

UNIVERSITE FRANCOIS RABELAIS DE TOURS

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

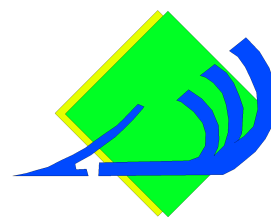
DESS EN INGENIERIE DES HYDROSYSTEMES CONTINENTAUX EN EUROPE

European Continental Hydrosystem Engineering Degree

RAPPORT D'OBTENTION DU DESS EN INGENIERIE DES HYDROSYSTEMES
CONTINENTAUX EN EUROPE

**« PROBLEMATIQUE GOUT :
SIAEP CRAVANT-LES-COTEAUX ET DU GRAND PRESSIGNY,
INDRE ET LOIRE »**

MANIRAGABA Thaddée



DESS IHCE

2004 - 2005



« Eau, tu n'as ni goût, ni couleur, ni arôme, on ne peut pas te définir, on te goûte sans te connaître » A. DE SAINT-EXUPERY (Terre des Hommes, 1939)

Remerciements

Je tiens à remercier particulièrement Monsieur Jean Pierre BERTON qui a accepté de me reprendre sur les bancs de l'école depuis que j'avais quitté cette dernière en 1988. Et après un bref parcours professionnel, je m'étais retrouvé dans les forêts tropicales suite aux événements tragiques qui avaient frappé mon pays d'origine, le Rwanda, me forçant ainsi à partir pour une destination inconnue. Monsieur Berton a bien compris la volonté d'intégration que je manifestais pour recommencer une autre nouvelle vie dans un pays qui m'avait ouvert la porte.

Ma gratitude va également à toute son équipe qui n'a ménagé aucun effort pour trouver des solutions à mes divers problèmes administratifs.

Pour terminer mon cursus, il fallait trouver une institution qui pouvait m'accueillir pour mon stage professionnel, et c'est ainsi que je remercie la Compagnie Générale des Eaux à travers son Directeur de l'Agence de Val Loire et Indre Monsieur Jérôme AUGERAUD et ses proches collaborateurs, qui a accepté de me prendre et m'a permis de revivre un milieu de travail dans les métiers d'eau.

Je pense aussi à toutes les personnes que je ne saurai pas énumérer toutes et tous pour m'avoir soutenu à faire cette formation car la vraie intégration dans le pays de Antoine de Saint Exupéry, il fallait passer par une formation pour de multiples raisons en ce qui me concerne car vu que j'avais terminé mes études en 1988 dans les pays de l'Est, bien avant la destruction du mûr de Berlin. Se ressourcer était nécessaire, car le monde a évolué pour moi qui suis d'une autre génération.

Depuis j'ai eu des enfants qui ont pris le chemin de l'école dans diverses cultures dès leur bas âge, et maintenant ils ont apprivoisé la culture française ignorant les précédentes car ils les ont traversé lorsqu'ils étaient encore trop petits. Ce qui n'est pas le cas pour moi, car la mémoire me fait circuler en sommeil toutes les différentes cultures que j'ai eu à côtoyer. Ici, mon

attachement d'espérer revoir un jour mon enfant que j'ai laissé avec sa mère à la fin de mes études. Il avait encore deux ans, et aujourd'hui, il use déjà son pantalon dans un milieu universitaire. Il n'a cessé par téléphone de me témoigner de soutien, s'il le fallait pour que nous puissions nous retrouver.

Que dire de Christelle (CM2), Christian (collégien) et Alexis en terminale scientifique lorsque l'horloge nous réveillait le matin pour retrouver nos cartables. Je me suis senti encouragé pour leur donner le goût du travail qui fait l'homme.

Je ne m'empêcherai pas de reconnaître la gentillesse et l'esprit solidaire de très jeunes de ma promotion tout au long de l'année. Bravo à l'association « ADEIHCE ».

Table des matières

I.	SOMMAIRE	7
II.	Résumé en français :	10
III.	Résumé en anglais :	10
IV.	SIGNIFICATION DES SIGLES ET DES ABREVIATIONS	12
V.	AVANT PROPOS	13
	Présentation de la Compagnie Générale des Eaux (CGE)	15
VI.	INTRODUCTION	17
VII.	PROBLEMATIQUE GOUTS DE L'EAU	21
	A. Les pollutions d'origine agricole.....	23
	B. L'Ozonation.	26
	C. Traitements biologiques des composés sapides	27
	D. Apparition de la sapidité au niveau du réseau de distribution public.....	27
	1. L'activité biologique.....	28
	2. Influence du résiduel du désinfectant	30
	3. Interactions entre l'eau et les matériaux des conduites à son contact	31
	4. Choix de la technique de traitement	32
	5. Injection de l'air par diffusion de gaz.	34
	6. Dimensionnement.....	35
	7. Principe de fonctionnement de l'unité de déferrisation	35
	8. Modalités d'entretien, de réglage et de suivi	37
	9. Les filtres fermés sous pression	38
	10. Contrôle du débit d'air injecté.....	39
	11. Contrôles en continu	39
	12. Déferrisation et démanganisation couplée :	41
	13. Aspects analytiques.....	46
	14. Aération.....	46
	15. La filtration	47
	16. Chloration.....	47
	17. Renouvellement des installations	48
VIII.	ARCHITECTURE DU RESEAU	49
	1. APPARITION DE LA SAPIDITE AU NIVEAU DU RESEAU DE DISTRIBUTION PRIVE.....	50
	2. Nature des composés odorants	51
	3. Classement des goûts.....	52
	4. Normes en matière de goût	54
IX.	GESTION DE L'EAU DISTRIBUEE DANS LES REGIONS DE CRAVANT LES COTEAUX ET GRAND PRESSIGNY	54

A.	Installations de production de Moulin à Tan.....	56
B.	Ressource de captage de Grand Pressigny	61
1.	Situation géologique	62
2.	Protection des périmètres de captage	64
X.	Tableau de la qualité eau, Grand Pressigny durant le mois d'août 2005	65
XI.	Tableau de la qualité d'eau SIAEP Cravant les Coteaux durant le mois d'août 2005 .	66
XII.	CONCLUSION	70
XIII.	ANNEXES	75
A.	Teneurs maximales admissibles en sels minéraux prévenant l'apparition de mauvaises flaveurs dans l'eau.....	75
B.	Seuils de flaveurs en cours et fin de traitement en fonction de la dose de chlore et du temps de contact (pour une eau de rivière traitée par ozonation-clarification-ozonation- filtration).....	76
C.	Sensibilité des matériaux du réseau intérieur vis-à-vis des proliférations bactériennes 77	
D.	Sensibilité à la corrosion des matériaux du réseau intérieure	78
E.	Phénomènes de corrosion dus à la juxtaposition de métaux dans une installation	78
F.	Revêtements associés à un relargage de substances organiques utilisables par les microorganismes (croissance bactérienne observée en exploitation ou en laboratoire.....	79
G.	Etude d'incidents de perméation dans la région d'Anvers.....	80
H.	Liste des industries pouvant générer des composés sapides ou des précurseurs de composés sapides	81
XIV.	BIBLIOGRAPHIE	83

I. SOMMAIRE

Le syndicat intercommunal d'alimentation en eau potable de Cravant les Coteaux (SIAEP Cravant les Coteaux), composé de quatre communes Sazilly, Anché, Tavant et Rivière et la Commune du Grand Pressigny sont alimentés en eau potable par des eaux souterraines de forage respectivement de 105 m et 85 m de profondeur. La qualité de ces eaux brutes est bonne, conforme à la qualité des eaux brutes réglementaires pour la production d'eau destinée à la consommation humaine.

Après des nouveaux travaux qui ont été effectués et des changements de process qui ont intervenu dans les deux stations de traitement d'eau potable, et surtout après l'abandon du premier captage au Grand Pressigny, des altérations de goût signalées par certains consommateurs ont subsisté en quelques endroits des réseaux, bien que celles-ci n'étaient pas très enregistrées au numéro vert fonctionnant 24h/24h à la Compagnie Générale des Eaux. Certains consommateurs n'ont cessé de s'en plaindre lors des réunions que l'exploitant Générale des Eaux tenait avec les représentants de dites collectivités.

Et compte tenu du souci permanent de distribuer une eau de bonne qualité, que la Compagnie Générale des Eaux en partenariat avec les dites collectivités a voulu organiser une enquête sur la qualité gustative de l'eau. Car en effet, le consommateur ne satisfait plus seulement d'une eau potable, de parfaite qualité sanitaire, il veut aussi qu'elle soit agréable au goût. Générale des eaux, consciente que le goût de l'eau est une notion complexe, du fait que son identification n'est pas toujours facile, ni aisée et que néanmoins elle peut s'apprendre et se travailler qu'elle a décidé de mettre en place un plan d'action de saveurs de l'eau. Cette enquête examinera toutes les éventuelles étapes de l'eau qui peuvent être à l'origine des goûts, de la ressource, de la filière, du réseau public de distribution, et du réseau privé pour qu'enfin des actions de remède puissent être envisagées.

Compte tenu de la teneur en fer dissous que renferme l'eau brute, les deux usines sont équipées des installations physico-chimiques de déferrisation , de tours d'oxydation qui fonctionnent par injection de l'air jusqu'à ce que la concentration en fer soit toujours inférieure à 0,01 mg/l dans l'eau traitée. (Souvent après traitement il n'y a pas de traces de fer du tout). Une désinfection est prévue avant l'acheminement de l'eau dans les réseaux des distributions respectifs jusqu'aux différents points de consommation. Le plan Vigipirate exige un surdosage de chlore résiduel, ce qui aurait été à l'origine sûrement des plaintes enregistrées auprès des consommateurs en amont des réseaux.

Les deux collectivités comptent environ 2200 abonnés pour une longueur linéaire de réseau de 79 000 mètres et 1320 branchements pour le SIAEP Cravant les Coteaux et de 57 000 mètres et 772 branchements pour la Commune du Grand Pressigny.

La quantité d'eau produite et distribuée dans les deux collectivités est d'environ 300 000 m³ par an et répond aux normes de valeurs physico-chimiques et bactériologiques destinées à la consommation humaine selon le décret modifié n°89-03 du 03/01/1989. L'analyse des échantillons prélevés aux usines et dans différents points de réseau a confirmé la potabilité de l'eau produite et distribuée.

Des formations d'identification des goûts fondamentaux de base ont été organisées. Le panel des participants volontaires représentatifs et répartis géographiquement sur l'ensemble du réseau a été mis en place et a été formé à l'identification des différents goûts dans l'eau à partir d'une eau de référence. Les participants ont bien compris que ce n'était pas si facile, si évident à qualifier le goût de l'eau si un en était.

L'enjeu pour l'avenir de continuer à s'approvisionner en eau potable à partir de la nappe du Cénomanien, principale ressource en eau potable de deux collectivités, constitue un sérieux problème, compte tenu du niveau de la nappe qui s'abaisse fortement à cause de son surexploitation en général car cette nappe est exploitée outre les deux collectivités par le reste du département d'Indre et

Loire. La nappe met plus de temps pour se remplir, et elle couvre près des trois-quarts de la région Centre. La nappe du Cénomanién au sens strict est intensivement exploitée à des fins industrielles dans la région de Tours, où l'ancienneté de certains forages a déjà provoqué des baisses de niveaux notables (20 m en 30 ans). La nappe des sables du Cénomanién est d'une importance majeure du fait qu'elle fournit une eau de bonne qualité et non vulnérable à la pollution. Elle est beaucoup prélevée pour être utilisée en alimentation d'eau potable car exempte de pollution.

Des mesures urgentes d'utilisation de l'eau potable pour d'autres usages non domestiques doivent être revues, ce qui exigera des prises de politiques sévères pour la préservation de cette ressource. Des mentalités sur l'eau doivent changer.

II. Résumé en français :

La détermination des origines des goûts qui apparaissent dans l'eau produite et distribuée dans les communes de Sazilly, Tavant, Anché et Cravant les Coteaux qui composent le SIAEP Cravant les Coteaux et le suivi de la qualité gustative de l'eau produite au Grand Pressigny après la mise en route des nouvelles installations des procédés de traitement à partir du mois de juillet 2005 a montré que la qualité générale de l'eau est bonne , et les valeurs des paramètres physico-chimiques et bactériologiques sont conformes . Des bilans d'analyses que j'ai effectuées sur l'eau ont été satisfaisants. L'eau répond aux normes physico-chimiques destinées à la consommation humaine. Le surdosage du résiduel de désinfectant observé étant justifié par les mesures maîtrisables, et datent du plan de la DDASS, responsable de la qualité de l'eau distribuée à la population au niveau du Département.

Les résultats de l'enquête de dégustation, que les différents participants choisis en fonction des différents paramètres des réseaux seront exploités en vue d'envisager des actions éventuelles si besoin correctives au niveau des réseaux. Cette enquête s'étendra sur une période de 30 jours et un suivi journalier des activités liées à toutes les interventions enregistrées à partir de l'eau brute jusqu'à l'eau au robinet seront consignées car elles aideront à comprendre et trouver les origines possibles des goûts dans l'eau.

III. Résumé en anglais :

The origin of taste in the drinking water produced at SIAE Cravant les Coteaux and at the Grand Pressigny is the fundamental approach which I will try to find in this study. After a few works and modifications in the processing process the taste remained the most of the complaints of many inhabitants in those areas.

I will try to understand the whole water system production and distribution, but also on voluntary basis some people have participated and taken place to the

panels which were organised with objective to learn how to taste the water, it is not easy. The human parts of the mouth which are playing and helping to taste the water are been exposed to the participants, who thereafter will go to complete the exercise at home scheduled for one month time. They will fulfil the tables and the results will help the Générale des Eaux, after the look to bibliography lecture on the possible origin taste, will be able to understand and to act necessary.

IV. SIGNIFICATION DES SIGLES ET DES ABREVIATIONS

S.I.A.E.P : Syndicat Intercommunal d'alimentation en eau potable

C.A.G : Charbon actif en grains

C.E.G : Compagnie Générale des Eaux

Mn : Manganèse

MES : Matières en suspension

MO : Matières organiques

COA : Carbone Organique assimilable

COT : Carbone organique Total

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

AFNOR : Agence Française de Normalisation

COFRAC : Comité Français d'Accréditation

DDASS : Direction Départementale des affaires sociales et sanitaires

DRIRE : Direction régionale de l'industrie et de la recherche

DDAF : Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt

DISEN : Direction inter services de l'eau et de la nature

DDE : Direction Départementale de l'Equipement

SDAGE : Schéma Directeur d'aménagement et de gestion de l'eau

SADE : Membre du Groupe Veolia International

ADEIHCE : Association de l'Ingénierie des Hydrosystèmes continentaux en Europe ;

V. AVANT PROPOS

2. L'eau produite par l'usine de traitement d'eau de Moulin à Tan qui alimente la région qui compose le SIAEP Cravant les Coteaux c'est à dire les communes de Sazilly, Anché, Tavant et Rivière et celle qui est produite au Grand Pressigny et alimentant la même commune depuis l'achèvement des travaux et la mise en service des nouvelles installations de déferrisation, les clients desservis ont continué à faire part en se plaignant des problèmes éventuels de goût de l'eau.
3. Afin de mieux identifier ces goûts et en accord avec les représentants des différentes collectivités, l'Agence Val de Loire Indre de Générale des eaux ont décidé de lancer une enquête sur la qualité gustative de l'eau distribuée dans ces régions. C'est la présente étude s'inscrivant dans les objectifs de la Compagnie Générale des Eaux qui vise à la satisfaction de la qualité organoleptique qui fera l'objet de mon travail.
4. L'étude se déroulera en trois étapes :
5. La première étape qui comprendra les points ci-après :
 - 5.1.. Fonctionnement de la station (Origine de l'eau brute, traitement en cours, entretien et maintenance des installations de production d'eau,
 - 5.2.. Paramètres pouvant influencer sur la qualité de l'eau brute (saisons, intempéries climatiques, pollution diffuse,...
 - 5.3.. Adaptation des procédés de traitement en fonction de la qualité de l'eau brute,
 - 5.4.. Assurance de la qualité de l'eau produite, par des analyses de conformité à l'eau destinée à la consommation humaine(Importance

d'associer le facteur goût à la qualité générale requise pour une eau destinée à la consommation humaine, à envoyer dans le réseau),

5.5.. Connaissance du temps de séjour de l'eau dans les réservoirs de l'usine avant qu'elle ne soit envoyée dans le réseau (Volume, temps, entretien, paramètres physico-chimiques (température, pH, Cl₂, NH₄, Fe dissous)

5.5.1. Etude des réseaux de distribution du SIAEP Cravant les Coteaux et de Grand Pressigny. - Contrôle de la qualité de l'eau en amont du réseau, - sectorisation du réseau (gravité, surpression, nature des canalisations, points de chloration, temps de séjour, activités diverses sur le réseau (purgés, raccordements, ...)

6. La deuxième étape : Formation du panel de dégustation

7. Désignation des goûteurs d'eau (env.20 personnes réparties comme en groupes ci-après de préférence : Habitants volontaires, clients ayant fait l'objet de plainte de problème de goût, clients volontaires ou sollicités via les Elus, agents de la Compagnie Générale des Eaux)

8. Enquête de satisfaction gustative de l'eau et recueil des informations et plaintes sur la qualité de l'eau distribuée

9. Préparation de la réunion des goûteurs,

10.Campagne et réunion d'apprentissage d'identification des principaux goûts fondamentaux de base

11.Présentation de la problématique du goût de l'eau, Guide de la dégustation, les 4 goûts de référence (sucré, salé, amer, acide)

12.Présentation du power point sur l'eau distribuée

13. Période de dégustation

14. La troisième et dernière étape :

15. Collecte des fiches, exploitation et analyses des résultats de l'enquête sur la qualité gustative et propositions possibles d'actions à entreprendre pour le respect de la qualité gustative de l'eau.

Présentation de la Compagnie Générale des Eaux (CGE)

La Compagnie Générale des Eaux en France ou VEOLIA WATER INTERNATIONAL est leader mondial des métiers de l'eau.

Générale des Eaux est le premier spécialiste en France dans le domaine des métiers de l'eau au service des collectivités locales. Une compétence et un savoir-faire qu'elle exerce depuis près de 150 ans. Au niveau national, elle a des directions régionales, et celles-ci sont subdivisées en Agences. L'Agence de Val Loire Indre où j'ai fait mon stage dépend de la Direction Régionale Ile de France et gère plus plusieurs contrats qui la lie à un bon nombre de collectivités locales et industriels privés de deux Départements Indre et Loire et Indre en région administrative Centre de France.

Pour l'ensemble des collectivités françaises, au niveau national, Générale des Eaux est partenaire de plus de 8 000 collectivités, ce qui représente plus de 26 millions de personnes desservies en eau potable- 2100 milliards de litres d'eau distribuées sur une longueur d'environ 200 000 km de canalisations d'eau potable et 19 millions en assainissement - 1 500 milliards de litres d'eaux usées dépollués chaque année sur 55 000 km de canalisations d'eaux usées, surveillées et entretenues. Environ 600 000 analyses ponctuelles et régulières effectuées chaque année. CGE compte environ 2 700 unités de production d'eau potable et 1 820 usines de dépollution des eaux usées.

Générale des eaux protège la ressource, analyse et contrôle du point de captage au robinet des consommateurs, met en oeuvre des procédés de traitement les

plus performants dans les usines de production, entretien et surveillance en continue des réservoirs de stockage et des réseaux de distribution, et elle informe des consommateurs de l'état de l'eau distribuée.

Du prélèvement de l'eau brute à l'arrivée de l'eau potable chez l'utilisateur, les professionnels de Générale des Eaux s'engagent chaque jour auprès des collectivités, tant sur la qualité sanitaire de l'eau que sur la qualité du service.

Générale des Eaux mobilise ses compétences pour contrôler, fiabiliser et sécuriser la collecte et la dépollution des eaux usées, jusqu'au rejet dans le milieu naturel des eaux traitées après utilisation : optimisation du rendement des stations d'épuration, traitement et valorisation des boues issues du traitement, maîtrise sanitaire de l'épandage, développement et exploitation d'unités compactes "zéro nuisance", couvertes, insonorisées, désodorisées et parfaitement intégrées à leur environnement. Un savoir-faire qui lui a permis d'être le premier opérateur au monde et à obtenir la certification environnementale ISO 14001 sur certaines de ses usines (Antibes, Narbonne ...) de traitement d'eaux usées.

Générale des Eaux, forte de son expérience plus que centenaire acquise auprès des collectivités, elle met au service des industriels une expertise technologique et un savoir-faire éprouvé en matière de gestion déléguée d'installations de production et de traitement d'eau. Quelle que soit la spécificité de leurs besoins en eau, Générale des Eaux s'engage, auprès des grandes entreprises comme des PME, dans chaque secteur d'activité industrielle. En confiant la gestion des eaux industrielles à un spécialiste, elles peuvent se concentrer sur leur métier de base, elles bénéficient d'un partenariat inscrit dans la durée et sont assurées de répondre aux contraintes environnementales.

Qu'il s'agisse de conception et de construction d'installations, de fourniture d'équipements hydrauliques et de traitement, de conseil et d'ingénierie, Générale

des Eaux s'appuie sur les expertises complémentaires de ses filiales spécialisées comme Veolia Water Systems et SADE.

VI. INTRODUCTION

La satisfaction des Français vis à vis du service de l'eau de leur commune constitue l'un des éléments les plus fluctuants, même si le taux de satisfaction se situe depuis 1996 autour de 4 français sur 5. 85% des interviewés qui se disent satisfaits du service, soit une progression de 7 points par rapport à 97(78%). Rappelons qu'en 1995, la satisfaction « service » avait au contraire reculé de 5 points. Dans le même temps, la proportion d'insatisfaits diminue symétriquement de 7 points, passant de 20% à 13%. Le taux de satisfaction a tendance à augmenter avec l'âge, mais les tris croisés n'ont pas de grande satisfaction, la quasi totalité des populations dépassant les 80% de satisfaits (à l'exception des moins de 20 ans : 78%).

L'opinion relative à la manière dont sont assurés les différentes dimensions du service de l'eau, par les entreprises privées et les régies, est remarquablement stable depuis 3 ans. L'avance des entreprises sur les régies est assez conséquente : de 9 points sur l'item « entretiennent les réseaux de distribution », (66% de taux d'agrément pour les entreprises, 57% pour les régies), jusqu'à 30 points sur l'item « font beaucoup de recherche » (66% contre 36%). Les autres taux d'agrément, pour les entreprises privées, s'élèvent à 73% sur « investissement dans des installations modernes », 68% pour « sont très compétentes au niveau technique » et 64% pour « sont à l'avant garde de la technologie ».

Régies et entreprises se situent, par contre, à des niveaux globalement identiques lorsqu'on demande aux Français si elles sont « à l'écoute des besoins de leurs clients » : les régies obtiennent ici 50% d'approbation et les entreprises à 48%, chiffres sans réelle évolution depuis 1995.

Si, pour la plupart des composantes du service de l'eau, les performances des entreprises sont mieux perçues que celles des régies communales, leurs prestations sont, parallèlement, jugées plus chères. 48% des interviewés affirment ainsi que le service de l'eau et de l'assainissement est plus cher lorsqu'il est assuré par une entreprise privée. On peut relever néanmoins une légère mais constante diminution, sur trois ans, de cette proportion (48% en 1996). Pour le reste, 20% pensent que les tarifs sont identiques quel que soit le mode de gestion et 11% estiment le service plus cher lorsqu'il s'agit d'une régie. Notons tout de même que la perception des Français sur cette question paraît moins affirmée que par le passé : la part des interviewés ne sachant répondre a en effet progressé de 6 points en trois ans, passant de 18% en 1996 à 24% en 1999.

L'attribution de la responsabilité des différentes composantes du service de l'eau (fixation du prix, distribution, qualité, contrôle de la qualité, installation et entretien, assainissement des eaux usées) n'évolue globalement pas depuis la première enquête, en 1996.

De fait, les Français évaluent aussi mal la répartition effective des responsabilités : celui qui gère le service (la municipalité lorsque le service est géré en régie ou la société exploitante lorsque celui-ci est délégué) est de façon générale, tenu responsable de l'ensemble des aspects du service.

Tout juste peut on souligner une très légère différence en ce qui concerne les « contrôles de qualité » de l'eau, 13% des Français sachant visiblement qu'ils sont placés sous la responsabilité d'un autre organisme. .. mais cela ne constitue tout de même qu'une très faible minorité.

Depuis la première enquête, en 1996, les questions touchant à la qualité de l'eau du robinet arrivent systématiquement en tête des sujets sur lesquels les Français souhaiteraient davantage d'informations. L'édition 1999 ne déroge pas à cette règle : 63% veulent plus d'informations sur les contrôles de qualité, 60% sur les normes de qualité, 38% des conseils sur l'eau et la santé (chiffres stables) et

43% sur la provenance de l'eau de leur commune (37% en 1998). Enfin, les conseils pratiques se situent au niveau comparable aux années précédentes, avec 20% des citations.

La maîtrise des traitements de potabilisation a, tendance à s'améliorer, tant en réponse spontanée qu'assistée. Ainsi, les Français sont un peu moins nombreux qu'en 1998 à ne pouvoir spontanément citer aucun procédé de traitement (30% contre 33% en 98). De même, leur taux de connaissance des différents traitements nécessaires est orienté à la hausse, surtout en réponse spontanée : 45% évoquent spontanément la désinfection, contre 14% en 1998 (88% contre 85% en réponse assistée), 34% citent la filtration (28% en 98), 22% l'élimination des substances toxiques (20% en 1998).

49% des Français pensent que l'eau utilisée pour produire l'eau potable livrée à leur domicile a pour origine une ressource souterraine (nappe, source,...), 16% ne savent pas répondre. Si l'on ne prend pas en compte que les réponses positives, on obtient 58% d'eaux souterraines et 42% d'eaux de surface. Ces répartitions sont pratiquement les mêmes qu'en 98 et correspondent, en fait, à la réalité des moyennes nationales de captage d'eaux brutes.

L'Indre-et-Loire comprend 277 communes rurales et 10 communes urbaines. Selon les résultats du recensement de 1999, le département comptait 553 747 habitants, ce qui le place en terme de population, au deuxième rang de la région Centre de France, après le Loiret.

Etant donné le faible débit des cours d'eau d'Indre et Loire, à l'exception de la Loire, du Cher et de la Vienne, l'essentiel de la ressource en eau du département se situe dans les nappes souterraines. Les Communes de Anché, Sazilly, Rivière, Tavant et celle de Cravant les Coteaux sont alimentés en eau potable par l'eau des forages pompée dans le Cénomanien pour l'alimentation en eau potable de la Commune Le Grand Pressigny ainsi que le groupement des communes qui

composent le Syndicat intercommunal en alimentation en eau potable de la Région de Cravant les Coteaux.

La gestion de la ressource en eau se fait en régie ou par délégation. La commune le Grand Pressigny et le SIAEP Cravant les Coteaux ont confié la gestion de l'eau à la Générale des Eaux. Compte tenu de son expérience reconnue internationalement dans les services de l'eau, la Générale des eaux met toutes ses compétences pour distribuer aux habitants de ces deux régions parmi tant d'autres dans le département une eau potable suffisante en quantité et qui répond aux normes de potabilité en qualité satisfaisante.

Générale des Eaux est certifiée par l'AFAQ pour sa démarche qualité environnement depuis plusieurs années. A l'occasion de l'évolution vers la version 2000 de la norme ISO 9001, conformité établie lors de l'audit de février 2003 portant sur l'ensemble du périmètre et sur l'ensemble des activités, elle a engagé une révision de ce système de management afin de l'orienter de manière encore plus affirmée vers la satisfaction des risques associés : risque d'insatisfaction des clients, risques environnementaux, risques sanitaires, risques en matière de sécurité pour les agents.

Cette nouvelle orientation garantit à la Collectivité une prise en compte des risques identifiés, une réactivité plus importante en matière d'action et d'information, une efficacité accrue au service des clients et de l'environnement. La Générale des Eaux apporte une garantie pour les collectivités partenaires dans le cadre de la gestion déléguée des services publics :

- De continuité et de qualité de service par la disponibilité d'agents compétents, mobilisables sur simple appel téléphonique 24h sur 24, ainsi qu'en cas de crise, la mise à disposition de moyens de secours pour l'alimentation en eau des populations, l'information téléphonique personnalisée des consommateurs en cas de non potabilité de l'eau...
- De santé publique par des contrôles internes venant compléter les contrôles officiels, une amélioration permanente de la maîtrise des risques

par l'application de méthodes utilisées dans l'agroalimentaire (HACCP) et l'appui d'un laboratoire national accrédité par le COFRAC.

- De protection de l'environnement et de prévention des pollutions par la déclinaison progressive par site de programmes de management environnemental certifiés conformes aux exigences de la norme 14001 dans le cadre d'un certificat régional,
- De conformité réglementaire par l'appui d'une cellule de veille juridique nationale, la mise en œuvre directe des obligations ressortant de la responsabilité contractuelle et, pour les autres, l'information aux collectivités avec le souci de propositions techniques pertinentes.

L'ensemble de ces démarches a pour objectif l'amélioration continue des prestations et suit le même cycle : planifier, réaliser, contrôler, améliorer.

La prise en compte des attentes des collectivités partenaires par des entretiens avec les exploitants sur la qualité du service rendu, par la fourniture d'informations régulières sur les résultats obtenus, par des réunions bilan/objectifs ... doublée par une enquête de satisfaction des abonnés, est la garantie pour les Collectivités d'une relation constructive basée sur la confiance, la claire définition des responsabilités et le professionnalisme.

VII. PROBLEMATIQUE GOUTS DE L'EAU

Le concept de goût de l'eau est une composante fondamentale de la qualité d'une eau de boisson. Les développements de mauvais goûts et odeurs dans les ressources, les installations de production et de distribution d'eau potable sont à l'origine d'un certain nombre de plaintes de la part des consommateurs. Dans certains cas, ces plaintes sont un signal d'alarme de dégradation de la qualité de l'eau.

De nombreux composés odorants différents ont pu être identifiés dans les eaux. Ces substances ont des origines très variées. On peut les trouver dans l'eau brute avant tout traitement, soit de la présence de polluants d'origine industrielle par exemple, soit du développement intensif de certains micro-organismes conduisant à la libération dans l'eau des métabolites particulièrement odorants. Ces composés peuvent aussi se former au cours des traitements de potabilisation par action des agents chimiques utilisés (chlore,...) sur la matière organique des eaux.

Enfin, l'évolution de la qualité des eaux dans les réseaux peut conduire à l'apparition de molécules odorantes au cours de la distribution.

La présence de composés sapides dans les eaux de la ressource (de surface ou souterraines) peut avoir diverses origines.

Celles dites naturelles, sont dues à des substances minérales, à des produits de décomposition des matières organiques ou à des métabolites élaborés et sécrétés par certains micro-organismes.

Les algues :

La plupart des goûts et odeurs provenant des algues peuvent être classés en trois catégories

- a. Les goûts/odeurs de terre moisie associés à la géosmine et au MIB (2 – Méthylisobornéol)
- b. Les goûts/odeurs d'herbe, poisson, concombre, géranium...
- c. Les odeurs d'algues en décomposition, décrites comme des odeurs septiques, pourries et de porcherie.

Ces odeurs dépendent des espèces, de la densité d'algues et si elles sont vivantes ou mortes et des conditions d'apparition et de développement.

Les actinomycètes appartiennent à un groupe situé entre les champignons et les bactéries et peuvent donner à l'eau des goûts de terre et de moisi.

Les bactéries sulfato-réductrices. Ces bactéries anaérobies réduisent les sulfates en sulfure d'hydrogène (H_2S) qui donne à l'eau une odeur d'œuf pourri à une concentration très basse puisque son seuil de flaveur est de 1,1mg/l. Ces bactéries sont très répandues et se retrouvent dans les sols riches en matière organique, dans les eaux fraîches, marines et saumâtres, les nappes phréatiques profondes, les puits de gaz naturel et d'huile ; les eaux profondes anoxiques ; les lacs et les retenues en période de stratification thermique. Elles se retrouvent également au niveau des égouts, des chauffes eaux et des matériaux ferreux corrodés.

D'autres types de bactéries ferrobactéries peuvent générer des flaveurs dans les eaux profondes et dans les eaux distribuées.

Les champignons microscopiques, encore appelés moisissures, sont des Eucaryotes dont certains peuvent être responsables de flaveur de l'eau.

Certains micro-organismes appelés micro crustacés peuvent communiquer à l'eau une flaveur de poisson s'ils sont trop abondants.

Tandis que celles dites anthropiques sont dues aux activités humaines, lors des rejets industriels, agricoles, urbains (traités ou non). La présence d'un composé sapide peut-être due à la fois à l'activité humaine et à un processus biologique.

Les pollutions d'origine urbaine, les déchets urbains peuvent contaminer l'eau de deux manières :

- soit indirectement par des effluents aéropolluants qui vont se retrouver dans l'eau et s'y dissoudre
- soit directement par des effluents d'eaux usées, traités ou non, et les eaux pluviales qui atteignent la ressource.

A. Les pollutions d'origine agricole

Depuis le début des années 80, l'agriculture est considérée officiellement comme une activité susceptible de causer des nuisances à l'environnement. La qualité des eaux continentales a tendance à se dégrader à cause de l'augmentation des teneurs en composés azotés et phosphorés.

Le phosphore, l'azote et le carbone contenus dans les déjections animales des élevages, les engrais et les pesticides polluent les milieux récepteurs, rivières et eaux de surface, provoquant leur eutrophisation. Les conséquences de l'eutrophisation (croissances algales,...) apportent toutes sortes de désagréments comme des dégagements d'odeurs putrides mais aussi des difficultés accrues dans le traitement des eaux potables dues à de mauvaises saveurs communiquées à l'eau par le phytoplancton que les filières traditionnelles de traitement n'arrivent pas à éliminer. L'apport excessif de nutriments, comme le phosphore, est particulièrement indésirable lorsqu'il se produit en été où la croissance des algues bleu vert est optimale.

Les différents procédés de traitement utilisés pour produire de l'eau potable ont pratiquement tous une action sur les goûts et les odeurs, de façon positive en éliminant les composés sapides ou leur précurseurs ou, de façon négative, en conduisant à la formation des sous-produits sapides. Certains de ces sous-produits sont bien connus en tant que responsables de goûts et odeurs. Ceci est principalement le cas lors de l'utilisation d'oxydants ou des désinfectants tels que le chlore.

Dans la mesure où les composés sapides ont par définition des tensions de vapeur relativement élevée, tout traitement mettant en œuvre une aération par cascade ou par bullage conduit à leur élimination totale ou partielle.

Les oxydants ou désinfectants utilisés durant le procédé de chloration réagissent avec tout ou partie des composés organiques présents dans les eaux. Le degré de dégradation, autrement dit la nature des sous-produits, dépend de plusieurs facteurs dont :

- le pouvoir oxydant
- le temps de contact

- le résiduel mis en œuvre
- le type de réaction
- la structure du composé,
- les facteurs environnementaux tels que le pH, la température, la présence de composés pouvant interférer sur la réaction, etc....

L'efficacité de chaque oxydant pour éliminer les goûts et odeurs, en fonction du taux appliqué, dépendra donc de l'équilibre entre les effets positifs et les effets négatifs.

Le chlore agit comme désinfectant sur des micro-organismes et peut générer des saveurs directement ou indirectement en éliminant.

Le chlore peut oxyder un certain nombre de composés organiques identifiés dans les classes d'odeurs suivantes :

- herbe et bois
- parfum (le chlore élimine bien la saveur de concombre due au trans-2, cis-6-nonadiénal)
- poisson

Le chlore n'est pas assez puissant pour oxyder les odeurs chimiques. Il n'agit pas non plus sur la géosmine et le MIB.

Les problèmes de goût et d'odeur qui se développent dans les usines de traitement utilisant des désinfectants chlorés sont la plupart du temps une conséquence indirecte de la chloration. La pré chloration, réalisée sur l'eau la plus riche en matières organiques, a pour effet de produire beaucoup de sous-produits de chloration indésirables. Elle a été progressivement éliminée et remplacée par la double filtration biologique ou par une pré ozonation.

- i. Chloramines, peuvent se former lors de la chloration en présence naturelle d'ammoniaque dans les eaux brutes. C'est ce qui se passe lorsqu'on ne

traite pas au break point avec l'objectif de maintenir un résiduel de chlore libre ;

- ii. Chlorophénols, ce sont des substances chlorées sapides produites formées par chloration d'eaux contenant des phénols même à l'état de traces.
- iii. Trihalométhanes, une attention particulière est portée sur leur formation lors de la chloration des eaux naturelles. Les concentrations en trihalométhanes mesurées dans les eaux chlorées varient généralement entre 1 et 200 microgrammes par litre.
- iv. Aldéhydes, le chlore peut également oxyder certains aminoacides pour produire des aldéhydes à l'origine de problèmes de saveur allant du fruité au nauséabond.
- v. Autres sous-produits, l'action du chlore concerne également d'autres composés comme l'aniline, le benzène, le toluène et des alcanes, les dérivés chlorés formés étant souvent plus sapides que leurs précurseurs.

Les études qui ont été faites prouvent que le goût de l'eau est généralement meilleur après 48 heures par rapport à l'instant 0 après déchloration. Le seuil de déchloration dans l'eau n'a pas d'impact sur la saveur après déchloration et le taux de chloration initial n'a qu'un impact limité sur une eau chlorée ou déchlorée.

La saveur n'est pas liée systématiquement au résiduel de chlore présent et elle évolue sensiblement comme les AOX et plus particulièrement la fraction autre que les THM et halogéno-acétiques.

D'autres essais ont montré l'efficacité de la déchloration totale, suivie d'une rechloration compatible avec des propriétés bactériostatiques. Cette efficacité croît en fonction du temps écoulé depuis la chloration.

B. L'Ozonation.

L'ozone est l'un des agents les plus efficaces pour éliminer les goûts et les odeurs, mais des sous-produits de l'ozonation sont également formés.

Une flaveur fruitée peut être également générée par l’ozonation intermédiaire, notamment si l’eau contient des hydrocarbures.

Le type et la quantité des sous-produits dépendent de la dose d’ozone, du temps de réaction, de la présence d’agents inhibiteurs de radicaux (carbonates) et du pH. La formation d’aldéhydes aliphatiques et aromatiques conduit au développement d’odeurs de type fruité et orangé.

C. Traitements biologiques des composés sapides

Dans les filières de potabilisation, l’élimination de certains polluants contenus dans l’eau peut être effectuée par des micro-organismes qui ont la capacité de les dégrader. La filtration sur berge et la filtration sur dune ne sont relevées très efficaces dans l’élimination d’un certain nombre de micropolluants organiques sapides ou odorants.

De plus, le traitement biologique de l’eau potable pour l’élimination directe des goûts et odeurs peut avoir l’avantage de produire une eau biologiquement stable en réduisant la présence de substrats organiques susceptibles de favoriser une croissance bactérienne en réseau. Le traitement biologique peut être situé en début de filière ou dans les filtres lents.

D. Apparition de la sapidité au niveau du réseau de distribution public

De la sortie de l’usine de traitement jusqu’au robinet du consommateur, la qualité organoleptique de l’eau peut se dégrader dans le réseau de distribution. Cette dégradation peut être due à quatre phénomènes principaux :

1. L’activité biologique
2. La présence des résiduels de désinfection et de leurs sous-produits
3. Les interactions entre l’eau et les matériaux à son contact pouvant entraîner une émission des composés organiques ou minéraux à partir des matériaux utilisés dans le réseau

4. L'introduction des contaminations externes soit indirectement par perméation à travers des tuyaux synthétiques, soit directement par des retours d'eau.

Plusieurs facteurs, dont le temps de séjour et de manière générale l'architecture du réseau influencent l'importance de ces phénomènes.

Les flaveurs chlorée, moisie, soufrée et chimique sont les flaveurs les plus rencontrées dans les réseaux de distribution.

1. L'activité biologique

Le terme de biofilm désigne la présence d'une sorte de « gel » à la surface des canalisations, constitué de micro-organismes, de substances organiques émises par ces organismes, et de minéraux piégés (sédiments accumulés, produits de corrosion).

Cette accumulation de micro-organismes divers (bactéries, champignons microscopiques, ...) se fait de façon disparate en fonction d'un certain nombre de facteurs.

La reviviscence bactérienne est essentiellement un problème pour les réseaux alimentés par les eaux de surface, les eaux souterraines contenant généralement peu de micro-organismes et de matières organiques sauf lorsqu'il s'agit d'eaux karstiques.

- La turbidité, les particules en suspension introduites dans le réseau peuvent être aussi bien de particules de terre (argiles, limons) que des matières organiques sur lesquelles bactéries, virus, parasites sont capables de se fixer. Ainsi fixés, tous ces micro-organismes se trouvent plus ou moins protégés des produits désinfectants. De plus, dans le cas des matières organiques, elles favorisent les développements microbiens (en apportant aux micro-organismes de la nourriture et en transformant le chlore actif en chlore combiné, moins actif). La turbidité peut donc être

un moyen de contrôle prédictif de la qualité bactériologique de l'eau. Plus la turbidité est forte et plus il y a un risque d'avoir à terme un développement bactérien.

- Dans un réseau chloré en continu, la présence du biofilm « abondant » participe aux inconvénients ci-après :
 - **Consommation de chlore** par le biofilm et par les matières arrachées à ce biofilm, porteuses de bactéries planctoniques ; la présence d'un biofilm important rend difficile le transport du chlore (puisque celui-ci disparaît rapidement) et constitue une base alimentaire pour le développement d'autres organismes (aselles ou vers par exemple) De plus le biofilm peut abriter des germes pathogènes en les protégeant de l'action du chlore. Il favorise leur croissance et leur multiplication ; ceux-ci peuvent alors être relargués dans l'eau. Ainsi, on observe la présence de germes test de contamination fécale plus particulièrement dans l'eau des réseaux présentant un biofilm important.
 - **Chloration à des niveaux élevés**, en tête du réseau, ou rechloration en cours de distribution, pour pallier cette consommation (le biofilm n'étant pas le seul consommateur de chlore dans le réseau) ;
 - **Formation des sous produits sapides et/ou toxiques**, suite à une modification de l'environnement du biofilm (après une chloration par exemple), les micro-organismes, pour s'adapter aux nouvelles conditions du milieu, peuvent émettre des sous-produits sapides (composés organochlorés par exemple). Certains polluants sapides peuvent par exemple être adsorbés par le biofilm puis migrer ensuite dans l'eau sous l'action du désinfectant,
 - **Développement de la corrosion**, les bactéries hétérotropiques (gram-négatives) ont été trouvés aussi bien en suspension qu'attachées au biofilm. Ces bactéries ferro- et sulfato-reductrices, difficiles à isoler et identifier, souvent sont associées à des conditions de corrosion.

Le biofilm joue donc un rôle important dans l'évolution des qualités microbiologique et organoleptique dans l'eau du réseau.

L'augmentation de l'activité biologique (micro-organismes libres ou liés au biofilm) peut générer des goûts et odeurs qui peuvent être classés en plusieurs groupes principaux :

Terre moisi

Marécage septique soufre

Divers : poisson, métallique

Certains matériaux de réseaux publics sont sensibles vis-à-vis des proliférations bactériennes car ils permettent un meilleur accrochage et peuvent fournir de la nourriture aux bactéries : c'est le cas notamment des matériaux plastiques, type PVC

2. Influence du résiduel du désinfectant

Le désinfectant ajouté à l'eau pour limiter la prolifération microbienne peut être à l'origine des problèmes de saveurs en réseau selon deux voies :

- Directement et rapidement, si le résiduel de désinfectant est suffisamment élevé pour induire une saveur à l'eau. Dans ce cas, le problème est d'ordre olfactif et les plaintes proviennent de consommateurs situés en tête de réseau de distribution. Ces plaintes font mention d'odeurs de chlore, voir même d'odeurs de poisson (en présence de dichloramine). Des odeurs de poissons peuvent également être perçues sous la douche dans le cas d'une désinfection au ClO_2 .
- Par réaction lente avec des molécules organiques (présentes dans l'eau ou les matériaux à son contact) conduisant à la formation des sous-produits sapides (chlore combiné). Ce cas est beaucoup plus complexe et les plaintes font couramment mention de goûts « pharmaceutiques », « médicamenteux » et « chlorophénols ».

Plusieurs paramètres influencent ce phénomène :

- La qualité des matériaux utilisés sur le réseau (relargage de phénols par un vieux revêtement bitumineux par exemple),
- La quantité de matière organique présente dans l'eau distribuée
- Le pH, la température de l'eau, sa minéralisation
- La concentration de chlore utilisée pour la désinfection,
- Le temps de séjour de l'eau dans la conduite

3. Interactions entre l'eau et les matériaux des conduites à son contact

Quel que soit le type de matériaux utilisés pour transporter l'eau de distribution publique, il existe toujours des interactions entre l'eau et les matériaux qui peuvent entraîner une émission de composés ou ions susceptibles de modifier la qualité organoleptique de l'eau transportée. La nature de ces interactions dépend du type des matériaux utilisés et de la composition de l'eau. La température est également un paramètre affectant le relargage.

Les matériaux métalliques sont susceptibles de se corroder et, de ce fait, émettre des ions métalliques dans l'eau. La vitesse de corrosion, et donc l'effet sur la qualité organoleptique de l'eau, dépendent directement de la composition minérale de l'eau transportée.

La corrosion des surfaces métalliques (fonte, acier) peut entraîner des goûts métallique et astringent.

Les problèmes de goûts ou odeurs peuvent aussi trouver leur origine dans les réservoirs situés en amont de la distribution. Les facteurs à prendre en compte sont :

- ✓ L'activité biologique

- ✓ La perte de résiduel de désinfectant et la stagnation (temps de séjour, zones mortes)
- ✓ L'accumulation de dépôts (sels, sédiments biologiques,...)
- ✓ L'infiltration de la nappe phréatique pour les réservoirs enterrés (risque de contamination biologique)
- ✓ Les doses de chlore ajoutées en présence d'une rechloration en réseau
- ✓ La contamination à partir des couvertures revêtements et des adjuvants ou ajouts organiques aux ciments.

4. Choix de la technique de traitement

Le choix de la technique de traitement s'appuie sur plusieurs critères

- la stabilité de la qualité de l'eau à traiter (eau brute) Il est important
Il est important de disposer d'un historique complet du suivi de la qualité de l'eau à traiter comportant au minimum les valeurs suivants : pH (proche de 7,2) ; O_2 (4mg/l) ; NO_3 et NH_4^+ (15 mg/l) ; SO_4^{2-} ; matières organiques biodégradables ; Fer et Mn total ; silice (> 15 mg/l elle est complexée au fer ferreux) ; CO_3^- ; CO_2 libre. Il faudra absolument surveiller les teneurs en oxygène, en nitrates et en sulfates. La baisse de concentration en nitrates indique une dénitrification et donc la réduction des oxydes de manganèses dans l'aquifère. Une insuffisance de données qualitatives (nouvelles installations par exemple) peut orienter principalement vers les techniques physico-chimiques.
- les teneurs en fer et en manganèse
Les techniques physico-chimiques sont limitées par les teneurs en fer et manganèse à éliminer (par exemple 2 à 3 mg/l pour la somme fer total + manganèse total). On examine en priorité des techniques biologiques pour éviter des dimensionnements des ouvrages aux coûts trop élevés ou bien des difficultés d'exploitation. Il est indispensable que le fer ou le

manganèse soit majoritairement sous forme dissoute dans l'eau brute. Il faut donc veiller, surtout dans le cas du fer, à ce qu'aucune oxydation chimique à l'air ne soit réalisée avant filtration, privant les bactéries de l'élément nécessaire à leur développement. En effet, les conditions d'une technique biologique appliquée à un traitement physico-chimique entraîneraient des problèmes d'exploitation et de qualité d'eau traitée (notamment la qualité de la filtration). Lorsque les caractéristiques des eaux brutes le permettent, il est tout à fait possible de transformer une filière physico-chimique en une filière biologique. Il suffit dans ce cas d'arrêter la pré oxydation (forte aération, injection de réactifs oxydants), de remplacer le sable des filtres par un support de granulométrie plus élevée (sable ou C.A.G) et de modifier si nécessaire les conditions de lavages. Ces transformations peuvent se justifier lorsque les teneurs en fer ou en manganèse ont augmenté et entraînent des autonomies entre décolmatages trop faibles ou une dégradation de la qualité de l'eau traitée.

- les analyses spécifiques

Il est important d'être prudent dans l'interprétation des recherches de bactéries déferrisantes ou démanganisantes dans l'eau brute. Ceci car s'il est probable qu'en absence de bactéries les techniques biologiques seront délicates à mettre en œuvre, il est difficile par contre de prédire à partir de quelques quantités dénombrées ces mêmes techniques sont efficaces. Cependant la mesure du couple pH/ Redox en continu sur une période de quelques jours peut par contre apporter des éléments de réflexion très intéressants pour le choix d'une technique physico-chimique ou biologique et même entre oxydation par injection de réactif ou oxydation catalytique. La présence d'H₂S qui peut être mise en évidence lors de la visite du site, elle se caractérise par une odeur spécifique, ne doit pas pour autant condamner le choix des techniques biologiques. Car il est éliminé suffisamment par simple aération, souvent aussi nécessaire pour apporter l'oxygène nécessaire au développement de la biomasse. La

température inférieure à 8°C est jugée insuffisante pour le type de technique biologique, car le surdimensionnement rendu nécessaire par la baisse de réactivité des bactéries est considérable, et de ce fait cette technique perd beaucoup ses avantages

- les conditions de production

En fonction du débit à traiter on choisira d'installer des filtres ouverts ou des filtres fermés sous pression.

En règle générale, si l'eau à traiter est issue de nappe souterraine sans installation de traitement déjà existante, la filtration en bidons fermés est privilégiée. Le coût d'investissement reste intéressant pour des unités inférieures à 60 m³/h. Tels sont les cas à Cravant les Coteaux et au Grand Pressigny. Il est à noter que le fonctionnement sous hautes pressions, supérieures à 5 bars condamne les techniques biologiques. Cependant une capacité de production importante peut, par contre être un élément important pour examiner la possibilité de mettre en place une filière biologique, car on gagne sur le dimensionnement des ouvrages.

- les techniques d'aération

L'apport de l'air dans l'eau peut se faire selon trois grandes techniques

Ruissellement où l'eau chute en cascade d'un étage à un autre via un déversoir ou bien sur une colonne à garnissage. Il faut disposer d'une hauteur de chute d'au minimum 3 mètres. Il n'est pas efficace.

Pulvérisation, l'eau est pulvérisée au travers de tuyères placées sur des collecteurs. La pression de l'eau dépend du type et du nombre de ces collecteurs. Faible rendement, elle est utilisée surtout pour le dégazage du CO₂ ou de l'H₂S.

5. Injection de l'air par diffusion de gaz.

La diffusion de gaz peut se faire par injection d'un gaz sous pression par injection directe dans la conduite sous pression au travers un mélangeur à chicanes ou par l'intermédiaire de tours d'oxydation souvent utilisés dans

la déferrisation des eaux profondes. C'est à dire la tour d'oxydation fermée comporte un lit de garnissage supporté par un plancher. Le mélange air eau est injecté à la base et l'excès d'air est évacué à l'atmosphère par une soupape de décharge située à la partie supérieure de la tour.

Autrement l'eau peut être aérée par barbotage, l'air est injecté au travers d'une grille perforée. Ce système est bon lorsqu'on cherche à éliminer simultanément le gaz carbonique et le fer ferreux.

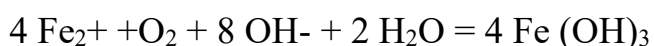
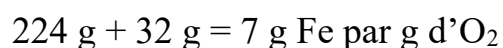
6. Dimensionnement

Le dimensionnement du compresseur à air doit prendre en compte la quantité de fer à oxyder, mais également la quantité d'oxygène dissous à apporter pour amener l'eau quasiment à saturation, maintien de bonnes qualités organoleptiques en distribution.

7. Principe de fonctionnement de l'unité de déferrisation

Le principe de l'unité de déferrisation repose essentiellement sur les propriétés chimiques du fer dans l'eau. Il est à remarquer que le fonctionnement de pareille unité ne nécessite pas l'utilisation de produits chimiques.

Par exemple, l'eau de forage contenant 0,6 mg/l. de fer dissous et 4 mg/l. d'oxygène dissous et de température constante de 12°C. Débit horaire 60 m³/h
La quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation du fer est donnée par la réaction suivante :



Soit dans notre exemple : $32/224) \times (0,6(\text{g/m}^3 \text{ fer}) \times 60 (\text{m}^3/\text{h}) = 5,1 \text{ g O}_2/\text{l}$.

A 12°C la saturation en oxygène est voisine de 9 mg/l. La quantité d'oxygène à apporter pour se rapprocher de la saturation est donc de :

$$(9 - 4) \text{ g/m}^3 \times 60 \text{ m}^3/\text{h} = 300 \text{ g O}_2/\text{h}$$

Au total ce sont 300 g O₂/h qu'il sera nécessaire de dissoudre dans l'eau à traiter.

Dans les conditions standard de température normale (20°C) et de pression 1 bar, 1 mole d'O₂ (32g) représente un volume de 22,4 litres. 300 g O₂ sont donc contenus dans :

$$300 \text{ g O}_2 / 32 \text{ g O}_2/\text{mole} \times 22,4 \text{ l/mole} = 210 \text{ l/litres d'O}_2$$

L'oxygène étant présent dans l'air à raison de 20% environ en volume, pour obtenir les 210 litres d'oxygène, 1050 litres d'air seront nécessaires. 1,05 m³ serait le volume d'air à injecter si le transfert de l'oxygène de l'air dans l'eau était efficace à 100% ce qui n'est pas le cas.

Il convient donc d'appliquer à ce volume calculé, un coefficient supplémentaire qui tiendra globalement compte des conditions d'injection, de mélange et de temps de contact entre l'air et l'eau à traiter.

Dans les conditions habituellement rencontrées (injection de l'air dans une tour remplie de pouzzolane, temps de contact de 5 à 10 minutes, pression de fonctionnement 1 à 5 bars, le coefficient a été évalué à 10% environ par des mesures d'oxygène dissous avant et après traitement.

Pour le cas de l'exemple cité ci haut, la capacité du compresseur d'air à prévoir serait de 10,5 m³/h.

Compte tenu de l'importance du coefficient de transfert (estimé par des mesures réalisées dans des conditions de fonctionnement) par rapport aux calculs des besoins en oxygène réalisés dans les conditions standard de température et de pression, on peut transformer directement la capacité du compresseur en normo- m^3/h

La capacité du compresseur d'air à prévoir en théorie doit être de 10% du débit d'eau à traiter en Nm^3/h ou m^3/h .

Notez bien que cette capacité est bien supérieure à 10% du débit d'eau à traiter car il faut compenser le manque d'oxygène dissous dans l'eau brute.

Le coefficient de transfert dépend des modalités du contact de l'air avec l'eau, il est possible que certaines techniques permettent d'obtenir des valeurs plus élevées permettant ainsi de limiter la capacité du compresseur (mélangeur statique par exemple).

Il faut cependant préciser qu'un excès de l'air dans l'eau en sortie d'aération n'est pas nuisible au bon fonctionnement des filtres et n'est pas un facteur limitant les bonnes conditions de traitement.

Les soupapes de décharge doivent être dimensionnées pour assurer l'évacuation de l'air injecté avant filtration. Une augmentation de la capacité du compresseur, doit par exemple s'accompagner d'une vérification ou d'un changement si nécessaire, des soupapes afin que celles-ci puissent évacuer l'excédent d'air injecté. Dans le cas contraire, l'air en excès perturbera le fonctionnement de l'étape de filtration (embolies gazeuses) entraînant une dégradation de la qualité de l'eau traitée (turbidité, fer et manganèse résiduels, couleur)

8. Modalités d'entretien, de réglage et de suivi

Les tours d'oxydation, lorsqu'elles sont remplies de matériau poreux type pouzzolane, doivent être nettoyées et désinfectées au moins une fois par an.

Souvent alimentées directement par une eau brute sans ajout d'oxydant en prétraitement, elles constituent un risque de développement microbien. Les

conditions de désinfection prévues pour la désinfection des eaux de forages, réputées d'assez bonne qualité bactériologique, peuvent alors être insuffisantes et entraîner des non conformités en distribution. Isolée en milieu fortement chloré (plusieurs g/l de Cl_2) pendant quelques heures (3 à 5 heures), la tour est de nouveau opérationnelle après un rinçage abondant (l'absence de résiduel de chlore libre sur l'eau de rinçage servant d'indicateur au retour à la production). Cette intervention doit également être l'occasion d'un examen de l'état de colmatage irréversible du matériau poreux, programmation de son renouvellement et de l'état général de la tour, corrosion par exemple.

9. Les filtres fermés sous pression

Ce sont les filtres les plus couramment installés. Ils sont en bidons métalliques dont le lit filtrant est soit du sable ou de l'antracite en couche homogène supporté par un plancher métallique comportant des crépines ou des buselures. La hauteur de matériau est adaptée à la charge des matières à éliminer.

Quelque soit le type de filtres employés, ils doivent être dé colmatés régulièrement en fonction de l'évolution de leurs pertes de charge ou bien par rapport à un nombre de fonctionnement. Le lavage se fait à contre courant avec une première phase à l'air et une seconde à l'eau filtrée. Les filtres ne doivent pas être lavés avec de l'eau brute. En effet non seulement les premières eaux filtrées seraient de mauvaise qualité à la remise en service des filtres, mais les quantités d'eau de rinçage au renouvellement complet du volume des filtres feraient perdurer cette situation.

Lors des traitements physico-chimiques, les lavages doivent se faire avec de l'eau déferriée et désinfectée suivant les modalités classiques des nettoyages air + eau.

Alors que pour les traitements biologiques, les étapes de détassage à l'air et de lavage air + eau peuvent toutefois être adaptées si besoin était pour stabiliser la biomasse installée sur le matériau filtrant.

Dans le cas d'une filtration sur C.A.G une eau de lavage désinfectée est fortement conseillée, l'excédent de résiduel oxydant pouvant être réduit si nécessaire par l'ajout de réducteur (SO₂ par exemple). Les hydroxydes de fer et les oxydes de manganèse sont susceptibles à terme à colmater de manière irréversible le matériau filtrant.

10. Contrôle du débit d'air injecté

Lorsque l'usine dispose d'un rotamètre pour mesure des débits d'air, il est important que celui-ci soit étalonné en fonction de la pression de refoulement de l'air au sein de l'installation.

Calculer la quantité d'air injecté nécessite de connaître en plus de la valeur du débit d'air injecté, sa pression. Les différences de mesure de débits peuvent être très importantes comme peut cet exemple :

Un rotamètre étalonné à pression de 1 bar abs – affichage : 11 Nm³/h

La formule à appliquer pour obtenir le débit d'air à une autre pression de service, 4 bars par exemple est :

$$Q_{4 \text{ bars}} \text{ m}^3/\text{h} = Q_{1 \text{ bar}} * (1/4)^{\text{exposant } 0,7} \text{ soit } 7 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

Il est donc fortement souhaitable que tout circuit d'air soit doté d'un rotamètre, d'un manomètre et d'un détendeur pour stabiliser la pression de service.

Les réglages des débits d'air ne doivent pas se faire en jouant sur la pression et le circuit d'air doit être entièrement dédié à l'étape de déferrisation.

La température de l'air peut jouer également dans l'estimation des débits. Les rotamètres ont été étalonnés à une certaine température. Si la température de l'air injecté est très différente, il faut appliquer un autre terme correctif.

11. Contrôles en continu

Les unités de déferrisation/ démanganisation nécessitent comme tous process de traitement une surveillance des paramètres essentiels d'appréciation de leur

efficacité. Les objectifs de qualité que l'on est en droit d'attendre de telles filières nécessitent de pouvoir justifier à tous moments du maintien de conditions réactionnelles optimisées.

Les paramètres principaux de suivi de la qualité du traitement appliqué sont susceptibles d'être mesurés en continu au moyen d'analyseurs courants. Il s'agit principalement :

- de l'oxygène dissous (en eau brute et en eau traitée). L'oxygène dissous permet de piloter l'injection d'air en s'assurant d'une bonne stabilité des bonnes conditions réactionnelles au sein des filières biologiques, d'une oxygénation suffisante dans le cas des filières physico-chimiques et en évitant les risques d'embolies gazeuses dans les filtres.
- Du couple pH/potentiel Redox (en eau brute et en cours de process pour vérifier les conditions réelles d'oxydation). La mesure du couple pH/Redox permet de s'assurer que les réactions d'oxydation se feront toujours dans les domaines optima d'efficacité. La surveillance de l'eau brute peut mettre en évidence des variations de qualité liées notamment à la présence toujours difficile à appréhender de composés réducteurs comme l'hydrogène sulfuré qui perturbe le fonctionnement des filières physico-chimiques et biologiques.
- De la turbidité (en eau filtrée), la turbidité est un paramètre global d'appréciation de l'efficacité de toute la filière en amont. Il permet de plus de s'assurer du maintien des conditions minimales requises à une bonne désinfection finale.
- De la température (en eau brute surtout dans le cas de techniques biologiques). La température intervient dans les réactions biologiques et physico-chimiques. Sa surveillance en continu est surtout conseillée dans le cas des réacteurs biologiques.
- Du résiduel désinfectant

Il se doit de préciser que les appareils qui interviennent pour mesurer ces paramètres n'assureront pleinement leur fonction que s'ils sont régulièrement

entretenus et étalonnés (fréquence minimale 1 fois par semaine) et si les valeurs mesurées sont enregistrées ou stockées de manière informatique.

12. Déferrisation et démnanganisation couplée :

Cas de l'usine de traitement d'eau du Pont Cher de Joué les Tours

Principales différences entre eaux de surface et eaux souterraines

<i>Caractéristiques</i>	<i>Eaux de surface</i>	<i>Eaux souterraines</i>
<i>Température</i>	Variable suivant saisons	Relativement constante
<i>Turbidité, MES (vraies ou colloïdales)</i>	Variable, parfois élevée	Faible ou nulle (sauf en terrain karstique)
<i>Couleur</i>	Liée surtout aux MES (argiles, algues,...) Sauf dans les eaux très douces et acides (acides humiques)	Liée surtout aux matières en solution
<i>Minéralisation globale</i>	Variable en fonction des terrains, des précipitations, des rejets,....	Sensiblement constante en général nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région

<i>Caractéristiques</i>	<i>Eaux de surface</i>	<i>Eaux souterraines</i>
<i>Fer et Manganèse divalents (à l'état dissous)</i>	Généralement absents, sauf en profondeur des pièces d'eau en état d'eutrophisation	Généralement présents
<i>CO₂ agressif</i>	Généralement absent	Souvent présent en grande quantité
<i>O₂ dissous</i>	Le plus souvent au voisinage de la saturation. Absent dans le cas des eaux très polluées	Absent la plupart du temps
<i>H₂S</i>	Généralement absent	Souvent présent
<i>NH₄</i>	Présent seulement dans les eaux polluées	Présent fréquemment sans être un indice systématique de pollution bactérienne
<i>Nitrates</i>	Peu abondants en général	Teneur parfois élevée
<i>Silice</i>	Teneur en général modérée	Teneur souvent élevée
<i>Micropolluants minéraux et organiques</i>	Présents dans les eaux des pays développés, mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la source	Généralement absents, mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps.

<i>Caractéristiques</i>	<i>Eaux de surface</i>	<i>Eaux souterraines</i>
<i>Eléments vivants</i>	Bactéries (dont certaines pathogènes), virus, plancton (animal et végétal)	Ferro bactéries fréquentes
<i>Solvants chlorés</i>	Rarement présents	Souvent présents
<i>Caractère eutrophie</i>	Fréquent. Accentué par les températures élevées	Non

Les eaux souterraines forment le quasi totalité des stocks d'eau liquide présents dans les terres émergées (98 à 99%). Près du tiers de tous les mouvements d'eau sont souterrains, pendant un temps plus ou moins long, et sur des distances très variables. Dans le monde on soutire ainsi près de 600 à 700 milliards de m³ par an du sous-sol (600 à 700 km³).

En France, les eaux souterraines représentent 60 % de la ressource en eau naturelle, soit 6 milliards de m³ par an prélevés à partir de 29 000 captages.

Par rapport aux eaux superficielles, les eaux souterraines présentent des avantages :

- ressource appropriée aux utilisations dispersées
- coûts de captage et de traitement moins élevés
- coûts d'exploitation réduits (captages gravitaires ou pompages à faible profondeur)
- garantie de ressource en quantité et qualité

L'absence de lumière et de végétation (chlorophylle) dans le sol ne doit pas faire croire à l'absence de vie, même si la stimulation par la lumière n'existe pas dans

le monde souterrain. On trouve ainsi des bactéries, des champignons, une microfaune (organismes microscopiques) et des poissons ou des invertébrés. Ce sont les bactéries qui jouent un rôle prépondérant dans les processus géochimiques par leur capacité à dissoudre ou précipiter certains métaux comme le fer, le manganèse. La capacité d'autoépuration de ces bactéries reste cependant très réduite par rapport à l'activité bactérienne de surface.

Cependant, les eaux souterraines présentent l'inconvénient majeur d'être sensibles aux pollutions diffuses.

Les eaux de surface elles, étant sujettes à divers types de pollution comme le montre le tableau ci-dessous :

<i>POLLUTION</i>	<i>CARACTERISTIQUES</i>
✓ d'origine naturelle	Non provoquée par l'homme
✓ Par les eaux usées domestiques	De type organique caractérisée par de fortes charges de matières en suspension et de carbone organique
✓ D'origine agricole	Causée par les engrais, les pesticides et l'élevage intensif
✓ D'origine industrielle directe	Causée par différents types d'industries. Rejets liquides variables en quantité et qualité
D'origine industrielle indirecte	Causée par les activités industrielles par suite de rejets atmosphériques (pollution atmosphérique)
thermique	Causée par les rejets d'eaux chaudes
particulières	De différentes natures : pollution radioactive, pollution par les BPC, etc....

Aujourd'hui, nous n'oublierons pas de souligner l'importance en volume qu'occupent les eaux marines.

En effet, les eaux marines constituent la principale ressource terrestre, car elles occupent 97,2% du volume total mondial. Leur masse volumique est supérieure à celle de l'eau douce (autour de $1\,025\text{kg/m}^3$), et elles ont aussi et surtout une forte salinité, variable d'une mer à l'autre. Leur teneur en sels peut dépasser les 35 g/l.

Eaux de mer et eaux saumâtres

Origine	Salinité (g/l)
Mer Baltique	17
Atlantique et Pacifique	32 à 35
Mer Méditerranée	38 à 40
Mer Rouge	43 à 45
Mer Morte	270

Si on compare à celle des fleuves et rivières de France, l'écart est énorme. Ces eaux marines ne peuvent pas être consommées directement, mais les traitements pour les rendre potables existent à petite comme à grande échelle. Ce sont néanmoins les coûts des appareillages qui sont prohibitifs, mais elles restent la solution pour l'avenir compte tenu de l'épuisement des nappes.

13. Aspects analytiques

Pour éviter les phénomènes d'adsorption sur les parois des flacons, il est conseillé de prélever les échantillons dans des flacons plastiques propres. Le volume à prélever est de 250 ml. Cette quantité, supérieure au volume strictement nécessaire à l'analyse proprement dite, permet de conserver une partie de l'échantillon pour vérification ultérieure en cas de besoin.

Pour analyser le fer et le manganèse dissous, il est important de bien remplir les flacons (absence d'air) et maintenus au réfrigérateur pour limiter les risques d'oxydation du fer dissous par l'oxygène dissous et de l'air.

L'analyse du fer ou du manganèse total sur les eaux chargées (turbidité élevée) pose quelques problèmes. Pour que les valeurs obtenues soient représentatives, il est nécessaire d'effectuer au préalable une minéralisation acide des échantillons en utilisant par exemple les blocs chauffants dédiés aux mesures de DCO dans les usines de dépollution.

14. Aération

Elle est basée sur l'oxydation du fer divalent par l'oxygène de l'air, l'aération constitue le premier stade du traitement de déferrisation. La présence du gravier quartz grossier dans la zone d'aération a pour but d'allonger le trajet des filets liquides et par conséquent le temps de brassage de l'eau par l'air. Elle consiste à dissoudre l'oxygène de l'air dans l'eau et s'effectue à la pression atmosphérique, ce qui offre l'avantage d'évacuer à moindre frais le gaz carbonique agressif dont l'enlèvement aurait nécessité un traitement de neutralisation coûteux lorsque sa teneur est très élevée. De plus, l'aération par voie physique a pour effet secondaire d'éliminer les gaz dissous qui sont en excès par rapport à la composition de l'air utilisé pour l'aération. Il permet l'élimination de l'hydrogène sulfureux (H_2S). La rapidité de l'oxydation du fer divalent par

l'oxygène dépend de plusieurs facteurs et en particulier de la température, du potentiel d'oxydoréduction, du pH, de la teneur en fer et en oxygène dissous.



15. La filtration

Elle termine le processus de traitement de déferrisation. C'est un procédé de séparation physique utilisant le passage d'un mélange solide liquide à travers un milieu poreux (filtre) qui retient les particules solides et laisse passer le liquide (filtrat). Ce qui entraîne la formation d'un dépôt de solides à la surface et à l'intérieur du filtre selon les caractéristiques du matériau filtrant, la grosseur et la cohésion des solides en suspension. Ces dépôts entraînent le colmatage du filtre ainsi un nettoyage plus ou moins fréquent.

16. Chloration

La désinfection est l'étape ultime du traitement de l'eau de consommation avant distribution. Elle permet d'éliminer tous les micro-organismes pathogènes de l'eau. Il peut subsister dans l'eau quelques germes banals, car la désinfection n'est pas une stérilisation (stérilisation : destruction de tous les germes présents dans un milieu).

La désinfection des eaux comporte deux étapes importantes, correspondant à deux effets différents d'un désinfectant donné.

-Effet bactéricide : capacité de détruire les germes en une étape donnée du traitement

-Effet rémanent : c'est un effet du désinfectant qui se maintient dans le réseau de distribution et qui permet de garantir la qualité bactériologique de l'eau. C'est à la fois un effet bactériostatique contre les reviviscences bactériennes et un effet bactéricide contre des pollutions faibles et ponctuelles survenant dans le réseau.

Le tableau suivant rappelle les qualités de chacun des désinfectants souvent utilisés :

	O ₃	Cl ₂	ClO ₂	Chloramines	UV
<i>Effet bactéricide</i>	+++	+++	++	+	++
<i>Effet rémanent</i>	0	+	+	++	0

Il est important de s'assurer de bonnes conditions pour une meilleure désinfection. Pour être efficace, la désinfection doit être effectuée sur une eau de bonne qualité. La teneur en matières en suspension doit être réduite que possible, et au maximum égal à 1 mg/l. En effet, les bactéries et micro-organismes peuvent s'agglomérer sur les MES, qui les protègent de l'effet des désinfectants.

La teneur en MO, en COT, et surtout en carbone organique assimilable (COA) doit être la plus faible possible. S'il subsiste une teneur trop importante de ces paramètres, l'eau va consommer le résiduel du désinfectant, ce qui permet la reviviscence éventuelle de bactéries. En outre, il sera difficile, voire impossible, de maintenir une teneur constante en désinfectant résiduel dans le réseau. L'application d'un désinfectant à une eau conduit, dans de nombreux cas, à la formation de sous-produits de réaction qu'il importe de réduire, dans la mesure du possible. Il faut cependant que la recherche de cette réduction ne se fasse pas au détriment de l'efficacité de la désinfection elle-même.

17. Renouvellement des installations

Pendant toute la durée des travaux qui se sont terminés en juillet 2005, l'alimentation en eau potable a continué grâce à une unité mobile que l'entreprise Marteau avait installé.

VIII. ARCHITECTURE DU RESEAU

Les conduites en antenne ou surdimensionnées (faible consommation, diamètre,...) pour usage local favorisent la corrosion, l'accumulation des sédiments et la dégradation de l'eau par un écoulement insuffisant. Cette situation peut dégrader la couleur de l'eau qui peut devenir noire (présence de sulfures et manganèse) ou rouge (présence de particule de rouille).

Sur certaines conduites situées en antenne, de fortes turbidités, des résiduels de désinfectant bas et difficiles à rétablir et des odeurs de terre, moisi et herbe ont été observés.

Le temps de séjour moyen dans le réseau peut être de l'ordre de quelques jours et peut dépasser une dizaine de jours dans des zones du réseau où l'écoulement est faible ou bien la demande en eau quasiment nulle (en période de vacances par exemple). Le temps de séjour de l'eau influence le résiduel de chlore, la microbiologie et les concentrations de l'eau en métaux.

Il faut noter aussi, que les interventions sur réseau peuvent entraîner la présence de substances indésirables dans l'eau, augmenter la turbidité et modifier la qualité organoleptique de l'eau. Il peut s'agir des réparations, d'une pollution introduite durant les travaux et/ou un nettoyage inadéquat après ces travaux, de l'augmentation de la vitesse d'écoulement, par exemple lors de la mise en marche d'une bouche d'incendie,....

Le réseau de distribution publique d'eau potable du Syndicat Intercommunal d'Alimentation en eau potable de la Région de Cravant les Coteaux est alimenté par le forage du Moulin à Tan, à Cravant les Coteaux. Après avoir subi le procédé de déferrisation complète et d'une désinfection au chlore gazeux. L'eau est acheminée ensuite dans deux grands situés à la Croix de Bois par pompage,

avant qu'elle ne soit envoyée dans le réseau long de 72 km et compte plus de 772 branchements.

Le réseau dessert les cinq communes du syndicat et alimente aussi en secours quelques localités voisines que sont le quartier de Ligré, une vente d'eau d'appoint à l'Ile Bouchard, une vente d'eau d'appoint à Panzoult ainsi qu'une vente d'eau d'appoint à Chinon.

Le réseau comprend en plus de 2 réservoirs de la Croix des Bois qui ont une capacité de stockage de 2 X 200 m³, il comprend aussi deux autres réservoirs et surpressions. (Bâche et surpression de Vau Breton à Ligré- 200m³ ; bâche et surpression de Tavant -150m³, une petite bâche de 4,6 m³ et surpression de la Guicheraie à Sazilly, surpression de la Bouchardière à Cravant les Coteaux.

1. APPARITION DE LA SAPIDITE AU NIVEAU DU RESEAU DE DISTRIBUTION PRIVE

Des accessoires présents sur le robinet d'un client (tuyau, brise-jet,...) dans le réseau intérieur du domicile peuvent être à l'origine de goûts et odeurs, s'ils sont constitués de matériaux de mauvaise qualité (cas de certains caoutchoucs,...), s'ils sont usagés ou mal entretenus.

Les appareils de traitement de l'eau (adoucisseur, anti-tartre, filtre,...) peuvent également générer différents problèmes de goûts et odeurs dans l'eau :

- Acide : eau exagérément adoucie
- Amer : rinçages des résines non effectués, relargage de sels, adoucisseur défectueux,
- Salé : adoucisseur non entretenu ou défectueux (résine défectueuse)
- Terre /vase/moisi/marée : croissance de bactéries dans les adoucisseurs d'eau ou autres appareils de traitement individuels tels

que ceux qui contiennent du charbon actif (eau stagnante, appareil mal entretenu,...)

- Métallique : corrosion des canalisations due à une eau trop agressive (adoucisseur mal réglé, défectueux,...)

Il est à noter que les origines de goûts dans un réseau privé sont identiques à ceux examinés pour le cas de réseau public.

Il est parfois difficile d'établir une corrélation entre le nombre de micro-organismes (algues, actinomycètes,...) dans l'eau ou les sédiments et le problème de goût et odeur car tous les genres ne produisent pas d'odeurs.

2. Nature des composés odorants

- Composés inorganiques, les sels minéraux jouent un rôle important dans la flaveur de l'eau. Pour qu'une eau soit considérée comme « neutre » ou agréable au palais, sa teneur en sels dissous doit être approximativement celle de la salive, c'est-à-dire celle à laquelle les bourgeons gustatifs répartis sur la langue est adaptée.
- Composés organiques, la plupart des eaux brutes à potabiliser contiennent entre 1 et 10 mg de carbone organique par litre, ce qui en fait recouvre plusieurs milliers de composés organiques spécifiques. Deux des caractéristiques principales de ces composés sont la grande diversité des familles chimiques mises en cause et l'extrême variété de leur concentration à la fois dans le temps et la localisation (variations saisonnières et locales).

D'autre part, l'interaction de la matière organique présente dans les eaux de surface avec les oxydants utilisés pour la potabilisation de l'eau peut conduire à la formation de composés sapides qui se retrouvent dans le réseau où ils confèrent également une flaveur à l'eau.

3. Classement des goûts

Il n'existe que quatre goûts fondamentaux de base (salé, sucré, acide, amer) mais lors de la dégustation en bouche d'une eau, et du fait de la communication entre l'arrière bouche et le nez, certaines odeurs peuvent être détectées. Les sensations tactiles ressenties au cours d'une dégustation (fraîcheur, rugosité,...) peuvent aussi être classées en tant que goûts. Par contre, les odeurs détectées par « flairage » sont généralement répertoriées en tant que flaveurs ou simplement odeurs.

Les paramètres organoleptiques sont ceux qui sont liés aux perceptions sensorielles des consommateurs : aspect, odeur, goût. Concernant les problèmes de sapidité de l'eau, une certaine confusion règne autour du vocabulaire employé. En effet, pour décrire le même type de phénomène, certains auteurs parlent de goût, d'autres d'odeur, d'autres encore de saveur ou de flaveur.

D'après LAROUSSE 1995, le goût est le sens par lequel on perçoit les saveurs et siège sur les papilles gustatives de la langue.

Pour l'AFNOR (Agence Française de Normalisation), le goût est l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçues lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche (NF T90 – 035, 1975)

A la lecture de ces deux définitions, on relève tout de suite l'ambiguïté : dans la première définition, le goût est un sens alors que dans la seconde définition, c'est la perception perçue par le sens.

Les neurobiologistes FAURION et LOUIS-SYLVESTRE (1993), le goût est à la fois le sens qui permet de discerner les saveurs, mais c'est aussi la sensation gustative perçue dans la cavité buccale.

Quant à la saveur, elle est la sensation produite par certains corps sur l'organe du goût. (LAROUSSE- 1995)

Pour l'AFNOR, (NF T90 – 035), la saveur est l'ensemble des sensations perçues à la suite de stimulation des bourgeons gustatifs par certaines substances solubles.

En conclusion, pour uniformiser ces différentes définitions, ASTIER 1996 propose que le terme goût soit utilisé pour parler du sens par lequel on perçoit la saveur, cette dernière étant, quant à elle, l'ensemble des sensations perçues par l'appareil gustatif.

L'Odeur (ou arôme) est une émanation transmise par un fluide et perçues par l'appareil olfactif.

Pour l'AFNOR (NF T90- 035), l'odeur est l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. Nos neurobiologistes cités plus haut définissent l'odeur comme étant la sensation olfactive perçue par voie directe ou rétronasale.

La flaveur est l'ensemble des sensations (odeur, saveur, ...) ressenties lors de la dégustation.

AFNOR : la flaveur est l'ensemble des sensations perçue par l'organe olfactif, les bourgeons gustatifs et la cavité buccale, et pouvant comprendre des sensations thermiques, tactiles, kinesthésique, douloureuses...

Faurion et Louis-Sylvestre définissent la flaveur comme étant l'ensemble des sensations gustatives et olfactives.

Pour les êtres humains, il est difficile de distinguer le goût et l'odeur puisque ces organes sont intimement liés. Ainsi les bons et mauvais « goûts » que l'on peut trouver à l'eau sont bien souvent des odeurs que l'on perçoit par voie rétronasale : en effet, si la chimioréception gustative fonctionne pour une gamme de concentration qui s'étend de 10^{-5} mol par litre à 1 mg mol par litre, l'olfaction, elle donne des réponses pour des concentrations 10^{-3} à 10^{-6} fois plus basse.

4. Normes en matière de goût

L'unité de mesure est le taux de dilution (nombre de dilutions nécessaires pour que le goûteur ne fasse plus la différence d'odeur et de saveur entre la préparation diluée et l'eau de référence). Néanmoins, on entend encore beaucoup parler de seuil de goût. Il faut savoir qu'un taux de dilution 0 correspond à un seuil de goût = 1.

Dans la norme française comme dans la Directive Européenne, les valeurs maximales sont fixées à des taux de dilution pour la saveur et pour l'odeur de 3 à 25°C, ce qui correspond à des seuils de goût de 4. Il faut noter que dans la norme, odeur et saveur sont deux paramètres distincts.

IX. GESTION DE L'EAU DISTRIBUEE DANS LES REGIONS DE CRAVANT LES COTEAUX ET GRAND PRESSIGNY

La gestion du service d'alimentation en eau potable de Cravant les Coteaux (S.I) a été confiée à la Compagnie Générale des Eaux par un contrat de type affermage en date du 1 juillet 1993. Ce contrat a été amendé par deux avenants depuis sa signature.

Avenant n°1, qui date du 16 mars 1999 qui consistait au transfert à CGE-SAHIDE.

Avenant n°2, qui date du 20 juillet 2000 qui consistait à l'exploitation de deux supprimeurs, réaménagement des tarifs Nouveau règlement de service et la modification de l'article 44 sur la TVA.

Par convention au titre de ce contrat, Compagnie Générale des Eaux assure les engagements de vente d'eau aux tiers repris dans le tableau ci-dessous.

Tiers engagé	Date d'effet de la convention	Date de fin de la convention
Chinon		
Ile Bouchard	1 ^{er} mai 1989	30 avril 1999
Sablaise des Eaux	16 juillet 1985	15 juillet 2015
Saint Epain Si	16 juillet 1985	15 juillet 2015

Pour s'acquitter de ses obligations d'alimenter en eau potable les 2 209 habitants du SIAEP Cravant les Coteaux c'est-à-dire les habitants des Communes de Cravant les Coteaux, Sazilly, Rivière, Anché et Tavant, Compagnie Générale des Eaux dispose :

- d'une installation de production d'une capacité totale de 1600 m³ par jour
- de 3 réservoirs d'une capacité totale de stockage de 750 m³
- et d'environ 80 km de canalisations et branchements.

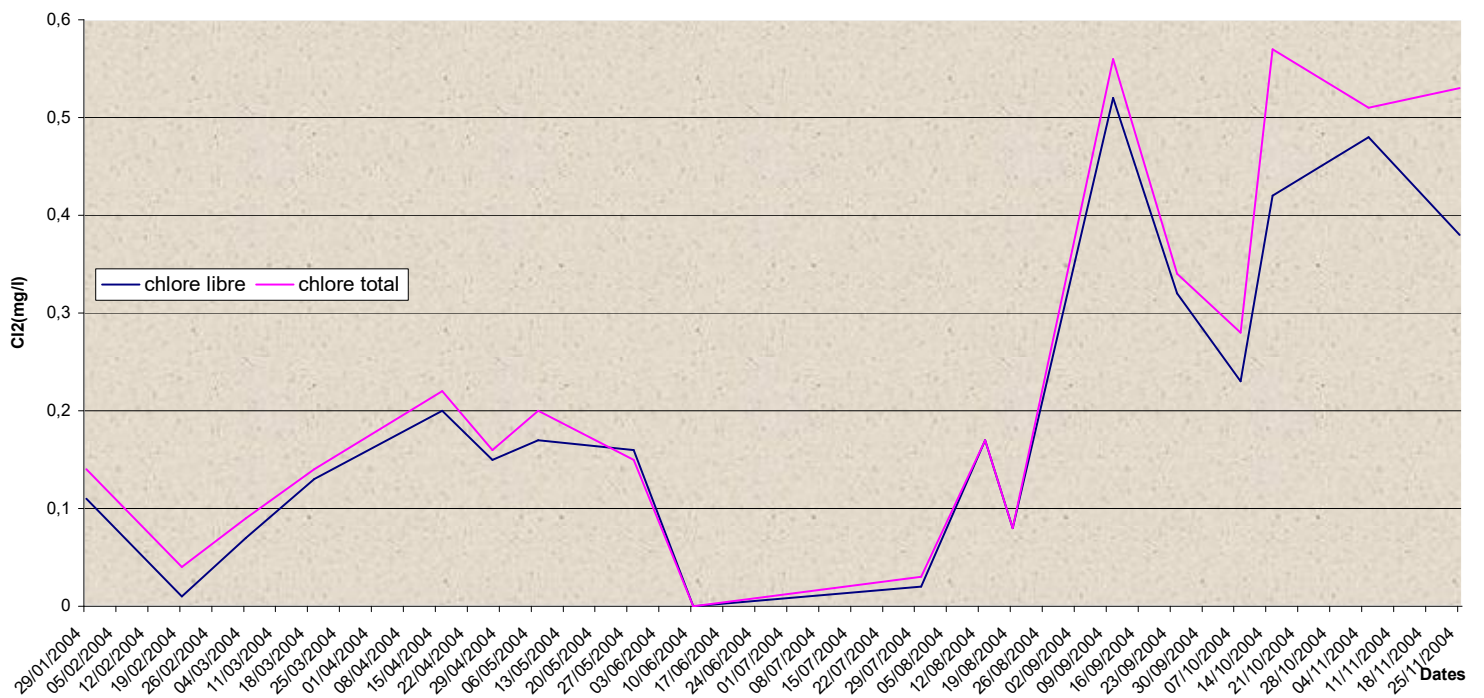
A. Installations de production de Moulin à Tan

La gestion du service d'alimentation en eau potable de Cravant les Coteaux a été confiée à Compagnie Générale des Eaux par un contrat de type affermage en date du 1^{er} juillet 1993.

	Cl2 résiduel	
Date	Chlore libre	Chlore total
29/01/2004	0.11	0.14
19/02/2004	0.01	0.04
04/03/2004	0.07	0.09
19/03/2004	0.13	0.14
16/04/2004	0.20	0.22
27/04/2004	0.15	0.16
07/05/2004	0.17	0.20
28/05/2004	0.16	0.15
10/06/2004	0.0	0.0
30/07/2004	0.02	0.03
13/08/2004	0.17	0.17
19/08/2004	0.08	0.08
10/09/2004	0.52	0.56
24/09/2004	0.32	0.34
08/10/2004	0.23	0.28
15/10/2004	0.42	0.57
05/11/2004	0.48	0.51
25/11/2004	0.38	0.53

Date	Chlore libre	Chlore total
07/01/2005	0.42	0.46
01/02/2005	0.05	0.06
18/02/2005	0.47	0.53
22/02/2005	0.41	0.48
25/02/2005	0.17	0.18
28/02/2005	0.07	0.10
29/03/2005	0.03	0.03
06/04/2005	0.05	0.05
28/04/2005	0.06	0.07
19/05/2005	0.27	0.33
10/06/2005	0.03	
22/06/2005	0.23	
30/06/2005	0.15	
29/07/2005	0.04	
02/08/2005	0.15	
	0,03	
04/08/2005	0.03	

Chlore residuel sortie usine



Abri des installations de la station de traitement de Moulin à Tan.



ce constat que l'Agence Val de Loire Indre en partenariat avec les représentants des clients a organisé durant la période de mon stage une campagne de sensibilisation au goût de l'eau dans les Communes de Cravant les Coteaux, Tavant, Sazilly, Anché et Rivière qui composent le SIAEP Cravant les Coteaux et beaucoup plus au sud du département dans la Commune dit Le Grand Pressigny.

La station de traitement d'eau potable de Moulin à Tan, Commune de Cravant les Coteaux est la principale source d'alimentation en eau potable des Communes Cravant les Coteaux, Sazilly, Anché, Tavant et Rivière.

Dans le but de pouvoir identifier les goûts de l'eau distribuée et en accord avec les représentants du syndicat de l'eau, une enquête sur la qualité gustative de l'eau produite et distribuée dans la région du SIAEP Cravant les Coteaux. Cette enquête s'inscrit dans le cadre des objectifs de Générale des Eaux, Agence Val de Loire Indre concernant la qualité organoleptique fera l'objet de mon stage qui devra se dérouler en trois phases principales.

Premièrement, le suivi de la qualité générale de l'eau dans la région de Cravant les Coteaux et dans la Commune de le Grand Pressigny, dont la remise en service de nouvelles installations a eu lieu durant mon stage. Il faudra une attention particulière en vue de s'assurer de la stabilité de la qualité produite et envoyée au réseau pour usage humain.

Deuxièmement, l'organisation d'une réunion de formation aux techniques de boire et goûter l'eau qui regroupera un panel de dégustateurs choisis à base du volontariat par les représentants des abonnés à l'eau (Président du SIAEP Cravant les Coteaux et le Maire du Grand Pressigny)

Période de dégustation de l'eau à domicile par les participants

La qualité de l'eau produite à « Moulin à Tan » révèle être satisfaisante et conforme aux normes de valeurs de potabilité suivant le décret modifié n°89-03 du 03/01/1989. (Voir fiche d'analyses complètes faites par le laboratoire de Touraine.

La qualité de l'eau de Le Grand Pressigny, s'est améliorée de la façon suivante après le renouvellement des installations.

Tours d'oxydation et différents points de prélèvements des échantillons de chaque étape du process



Vue interne du bâtiment –des bidons fermés, oxydation et filtres



Toute l'eau qui est consommée dans les communes du SIAEP transite par ces deux réservoirs (400 m³), situés à une altitude pour assurer l'alimentation gravitaire jusque chez une bonne partie des abonnés. Compte tenu de la géographie de la région, le réseau dispose de quelques points de surpression à Vau le Breton,

B. Ressource de captage de Grand Pressigny

Le service de l'eau est exploité en affermage. Le délégataire est la société Générale des Eaux en vertu d'un contrat ayant pris effet le 1^{er} octobre 2004. La durée du contrat est de 9 ans, il prendra fin le 31 décembre 2013. Ce contrat prend la suite d'un contrat gérance qui s'est achevé le 30 septembre 2004, ayant pris effet depuis le 1^{er} octobre 1992, le gérant était toujours la société Générale des Eaux.

La Commune de Grand Pressigny qui compte aujourd'hui 1120 habitants, était alimenté en eau potable par un forage au Cénomaniens, qui a été abandonné car pendant les heures de pointe, obligeait à pomper sur le forage pour couvrir les besoins en eau, et il en résultait un entraînement de sable qui nuisait à la stabilité de la colonne de captage.

C'est alors qu'un nouveau ouvrage a été envisagé pour abandonner le premier artésien

(Q= 17m³/h.

Sous la nappe phréatique reposent différentes couches géologiques entassées les unes sur les autres en des temps fort lointains. Lorsqu'un gisement aquifère se retrouve, souvent assez profondément, entre deux couches imperméables, on parle alors de nappe artésienne ou captive. Il peut donc exister sous une nappe phréatique plusieurs nappes artésiennes, ceci à des niveaux très différents. Si la nappe phréatique a disparu ou s'il n'y en a pas, la nappe captive est la seule source d'eau souterraine possible. Cette nappe possède aussi une surface, appelée surface piézométrique, dont on peut constater l'existence dans les puits

qui la rejoignent. Souvent, cette surface monte plus haut que le gisement et dépasse parfois le niveau du sol. On a alors affaire à un puits jaillissant. Ce phénomène s'explique par une surface de captage parfois fort éloignée des puits et une différence de niveau entre la zone d'alimentation de la nappe et le lieu d'observation ou d'exploitation. L'eau est ainsi sous pression. La profondeur des nappes artésiennes et la nature des roches qui les portent font que les puits qui les exploitent sont des ouvrages un peu plus complexes que ceux des nappes phréatiques.

1. Situation géologique

La Commune de Grand Pressigny est située en bordure de la vallée de la Claise, à environ 8 km à l'est du confluent de cette rivière avec la Creuse. La constitution géologique de cette région, on peut la décrire de haut en bas comme ci-après :

- limon des plateaux peu épais en recouvrement sur les zones les plus élevées du territoire
- Calcaire et marnes lacustres du Ludo-Stampien en affleurements peu étendus au nord de la vallée de la Claise
- Formations détritiques continentales de l'Eocène représentés par les sables et argiles de Brenne ou par des conglomérats siliceux dans une matrice argileuse ; cette formation est discontinue et sa puissance reste faible,
- Faciès argilo-silicieux du Sénonien sous forme d'une argile blanche renfermant de nombreux Spongiaires siliceux (épaisseur de 20 à 25 m)
- Toronien représenté par trois faciès distincts
 - . Le tuffeau jaune qui affleure largement le long de la vallée, c'est un calcaire détritique renfermant fréquemment des silex tabulaires (20 à 30 m d'épaisseur)
 - . La craie micacée plus homogène et à grain fin, visible dans le fond de la vallée

. La craie à *Inoceramus labiatus*

- Cénomaniens : il comprend les Marnes à Ostracées au sommet, les Sables et grès de Vierzon dans la partie moyenne et les sables et argiles à lignite à la base. Il repose en discordance sur le Jurassique.
- Jurassique : calcaire à grain fin.

Au point de vue structural, les couches pendent vers le nord-est avant de se relever, au nord de Grand Pressigny et Descartes s'étend un synclinal dans lequel le toit du Cénomaniens s'abaisse jusqu'à la cote 0.

Sur le plan hydrogéologique on distingue deux réservoirs aquifères principaux :

- le Turonien (tuffeau jaune surtout et craie micacée au niveau des vallées)
- le Cénomaniens sableux (nappe captive)

Le nouveau forage est tubé et cimenté jusqu'à 65 m de profondeur (550 mm de diamètre). La colonne de captage a un diamètre de 400 mm et possède des nervures repoussées entre 78,7 et 88,7 m. Un massif de gravier non développé a été mis en place autour de la crépine.

On a donc isolé totalement la nappe de la craie pour ne capter que celle du Cénomaniens. La nappe aquifère est captive ; elle est alimentée essentiellement par les eaux pluviales qui s'infiltrent dans les zones où affleure le Cénomaniens. Les plus proches d'entre elles se trouvent dans la vallée de la Creuse au sud et à Ligueil, à 15 km au nord. Les propriétés filtrantes des Sables de Vierzon sont bonnes et l'eau subit une longue filtration durant son parcours souterrain avant d'arriver au captage. Sa qualité bactériologique est bonne. Au point de vue chimique, sa composition est normale pour la formation prospectée et sa teneur en fer inférieure à 0,10 mg/l. L'eau subit un traitement de déferrisation par aération avant distribution.

2. Protection des périmètres de captage

Les périmètres de protection de captage sont conformes à la circulaire interministérielle du 10 décembre 1967. Une parcelle carrée d'au moins 400 m² de superficie. Les périmètres sont clôturés et fermés. Ils sont interdits à toutes activités autres que celles en rapport avec l'entretien des installations, aucun apport de substance étrangère et notamment chimique ou organique, ni pesticide, ni désherbant, le développement de la végétation ne devra être limité que par la taille et le passage est interdit. A l'intérieur de ce périmètre sont interdits le creusement de puits ou forages, le dépôt d'ordures ménagères, immondices, détruits, le rejet dans le sous-sol d'eaux usées ou eaux de vannes ; l'installation de canalisations, réservoirs ou dépôts d'hydrocarbures liquides ou gazeux autres que ceux, de petites dimensions, réservés à l'usage domestique, l'installation de canalisations, réservoirs ou dépôts de produits chimiques, l'installation d'établissements classés au titre de la loi du 19 décembre 1917.

X. Tableau de la qualité eau, Grand Pressigny durant le mois d'août 2005

Date	EAU BRUTE			EAU TRAITEE					Commentaires
	Fe	NH ₄	NO ₂	Fe	NH ₄	NO ₂	Chlore libre	Chlore total	
01/08							0,10	0,18	
02/08	0,40	0,40	0,005	0,01	0,12	0,003	0,15	0,18	
03/08							0,18	0,21	
04/08	0,40	0,17	0,007	0,00	0,11	0,006	0,03	0,04	
05/08	0,44	0,19	0,010	0,00	0,16	0,006	0,06	0,13	
08/08				0,00	0,14	0,008	0,08	0,18	Usine
				0,00	0,16	0,006	0,06	0,14	Château
				0,01	0,18	0,006	0,01	0,15	
11/08								0,16	Usine
16/08				0,00	0,15	0,006	0,06	0,10	Librairie
				0,00	0,14	0,004	0,06	0,11	Café
				0,00	0,13	0,005			
21/08				0,00	0,14	0,011	0,18	0,35	Château
				0,00	0,14	0,011	0,06	0,16	Usine

Date	EAU BRUTE			EAU TRAITEE					Commentaires
	Fe	NH ₄	NO ₂	Fe	NH ₄	NO ₂	Chlore libre	Chlore total	
26/08	0,34	0,14	0,009	0,02	0,14	0,004	0,06	0,15	Usine
							0,06	0,14	Château
29/08				0,00	0,12	0,020	0,06	0,23	Usine
				0,00	0,13	0,032	0,16	0,24	Doucelin L.

XI. Tableau de la qualité d'eau SIAEP Cravant les Coteaux durant le mois d'août 2005

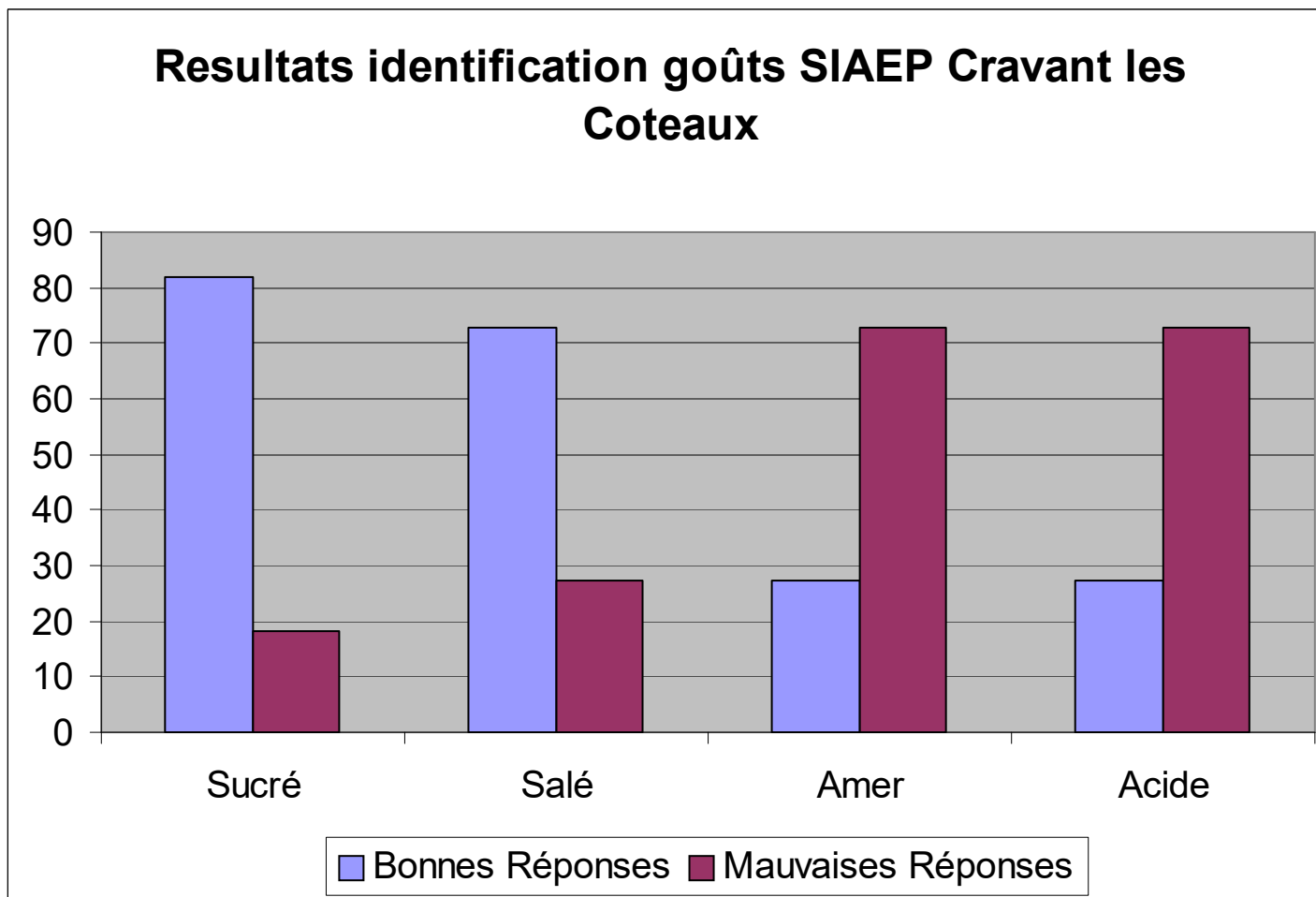
Date	EAU BRUTE			EAU TRAITEE					Commentaires
	Fer*	NH ₄	NO ₂	Fe	NH ₄	NO ₂	Chlore libre	Chlore total	
01				0,00	0,	0,00	0,04	0,06	
02	0,4	0,4	0,005	0,01	0,12	0,003	0,15	0,18	
03							0,18	0,22	

Date	EAU BRUTE			EAU TRAITEE					Commentaires
	Fer*	NH ₄	NO ₂	Fe	NH ₄	NO ₂	Chlore libre	Chlore total	
01				0,00	0,	0,00	0,04	0,06	
05									
12	0,32	0,38	0,008	0,00	0,09	0,001	0,11	0,18	
23				0,00	0,08	0,000	0,15	0,17	Anché
				0,02	0,09	0,000	0,27	0,32	Rivière
				0,00	0,09	0,000	0,45	0,05	Tavant
				0,15	0,07	0,000	0,45	0,06	Sazilly
							0,17	0,21	Usine
30	0,39	0,39	0,011	0,00	0,09	0 ,00	0,29	0,36	

*Les concentrations sont exprimées en mg/l

Résultats aux exercices de dégustation à Cravant les Coteaux

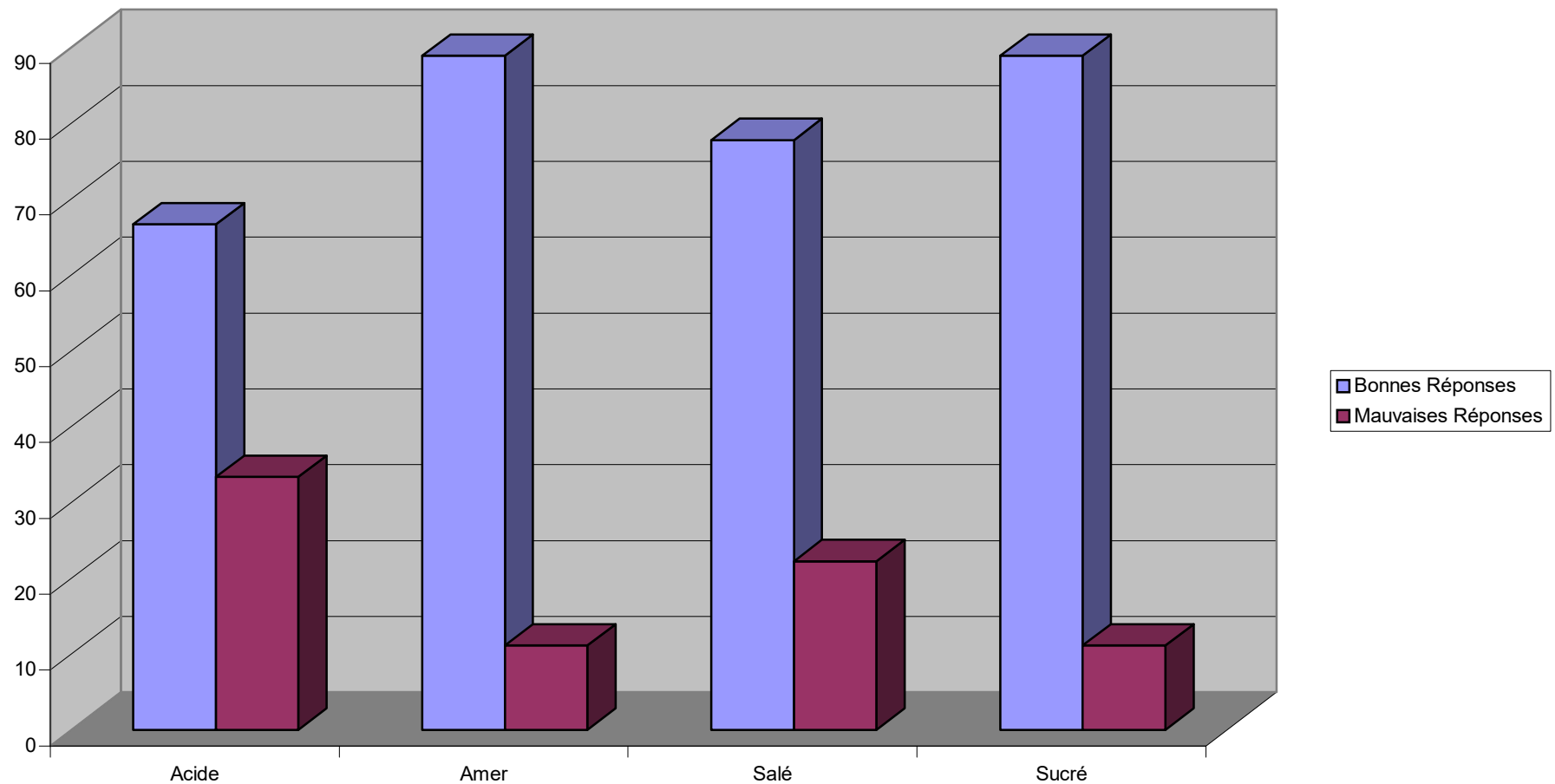
Goût	Bonnes Réponses	Mauvaises Réponses
Sucré	81,81	18,19
Salé	72,72	27,28
Amer	27,27	72,73
Acide	27,27	72,73



Résultats des exercices d'identification des goûts de base, Grand Pressigny

Goût	Bonnes Réponses %	Mauvaises Réponses %
Acide	66,66	33,34
Amer	88,88	11,12
Salé	77,77	22,23
Sucré	88,88	11,12

RESULTATS GOUT DE BASE GRAND PRESSIGNY 19 SEPTEMBRE 2005



« Le nombre de saveurs est infini, car tout corps soluble à une saveur spéciale, qui ne ressemble entièrement à aucune autre », remarquait Brillat-Savarin. Il a fallu beaucoup de temps pour démêler cette complexité. On admet aujourd'hui qu'il n'y a que quatre goûts fondamentaux qui sont perçus par les papilles de la langue : le sucré, l'acide, le salé, et l'amer, correspondant aux qualités de sucrosité (ou dulcité, ou douceur), d'acidité, de salinité et d'amertume. Tous les goûts proprement dits, purs ou en mélange se classent obligatoirement dans ces quatre catégories. Une même substance peut n'avoir qu'un seul goût ou peut présenter à la fois, et quelquefois successivement, à elle seule, plusieurs goûts élémentaires. Lorsqu'on goûte un liquide contenant en solution des substances ayant les quatre goûts élémentaires, ces différents goûts ne sont pas perçus en même temps. On dit que le temps de réaction, d'excitation, est différent suivant les goûts. D'autre part, ils évoluent différemment dans la bouche. Le dégustateur doit noter soigneusement l'évolution dans le temps.

XII. CONCLUSION

La nappe du Cénomanien est la principale ressource en eau potable en Touraine, suivi par l'irrigation qui utilise surtout les eaux de surface et l'industrie qui utilise aussi bien les eaux de surface ainsi que celles des nappes alluviales et profondes.

Des sept départements en France qui exploitent réellement ce réservoir d'eau souterraine, estimé à plusieurs dizaines de milliards de m³ sur une superficie de 25 000 km². L'Indre et Loire ainsi que son département juxtaposé Loir et Cher sont concernés par la baisse du Cénomanien. Le centre météorologique du Saint-Symphorien estime à vingt mètres de baisse en trente ans depuis 1964, à raison de 50 cm par an. Le fait que le réservoir soit situé au centre du réservoir, la réalimentation est lente et faible dans la région tourangelle. Il y a en effet une polémique sur l'évolution réelle des besoins en eau potable

d'ici quelques années. Pourtant tout le monde s'accorde à dire que la baisse de la nappe, en modifiant le jeu des pressions, entraîne une déstabilisation des équilibres physico chimiques, mettant ainsi en péril la qualité des eaux.

La question qui se pose est celle de savoir comment la Touraine, baignée par des fleuves et des rivières, manquerait elle de l'eau ? Notons que l'aquifère assure 40% de l'approvisionnement en eau potable du département. Les deux autres aquifères principaux : la craie séno turonienne et celui des calcaires jurassiques supérieures au cénomanien sont des nappes très libres, c'est à dire relativement proches de la surface ainsi vulnérables des activités polluantes et néfastes de l'homme, elles sont impropres à la consommation humaine, sans traitement à cause de la concentration très élevée en nitrates. Contrairement à la nappe du Cénomanien qui est très captive et protégée par des terrains de couverture imperméable.

A titre d'exemple, 230 forages connus pompent environ 45 millions de m³ d'eau au total sur tout le département, ils sollicitent l'ensemble des aquifères, y compris la nappe des faluns et la nappe des calcaires lacustres. Ainsi le problème de l'eau varie d'un bout à l'autre du département.

La gestion de l'eau en Touraine, comme partout dans les départements de France, plusieurs acteurs sont impliqués dans cette tâche de sauvegarde de la ressource en eau. Les principaux sont les services de DDAF, DDA, DDE, DRIRE regroupés dernièrement au sein de la Mission interservices de l'eau (DISEN), le département, les collectivités, communes ou regroupements de communes ainsi que l'Agence de l'eau Loire et Bretagne. Ils s'attendent sur la conduite à tenir, et au premier chef les payeurs, le Conseil général, l'agence de l'eau et les communes qui prennent chacun à charge un tiers des montants des travaux qui sont généralement sous délégués aux entreprises privées reconnues au niveau international pour leurs connaissances des métiers liés à l'eau, comme la CGE, la Lyonnaise des Eaux, la Saur. Certaines communes ayant une

expérience en gestion préfère de gérer l'eau en régie, mais avec les techniques très avancées de maîtrise de l'eau devront conduire ces communes à recourir à l'expertise des entreprises maîtres de l'eau. Il est envisageable que le département commence à s'intéresser à la potabilisation des eaux de surface. Tel que c'est déjà prévu dans le SDAGE en 1997, la réalisation de l'interconnexion des réseaux pour assurer un rééquilibrage entre des points de forages sous utilisés et des points de consommation où les besoins sont plus importants et à construire deux usines de pompages, l'une à hauteur de Mont-Louis, l'autre sur la Vienne. Un débat est ouvert à ce sujet.

D'autres personnes s'accordent à soutenir qu'il est obligatoire à considérer la bonne gestion de la nappe du Cénomanien doit rassembler tout le monde qui prélève dans le Cénomanien mais s'ils ne rencontrent pas de problèmes d'approvisionnement qu'en Touraine, disent les ingénieurs géologues du BRGM. Ils souhaitent que tous les partenaires financiers qui sont au nombre de huit en total se mettent ensemble pour un projet de gestion durable de la ressource eau.

La DRIRE qui instruit les dossiers d'autorisations de prélèvement dans le Cénomanien ne pourront jamais mis en cause, que mais au contraire les demandes d'extension risqueront d'être refusées, car les services de la DISEN devront examiner chaque dossier au cas par cas, conformément à la SDAGE et à la loi sur l'eau de 1992 qui a été revue dernièrement. L'organisme para public BRGM apporte à l'Etat, aux collectivités locales et autres organismes publics ses conseils et son expertise scientifique et technique dans le domaine des sciences de la terre pour la définition et la mise en œuvre de leurs politiques environnementales.

Une ressource limitée, mais dont on ne redoute pas la pénurie

Les Français se montrent de plus en plus préoccupés par l'avenir de la ressource en eau, phénomène que l'on retrouve, de manière transversale, dans de nombreuses conditions de dépollution des eaux usées. Une légère majorité d'entre eux (51%) y voient une ressource limitée et plus significatif encore, une part sans cesse croissante la qualifie de denrée rare (25% cette année contre 21% en 98 et 15% en 96, soit + 10 points en trois ans).

Egalement révélateur, la proportion de Français se disant attentifs à la qualité de l'eau qu'ils utilisent, très stable lors des trois premières enquêtes, augmente sensiblement en 1999 passant de 67 à 73%. Ces différents signes ne se traduisent pas, en revanche, par le développement d'une crainte de pénurie d'eau dans l'avenir. Les Français sont en effet toujours 66% à penser qu'ils ne manqueront pas d'eau dans l'avenir. Les Français sont toujours 66% qu'ils ne manqueront pas d'eau dans leur région, à l'avenir et ceux qui, au contraire, le craignent dans les 20 prochaines années demeurent une infime minorité de 4%. Ces proportions n'ont pas bougé depuis 96.

La vision générale du statut de l'eau potable exprimée par les Français n'a pas subi d'évolution réellement significative depuis des années. Les éléments qui se détachent le plus clairement de leur discours qu'il s'agit avant tout d'un « bien précieux » (73%, en légère baisse par rapport à 98-76%) qui a un prix (72%, stable). Le troisième point émergeant demeure l'accessibilité grâce à des interventions humaines et techniques (48%), même si l'on assiste bizarrement à une lente érosion de ce qualificatif, (le taux d'approbation sur cet item était en effet, de 53% en 1996). La notion de bien précieux est sensiblement moins marquée chez les « 20 ans et moins », les agriculteurs, les ouvriers et les habitants de la Région Nord. Les agriculteurs, les artisans/ commerçants et les habitants de la région Est désignent volontiers que la moyenne l'eau comme « un don du ciel » et un produit naturel ou accessible sans intervention humaine et technique.

Les Français sont un peu plus nombreux que les années précédentes à considérer que disposer en permanence d'une eau potable à son domicile est un droit dans une société développée : 62% contre 59% depuis 1996. Dans le même temps, le même pourcentage pensant qu'il s'agit au contraire d'un privilège diminue d'autant : 36% contre 39% auparavant.

Les résultats que les participants du panel de dégustation seront exploités et restitués en Novembre 2005. Compte tenu de la plupart des dires recueillies les plaintes relatives à la présence de goût résulteraient de la campagne à outrance des producteurs d'eau en bouteille. La concurrence exigeant, la Générale des Eaux, surtout en bonne posture dans son expérience bâtie le long des années, organiser régulièrement les campagnes de sensibilisation auprès de ses fidèles clients qui sont inondés par les produits concurrents sur le marché actuel.

XIII. ANNEXES

A. Teneurs maximales admissibles en sels minéraux prévenant l'apparition de mauvaises saveurs dans l'eau

SELS	FLAVEURS/SENSATION	CONCENTRATION EN SELS	CONCENTRATION DE CATION
NaCl	Salé	465	185
MgCl ₂	Amer	47	12
CaCl ₂	Amer	350	105

NaHCO ₃	Sucré/rugueux	630	175
Mg (HCO ₃) ₂		58	10
Ca (HCO ₃) ₂		610	150
Na ₂ SO ₄			
MgSO ₄		840	170
CaSO ₄	rugueux	1020	300

B. Seuils de flaveurs en cours et fin de traitement en fonction de la dose de chlore et du temps de contact (pour une eau de rivière traitée par ozonation-clarification-ozonation- filtration)

	Eau brute	Eau traitée				
Dose de chlore (mg/l)	1.5	1.5	1.5	1.5	0.8	0.8
Temps de contact (h)	2	2	4	24	3	4
Seuil de flaveur	2	1.25	2.92	3.5	1.12	1.95

C. Sensibilité des matériaux du réseau intérieur vis-à-vis des proliférations bactériennes

Matériau	Sensibilité vis-à-vis des proliférations bactériennes
Cuivre	-sauf si très riche en nitrates
Alliages d'aluminium	- (difficile)
Matériau type PVC	+++ (très sensible)
Acier galvanisé	- tant que cela reste galvanisé
Acier	+++ (très sensible)
Fonte	+++ (très sensible)
Bronze et laiton	- sauf si très riche en nitrates
Acier spécial type inox	000 sauf ferrobactéries
Ciment	+++ (très sensible)
Matériau type PE	+++ (très sensible)

D. Sensibilité à la corrosion des matériaux du réseau intérieure

Matériau	Sensibilité à la corrosion
Cuivre	- si $6.5 < \text{pH} < 9$
Alliages d'aluminium	- si $\text{pH} < 7$; +++ si $\text{pH} > 7.5$
Matériau type PVC	000
Acier galvanisé	? suivant eau et température
Acier	+++ si $\text{pH} < 9$
Fonte	- si $\text{pH} > 7.5$
Bronze et laiton	- si $6.5 < \text{pH} < 8.5$
Acier spécial type inox	? suivant eau et qualité de l'acier
Matériau type PE	000
Plomb	++

E. Phénomènes de corrosion dus à la juxtaposition de métaux dans une installation

Matériau en aval	Matériau en amont					
	Cuivre	Alliages d'aluminium	Acier type inox	Fonte	Plomb	Bronze et laiton
Alliages d'Al	+++				-	+
Acier type inox	+	-				+
Acier	+	-	+	+	+	++
Acier galvanisé	+++				+	+
Fonte	+	+				
Plomb	+++	-	-			
Bronze et laiton	+					

F. .Revêtements associés à un relargage de substances organiques utilisables par les microorganismes (croissance bactérienne observée en exploitation ou en laboratoire

Type de revêtement	Origine et conséquence du problème
Bitume/brais de houille (goudron)	Certains types de bitume relarguent des solvants progressivement et engendrent une croissance microbienne et des teneurs élevées en PAH
Caoutchouc chloré	Relargage de solvant, produisant des saveurs désagréables
Résine époxy	Présence de solvants et/ou accélérateurs comme additifs. Croissance bactérienne et colorations observées dans certains réservoirs
Polyester	Décomposition chimique possible
PVC	Présence de solvants et plastifiants sur certains revêtements en PVC pour assurer leur flexibilité

Mortier de ciment	Des additifs peuvent être présents pour l'amélioration des performances de ciment (ex. : accélérateurs, additifs anti-corrosion)
-------------------	--

G. .Etude d'incidents de perméation dans la région d'Anvers

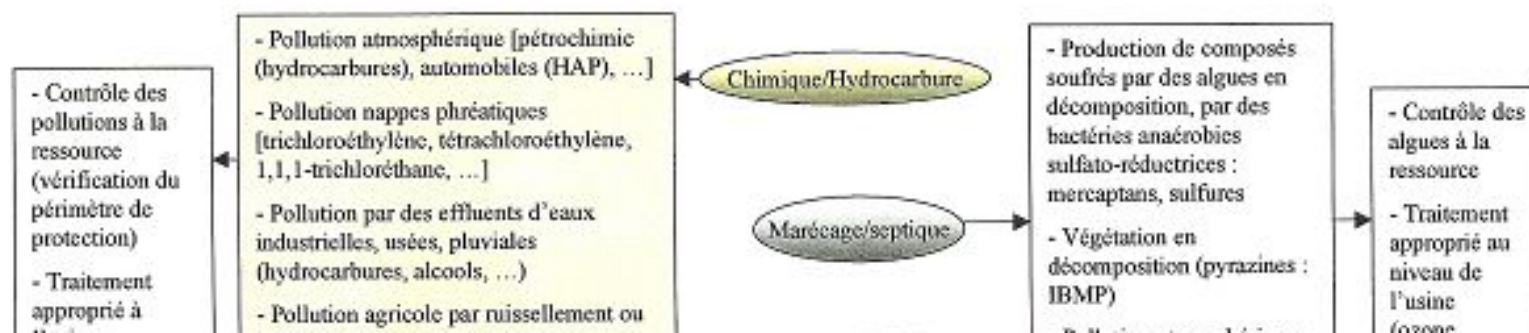
Date	Source de contamination	Produits identifiés dans l'eau	Concentration des contaminants dans l'eau (mg/l)	Matériau du tuyau	Localisation
Octobre 1980	Déversement d'essence	Hydrocarbures aliphatiques légers, toluène, isomères du xylène	20	PE/BD	R/B
Mars 1981	Déversement d'huile	Composés aromatiques		PE/BD	CI
Mai 1981	Déversement d'essence	Hydrocarbures légers	5	PE/HD	CI
Août 1981	Déversement de naphtes craqués	Toluène, isomères de xylène	35	PE/BD	R/B
Septembre 1983	Déversement d'un agent de	1,2- et 1,4-dichlorobenzène	0,4	PE/HD	CI

	nettoyage				
--	-----------	--	--	--	--

Légende : Matériaux : PE/BD – Polyéthylène basse densité
PE/HD – Polyéthylène Haute densité
R – Raccordements
B – Bâtiments
CI – Canalisations intérieures

H. .Liste des industries pouvant générer des composés sapides ou des précurseurs de composés sapides

Industries	Composés sapides ou précurseurs
Fabrication et branchement de la pâte à papier	Composés chlorés et/ou phénolés sapides Composés soufrés (flaveur putride)
Traitement du bois	Composés chlorés et/ou phénolés sapides
Industries pétrolières	Composés sapides de l'essence (benzène, toluène, xylène)
Fabrication de produits chimiques	Composés chlorés et/ou phénolés sapides
Industries textiles	Phénols et chlorophénols (flaveur médicinale)



XIV. BIBLIOGRAPHIE

- 1- BERNARD J. 1989, Mémento technique de l'eau- Dégremont, Paris. 9^{ème} édition, Tome 1, 253-258 pp
- 2- BERNARD J. 1989, Mémento technique de l'eau- Dégremont, Paris, 9^{ème} édition, Tome 2, 878 p, 1172-1195 pp, 1202 pp
- 3- BARBE – LAVERGNE – NADOT – MORAND – MASSON – RUOTOLO et VERGON, Apparition des goûts et mortalités de poissons en relation avec le développement de population d'algues dans les eaux du Doubs en amont de Montbéliard. S.R.A.E Besançon Juin 1988
- 4- N. BOSC-BOSSUT, Développement de végétaux aquatiques dans les cours d'eau en 1992- Revue de l'Agence de l'Eau – RMC N°45 Juillet 1993
- 5- W.J. MASSCHELEIN, l'ozonation des eaux – manuel pratique Technique et documentation 1980, pages 51-52 et pages 78-99
- 6- J.CARDINAL, Composition et évolution saisonnière du phytoplancton du lac de Créteil (Val de Marne)- Revue Française des Sciences de l'eau, vol. 2, 1983, pages 153- 172
- 7- J.P. LAVAGNE, Essais de corrélation entre oxydabilité au KMnO_4 , le carbone organique et l'absorption dans l'ultraviolet – La Tribune du Cebedeau N°415-416 Juin-Juillet 1978, pages 287-291
- 8- NF T90.035, Evaluation du goût – Recueil eaux méthodes d'essais 1983.
- 9- OMS : Directives pour l'eau de boisson, 2^{ème} Edition 2000
- 10- CEE : Directive Européenne 03/11/98, 98/83/CE, Qualité des eaux destinées à la consommation humaine
- 11- France Décrets 89-3 , J.O. 4 janvier 1989 ; modifié 90-330, J.O. 10 avril 1990 ; modifié 91-257, J.O. 7 mars 1991 ; modifié 95-635, J.O. 5 avril 1995 relative à la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine.

- 12- Circulaire DG 5/VS 4 n°2000- 166 du 28 mars 2000 relative aux produits de procédés de traitement des eaux destinées à la consommation humaine.
- 13- A. MONTIEL, J. OUVRARD, S. RIGAL, G. BOUSQUET : Etude de l'origine et du mécanisme de formation de composés sapides responsables de goûts de moisi dans les eaux distribuées ; Service de contrôle des Eaux de Ville de Paris, février 1987.
- 14- BAYS L.R. and LEWIS W.M 1970, Taste and odor in water supplies in Great Britain. A survey of the present position and problems for the future, 19p., 136
- 15- PAQUIN J.L., HARTEMANN P., BLOCK J. C., COLIN F., MIAZGA J., LEVI Chloration et colonisation bactérienne des réseaux de distribution d'eau Actes. « 71^{ème} congrès de l'AGHTM », 16/04/1991, Annecy
- 16- PAQUIN J.L. , VANELLE A., CAMPESE R., HARTEMANN P. Etude de la prolifération microbienne induite par un matériau en contact avec l'eau, Fr. Hydrol., 1988, Fasc. N°1, pages 29-38
- 17- PEARSON T.M. ,Secondary Disinfection of Service Reservoirs JIWEM, 1990, N°4, pages 341-349
- 18- PEDAHZUR R., LEV O., FATTAL B. The interaction of silver ions and hydrogen peroxide in the inactivation of E. COLI : a preliminary evaluation of a new long acting residual drinking water disinfectant Wat. Sci. Tech., 1995, Vol 31, N° 5-6, pages 123-129
- 19- PEYTON B.BRENT Effects of shear stress and substrate loading rate on Pseudomonas Aeruginosa Biofilm thickness and density Water Res., 1996, 30, N° 1, pages 29-36
- 20- PIERRE C., BUSTARRET J. Responsabilités des distributeurs d'eau Continuité du service et lutte contre l'incendie, Compagnie Générale des Eaux TSM, 1994, N° 7-8, pages 423-426

- 21- PIRIOU PH., KIENE L., LEVI Y. Les nouveaux outils pour la gestion de la qualité en réseau de distribution d'eau potable TSM, 1996, N° 6, pages 408-449
- 22- POINTS SCIENCES ET TECHNIQUES, 100 ans après Pasteur : microbiologie et désinfection des eaux potables 1995, 6, N° 2
- 23- POTELON J.L., ZYSMAN K. , Guide des analyses d'eau potable Lettre cadre territorial, Voiron, 1993
- 24- PREFECTURE DE LA SEINE-MARITIME DIRECTION DEPARTEMENTALE DES AFFAIRES SANITAIRES ET SOCIALES Contrôle sanitaire des eaux d'alimentation Mesures prises à l'occasion de « VIGIPIRATE 1995 » par les exploitants de Seine-Maritime Service « Santé – Environnement », janvier 1996
- 25- QUALITE DES EAUX - LES NORMES A L'EPREUVE DE L'EUROPE Réglementation, Directives N°80-778 et 75-440
- 26- RIGAUD G., SANTURETTE N., Pour une surveillance accrue de la qualité de l'eau en réseau : l'autocontrôle bactériologique, TSM, 1995, N°2, vol. 6, pages 23-26
- 27- SEE M. - COMPAGNIE GENERALE DES EAUX, Nettoyage et désinfection des réservoirs sur le réseau du syndicat des eaux d'Ile de France juin 1995, Deuxième édition
- 28- STEPHENSON D., Factors affecting the cost of water supply to Gauteng, Water SA, 1995, Vol. 21, N° 4, pp. 275-280
- 29- TRICARD D., BUFFAUT P., L'application en France des directives « eaux potables » Courant, 1991, N° 12, pages 72-84
- 30- TRICARD D., BUFFAUT P., Interprétation et communication des résultats au regard des normes microbiologiques relatives aux eaux destinées a la consommation humaine TSM, 1995, N° 3, pages 196-199
- 31- JORET J. C., Paramètres prédictifs de l'apparition des coliformes dans les réseaux de distribution d'eau Alimentaire, Rev. Sci. Eau, 1994, 7, N° 2, pp 131-152

- 32- BLOCK J.C., DAMEZ F. et MALLEVALLE J., 1983 Evolution de la qualité des Eaux dans les réseaux de distribution, 5^{ème} journée Scientifique et Technique Recherches Environn. Lille, pp. 203-236
- 33- CEES B., ZOETEMAN J. and PIET G.J., 1974, Cause and indication of taste and odor and odour compounds in water, SCI. Total Environn.,pp 103-115
- 34- BOUSSQUET G., OUVRARD J., RIGAL S., la dégustation de l'eau signification, Méthodologie- Fiabilité J. Français Hydrologie, 15 fasc.,3, pp 223-236.

=====