

# Afth

Association française des  
techniques hydrothermales

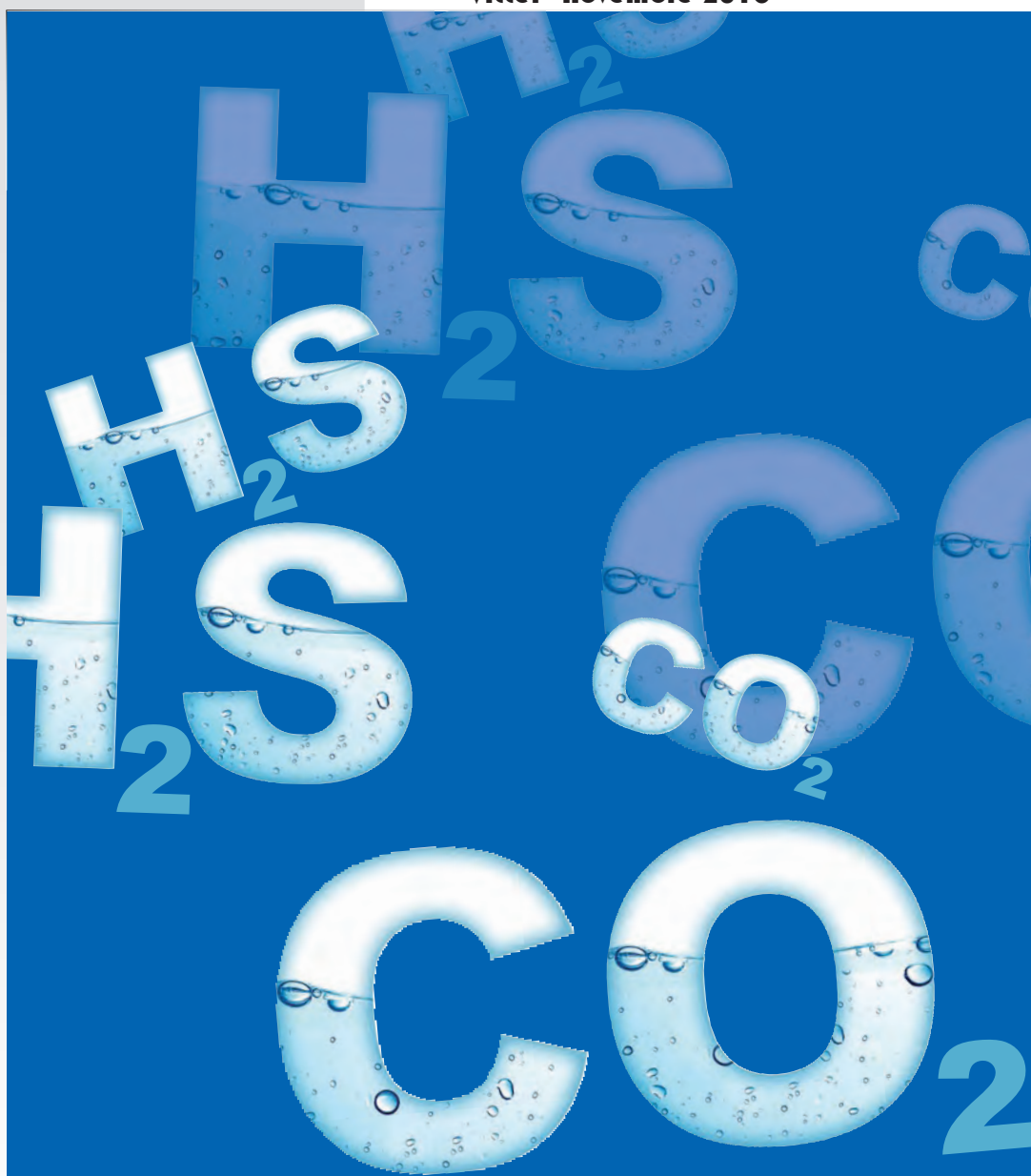
Bulletin d'information n°28 2017

# ACTUALITES

Techniques hydrothermales

## LES GAZ EN MILIEU THERMAL

Vittel - novembre 2016



VITTEL - NOVEMBRE 2016

# Le gaz DANS LES établissements thermaux

## USAGE DES GAZ THERMAUX

Résultat du questionnaire - R. Ainouche .....	3
Guide des bonnes pratiques - J.-P. Fouquey et C.-E. Bouvier .....	5
AfTh - ARCAGÉE - CNETh .....	

## DÉFINITION ET EXPLOITATION D'UNE RESSOURCE GAZEUSE

## LES RESSOURCES GAZEUSES

P. Corrigan - ANTEA GROUP .....	10
---------------------------------	----

## CONDITIONS D'EXPLOITATION D'UN CAPTAGE

N. Maurillon - ARCAGÉE .....	13
------------------------------	----

## CONDITIONS D'ANALYSE D'UNE RESSOURCE GAZEUSE

## ANALYSE D'EAU SUR UNE RESSOURCE GAZEUSE

C. De Portal - LHE .....	16
--------------------------	----

## ANALYSE DE GAZ

F. Gal - BRGM et M. Mercier - Thermes de Neris-les-bains .....	19
--	----

## CONDITIONS D'EXPLOITATION, DIFFICULTÉS, AVANTAGES, ÉLÉMENTS DE SÉCURITÉ

## PROBLÉMATIQUES DE DÉPÔT AVEC UNE RESSOURCE GAZEUSE CHAUDE

J.-M. Dolon - Thermes de Chaudes-Aigues .....	21
---	----

## SPÉCIFICITÉS D'UN RÉSEAU DE GAZ THERMAL DE CO<sub>2</sub>

V. Valdevit - Thermes de Royat .....	24
--------------------------------------	----

## PROBLÉMATIQUES DE GESTION DU MATÉRIEL ET DE SÉCURITÉ D'UNE RESSOURCE SULFURÉE

C. Pessereau - Thermes d'Enghien-les-Bains .....	27
--	----

## DES USAGES ET UN ORGANE SPÉCIFIQUE

## LES DIFFÉRENTS POSTES DE SOINS UTILISANT DU GAZ, CAS SPÉCIFIQUE DU CARBONATEUR

S. Labarthe - Institut du Thermalisme de Dax .....	29
--	----

## PRIX AFTH

## Dispositif d'essorage automatique de compresses froides

P. Aguas - Thermes de Rochefort .....	36
---------------------------------------	----

# Usage des gaz thermaux

AFTH / ARCAGÉE / CNETH  
Rencontres Nationales du Thermalisme

R. AINOUCHE, AFTH  
N. MAURILLON, Arcagée  
CE. BOUVIER, Cneth  
V. RENAUD, Cneth  
L. DOROTHÉE, Cneth



52% des répondants sont concernés par la présence de gaz à la ressource, majoritairement du CO<sub>2</sub>, connaissance et équipements techniques « réduits ».

## PANORAMA DES ÉTABLISSEMENTS FRANÇAIS 2016

Base questionnaire : N. Maurillon, groupe de travail AFTH  
Questionnaire électronique (via « Drag'n Survey »)  
Diffusé aux adhérents Cneth (110 adresses) du 01/08/16 au 30/09/16.

20 questions portant sur les aspects techniques, les postes de soins, la sécurité, l'analyse.

110 établissements destinataires, 59 répondants, 18 non exploitables (réponses multiples / incomplètes / erronées) → 41 questionnaires exploitables.

### Aspects Techniques : Ressources

Présence de gaz à la ressource (Base: 41 répondants) :

Oui	Non	NSP
20	18	3

Composition de ce gaz (Base: 20 répondants) :

CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	N <sub>2</sub>	Radon	NSP
12	5	1	1	3

Existence d'une analyse récente (<10 ans) :

Oui	Non
6	14

Ratio gaz/eau à pression atmosphérique :

>25%	>25%	NSP
4	4	12

Existence d'un dispositif de dégazage (Base: 20 répondants) :

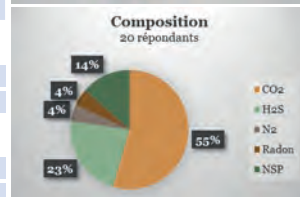
Oui	Non
7	13

Position de ce dispositif (1 répondant a donné une réponse multiple) :

A la ressource	Sur le réseau de transport de distribution	En amont immédiat des postes de soins
7	1	0

Dispositif de mesure du gaz (débit, pression...) :

Oui	Non
3	17



### Aspects Techniques : Établissements

Utilisation du gaz dans l'établissement (Base: 20 répondants) :

Oui	Non
8	15

Mode d'utilisation (Base : 15 répondants) :

Aux postes de soins	Pour les installations techniques
8	15

Présence de ce gaz synonyme de (Base : 41 répondants) :

Contrainte technique / sanitaire	Avantage technique / sanitaire
10	5

Achat de gaz autre qu'énergie (Base : 41 répondants) :

Oui	Non
5*	36

\* pour l'usage aux soins, 3 par un réseau technique dédié



# Usage des gaz thermaux

AFTH / ARCAGÉE / CNETH

Rencontres Nationales du Thermalisme

R. AINOUCHE, AFTH

N. MAURILLON, Arcagée

CE. BOUVIER, Cneth

V. RENAUD, Cneth

L. DOROTHÉE, Cneth

## ■ Usages aux postes de soins

Types de soins dispensés (Base : 5 répondants) :

Bain général avec adjonction de gaz	Bain carbogazeux	Bain avec douche sous-marine carbo-gazeuse	Pratique médicale (injection)	Inhalation ou bain de vapeur collectif	Aérosol-thérapie individuelle	Soin de vapeur général	Soin de vapeur local	Application de gaz sec	Autre
1	4	0	0	0	0	0	0	0	0

Équipements spécifiques :

Oui	Non
4*	1

\* Carbonateurs alimentant les bains carbogazeux.

*Réponses non exhaustives, représentativité limitée.*

## ■ Aspects sécurité

Dispositifs spécifiques imposés par la présence de gaz (Base : 5 répondants) :

Oui	Non
4*	1

\* Aspiration au niveau de la tête des patients.

Système de détection du CO<sub>2</sub>.

Cuve spécifique.

Local spécifique et ventilé pour carbonateur.

Ventilation haute et basse.

Alarmes de sécurité sur appareillages.

Cabines climatisées et ouvertes.

*Contraintes importantes concernant la ventilation pour assurer la sécurité des personnes (patients ET curistes).*

## ■ Aspects analytiques

Influence du gaz sur analyses physico-chimiques (Base : 5 répondants) :

Oui	Non	NSP
2*	3	0

\* Sans impact sur l'interprétation des analyses « RESSO ».

Épisode de contamination liés à ce gaz :

Oui	Non	NSP
0	5	0

*La présence de gaz ne semble pas induire de contaminations spécifiques.*

## CONCLUSIONS

*Un dérivé thermal non « anecdotique »*

*Un dérivé thermal peu utilisé*

*Un dérivé thermal « méconnu »*

*Des contraintes techniques spécifiques importantes*

**Un nouveau souffle possible ?**

# GAZ DANS LES ÉTABLISSEMENTS THERMAUX

## Guide des bonnes pratiques

HYGIE CONCEPT

### GÉNÉRALITÉS. DÉFINITION (GBPTH)

#### ■ GAZ THERMAL :

Gaz utilisé dans les soins thermaux, soit isolément, soit associé à l'EMN. Il est issu d'un gisement de gaz ou du dégazage de l'EMN.

#### ■ VAPEUR THERMALE :

Produit dérivé d'EMN obtenu après modification de son état physique.

La modification de l'état physique peut être réalisée par une vaporisation ou par projection sur une surface dure.

Les gaz sont principalement du CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, azote, argon, hélium, radon, méthane.

#### Le Berthollet, d'hier à aujourd'hui



L'appareil, conçu par l'ingénieur François, est introduit dans les thermes Pellegrini (1866).

Les seuls référentiels trouvés étaient en lien avec les eaux embouteillées (carbogazeuses), on peut alors parler d'eaux « effervescentes » (DIRECTIVE CEE N° 80/777 DU 15 JUILLET 1980 - ANNEXE 1), d'eaux acidulées (CO<sub>2</sub> >250 mg/l) ou encore d'eau minérale naturelle naturellement gazeuse (BRGM, eaux minérales et gaz carbonique, NTn°10, 1997).

En 2014, l'ANSES parlera de « matrice atypique ».

#### Famille de soins : vapeurs

Dans la convention nationale, les gaz et vapeurs sont mentionnés au niveau dans les familles bains et vapeurs.

Dans cette famille « vapeurs », on trouve évidemment tout ce qui touche aux inhalations (bains de vapeurs collectif - 50) et à l'aérosolthérapie (51) que l'on trouve principalement dans les indications ORL.

Les inhalations (50) les étuves (52) et les bains et/ou douches de gaz (53) se trouvent principalement en *Rhumatologie* (RH) et *Neurologie* (NE) et également sur les orientations *Maladies Cardio Artérielles* (MCA), de l'*Appareil Digestif* (AD) et d'*Appareil Urinaire* (AU).

Certains de ces soins peuvent être prescrits sur d'autres indications.

CODE	PRATIQUE GÉNÉRIQUE RETENUE	CARACTÉRISTIQUES			RACCORDEMENT GRILLE ANTERIEURE	
		DURÉE MIN. en mn	Qualification PERSONNEL	Matériel spécifique	CODE	INTITULE DU SOIN
50	INHALATION OU BAIN DE VAPEUR COLLECTIF	10	ADST	local et diffusion de vapeurs ou gaz thermaux naturels ou artificiels	501 502 503 504 506 508 511 522	vaporarium radio-vaporarium ématorium radio-ématorium aérosol collectif electro-aérosol inhalation collective bain de vapeur collectif
51	AÉROSOLTHÉRAPIE INDIVIDUELLE	10	ADST	générateur aérosol ou humage divers types	505 507 509 510 517 523	aérosol individuel aérosol sonore humage individuel humage nébulisation douche nasale gazeuse aérosol manométrique
52	ÉTUVE LOCALE OU GÉNÉRALE	10	ADST	étuves locales étuves générales douches de vapeur	512 513 514 516 519 521	étuve étuve locale douche de vapeur thermique douche vaginale de vapeur douche de vapeur bain de vapeur individuel
53	BAIN OU DOUCHE DE GAZ SEC LOCAL OU GÉNÉRAL	10	ADST	générateur de gaz et matériel d'appl.	518 524 525	bain de gaz sec bain de gaz sec local douche de gaz sec locale



# GAZ DANS LES ÉTABLISSEMENTS THERMAUX

## Guide de bonnes pratiques

HYGIE CONCEPT

### Famille de soins : bains

Dans la famille « bains », on retrouve la notion de gaz.

Les bains généraux avec gaz (22) se retrouvent dans les 12 indications thérapeutiques (toutes pour le code 205 et presque toutes pour le code 210).

Les bains avec injection de CO<sub>2</sub> (code 210) utilisés en PHL sont différents des bains carbogazeux (code 209) qui utilisent le CO<sub>2</sub> de la source notamment dans les indications Neurologique (NE), Rhumatologie (RH) et Maladie Cardio Artérielles (MCA).

Les injections de gaz thermaux ne sont pratiquées qu'en Rhumatologie et Maladie Cardio Artérielles.

Il est évident qu'en fonction des usages et des pratiques nous aurons des obligations sanitaires différentes.

### ■ GÉNÉRALITÉS, RÉGLEMENTATION

Il n'existe aucune réglementation, ni niveaux de qualité imposés pour ces dérivés thermaux.

A ce jour, aucun risque sanitaire significatif n'a été mis en évidence et le *Guide des bonnes pratiques*, DGS, 1995 précisait que « les gaz utilisés sont des milieux peu favorables au développement des germes ».

Ce qui ne veut pas dire qu'il n'existe pas de danger !

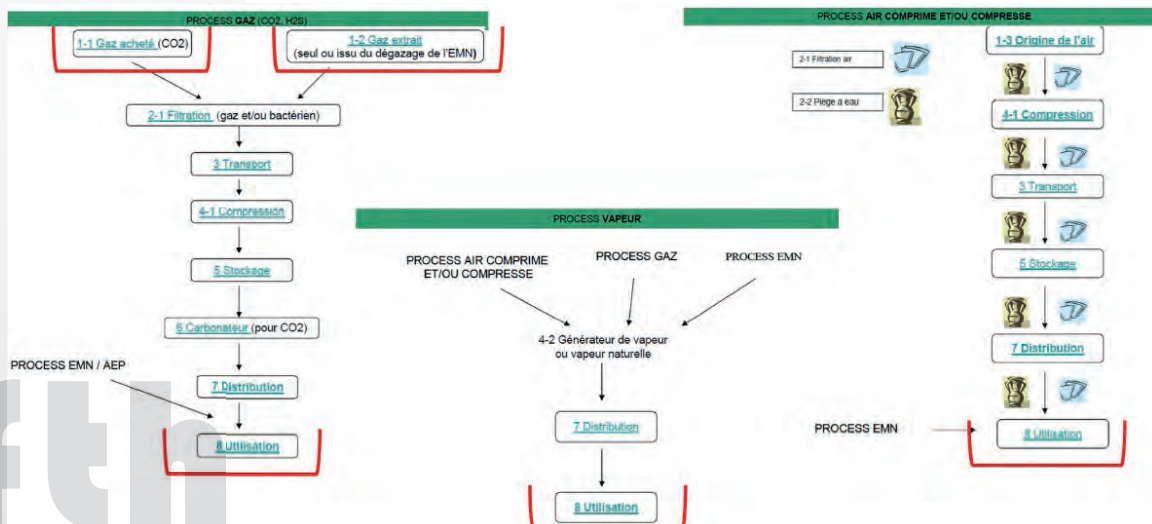
Par ailleurs, les gaz dissous H<sub>2</sub> S, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, etc. participent à la caractérisation de l'EMN et à leur classification au même titre que les ions majeurs.

L'élimination, l'ajout (ou la réintégration) de CO<sub>2</sub> étant autorisés (arrêté du 27 février 2007) en l'absence de modification des caractéristiques essentielles de l'EMN !

### ■ SCHÉMAS DE PROCESS TYPES

L'article Art. R. 1322-29 du CSP et le décret 2007-49 ont introduit la notion de démarche qualité basée sur une analyse de type HACCP pour l'eau minérale.

La profession a décidé d'étendre cette obligation sur les dérivés thermaux. Comme pour l'EMN et les boues, les process gaz, vapeurs ont été divisés en étapes types :



↳ Découpage du process en étapes et proposition de niveaux de qualité

CODE	PRATIQUE GÉNÉRIQUE RETENUE	CARACTÉRISTIQUES		RACCORDEMENT GRILLE ANTERIEURE	
		DURÉE MIN. en mn	Qualification PERSONNEL	Matériel spécifique	CODE INTITULE DU SOIN
21	BAIN LOCAL	10	ADIST	bains simples ou avec diffusion air	203 bain local
					216 aërobain local
22	BAIN GÉNÉRAL AVEC GAZ	10	ADIST	baignoire avec diffusion de gaz	205 bain avec aërobain
23	BAIN CARBO-GAZEUX	10	ADIST	baignoire avec diffusion de CO <sub>2</sub> et d'écume immergée	210 bain avec aërobain bain avec insuffl. de gaz
					208 bain avec douche s/m carbo gazeuse
					209 bain carbo-gazeux naturel

# Guide de bonnes pratiques

HYGIE CONCEPT

## ■ FRÉQUENCE ET NATURE DES ANALYSES POUR LA SURVEILLANCE DES GAZ, VAPEURS, AIR COMPRIMÉ ET/OU COMPRESSÉ

ETAPES		TYPES ANALYSE	
N°	Dénomination	Microbiologie	Physico-chimique
1-1	Gaz acheté		Qualification 1 à 2 /an (sauf vapeur d'huile)
1-2	Gaz acheté		Qualification 1 à 2 /an
8	Utilisation aux postes de soins d'usage (EMN pour vapeurs et mélange EMN / Gaz et EMN / Air comprimé	(Cf. process EMN) 1 poste de soin / 3 mois BM0 et BMI	

Pour les autres étapes, des analyses seront préconisées en cas de contamination suspectée à ces étapes et/ou en aval du process.

Les gaz utilisés seront au moins de «classe alimentaire» et conforme à la directive de la communauté européenne : CE 97/77/EC sur les additifs alimentaires.

Pour les usages autre que l'injection aucun niveau de qualité n'a été proposé.

Nous avons seulement proposé des fréquences et lieux d'analyse et respecter «la qualité alimentaire».

Ces propositions devront être retravaillées en interne en fonction de la matrice considérée.

La démarche qualité concernant la surveillance de ces dérivés est basée sur la qualification du process → définition d'un niveau de qualité, vérification qu'on l'obtient et qu'on le conserve dans des conditions définies en termes de conception et d'exploitation maintenance.

Si achat de CO<sub>2</sub>, un cahier des charges sera établi, des contrôles à réception seront réalisés.

S'il y a production, la qualité des gaz (caractérisation physico-chimique) sera «établie» au forage et vérifiée aux points d'usage.

Si mélange de ces dérivés (gaz, vapeurs, air comprimé ou compressé) avec l'EMN aux points d'usage, les contrôles bactériologiques seront réalisés sur le mélange.

→ La qualité bactériologique du mélange EMN gaz ou air est la même que celle de l'EMN à savoir «Zéro Défaut».



# GAZ DANS LES ÉTABLISSEMENTS THERMAUX

## Guide de bonnes pratiques

HYGIE CONCEPT

### ■ RÉFÉRENTIELS POSSIBLES POUR LA QUALITÉ DES GAZ SI INJECTION

ÉLÉMENTS	NORME NF S 90 - 140	PHARMACOPÉE EUROPÉENNE 4 <sup>e</sup> édition
Huile	01,1 mg/m <sup>3</sup>	0,1 mg/m <sup>3</sup>
Point de rosée	-40°	-46.5° C
Teneur en eau	120 ppm v/v	67 ppm v/v
CO <sub>2</sub>	350 ppm	50 ppm
CO	5 ppm	5 ppm
SO <sub>2</sub>	16.10 <sup>3</sup> ppm	1 ppm
NO-NO <sub>2</sub>	25,5.10 <sup>3</sup> ppm	2 ppm
Particules	Classe 4000*	Pas de recherche

La pharmacopée ne préconise pas ce comptage particulaire

\* la classe 4 000 est définie dans la norme NF X 44-101 de 1981.

Elle correspond à une valeur cible de 4 000 particules de 0.5µm/m<sup>3</sup> et de 25 particules de 5µm/m<sup>3</sup> d'air.

La classe 4 000 de cette norme est intermédiaire entre une salle ISO 4 et ISO 5 (ISO 14644-1).

### ■ QUALITÉ DE L'AIR COMPRIMÉ, NORME ISO 8573-1

CLASSES	Taille maximum des particules (µm)	Concentration maximum en par- ticule (mb/m <sup>3</sup> )	Teneur en eau PRP (°C/g/m <sup>3</sup> )	Teneur en huile (mg/m <sup>3</sup> )
1	0,1	0,1	-70 / 0,003	0,01
2	1	1	-40 / 0,11	0,1
3	5	5	-20 / 0,88	1
4	15	8	+3 / 6	5
5	40	10	+7 / 7,8	25
6	n/a	n/a	+10 / 9,4	n/a

Surligné en orange :

les recommandations pour  
un air comprimé qui entre  
en contact avec des aliments  
« non secs »

Taille des particules : impuretés atmosphériques et particules solides, rouille, entartrage, **si possible < 100 000 particules de 0,5 µm/m<sup>3</sup>**.

Teneur en eau : point de rosée sous pression, **si possible < -26°C** (prévient la corrosion et empêche le développement microbien).

Teneur en huile : qualité de l'air ambiant et/ou étanchéité des compresseurs, **si possible < mg/m<sup>3</sup>**.

Il n'existe pas de norme sur la propreté particulaire des gaz ni sur les méthodes de dosage.

On trouve des recommandations de qualité pour les usages (agroalimentaire 8573-1, pharmacopée, BPF) et des normes de classification particulaire des salles et environnements maîtrisés (NF EN ISO 14644-1).



Le point de rosée désigne la température à laquelle la condensation se forme, lorsque le PRP de l'air comprimé est de -40 °C, la température devrait chuter en dessous de -40 °C pour que de la vapeur d'eau se condense et passe à l'état liquide.

Nombre maximum de particules solides / m<sup>3</sup>, la classe 1 de cette norme en agroalimentaire est (en milieu hospitalier) entre la classe ISO 5 /6 (bloc) et la classe ISO 8 (l'air utilisé pour le conditionnement en stérilisation)

ISO 5 < 3 530 part de 0,5 µm/m<sup>3</sup> et < 100 000 part 0,1 µm

ISO 6 < 35 300 part de 0,5 µm/m<sup>3</sup> et < 1 000 000 part 0,1 µm

ISO 7 < 353 000 part de 0,5 µm/m<sup>3</sup>

ISO 8 < 3 530 000 part de 0,5 µm/m<sup>3</sup>

La classe 1 de la norme ISO 8573-1 en détail

De 0,1 à 0,5 µm < 100 000

De 0,5 à 1 µm < 1 000

De 1 à 5 µm < 10

À noter que pour les gaz médicaux aucune recherche de type particulaire n'est exigée au niveau de la pharmacopée.

#### ■ AUTRES RECOMMANDATIONS DU GUIDE

Les locaux de stockage et de mise à disposition (salle de soins) du CO<sub>2</sub> seront équipés de ventilation basse.

Au niveau des étuves, les stagnations d'eau seront évitées. Le nettoyage des installations (surface, buse, ...) sera quotidien.

S'il y a injection de gaz, le matériel d'injection sera à usage unique et le curiste sera (si besoin) protégé par un filtre adapté.

Les accessoires ORL seront à usage unique ou individualisés. L'établissement fournira au curiste un protocole adapté s'il doit réaliser les opérations quotidiennes de ND.

Les différents équipements doivent être facilement démontables pour être nettoyés et désinfectés régulièrement.

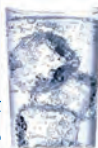
Lorsque les appareils et/ou accessoires sont utilisés par le corps médical, il est nécessaire, dans la convention mise en place, de définir les responsabilités en terme d'entretien et de maintenance.

## Les gaz thermaux

### ORIGINE ET RESSOURCE

ANTEA GROUP  
GÉO-HYD  
IRH

Souvent  
du gaz carbonique



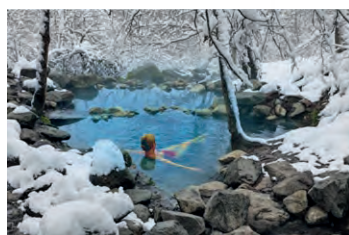
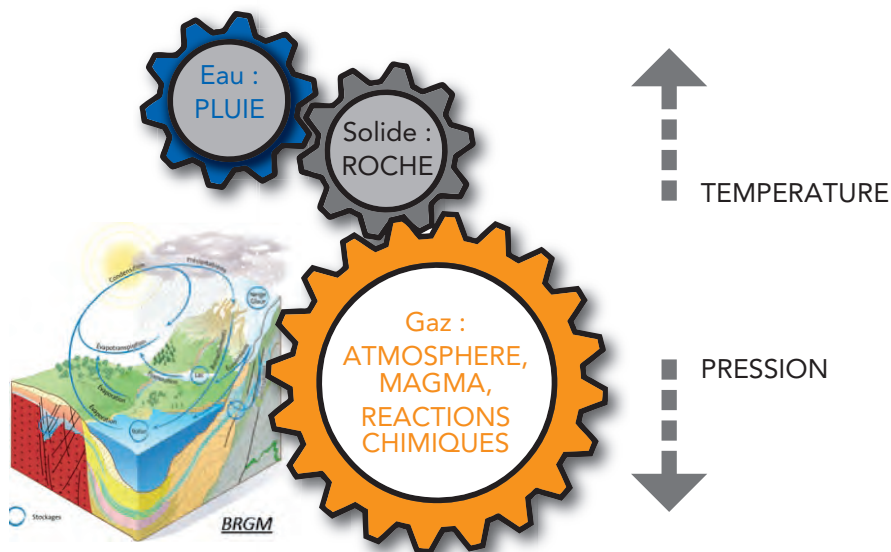
...parfois de  
l'hydrogène  
sulfuré.

Des conséquences  
spectaculaires

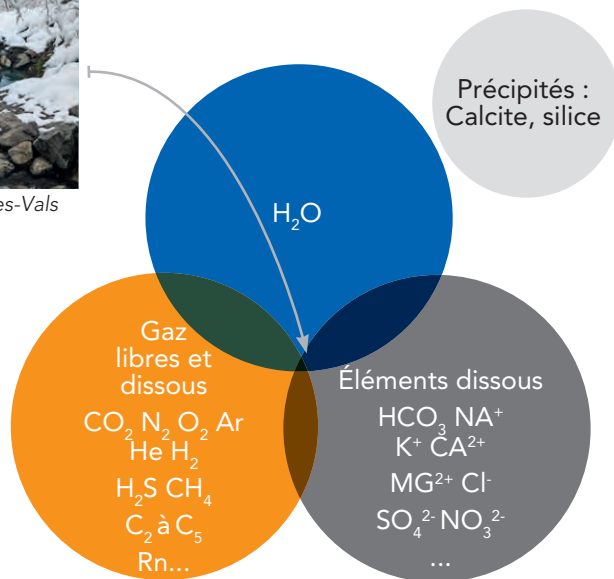


...quelques fois  
dommageables

### ■ POUR QUE LA MAGIE OPÈRE...



Source chaude de Merens-les-Vals



Pour avoir du gaz dans l'eau, il faut une production...

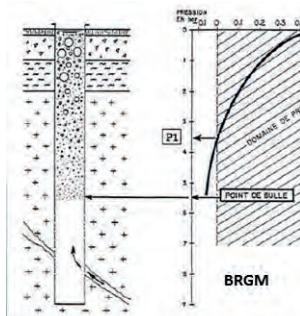
- Atmosphère  $N_2$
- Magma  $CO_2$  (notion de ceinture périalpine carbogazeuse)
- Métamorphisme (action de la pression et de la température sur les formations carbonatées)  $CO_2$
- Processus radioactif  $^4He$
- Réactions chimiques ex : réduction des sulfates  $H_2S$
- Processus biologiques  $CO_2$   $H_2S$

# Les gaz thermaux

## ORIGINE ET RESSOURCE

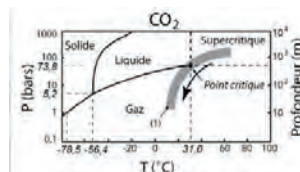
ANTEA GROUP  
GÉO-HYD  
IRH

Pour avoir du gaz dans l'eau, il faut qu'il reste dans cette eau...  
Caractéristiques physico-chimiques



Solubilité variable en fonction des gaz  
(constante de Henry...)

Solubilité à 20°C, pression partielle de gaz de 1 bar	
N <sub>2</sub>	1
O <sub>2</sub>	2
CO <sub>2</sub>	50
H <sub>2</sub> S	150

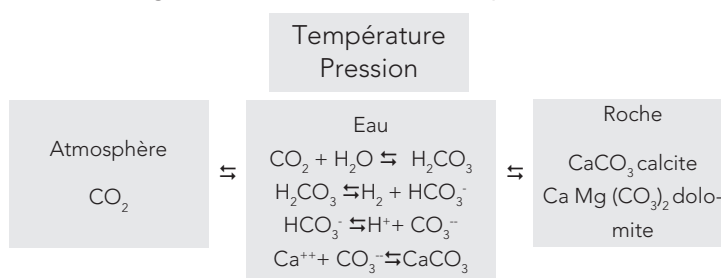


Solubilité variable en fonction de la pression et  
de la température

Densité : plus le gaz est dense et moins celui-ci sera présent en surface

Densité par rapport à l'air	
N <sub>2</sub>	1
O <sub>2</sub>	1,1
CO <sub>2</sub>	1,5
H <sub>2</sub> S	2,2
Ra	7,7

Cet équilibre eau - gaz - solide est souvent complexe :



Spécificité des eaux carbo gazeuses : présence du CO<sup>2</sup> qui infuit un pH bas  
et facilite ainsi la dissolution du fer et du manganèse.

Équilibre calco carbonique : complexe triphasique gaz-liquide-solide.

Contribution du gaz à la remontée de l'eau par allègement de la colonne  
d'eau et, plus près de la surface, par effet «gaz lift».

# Les gaz thermaux

## ORIGINE ET RESSOURCE

ANTEA GROUP  
GÉO-HYD  
IRH

Et tout ceci définit toute une palette de «signatures gazeuses»

O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Ar	He	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> S	C <sub>2</sub> à C <sub>6</sub>
0,56	83,5	11,1	0,92	0,88	<0,005	0,21	<0,005	<0,002

Composition de la phase gazeuse de la source «César» à Nérès-les-Bains (03)

O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Ar	He	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> S	C <sub>2</sub> à C <sub>5</sub>
0,38	83,6	2,29	0,57	8,38	n.d.	0,013	<0,005	<0,002

Composition de la phase gazeuse de la source «Lithium» à Santenay (21)

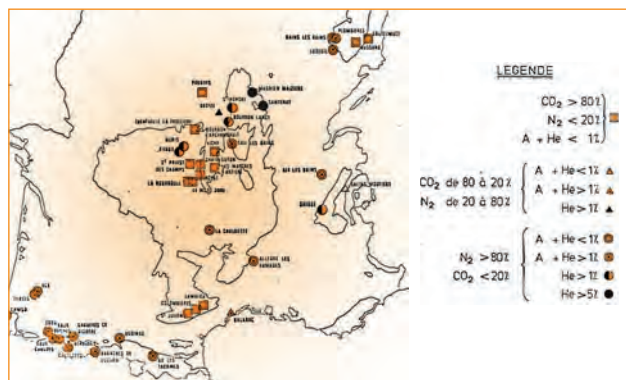
O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Ar	He	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> S	C <sub>2</sub> à C <sub>5</sub>
3,27	83,5	5,03	0,93	1,61	n.d.	0,09	<0,005	<0,002

Composition de la phase gazeuse de la source «Lymbe» à Bourbon-Lancy (71)

O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Ar	He	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> S	C <sub>2</sub> à C <sub>5</sub>
0,071	6,32,5	92,3	0,007	0,076	<0,005	0,18	<0,005	<0,015

Composition de la phase gazeuse de la source «Élysée» des Fonts Bouillants à Saint-Parize-le-Châtel (58)

Et des classifications comme celle proposée par J.J. RISSLER (BRGM)



J.J. RISSLER BRGM 1977  
(d'après MOURREU 1905)

## Hommage à Charles MOURREU

L'histoire de ces gaz commence dès le début du 20<sup>e</sup> siècle avec Charles Mourreu qui met en évidence la richesse et la variabilité de la composition des gaz des eaux de quelques stations thermales.

La bibliographie sur ce sujet est très mince : une histoire à poursuivre demain ?

# Conditions d'exploitation d'un captage

## SUR UNE RESSOURCE THERMALE GAZEUSE.

ARCAGÉE

N. MAURILLON, hydrogéologue

### ■ Diversité des ressources présentant des rejets gazeux

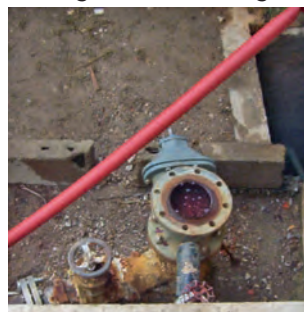
Dans le cas des ressources présentant des dégagements gazeux, la diversité des situations est la règle.

L'ouvrage d'une ressource gazeuse peut être :

- artésien (par le gaz, par la pression hydrostatique, par la température, par l'ensemble de ces phénomènes...);
- non artésien ;
- semi-artésien.

Le gaz peut être majoritairement :

- du  $N_2$  ;
- de l' $H_2S$  ;
- du  $CO_2$  ;
- autre (radon, hélium, mélange de tous ces gaz,...)



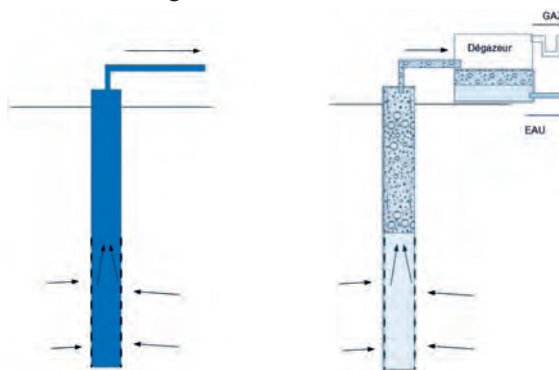
Les modalités de débits peuvent être : continues, pulsées, saisonnières.

### ■ Des conditions de captage à chaque fois spécifiques

Cette diversité des ressources induit des conditions de captages différentes pour chaque cas.

Si l'on reprend certaines situations souvent rencontrées, deux grandes catégories de condition de captages se dessinent suivant si la ressource est exploitée par artésianisme ou pompée :

Dans le cas d'une ressource artésienne exploitée sans pompage, les configurations que l'on observe généralement dans le cas d'une ressource « normale » et dans le cas d'une ressource avec des dégagements gazeux sont schématisées dans la figure ci-dessous :



Il est à noter que, dans le second cas, le dégazage peut aussi se produire dans le stockage de l'établissement

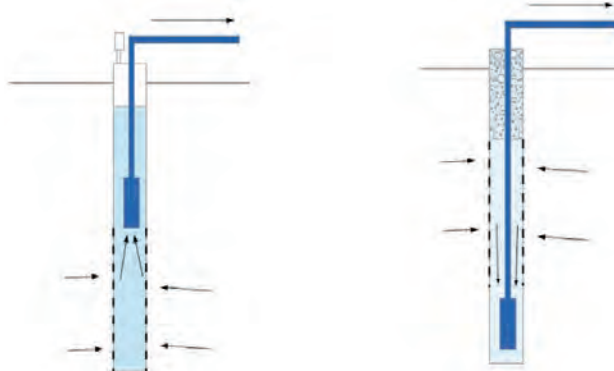
# Conditions d'exploitation d'un captage

## SUR UNE RESSOURCE THERMALE GAZEUSE

ARCAGÉE

N. MAURILLON, hydrogéologue

Dans le cas d'une ressource artésienne exploitée par pompage, les configurations que l'on observe généralement dans le cas d'une ressource « normale » et dans le cas d'une ressource avec des dégagements gazeux sont schématisées dans la figure ci-dessous :



En présence de gaz, il est fortement conseillé de positionner la pompe immergée en dessous du point de bulle (de là, la nécessité de connaître sa position exacte) afin d'éviter les turbulences et la cavitation de cette pompe et préférentiellement en face d'un tube plein afin de ne pas fragiliser l'ouvrage. La distribution de l'eau se fait ensuite sous pression (supérieure à la pression de dégazage) et la libération du gaz se fait ensuite en zone « contrôlée » (stockage ou point d'usage).

### ■ Une gestion spécifique particulière du captage en fonction du gaz

La présence de gaz induit :

→ une ambiance corrosive pour les instruments et canalisations (le contrôle du lieu de dégazage est important) ;



→ une ambiance potentiellement dangereuse pour les opérateurs ;



→ des problématiques de maintenance accrues devant être réfléchies.





# Conditions d'exploitation d'un captage

## SUR UNE RESSOURCE THERMALE GAZEUSE

ARCAGÉE

N. MAURILLON, hydrogéologue

### CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

#### Chaque cas est unique.

Il est nécessaire de faire un compromis entre :

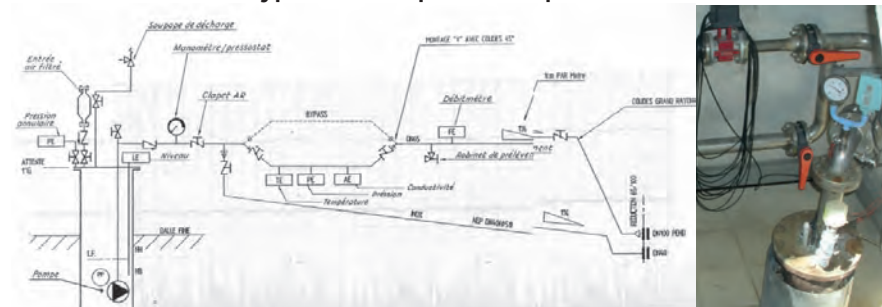
- les installations en place ;
- les coûts d'investissement ;
- les problématiques de sécurités ;
- la maintenance des installations.

#### Avant de se lancer dans tout projet de modification, il y a nécessité de bien caractériser la ressource et le captage :

- nature exacte du gaz ;
- quantités (débits de gaz et d'eau) ;
- localisation du point de bulle,...

### ■ Difficulté à réaliser des mesures correctes dans les forages d'eau gazeuse :

Dans le cadre d'un ouvrage « classique » avec des eaux non gazeuse la chaîne de mesure « type » théorique correspond au schéma ci-dessous :



Avec une ressource présentant des dégagements gazeux, la présence de gaz perturbe à plus d'un titre l'ensemble de ces mesures :

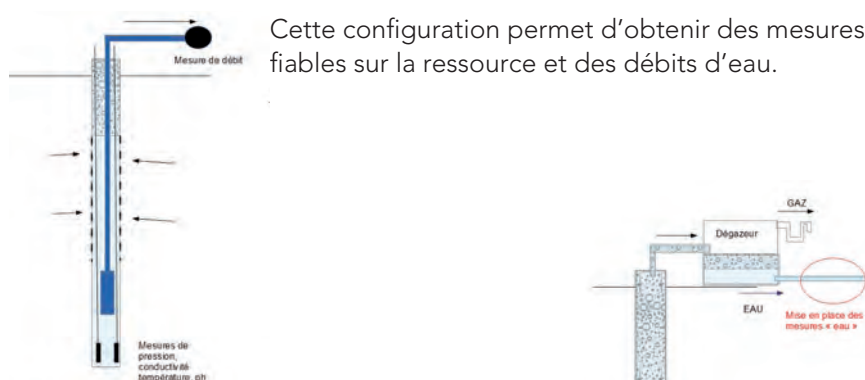
- les mesures de niveau donnent des indications aléatoires (hauteur d'une «émulsion» eau et gaz avec des variations instantanées) ;
- la conductivité et le pH sont fortement perturbées par la circulation des bulles de gaz ;
- le débit a moins de signification en milieu diphasique.

Ce fait oblige à orienter la réflexion sur ce que l'on mesure, et ce dont on a besoin comme indicateur pour piloter à la fois :

- l'exploitation du captage en tant qu'élément technique des thermes ;
- L'exploitation de la ressource dans son ensemble.

### Pour reprendre les deux types d'exploitation identifiés :

Dans le cas d'une exploitation par pompage de ce genre de captage les modalités de mesures généralement conseillés sont synthétisées dans la figure ci-dessous :



Cette configuration permet d'obtenir des mesures fiables sur l'exploitation et le fluide transmis à l'établissement mais ne correspond pas à des indicateurs directs permettant de gérer correctement sa ressource.

# CONDITIONS D'ANALYSE D'UNE RESSOURCE GAZEUSE

## Analyse d'eau d'une Ressource gazeuse

LHE  
Laboratoire d'Hydrologie Environnement  
Université de Bordeaux

Laboratoire agréé CS EMN  
Aquitaine - Poitou-Charentes  
Accrédité COFRAC - EMN



### ■ CONTROLE SANITAIRE

**Arrêté du 22 octobre 2013** : contrôle sanitaire et surveillance des eaux conditionnées et des EMN utilisées à des fins thérapeutiques dans un établissement thermal ou distribuées en buvette publique.

#### Contrôle sanitaire des ressources

→ Programme RESS0, RESS1 et RESS2

#### Contrôle sanitaire aux postes de soins

→ Programme TH1 et TH2

#### Contrôle sanitaire des buvettes publiques

→ Programme Cdt1, Cdt2, Cdt3 et Cdt4

#### RESSOURCES

RESS0 (1/5 ans)  
– CO<sub>2</sub> dissous  
– Oxygène dissous  
– Sulfures totaux

RESS2 (4/5ans)  
– CO<sub>2</sub> dissous  
– Sulfures

Si l'eau est naturellement  
gazeuse ou sulfurée

#### SOINS

Pas de contrôle des gaz  
dissous dans le CS des EMN  
aux postes de soins dans les  
programmes TH1 et TH2

#### BUVETTE PUBLIQUE

Programme Cdt2 (1/an)  
– CO<sub>2</sub> dissous

Si l'eau est naturellement  
gazeuse

### ■ DÉFINITIONS

Piégeage sur site : piégeage par un produit chimique de l'espèce recherchée

#### Portée d'accréditation

- Objet (matrice) pour lequel le laboratoire est accrédité (eaux douces, eaux résiduelles ...)
- Octobre 2014 : Eaux gazeuses et eaux minérales naturelles
- Exigences / agrément

### ■ RÉFÉRENCES NORMATIVES

- CO<sub>2</sub> dissous : norme AFNOR : NF T90-011
- Oxygène dissous : - NF EN 25814  
- Electrochimie
- Sulfures totaux : - pas de référence normative  
- Méthodes internes sur la base des méthodes de référence du Rodier (méthode électrochimique)

# Analyse d'eau d'une Ressource gazeuse

LHE  
Laboratoire d'Hydrologie Environnement  
Université de Bordeaux

Laboratoire agréé CS EMN  
Aquitaine - Poitou-Charentes  
Accrédité COFRAC - EMN

## ■ COFRAC

### Accréditation COFRAC :

→ selon NF EN ISO 17025

### Portée d'accréditation :

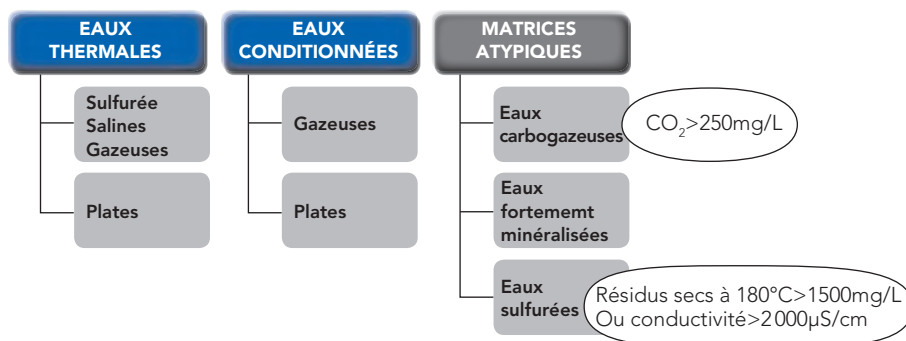
- Eaux carbogazeuses
- Eaux minérales naturelles (sulfurée, salines, plates)

### Guide de l'ANSES – Lignes directrices

Analyse des eaux gazeuses et des eaux minérales naturelles – ANSES/  
LHN/LD-EMN Octobre 2014

→ Contexte analytique des EMN (traitement des échantillons,  
validation des méthodes, essais inter-laboratoire ...)

## ■ CLASSIFICATION DES EMN



## ■ PRÉCAUTIONS D'ANALYSE

**$\text{CO}_2$  dissous** : mesure in situ ou à défaut dans les 24h après piégeage sur site.

- Eaux gazeuses : sans dégazage préalable, prise d'essai gravimétrique.
- Mesure simultanée du pH, de la conductivité et de la température.

**Indispensable pour le calcul des équilibres.**

**Oxygène dissous** : mesure sur site.

- Eaux fortement minéralisées : prise en compte de la salinité. (si exprimée en % de saturation)
- Eaux sulfurées : éviter la méthode Winckler.

**Sulfures totaux** : mesure in situ ou à défaut après piégeage sur site.

- Privilégier la méthode Rodier (méthode électrochimique) à la méthode chromatographique (NF EN ISO 10304-3).
- Mesure simultanée du pH, de la conductivité et de la température.

**Indispensable pour le calcul des équilibres.**

# Analyse d'eau d'une Ressource gazeuse

LHE  
Laboratoire d'Hydrologie Environnement  
Université de Bordeaux

Laboratoire agréé CS EMN  
Aquitaine - Poitou-Charentes  
Accrédité COFRAC - EMN

## ■ INTERFÉRENCES ET INCERTITUDES

### Interférences des gaz dissous sur les autres paramètres à analyser

- Sulfures :  
pH, conductivité, potentiel redox et oxygène dissous → utiliser des cellules de mesure  
Cyanures totaux → éliminer les sulfures
- CO<sub>2</sub> : ↗ temps de stabilisation  
prise d'essai gravimétriques  
COT  
dégazage préalable des échantillons
- Oxygène dissous
- Autres gaz ...

### Incertitudes de mesures :

- Prise d'essai
- Interférences analytiques
- Répertoire et évaluées lors des validations de méthodes (NF EN ISO ...)

## ■ CONCLUSION

### Contexte réglementaire : RESS

### Exigences COFRAC des laboratoires :

- ANSES : Portée d'accréditation EMN

### Référence normative, méthodes internes

### Précautions d'analyse

### Interférences et incertitudes

### Analyse des gaz...

# Analyse des gaz

## Cas de Nérès-les-Bains

M. MERCIER - NÉRIS-LES-BAINS

F. GAL - BRGM

Bureau de Recherches Géologiques et Minières

établissement public (à caractère industriel et commercial) de référence dans les applications des sciences de la Terre pour gérer les ressources et les risques du sol et du sous-sol.

### 5 missions :

- recherche scientifique;
- appui aux politiques publiques;
- coopération internationale;
- sécurité minière;
- formation

10 domaines d'activité : géologie, ressources minérales, géothermie, stockage géologique du CO<sub>2</sub>, eau, après-mine, risques, sites et sols pollués / déchets, métrologie et laboratoires, systèmes d'information.

Certifié ISO 9001 (Qualité) depuis 2004, et ISO 14001 (Environnement) depuis 2012. Ses laboratoires sont accrédités par le COFRAC.

Direction des Laboratoires : production des données à haute valeur ajoutée pour répondre aux questionnements scientifiques du BRGM dans le champ des géosciences et de l'environnement :

- analyse chimique minérale, organique, isotopique, caractérisation minérale ;
- mise en oeuvre d'expérimentations biogéochimiques multi-échelles ;
- développement et la validation de méthodologies innovantes d'analyse, de prélèvement et de monitoring dans les différents secteurs des géosciences et de l'environnement.

## ■ PROBLÉMATIQUE

- Prélèvements sur la source historique (Puits César) & prélèvements au spa (applications non thérapeutiques).
- Réactualiser les connaissances sur la composition de la phase gazeuse (évolution temporelle ou non).
- Déterminer si le refroidissement de l'eau (stockage intermédiaire entre la source et le spa) a une influence sur la baisse de l'abondance de la phase gaz.

## ■ COMMENT

- Prélèvements de gaz libres et de gaz dissous.

## ■ PRÉLÈVEMENTS : LIGNES DIRECTRICES POUR L'ÉCHANTILLONNAGE

- ISO 5667-... : eau, sol, boues, eaux résiduelles...;
- ISO 10381-7, projet ISO/DIS 18400-204 : gaz du sol (caractérisation pollution);
- ISO 10715:1997: gaz naturel;
- Mais contexte thermal et gaz thermaux ?

## ■ MESURES AU LABORATOIRE

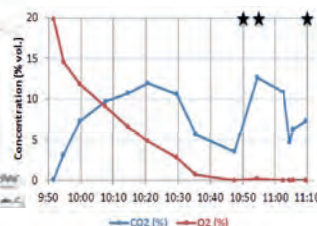
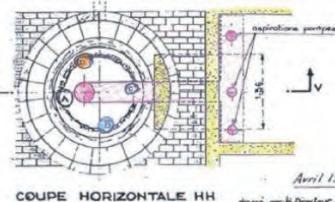
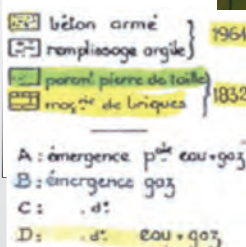
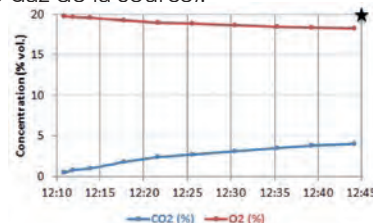
- ISO 6975 :1997: Gaz naturel – Analyse étendue – Méthode par chromatographie en phase gazeuse;
- ISO 6974-3:2000 : Gaz naturel – Détermination de la composition avec une incertitude définie par chromatographie en phase gazeuse – Partie 3 : Détermination de l'hydrogène, de l'hélium, de l'oxygène, de l'azote, du dioxyde de carbone et des hydrocarbures jusqu'à C<sub>8</sub> à l'aide de deux colonnes remplies;
- Gaz (géo)thermaux : protocoles analytiques & procédure de validation interne s'inspirant des normes existantes.

## ■ MESURES AU LABORATOIRE : CONCRÈTEMENT

- Critère de justesse sur calibration chromatographie gaz : <3%;
- Incertitude sur la mesure labo : <2%;
- Incertitude sur terrain plus grande, estimée à partir de répliquats, plus importante sur gaz dissous :
  - 3 - 5% sur gaz libres;
  - 5 - 10% sur gaz dissous.

## ■ PRÉLÈVEMENTS (GAZ LIBRES)

Principe : s'aider d'un analyseur de gaz portable (ici IR CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> + O<sub>2</sub>) pour suivre le remplissage dans l'entonnoir (purge progressive de l'air atmosphérique et remplacement par le gaz de la source).





# Analyse des gaz

## Cas de Nérès-les-Bains

M. MERCIER - NÉRIS-LES-BAINS

F. GAL - BRGM

### APPORTS TECHNIQUES POUR L'ÉTABLISSEMENT THERMAL

- *Elément important dans le dossier de régularisation administrative de la ressource : permet d'argumenter le non mélange avec des venues d'eaux superficielles, la relative bonne protection de la ressource et la constance dans le temps de la composition de ce gaz ;*
- *Améliore l'identification du gaz pour la rénovation du stockage d'eau (mettant en avant son caractère inerte pour les matériaux et non toxique pour les opérateurs) ;*
- *Permet de vérifier la quasi absence d'oxygène, facteur défavorable pour le développement de bactéries aérobies strictes (pseudomonas).*

### ■ PRÉLÈVEMENTS (GAZ DISSOUS)

À la source : via pompe péristaltique et ampoule à vide ;

Au spa : directement dans le flux d'eau au robinet.



### ■ CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE

→ Détection de :

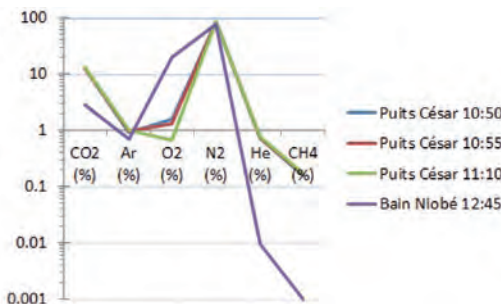
Echantillon	CO <sub>2</sub>	Ar	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	He	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Σ-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	Σ-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	Σ-C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>
Limite de quantification	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
	0.001	0.001	0.001	0.001	0.005	0.005	0.005	0.0002	0.0002	0.0002	0.0004	0.0002	0.0002

→ Gaz libre: analyse directe

→ Gaz dissous: analyse de la phase gaz exsolvée (par mise sous vide dans l'ampoule) et calcul de la concentration en espèces dissoutes via loi de Henry.



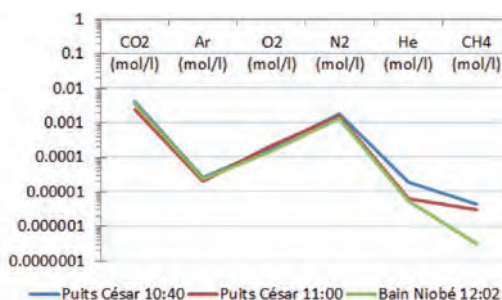
### ■ RÉSULTATS



→ Gaz libres :

- César : N<sub>2</sub> prépondérant (~83%) : conforme données historiques; abondance en CO<sub>2</sub>, He, traces CH<sub>4</sub> ;

- Gaz du spa différent : pas de dégazage, présence d'atmosphère; N<sub>2</sub> appauvri (~74%) ce que n'explique pas une contamination atmosphérique ni le différentiel de température.



→ Gaz dissous :

- Bonne homogénéité entre source et spa.

- Seul N<sub>2</sub> apparaît encore en sur-saturation, surtout pour César (tout le N<sub>2</sub> n'a pas encore dégazé au point de prélèvement, situé 2,5 m sous la surface de l'eau).

### ■ CONCLUSIONS

- Pérennité des émissions gazeuses à la source César;
- Phase gaz libres : richesse moindre en gaz au spa, concentration en N<sub>2</sub> gaz différente de la source: perte lors du stockage intermédiaire, lors du transport dans le réseau ou lors du pompage. Ce raisonnement semble s'appliquer également à l'hélium.
- Phase gaz dissous : ces processus ne modifient toutefois pas irrémédiablement les abondances relatives de phases entre elles.



# DÉFINITION ET EXPLOITATION D'UNE RESSOURCE GAZEUSE

## Problématiques de dépôts

AVEC UNE RESSOURCE  
GAZEUSE CHAUDE

J.-M. DOLON

directeur des thermes de Chaudes-Aigues

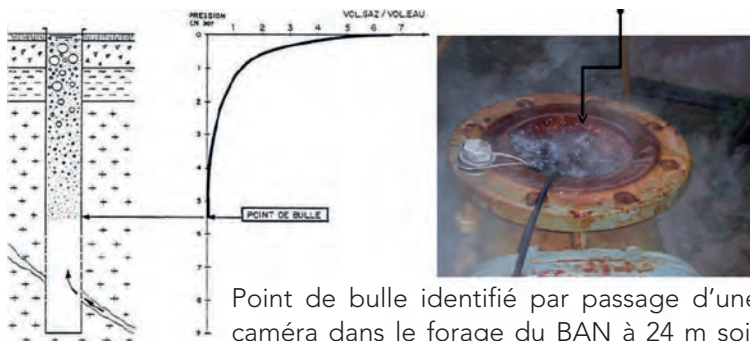


Thermes de Chaudes Aigues  
2 000 curistes  
Orientation Rh  
Eaux thermales carbo-gazeuses  
de 65 à 82°C

### ■ Description de la ressource et du contexte

L'établissement est alimenté par trois sources d'eau thermique chaude : La Bonde du moulin à 65°C, Le Forage du BAN à 75°C, le Par à 82°C.

Les sources sont carbogazeuses, elles contiennent du gaz carbonique dissous.



Point de bulle identifié par passage d'une caméra dans le forage du BAN à 24 m soit environ 2,5 à 3 bars.

Le dégazage déstabilise l'équilibre de l'eau thermique et provoque la précipitation des minéraux.

Celui-ci augmente naturellement lors des étapes de refroidissement du process.

### Les conséquences sont multiples :

- problèmes de cavitation des pompes, obligation d'être en charge ;
- problèmes sur le stockage, obligation d'évent sur les bâches souples ;
- problèmes sur le réseau, risque de création de bulles de gaz ;
- problèmes sur les échangeurs, création de dépôt ;
- problèmes sur les points d'usage, précipitation.

### ■ Description du projet de réfection des réseaux

Options s'ouvrant à nous dans le cadre de la rénovation :

#### Ne pas s'occuper du gaz :

#### Avantages :

- l'avantage principal est le coût du process ;
- présence de CO<sub>2</sub> dans les canalisations, défavorable aux bactéries aérobies.

#### Inconvénients :

- ceux cités précédemment avec une limitation de l'avantage ci-dessus ;
- les dépôts compliquent le nettoyage des canalisations et protègent le développement bactérien ;
- les disconnecteurs oxygènent l'eau, oxydent certains minéraux qui précipitent et augmentent le dégazage ;
- taux de CO<sub>2</sub> non maîtrisé.

Afth

# Problématiques de dépôts

## AVEC UNE RESSOURCE GAZEUSE CHAUDE

J.-M. DOLON

directeur des thermes de Chaudes-Aigues



Dégazeur

### Dégazer totalement l'eau à l'aide d'un dégazeur :

#### Avantages :

- stabilisation de l'eau, facilité d'entretien et de stérilisation, augmentation de la durée de vie du matériel.

#### Inconvénients :

- gestion du dépôt dans le dégazeur, coût, réglementation...
- avis incertain de l'ARS quant à la modification chimique de l'eau.

### Maintenir le taux de CO<sub>2</sub> des sources :

#### Avantages :

- plus de dégazage et de dépôt sur le transport, facilité d'entretien et de stérilisation, augmentation de la durée de vie du matériel ;
- présence de CO<sub>2</sub> dans les canalisations défavorable aux bactéries aérobies ;
- pas d'oxygénation donc pas d'oxydation des minéraux présents. (fer).

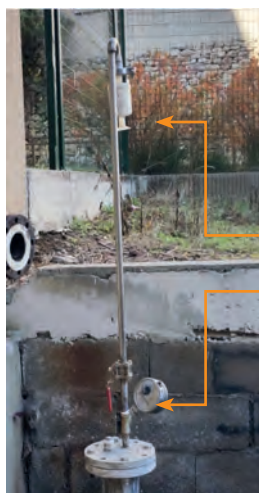
#### Inconvénients :

- nécessite la mise en place d'une pompe immergée dans les ressources ;
- la gestion de la pression donc des surpresseurs deviennent primordiaux ;
- le phénomène de dépôt se produit au niveau des postes de soins :  
nécessité de mettre en place une aération spécifique dans les soins pour éviter tous risques de manque d'oxygène.

### ■ Option choisie

L'option du dégazeur a été éliminée en raison du coût d'achat et de fonctionnement ainsi que du risque de devoir demander un nouvel agrément.

### Nous avons pris l'option la plus adaptée à chaque partie du réseau :



#### Ressource artésienne entre 65 et 82°C

Pas de pompage possible

Mais blocage de l'oxygénation.

Mesure de la pression.

# Problématiques de dépôts

## AVEC UNE RESSOURCE GAZEUSE CHAUDE

J.-M. DOLON

directeur des thermes de Chaudes-Aigues

### ■ Option choisie (suite)

Après mélange des sources :

Stockage : bâche souple  
munie d'un évent pour  
bloquer l'oxygénation.



← Mise en pression du réseau.

### ■ Problème du dégazage qui a lieu dans les cabines de soins

- cela crée le dépôt dans les cabines et nécessite donc un entretien particulier : rinçage systématique à l'eau sanitaire et détartrage régulier ;
- il faut être vigilant vis-à-vis du taux de  $\text{CO}_2$  dans les locaux en évitant la fermeture des cabines et en mettant en place des mesures régulières.

### ■ Pilotage : points clés de gestion

- il doit donc y avoir une maintenance accrue ainsi que la mise en place d'un plan de métrologie sur les instruments de mesure ;
- l'utilisation d'un groupe de surpresseurs est nécessaire pour maintenir une pression constante sur une large plage de débit.

### ■ Conclusions - recommandations - perspectives

Avant de choisir son process et les matériaux utilisés, il est primordial de bien connaître son eau : ses caractéristiques physico-chimiques mais aussi son équilibre et les réactions qui peuvent avoir lieu.

A moyen terme, Caleden pourrait récupérer le gaz pour la mise en place de nouveaux soins.

Afth

# Spécificités d'un réseau de gaz thermal de CO<sub>2</sub>

V. Valdevit

Directrice des thermes de ROYAT



Thermes de Royat

9 500 curistes

Orientation : MCA, RH

5 types de soins à base de gaz

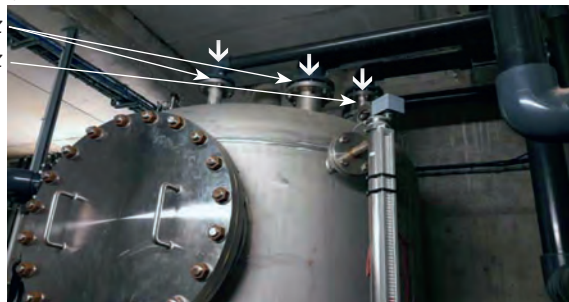
7 types de soins à base d'eau.

## ■ Descriptif

En plus de l'eau, l'établissement capte du gaz thermal provenant du dégazage de l'eau grâce à un dégazeur.

Sorties de gaz

Event de gaz



Ce gaz (majoritairement du CO<sub>2</sub>) ainsi capté à une température au alentour de 34 °C est utilisé dans des soins tels que :

- bain de gaz ;
- piqûre de gaz ;
- douche de vapeur thermique ;
- bain local de gaz ;
- soin Raynaud.

Pour distribuer ce gaz l'établissement possède deux réseaux de distribution spécifiques ayant chacun son propre mode de fonctionnement gestion/régulation.

## ■ Description des réseaux actuels

Un réseau distribuant les soins bains de gaz.

Un réseau distribuant les soins d'injection de gaz (piqûre) sous cutané avec un enjeu sanitaire accru expliquant le mode de gestion différencié :

- organes spécifiques ;
- indicateurs spécifiques de gestion ;
- moyens et procédures de sécurité dans les zones techniques...



Un réseau de gaz se comporte et se gère différemment d'un réseau d'eau.

- le débit est moins important ;
- pas ou peu de perte de charge ;
- diamètre tuyauterie plus petit ;
- gestion à la pression ;
- risque bactérien moins fort que le risque de contamination physico-chimique.

# Spécificités d'un réseau de gaz thermal de CO<sub>2</sub>

V. Valdevit

Directrice des thermes de ROYAT

## ■ Description des réseaux actuels (suite)

Mais cela n'empêche pas les difficultés de gestion :

- problèmes de dépôts localisés ;
- humidité ;
- contrôle des éléments sous pression ;
- étanchéité de membranes, des compresseurs ainsi que des clapets anti-retour ;
- gestion des filtres.



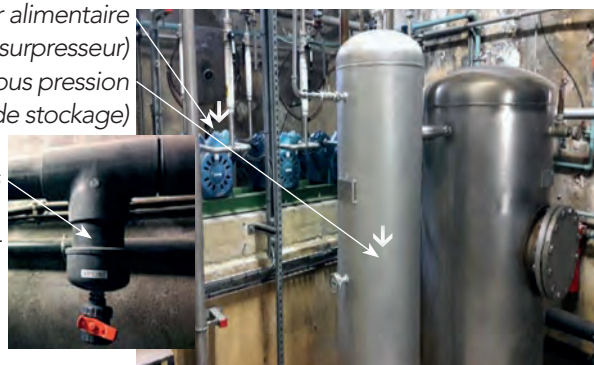
Compresseur alimentaire  
(et non surpresseur)

Ballons tampon sous pression  
(au lieu de stockage)

Filtres

Pièges à eau

Détendeur



La majorité de ces organes sont liés au fait que la gestion se fait à la pression. La notion commune de gestion gravitaire des réseaux d'eau n'existe pas dans la gestion du gaz.

Un réseau de gaz se gère comme une chaîne de pression du captage jusqu'aux soins.

Un pilotage sur la base d'indicateurs de pilotage peu commun est requis, principalement pour la pression et non le débit qui est liée au volume d'eau passant dans le dégazeur.

Si le débit baisse alors que ce volume reste constant cela montre un problème sur le dégazeur ou une modification de la ressource et non un problème réseau.

**Attention : La plupart des sondes/débitmètres du marché sont paramétrés pour l'air et non le gaz, des modifications de réglage d'usine sont nécessaires.**

Les opérateurs sont exposés à différents risques :

En cas de fuite ou perte d'étanchéité cela ne provoque pas une inondation mais une ambiance asphyxiante.



Sur Royat ce risque a été identifié depuis longtemps et nous avons mis en œuvre des procédures strictes et des éléments de contrôle continue, exemple ci-dessous avec un flash/buzzer mural et un détecteur portable.





# Spécificités d'un réseau de gaz thermal de CO<sub>2</sub>

V. Valdevit

Directrice des thermes de ROYAT

## ■ Procédure spécifiques

Le CO<sub>2</sub> est plus lourd que l'air et se répand au sol comme le ferait l'eau. Il y a un risque d'asphyxie si on respire au niveau du sol ou si on descend dans un caniveaux.

Les consignes sont donc strictes, intervenir toujours accompagné (2 minimum) muni d'un détecteur portable.

Des détecteurs muraux sont présents dans les zones les plus sensibles et couplés à un buzzer/flash rouge.

La ventilation est donc adaptée en fonction des zones avec la mise en place d'extracteurs.

Le risque « Zéro » n'existe pas mais nous maîtrisons notre environnement par nos procédures et actions mises en place.



## ■ Conclusion - recommandations - perspectives

Un projet de rénovation du réseau de gaz est en cours afin de continuer de sécuriser, optimiser et moderniser l'ensemble de nos réseaux.

Dans ce projet :

- la gestion des réseaux se fera toujours à la pression ;
- Une corrélation plus importante avec la ressource sera mise en oeuvre.

Dans ce cadre il est nécessaire de bien connaître le gaz et ses caractéristiques (taux humidité, nature,...) si on veut l'utiliser et choisir les bons matériaux.

**Ne pas oublier que le risque sur opérateur est plus grand que sur un réseau d'eau classique.**

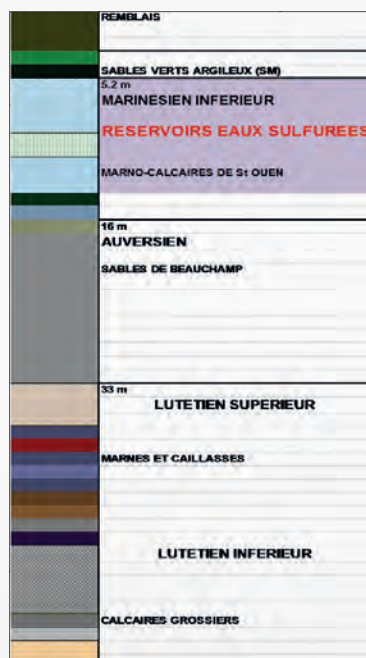


# Le risque $H_2S$

## AUX THERMES D'ENGHIEN-LES-BAINS

C. PESSEREAU

Responsable des ressources thermales

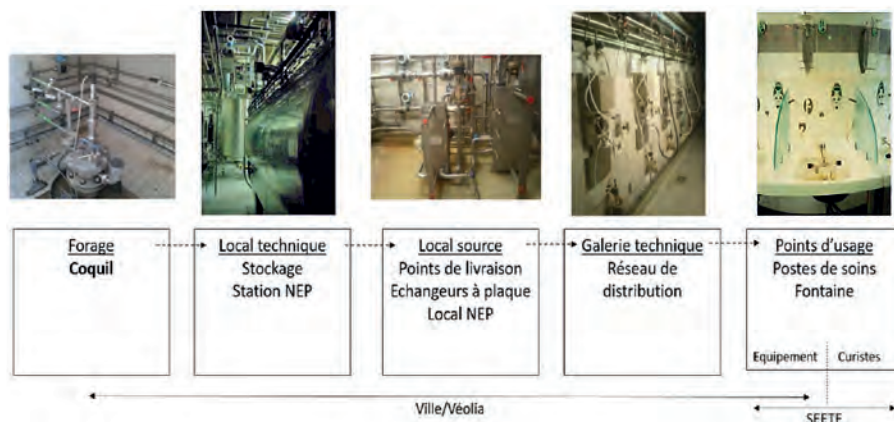


## Problématiques de gestion du matériel et de sécurité d'une ressource sulfurée

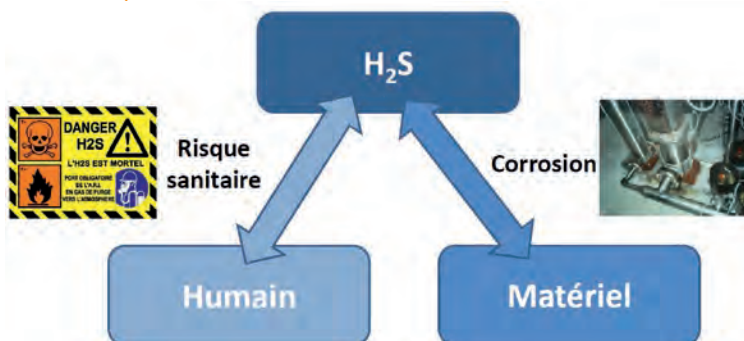
### ■ La ressource en eau

- Production de soufre = anomalie géologique et microbiologique
- Dégradation des sulfates par des bactéries sulfato-réductrices au niveau des calcaires de Saint-Ouen ;
- **Eau fortement sulfurée : 20 mg/L ;**
- ORL, VR et parodontologie ;
- Pas d'utilisation du gaz en tant que tel.

### ■ L'exploitation des thermes



### ■ Le risque $H_2S$ aux thermes



### ■ Le risque pour l'humain

- $H_2S$  = irritant, asphyxiant et neurotoxique
- Gaz incolore odorant à faible concentration

Concentration (ppm)	Temps d'exposition	Effet
0,0005 – 0,13	<1 min	Seuil olfactif
10,5 à 21	6-7 h	Seuil d'irritation oculaire
50 à 100	> 1 h	Irritation des muqueuses oculaires et respiratoires
150 à 200	2 à 15 min	Seuil de perte de l'odorat
>200	Qqs min	Signes neurologiques, signes systémiques d'anoxie cellulaire

- Code de la santé publique :
  - Valeur moyenne d'exposition sur 8 h : 5 ppm
  - Valeur limite d'exposition sur 15 min : 10 ppm

# Le risque $H_2S$

## AUX THERMES D'ENGHIEN-LES-BAINS

C. PESSERAU

Responsable des ressources thermales

### ■ Les systèmes de protection

→ Systèmes de détection  $H_2S$  fixes



→ Systèmes de détection  $H_2S$  mobiles / individuels

→ Protocole de sécurité

- Binôme pour intervention dans les galeries

- Check PC sécurité de l'établissement

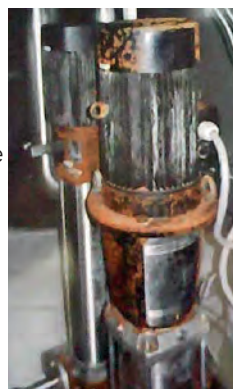
← Prochainement : mise en place de GSM-PTI



### ■ Les risques pour le matériel

→ Corrosion des métaux exceptés l'inox 316L et 316 Ti et l'aluminium

→ Corrosion de l'électricité et l'électronique



### ■ La protection du matériel

→ Utilisation de matériaux résistants et passivation régulière

→ Achat de matériel adapté aux conditions agressives

→ Système de protection spécifique du matériel critique :  
armoire ventilée avec extraction



### ■ Conclusions

→ Risque humain

- omniprésent et parfois minimisé par l'habitude

→ Risque matériel

- des pannes régulières

- peu de moyen de protection adaptée

- investissement à l'achat

### RECOMMANDATIONS

#### → Risque humain

- Sensibilisation régulière des équipes

- Maintenance et vérification régulière des systèmes de détection (dérive des sondes)

#### → Risque matériel

- Penser en amont et à long terme

- Identifier les éléments critiques et les protéger ou prévoir des pièces de rechange

#### → Une ventilation adaptée

Afth

# Les différents postes de soins

## UTILISANT DU GAZ

S. Labarthe

Institut du Thermalisme

### Présentation

L'institut est une structure à part entière de l'Université de Bordeaux délocalisée à Dax.

#### Ses missions :

- La formation :
  - 3 Licences Professionnelles ;
  - 1 DU spécialisé dans les soins en hydrothérapie ;
  - Éducation Thérapeutique du Patient (ETP) ;
  - Une offre de formation continue sur la gestion du risque sanitaire des réseaux et des piscines (thermales ou publiques)
- Documentation.
- Relations Internationales – Communication.
- Recherche multidisciplinaire : hall technologique thermal équipé de pilotes expérimentaux : piscine, réseau inox 316L, réseau PVC, postes de soin, etc.

Une équipe de recherche multidisciplinaire de 5 personnes

**Recherche appliquée** → Thermalisme piscines publique ↔ Sébastien Labarthe, assistant ingénieur spas

**Sciences de gestion** → appliquées au secteur du thermalisme

**Éducation Thérapeutique du patient**

### ■ Les différents postes de soins utilisant du gaz

#### 2 principaux gaz thermaux utilisés dans les soins :

**Hydrogène sulfuré  $H_2S$**

**Anhydride carbonique libre  $CO_2$**

- Eaux sulfurées calciques ou sodiques pour lutter contre les affections chroniques ou allergiques des muqueuses respiratoires
- Eaux carbogazeuses pour favoriser les actions vasodilatatrices.
- Sources :
  - Convention nationale thermique
  - La Presse thermique et climatique : Guides des bonnes pratiques thermales 2004;141:100-143

#### Cas des EMN contenant des gaz dissous

##### Deux façons de les mettre à profit :

- Après extraction physique du gaz en amont du soin et utilisation de ce gaz extrait
  - Seul dans un soin :
    - Insufflation de gaz sec, insufflation de trompe, bain ou douche de gaz sec
    - Vaporarium naturel (gaz et vapeur des sources)
    - Parfois après purification : injections
  - En le réinjectant dans l'EMN

# Les différents postes de soins

## UTILISANT DU GAZ

S. Labarthe  
Institut du Thermalisme

- Au cours d'un soin utilisant de l'EMN qui favorise la libération du gaz dissous
- Humage, aérosols, inhalations

### EXEMPLES :

Insufflation de trompe\*



Douche nasale gazeuse\*



Bain de gaz sec\*\*



Injection de gaz thermaux\*\*



### Gaz seul dans un soin

\*CNETH, centre de documentation de l'Institut du Thermalisme

\*\*Thermes de Royat

Humage individuel



Électro-aérosol



Aérosol manosonique



Inhalation collective



### Soins favorisant la libération du gaz dans l'EMN

### Cas des EMN ne contenant pas ou peu de gaz dissous



- Utilisation d'un gaz «commercial» injecté dans l'EMN
- Bains avec insufflation de gaz :

Source : [www.thermes-borda.com](http://www.thermes-borda.com) Source : [www.thermes-dax.com](http://www.thermes-dax.com)

# Les différents postes de soins

## UTILISANT DU GAZ

S. Labarthe  
Institut du Thermalisme

### ■ Récapitulatif des soins utilisant du gaz ou des vapeurs

Soins		Orientations											
Code	Nom	RH	VR	MCA	AD	AU	DER	PHL	NEU	PSY	GYN	TDE	AMB
208	Bain avec douche sous-marine carbogazeuse												
209	Bain carbogazeux naturel												
210	Bain avec insufflation de gaz												
501	Vaporarium												
502	Radio-vaporarium												
503	Emanatorium												
504	Radio-émanatorium												
505	Aérosol individuel												
506	Aérosol collectif												
507	Aérosol sonore												
508	Électro-aérosol												
509	Humage individuel												
510	Humage nébulisation												
511	Inhalation collective												
512	Étuve												
513	Étuve locale												
514	Douche de vapeur thermique												
517	Douche nasale gazeuse												
518	Bain de gaz sec												
519	Douche de vapeur												
521	Bain de vapeur individuel												
522	Bain de vapeur collectif												
523	Aérosol manosonique												
524	Bain de gaz sec local												
525	Douche de gaz sec locale												
703	Insufflation de trompe												
705	Injection de gaz thermaux												

### Grille des appellations normalisées des soins thermaux utilisant des gaz thermaux

Soins		Orientations											
Code	Nom	RH	VR	MCA	AD	AU	DER	PHL	NEU	PSY	GYN	TDE	AMB
208	Bain avec douche sous-marine carbogazeuse												
209	Bain carbogazeux naturel												
210	Bain avec insufflation de gaz												

### 3 types d'EMN contenant du CO<sub>2</sub> :

- EMN naturellement gazeuse ;
- EMN renforcée au gaz de la source ;  
CO<sub>2</sub> de la source retiré puis réinjecté dans les mêmes proportions ;
- EMN avec adjonction de gaz carbonique ;  
CO<sub>2</sub> injecté de qualité médicale.

➔ Ce qui nécessite un processus technique approprié



# Les différents postes de soins

## UTILISANT DU GAZ

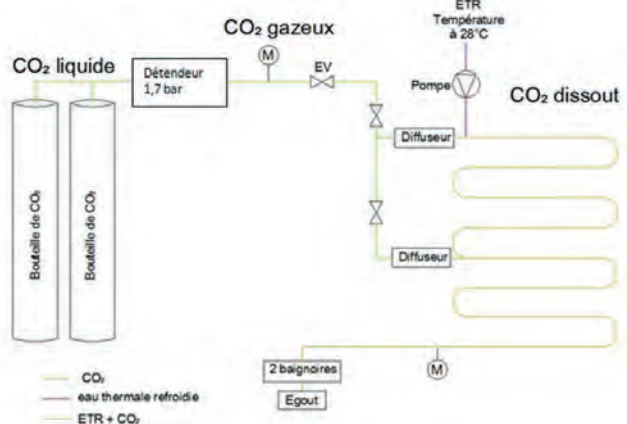
S. Labarthe  
Institut du Thermalisme

### Audit technique des bains avec insufflation de gaz sur le territoire du cluster thermal AQUI O Thermes

#### Process

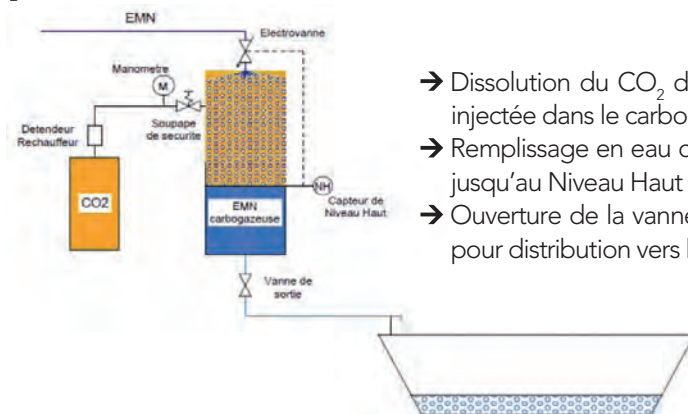
##### 1<sup>er</sup> type de process

Le CO<sub>2</sub> est injecté en ligne directement dans le réseau d'EMN



##### 2<sup>e</sup> type de process

L'EMN est injectée sous forme de fines gouttelettes dans un «réservoir» contenant du CO<sub>2</sub> : le carbonateur



- Dissolution du CO<sub>2</sub> dans l'EMN injectée dans le carbonateur.
- Remplissage en eau carbonatée jusqu'au Niveau Haut (NH).
- Ouverture de la vanne de sortie pour distribution vers le soin.

#### Mécanisme mis en jeu

##### Équilibre dissolution / dégazage de CO<sub>2</sub>

Objectif : atteindre [CO<sub>2</sub>] optimale

→ Équilibre régi par la loi de Henry :

$$[CO_2] \text{ (mol/L)} = K_H (T^\circ) \text{ (mol/L/atm)} \times P(CO_2) \text{ (atm)}$$

Diminuer T°(EMN)

Augmenter P(CO<sub>2</sub>)

→ Phénomène de diffusion à l'interface phase gazeuse/aqueuse

Augmenter le temps de contact => hauteur de colonne

Augmenter la surface de contact => fines gouttelettes d'eau

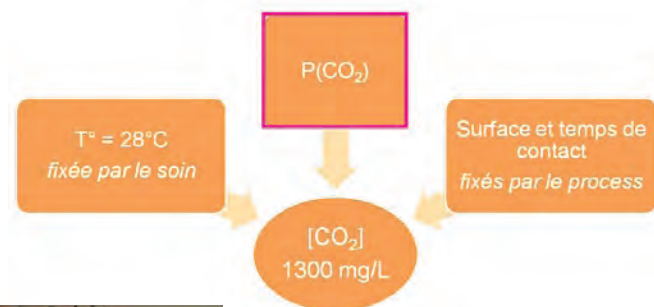


# Les différents postes de soins

## UTILISANT DU GAZ

S. Labarthe  
Institut du Thermalisme

La consigne de  $[\text{CO}_2]$  repose sur une donnée constructeur (Unbescheiden Baden Baden) :



- Pilote carbogazeux de l'institut du thermalisme
- Fournisseurs : Unbescheiden Baden Baden

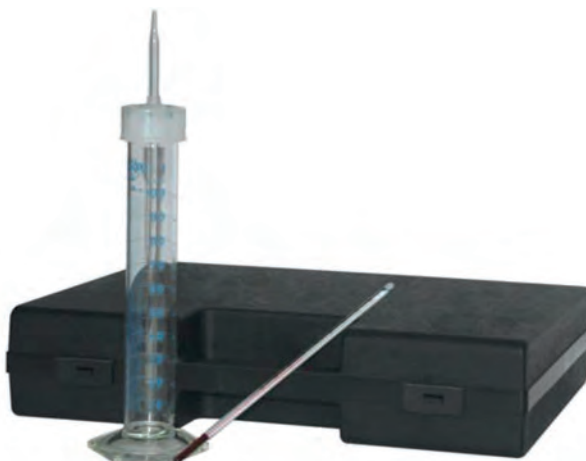
### ■ Réglage des mesures

#### Constats

- $P(\text{CO}_2) = [1,7 ; 2,5]$  bars  
 $[\text{CO}_2] = [1210 ; 1550]$  mg/L trop élevées
- Disparité technique des réseaux de distribution : matériaux, L,  $\phi$ ...  
=> Réglages de pression personnalisés
- Aucun indicateur ni suivi du soin

#### Solutions / préconisations

- $P(\text{CO}_2) = [1,4 ; 2,2]$  bars  
Réglage le plus significatif : chute de 0,5 bar
- Autocontrôle : technique du carbodoseur
  - Prise d'essai de 100 ml
  - T° (EMN)
  - Lecture  $V_{\text{---}} \text{ (mL)}$



Afth

# Les différents postes de soins

## UTILISANT DU GAZ

S. Labarthe

Institut du Thermalisme

V (mL)	t°C	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
82	1205	1185	1151	1117	1083	1050	1016	982	948	915	
81	1245	1226	1192	1157	1122	1088	1053	1019	984	949	
80	1290	1267	1231	1196	1160	1125	1089	1054	1018	982	
79	1330	1307	1271	1235	1198	1162	1125	1089	1053	1016	
78	1365	1344	1307	1270	1233	1196	1158	1121	1084	1047	
77	1405	1381	1343	1305	1267	1229	1191	1154	1116	1078	
76	1440	1417	1379	1340	1302	1263	1224	1186	1147	1109	
75	1480	1453	1413	1374	1335	1295	1256	1217	1178	1138	
74	1515	1490	1450	1410	1370	1330	1290	1250	1210	1171	
73	1550	1524	1483	1443	1402	1361	1321	1280	1240	1199	
72	1585	1558	1517	1476	1435	1394	1353	1312	1271	1230	
71	1615	1590	1548	1507	1465	1423	1381	1339	1298	1256	
70	1650	1625	1583	1541	1498	1456	1414	1371	1329	1287	
69	1685	1658	1615	1572	1529	1486	1443	1400	1357	1314	
68	1715	1688	1645	1601	1558	1514	1471	1427	1384	1340	
67	1750	1721	1677	1633	1590	1546	1502	1458	1414	1370	
66	1780	1752	1708	1663	1619	1575	1530	1486	1441	1397	
65	1810	1783	1738	1693	1649	1604	1559	1514	1469	1424	
64	1845	1816	1771	1725	1680	1635	1590	1545	1499	1454	
63	1875	1845	1799	1753	1707	1661	1615	1570	1524	1478	

Extrait de l'abaque développé par Linde AG

- Précision  $\pm 50$  mg/L
- Faible investissement
- Aucun entretien ni calibration

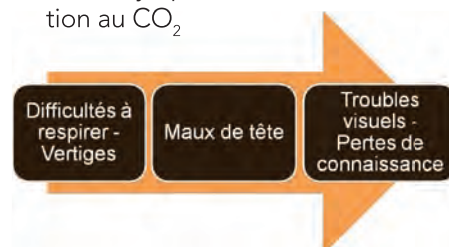
### ■ Sécurité - Prévention

#### Constats

- Méconnaissance des dangers liés à l'inhalation de  $\text{CO}_2$
- Aucune réactivité du personnel face à une intoxication

#### Solutions / préconisations

- Formation des agents thermaux sur les symptômes d'une intoxication au  $\text{CO}_2$



- Distribution favorisant le dégazage
  - Poires à jets fins
  - Brassage de l'eau carbonatée en remplissage
- Systèmes de sécurité quasiment absents (aération, alarmes)

- Installation d'une canne d'imprégnation



- Limite de dégazage donc le risque d'intoxication
- Augmentation de  $[\text{CO}_2]$  de 30 % à pression égale

- Installation d'analyseurs de  $\text{CO}_2$  dans l'air
- Bouton d'alarme pour le curiste et/ou bip portable agent thermal
- Installation de système de ventilation avec extraction d'air en partie basse des cabines de soin

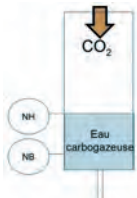
# Les différents postes de soins

## UTILISANT DU GAZ

S. Labarthe  
Institut du Thermalisme

### ■ Sécurité - Prévention (suite)

#### Constats

- CO<sub>2</sub> parfois distribué à l'état gazeux dans la baignoire
  - Déséquilibre des débits E/S
  - Coupure d'EMN en amont du carbonateur
- 
- Impossibilité d'ajouter des piquages sur le carbonateur pour insérer un capteur Niveau Bas (NB)
  - Systèmes de sécurité quasiment absents (aération, alarmes)

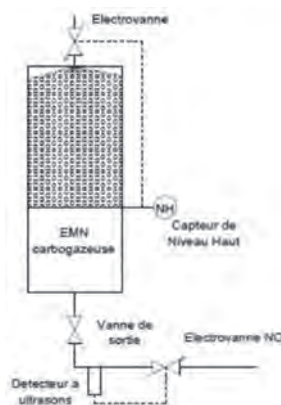
#### Solutions / préconisations

- Maîtrise du débit de sortie du carbonateur
- Installation d'une canne d'imprégnation
- Ajout d'éléments hydrauliques évitant les fuites de CO<sub>2</sub> dans le réseau
- Bouton d'alarme pour le curiste et/ou bip portable agent thermal
- Installation de système de ventilation avec extraction d'air en partie basse des cabines de soin

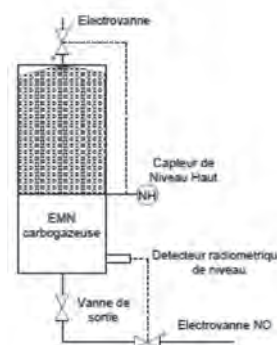


**Opter pour des capteurs sans immersion et sans contact direct avec le fluide**

- Installation d'une électrovanne asservie à un détecteur à ultrason



- Installation d'une électrovanne asservie à un détecteur radiométrique de niveau



### ■ Conclusion

- Étude personnalisée
- Remise d'un document de travail à chaque établissement
  - Préconisations
  - Mise en place d'un indicateur de suivi du soin
  - Consigne de  $P(\text{CO}_2) \Rightarrow [\text{CO}_2] = 1300 \pm 50 \text{ mg/L}$  atteinte
- Cette consigne respecte les données bibliographiques médicales sur les effets thérapeutiques du CO<sub>2</sub> dissous dans l'eau :
 

**400 mg/L [CO<sub>2</sub>] 1400 mg/L \***
- Fruit d'une collaboration entre l'Institut du Thermalisme et le cluster thermal AQUI O Thermes, mené par plusieurs étudiants sous ma responsabilité

\* Source : revue de la littérature, Press Therm Climat 2004 ; 141:45-52

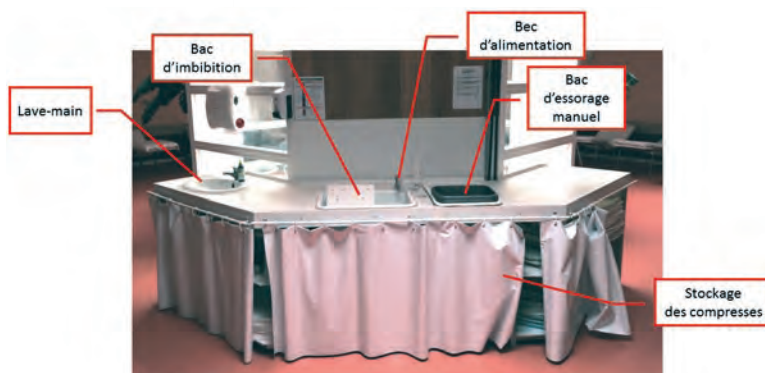
# PRIX AFth

## Dispositif d'essorage automatique de compresses froides

P. Aguas  
THERMES DE ROCHEFORT

17 650 curistes  
1 370 000 soins dispensés  
75 000 soins de compresses  
froides (code 409)  
4 agents thermaux dédiés à ce soin.

### ■ L'ancien dispositif



#### Les différentes étapes de l'ancien principe :

Lavage des mains → Récupération d'une compresse → Pliage  
→ Essorage → Application

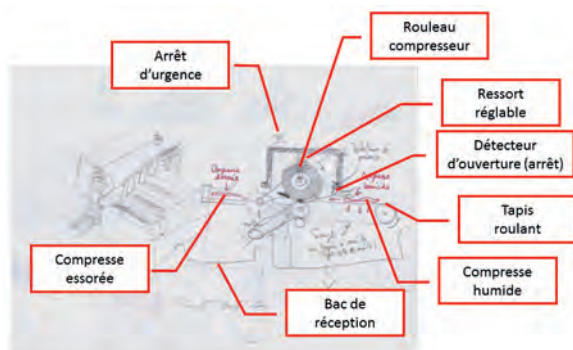
#### Conséquence de l'ancien principe :

- Des Troubles Musculo Squelettiques potentiels  
75 000 soins par an (4 compresses / curiste) = 300 torsions / jour / agent
- Un risque sanitaire identifié lors de la torsion  
Friction des mains sur la compresse (risque de manu portage)
- Une image peu moderne

### ■ Objectif du nouveau procédé :

- Réduire les manipulations (fatigue)
- Respecter le principe de «marche en avant»
- Améliorer les conditions de travail
- Etre ergonomique et silencieux
- Limiter le temps d'essorage
- Faire appel à des matériaux adaptés et conformes
- Etre visuellement moderne

### ■ Conception du dispositif



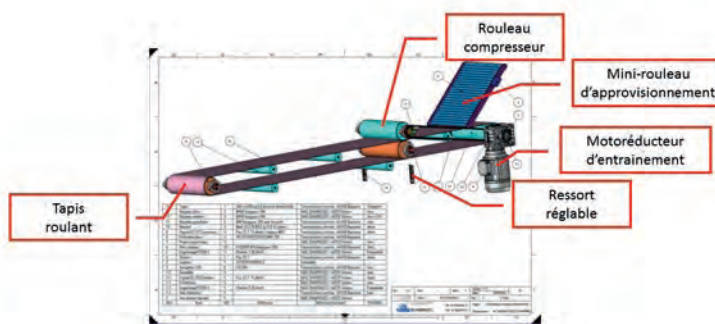
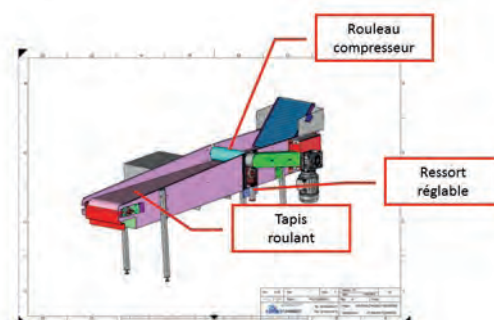
# PRIX AFTh

## Dispositif d'essorage automatique de compressees froides

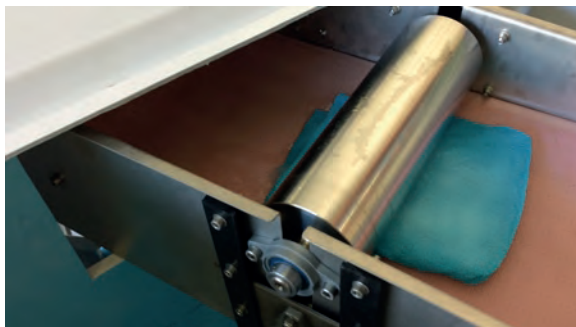
THERMES DE ROCHEFORT

### ■ Conception du dispositif (suite)

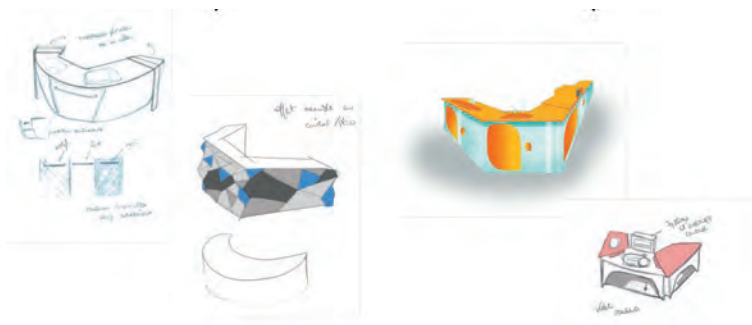
La modélisation 3D



Et derniers réglages en atelier



Le dessin du meuble





# PRIX AFTh

## Dispositif d'essorage automatique de compresses froides

THERMES DE ROCHEFORT

Idée originale et maîtrise d'œuvre :  
THERMES DE ROCHEFORT

Dessin du meuble :  
AÏGA Design (Mont de Marsan-40)

Fabrication du meuble :  
POLI CONTACT (Tarnos-40)

Fabrication de la machinerie :  
DARRIGUES (Tarnos-40)

Surfaces blanches :  
Polyester finition gelcoat

Châssis de la machinerie :  
Inox 316L

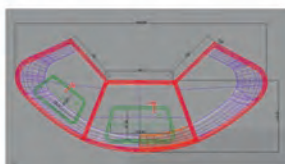
Tapis maille chevron : Polyester

Engrenage motoréducteur : PVC

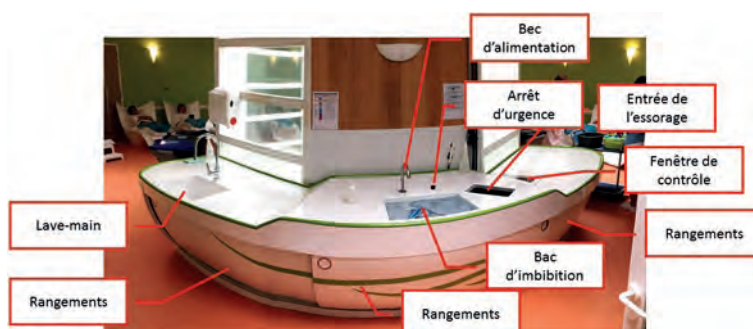
Rouleaux compresseurs et porteurs :  
Inox 316L

Mini-rouleaux : Inox 316L

Le dessin du meuble (suite) :



Réalisation finale de l'essoreuse automatique :



### ■ En conclusion

- la fatigue et les TMS ont été largement réduits à l'étape de l'essorage (remarqué par le CHSCT et le médecin du travail) ;
- les analyses microbiologiques réalisées sur les surfaces à de multiples reprises sont satisfaisantes ;
- des retours patients très positifs sur l'esthétique et les nouvelles conditions de travail des agents ;
- le coût final s'élève à 35 000 € HT.





## Pour nous écrire

Bulletin de l'Association Française  
des Techniques Hydrothermales (AFTh)

**AFTh**

1 rue Cels - 75014 PARIS

Tél : 03 87 58 10 88 - 06 71 00 70 65

[www.afth.asso.fr](http://www.afth.asso.fr)

[contact@afth.asso.fr](mailto:contact@afth.asso.fr)

Directeur de publication : Rachid Ainouche



*L'ensemble des exposés de ce bulletin  
est téléchargeable sur [www.afth.asso.fr](http://www.afth.asso.fr)*

## Adhésion AFTh

Nom : .....

Prénom : .....

Société : .....

Fonction : .....

Rue : .....

Code postal : .....

Ville : .....

e-mail : .....

## Adhésion 2017

cotisation : 100 euros

A compléter et renvoyer  
accompagné de votre règlement à:

**Pierre Mailler - Trésorier AFTh**

**Les Thermes d'Orsi**

**BP14 - 73573 BRIDES LES BAINS**

**FICHE DE CANDIDATURE  
AU PRIX DE L'INITIATIVE AfTh**

Adresse d'envoi : 1 rue Cels - 75014 PARIS

ou sur [contact@afth.asso.fr](mailto:contact@afth.asso.fr)

Titre de la réalisation.....

.....

Nom de l'initiateur.....

e-mail.....

But.....

.....

Amélioration apportée.....

.....

Budget.....

Commentaires.....

.....

Pièces jointes :.....

Photos, descriptifs, schémas...

## Prix de l'Initiative AfTh

Ce prix est destiné à récompenser toute réalisation technique réalisée ou projet de nature à améliorer la qualité, l'ergonomie, l'économie et l'efficacité d'un établissement thermal.

Le jury est composé des membres du bureau de l'AfTh (prix doté de 1 500 €)

*Nota : la participation au prix de l'Initiative Afth emporte l'autorisation donnée à l'association de communiquer au public le détail de la réalisation proposée.*



**Association française des  
techniques hydrothermales**

1 rue Cels - 75014 PARIS

Tél. 01 53 91 05 75

[www.afth.asso.fr](http://www.afth.asso.fr)

[contact@afth.asso.fr](mailto:contact@afth.asso.fr)