitation intense, a permis de constater un gain de temps notable pour la mise à l'échelle. Toutefois, une optimisation supplémentaire s'avérait nécessaire pour une utilisation optimale des dispositifs. Une seconde étude de cas a été menée dans la station d'épuration de Worblental (près de Berne, en Suisse), où des dépôts minéraux dans les échangeurs de chaleur ont permis de réduire considérablement la température du processus d'encrassement. Ces dépôts sont composés de vivianite, un phosphate de fer(II).

L'utilisation d'un dispositif électromagnétique réglable a permis d'empêcher totalement la formation de dépôts minéraux.

Les études de cas ont confirmé l'expérience acquise depuis longtemps, selon laquelle la réussite de l'application des champs électromagnétiques dépend fortement du type de champs et des conditions aux limites physico-chimiques.

Les études de cas ont montré que cette technique peut effectivement s'avérer très utile dans les systèmes complexes. Elle peut contribuer à une prévention durable de l'entartrage, permettant ainsi des économies d'énergie. Les coûts et, en ce qui concerne l'utilisation d'échangeurs d'ions, réduire la charge saline qui en résulte eau potable et plans d'eau douce.

Question 3 :

Ce travail, associé à des principes théoriques de physique et de chimie, apporte des éléments de réponse quant au mécanisme des effets anti-tartre potentiels du traitement électromagnétique de l'eau : les champs électromagnétiques exercent des forces sur les charges. Il en résulte une modification du comportement de cristallisation dans la solution électrolytique. Afin de mieux comprendre les interactions entre les champs électromagnétiques et les processus chimiques à l'échelle moléculaire, des expériences en laboratoire sur des systèmes propres et définis sont nécessaires.