

---

**Régie intermunicipale d'élimination des matières  
résiduelles des MRC de la Haute-Gaspésie, de  
Matane, de la Matapédia et de la Mitis  
Aménagement d'un lieu  
d'enfouissement technique  
à Matane**

**Étude de dispersion atmosphérique  
des SRT et du H<sub>2</sub>S**

---

Avril 2003

## 1. INTRODUCTION

La Régie intermunicipale d'élimination des matières résiduelles des MRC de la Haute-Gaspésie, de Matane, de la Matapédia et de la Mitis a mandaté la firme André Simard & associés afin d'effectuer une étude portant sur l'impact de l'aménagement du lieu d'enfouissement technique de Matane sur le niveau de production et d'émissions de biogaz à l'atmosphère. Conformément aux exigences générales de la Direction des Évaluations environnementales du ministère de l'Environnement du Québec (MENV), l'étude comprend notamment les points suivants:

- Évaluation de la génération du biogaz en fonction du mode d'exploitation du lieu d'enfouissement et du taux d'enfouissement;
- Estimation des débits de biogaz captés et des émissions à l'atmosphère en fonction du scénario d'exploitation du site et du calendrier de mise en place des infrastructures de captage du biogaz;
- Modélisation de la dispersion atmosphérique des composés de soufre réduit totaux et du sulfure d'hydrogène.

L'étude a été effectuée à l'aide des modèles suivants:

- Logiciel de génération du biogaz *Landfill Air Emission Estimation Model (Landgem)* développé par l'EPA;
- Logiciel de dispersion atmosphérique de type Gaussien ISC3(ST) développé par Trinity Consultant.

Les résultats de l'étude de dispersion atmosphérique sont comparés à la norme d'air ambiant pour le H<sub>2</sub>S contenue dans le *Règlement sur la qualité de l'atmosphère* ainsi qu'au critère d'évaluation des impacts reliés au biogaz, soit les SRT.

## 2. ESTIMATION DES ÉMISSIONS DE BIOGAZ À L'ATMOSPHÈRE

### 2.1 HYPOTHÈSES DE MODÉLISATION

Les différentes hypothèses servant d'intrants au modèle de génération et à l'estimation des émissions de biogaz à l'atmosphère sont présentées aux sous-sections suivantes. Ces hypothèses sont basées sur les données transmises par la Ville de Matane et la documentation existante typique d'un site d'enfouissement de déchets municipaux en milieu humide.

#### 2.1.1 *Quantité et composition des déchets*

Le lieu d'enfouissement de la Ville de Matane reçoit des déchets municipaux depuis 1987 à un rythme d'enfouissement moyen de 15 000 tonnes/an. La capacité totale du site est de 255 000 tonnes pour une fermeture prévue en 2003.

La capacité du nouveau lieu d'enfouissement technique proposé est estimée à 2 millions de tonnes pour une durée de vie de 52 ans, à un rythme moyen de 40 000 tonnes par année. La fermeture du nouveau LET est prévue pour l'année 2055 en supposant une ouverture en 2004.

#### 2.1.2 *Paramètres de modélisation de la génération*

Le niveau de production de biogaz a été défini à l'aide du modèle LANDGEM développé par l'EPA. Ce modèle couramment utilisé dans l'industrie, est un modèle d'ordre 1 impliquant un taux de génération du biogaz décroissant dans le temps. En plus du taux d'enfouissement, deux intrants sont requis par ce modèle, soit la constante de décroissance de la génération du biogaz "k" (an<sup>-1</sup>) et la production totale de méthane par tonne de déchets "Lo".

Telle que retenue par l'EPA et le ministère de l'Environnement de l'Ontario, une valeur de "k" égale à 0,04 a été utilisée. Cette valeur serait représentative d'un site d'enfouissement de déchets municipaux recevant plus de 64 cm de précipitation par année<sup>(1)(2)</sup>.

---

(1) U.S. EPA (1998): "Compilation of air pollutant emission factors" AP-42, Fifth Edition, Vol 1. Stationary point and area sources, Chapter 2. Solid Waste Disposal, January 1995, revised in August and November 1998.

Deux valeurs différentes de "Lo" ont toutefois été utilisées afin de refléter l'évolution du contenu en matière organique dans les déchets, soit:

- Ancien LES : Lo = 170 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/tonne de déchets;
- Nouveau LET : Lo = 135 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/tonne de déchets.

Une valeur de Lo égale à 170 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/tonne de déchets a été retenue pour l'ancienne partie. Cette valeur correspond au maximum défini par l'EPA et elle est généralement utilisée pour fin de vérification de la conformité par rapport aux NSPS (New Source Performance Standard<sup>(2)</sup>).

Une valeur de 135 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/tonne de déchets a toutefois été retenue pour le nouveau LET afin de refléter l'évolution de la composition des déchets au Canada et est basée sur des études de calibration de modèle de génération effectuées pour des sites actuellement en exploitation au Québec.

Pour fin d'évaluation du débit de méthane généré, la concentration de ce composé dans le biogaz généré a été fixée à 50% ce qui est typique d'un gaz produit par une dégradation anaérobie stable des déchets dans un site d'enfouissement.

### 2.1.3 Efficacité de captage

Un plan d'arrangement général du réseau de captage du biogaz est présenté à la figure 2-1. Le réseau de captage actif du nouveau LET de Matane sera constitué de 39 puits d'extraction verticaux. Ces puits seront installés et raccordés à la station de pompage et de destruction du biogaz au fur et à mesure de la fermeture finale de chacun des corridors d'exploitation. Le tableau 2-1 présente le scénario d'exploitation prévu pour le nouveau LET de Matane indiquant pour chaque corridor la date de début de l'exploitation, le tonnage prévu ainsi que la date de mise en place du recouvrement final. Cette séquence d'exploitation a été optimisée dans le cadre de la présente étude afin de permettre une fermeture plus efficace du LET. Le nombre de puits verticaux de biogaz a également été augmenté pour accroître l'efficacité du réseau de captage du biogaz.

L'efficacité du réseau de captage a été fixée à 90% en tenant compte de la mise en place d'un recouvrement final imperméable, constitué, entre autres, d'une géomembrane, d'une densité de puits élevée afin de permettre un chevauchement des rayons d'influence, ainsi que d'une pression d'aspiration élevée aux têtes de puits.

---

<sup>(2)</sup> US EPA (1996) Standards of performance for New Stationary Sources and Guidelines for Control of Existing Sources : Municipal Solid Waste Landfills", March 12<sup>th</sup>, 1996 (40 CFR Parts 51, 52 and 60).

***FIGURE 2-1 : PLAN D'ARRANGEMENT GÉNÉRAL DU RÉSEAU DE CAPTAGE DU BIOGAZ***

***Tableau 2-1 : Séquence d'exploitation et de fermeture approximative du LET***

Aucun captage du biogaz n'a été prévu sur la partie du site exploitée de 1987 à 2003.

#### 2.1.4 Estimation des émissions de biogaz à l'atmosphère

Comme seul le nouveau LET sera muni d'un réseau de captage du biogaz et que celui-ci sera mis en opération progressivement au fur et à mesure de la fermeture finale de chacun des corridors d'exploitation, l'estimation des débits de biogaz généré et capté ainsi que des débits émis à l'atmosphère pour chaque année, a été effectuée séparément pour l'ancien LES et pour chacun des corridors du nouveau LET.

Le niveau d'émissions au niveau du sol a donc été calculé pour chaque année en retranchant les débits captés pour chaque corridor aux débits générés par chaque corridor. Les émissions de biogaz à l'atmosphère ont ensuite été calculées en retranchant 10% du débit non capté aux émissions de biogaz au niveau du sol afin de refléter la dégradation biologique du gaz lors de son passage à travers le sol de recouvrement<sup>(3)</sup>.

## 2.2 RÉSULTATS

Les résultats de la modélisation de la génération du biogaz et de l'estimation des débits de biogaz émis à l'atmosphère sont présentés au tableau 2-2. Les courbes de génération et de captage du biogaz pour l'ancien LES ainsi que pour la totalité du site, i.e. incluant l'implantation du nouveau LET, sont présentées à la figure 2-2.

Les résultats indiquent que globalement, le maximum de la génération du biogaz se produira en 2056, soit l'année suivant la fermeture du site, avec un débit de 9,83 Mm<sup>3</sup>. Le débit maximum capté sera également obtenu en 2056 avec une valeur de 8,68 Mm<sup>3</sup>. Le niveau maximal d'émissions à l'atmosphère sera toutefois obtenu en 2043 avec un débit total de 6,17 Mm<sup>3</sup> dont 5,85 Mm<sup>3</sup> provenant du nouveau LET et 0,32 Mm<sup>3</sup> provenant de l'ancien LES.

---

<sup>(3)</sup> TENT, J. et J.J. VAN DER BERG (1992): "Emissions and Emission Control at Landfill Sites", Proceedings of the 9<sup>th</sup> World Clean Air Congress, IUAPPA, Montreal, Canada, August 30 – September 4, 1992.

***Tableau 2-2 : Résultats de la modélisation de la génération du biogaz et de l'estimation des émissions à l'atmosphère***



tableau 2-2 suite

tableau 2-2 suite

tableau 2-2 suite

***FIGURE 2-2 : MODÉLISATION DE LA GÉNÉRATION ET DU CAPTAGE DU BIOGAZ – LES ET LET DE MATANE***

### 3. MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE

#### 3.1 MÉTHODOLOGIE

La principale cause d'odeurs identifiée dans le cadre de la présente étude est le dégagement de composés de soufre réduit totaux (SRT) et de sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) produits par la décomposition des déchets. L'impact des ouvrages adjacents n'a pas été comptabilisé dans le cadre de la présente étude, conformément à la directive du ministère de l'Environnement. Le bruit de fond a donc été considéré comme nul.

Les concentrations dans l'air ambiant de SRT et de H<sub>2</sub>S à l'extérieur des limites de propriété, sont simulées pour l'année où le taux d'émission de biogaz à l'atmosphère est maximal, soit en 2043 tel qu'indiqué à la section 2.2. Ces concentrations sont déterminées en fonction de données météorologiques locales à l'aide du modèle de dispersion atmosphérique ISC3(ST) qui est un modèle stationnaire et à dispersion Gaussienne, recommandé par l'EPA depuis 1979.

Les sous-sections suivantes présentent les différents paramètres de modélisation utilisés.

##### 3.1.1 Facteur d'émission

Les facteurs d'émission de SRT et de H<sub>2</sub>S utilisés comme intrants dans le logiciel ISC3(ST), ont été calculés en fonction de la concentration typique des différents SRT retrouvés dans le biogaz, des surfaces d'enfouissement et des débits de biogaz émis à l'atmosphère correspondant à chaque partie du site pour l'année où le niveau d'émission total est maximal, soit en 2043.

Les concentrations moyennes typiques du sulfure d'hydrogène et autres SRT retrouvés dans le biogaz, telles que rapportées dans le document AP-42 de l'EPA (voir référence 1), sont les suivantes:

Composé	Concentration volumique (ppmv)	Masse molaire (g/mol)	Concentration massique (mg/m <sup>3</sup> )
Sulfure d'hydrogène	35.5	34.1	49.3
Sulfure de diméthyle	7.82	62.13	19.9
Méthyle mercaptan	2.49	48.11	4.9
<b>SRT</b>			<b>74.1</b>

Le calcul des facteurs d'émission utilisés pour chaque secteur du site est présenté au tableau 3-1.

### **3.1.2 Caractéristiques des sources d'émissions**

La surface du lieu d'enfouissement a été subdivisée en deux parties, correspondant à deux sources de surface distinctes, afin de refléter les facteurs d'émission différents pour l'ancien LES et le nouveau LET. Les caractéristiques de ces deux sources de surface sont présentées au tableau 3-2. La figure 3-1 présente la localisation de ces 2 sources à l'intérieur des limites de propriété.

### **3.1.3 Caractéristiques de la grille de récepteurs**

L'aire d'étude couvre une superficie de 25 km<sup>2</sup> (voir figure 3-1). Elle est caractérisée par un relief montrant une série de terrasses marines au sud-est. Le lieu d'enfouissement se situe à une altitude d'environ 70 mètres en moyenne.

La grille de récepteurs est centrée sur le site d'enfouissement. La grille comprend 676 points et le maillage est de 200 m par 200 m. L'axe des Y est dans la direction nord-sud et l'axe des X dans la direction est-ouest. Les élévations des 676 points de la grille réceptrice ont été déterminées à l'aide de la carte topographique informatisée de la région et sont présentées au tableau 3-3.

La figure 3-1 présente également la localisation des 6 résidences les plus rapprochées du site.

### **3.1.4 Données météorologiques**

Les données météorologiques nécessaires à la modélisation sont les suivantes:

- Température;
- Vitesse des vents;
- Direction des vents;
- Stabilité;
- Hauteur de mélange.

Les données de température, de vitesse et de direction des vents et de stabilité proviennent de la station météorologique de l'aéroport de Mont-Joli. Les données de

***Tableau 3-1 : Calcul des facteurs d'émission – LES et LET de Matane***

***FIGURE 3-1 : LOCALISATION DES SOURCES ET DES RÉCEPTEURS***



***Tableau 3-2 : Caractéristiques des sources d'émission***

*Tableau 3-3 : Topographie de l'aire d'étude – Élévations (mètres)*

hauteur de mélange proviennent de la station de Sept-Iles adaptées aux conditions de la station de Mont-Joli. Les données des années 1996 à 2000 ont été utilisées. Le choix de ces données a été approuvé par M. Richard Leduc du MENV.

Sur les cinq ans de données météorologiques, une journée (71<sup>ème</sup> journée de 2000) a été retranchée en raison d'une valeur singulière anormale enregistrée à 6:00 le matin.

La rose des vents caractéristique des données enregistrées à l'aéroport de Mont-Joli est présentée à la figure 3-2. Celle-ci indique que les vents dominants soufflent du sud-ouest.

### 3.1.5 Fichiers d'entrée ISC3(ST)

Les fichiers d'entrée du logiciel de dispersion contiennent la totalité des données présentées aux sous-sections 3.1.1 à 3.1.4. Ceux-ci sont présentés à l'annexe I.

## 3.2 RÉSULTATS

Les concentrations maximales de SRT et de H<sub>2</sub>S calculées sur une période de 1 heure sont présentées au tableau 3.4. Les concentrations sont comparées au critère d'évaluation des impacts liés au biogaz du MENV qui est fixé à 6 µg/m<sup>3</sup> de SRT dans l'air ambiant à la limite de propriété ainsi qu'à l'article 6 du *Règlement sur la qualité de l'atmosphère* qui fixe à 14 µg/m<sup>3</sup> la concentration maximale de H<sub>2</sub>S à la limite de propriété.

Pour chaque année simulée, les concentrations maximales horaires obtenues en chaque point de la grille de récepteurs sont présentées à l'annexe II. Les tableaux des 50 plus hautes valeurs simulées sur l'ensemble de la grille de récepteurs pour chaque année de simulation, tels que demandés par le ministère, sont présentés à l'annexe III. Les profils de dispersion pour l'année 1999 sont présentés aux figures 3-3 et 3-4. Cette année a été choisie car elle correspond à l'année où la concentration maximale horaire la plus élevée a été enregistrée.

Les résultats indiquent que les concentrations maximales horaires les plus élevées sont enregistrées pour l'année 1999 au point (299898, 5408720) situé du côté est de l'ancien LES le long de la limite de propriété, avec une valeur de 7,45 µg SRT/m<sup>3</sup> (124,2% du critère d'évaluation) et une valeur de 4,96 µg H<sub>2</sub>S/m<sup>3</sup> (35,4% de la norme incluse à l'article 6 du *Règlement sur la qualité de l'atmosphère*). L'analyse des 50 plus hautes valeurs obtenues pour chacune des cinq années indique un total de 11 occurrences de dépassement pour les SRT. Ces dépassements sont toutefois tous obtenus à la même date et à la même heure, soit le 5 septembre 1999 à 5:00 AM. Globalement, les

dépassements ne sont donc observés que 0,0023% du temps sur une période de 5 ans, soit une heure sur 43 800 heures.

Pour cette raison, les profils de dispersion pour l'année 1996 sont également présentés aux figures 3-5 et 3-6. Cette année a été choisie car elle est semblable aux autres années (1997, 1998 et 2000).

Le tableau 3-5 présente les concentrations maximales horaires enregistrées pour chaque année simulée, aux six résidences les plus rapprochées du site. Les valeurs les plus élevées sont obtenues pour les années 1997 à 2000 à la résidence R1 avec une concentration de SRT dans l'air ambiant égale à 2,74 µg/m<sup>3</sup> ce qui est équivalent à 45,7% du critère d'évaluation du MENV et une concentration de H<sub>2</sub>S dans l'air ambiant égale à 1,82 µg/m<sup>3</sup> ce qui équivaut à 13% de la norme du *Règlement sur la qualité de l'atmosphère*.

*FIGURE 3-2 : ROSE DES VENTS – STATION DE L'AÉROPORT DE MONT-JOLI*

***Tableau 3-4 : Résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique des SRT et du H<sub>2</sub>S***

***FIGURE 3-3 : PROFIL DE DISPERSION POUR L'ANNÉE 1999 – CONCENTRATIONS MAXIMALES HORAIRES  
DE SRT***

**FIGURE 3-4 : PROFIL DE DISPERSION POUR L'ANNÉE 1999 – CONCENTRATIONS MAXIMALES HORAIRES  
DE H<sub>2</sub>S**



***FIGURE 3-5 : PROFIL DE DISPERSION POUR L'ANNÉE 1996 – CONCENTRATIONS MAXIMALES HORAIRES  
DE SRT***

***FIGURE 3-6 : PROFIL DE DISPERSION POUR L'ANNÉE 1996 – CONCENTRATIONS MAXIMALES HORAIRES  
DE H<sub>2</sub>S***

***Tableau 3-5 : Résultats de la modélisation de la dispersion des SRT et du H<sub>2</sub>S aux résidences les plus rapprochées***

Tableau 3-5 : Résultats de la modélisation de la dispersion des SRT et du H<sub>2</sub>S aux résidences les plus rapprochées (suite).

## 4. CONCLUSIONS

Les résultats de la modélisation de la génération du biogaz indiquent que pour la totalité du site (ancien LES et nouveau LET) et selon le scénario d'enfouissement retenu, la génération maximale de biogaz se produira en 2056, soit l'année suivant la fermeture du site, avec un débit de 9,83 Mm<sup>3</sup>/an.

Selon le calendrier d'exploitation du lieu d'enfouissement et de mise en place du réseau de captage, le niveau maximal global d'émissions de biogaz à l'atmosphère est toutefois obtenu en 2043 avec un débit de 6,17 Mm<sup>3</sup>/an.

Les résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique indiquent que les concentrations de SRT dans l'air ambiant résultant de l'enfouissement et de la décomposition des déchets au site de Matane, dépassent la concentration pour les SRT suggérée par le MENV comme critère d'évaluation des impacts reliés au biogaz, uniquement 0,0023% du temps, soit pendant une heure sur une période de 5 ans. Les concentrations maximales horaires de H<sub>2</sub>S respectent toutefois en tout temps la norme prévue à l'article 6 du *Règlement sur la qualité de l'atmosphère*.

La concentration maximale horaire de SRT la plus élevée (7,45 µg/m<sup>3</sup>) est obtenue pour l'année 1999 au point (299898, 5408720) situé du côté est de l'ancien LES le long de la limite de propriété, ce qui est équivalent à 124,2% du critère d'évaluation de 6 µg/m<sup>3</sup>. La concentration maximale de H<sub>2</sub>S est obtenue au même endroit avec une valeur de 4,96 µg/m<sup>3</sup>, ce qui est équivalent à 35,4% de la norme. Il est à noter toutefois que les concentrations maximales de SRT obtenues pour les autres années de données météorologiques modélisées sont toutes inférieures au critère de 6 µg/m<sup>3</sup>.

Par ailleurs, les résultats obtenus aux résidences les plus rapprochées du site indiquent que le critère pour les SRT et la norme pour le H<sub>2</sub>S sont respectés en tout temps. Les valeurs les plus élevées sont obtenues à la résidence R1 avec une concentration maximale de SRT dans l'air ambiant égale à 2,74 µg/m<sup>3</sup> ce qui est équivalent à 45,7% du critère, et une concentration maximale de H<sub>2</sub>S égale à 1,82 µg/m<sup>3</sup> ce qui équivaut à 13% de la norme.

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ESTIMATION DES ÉMISSIONS DE BIOGAZ À L'ATMOSPHÈRE.....</b>	<b>2</b>
2.1 HYPOTHÈSES DE MODÉLISATION.....	2
2.1.1 Quantité et composition des déchets.....	2
2.1.2 Paramètres de modélisation de la génération.....	2
2.1.3 Efficacité de captage.....	3
2.1.4 Estimation des émissions de biogaz à l'atmosphère.....	6
2.2 RÉSULTATS.....	6
<b>3. MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE.....</b>	<b>12</b>
3.1 MÉTHODOLOGIE.....	12
3.1.1 Facteur d'émission.....	12
3.1.2 Caractéristiques des sources d'émissions.....	13
3.1.3 Caractéristiques de la grille de récepteurs.....	13
3.1.4 Données météorologiques.....	13
3.1.5 Fichiers d'entrée ISC3(ST).....	18
3.2 RÉSULTATS.....	18
<b>4. CONCLUSIONS.....</b>	<b>28</b>

### LISTE DES FIGURES

FIGURE 2-1 : PLAN D'ARRANGEMENT GÉNÉRAL DU RÉSEAU DE CAPTAGE DU BIOGAZ.....	4
FIGURE 2-2 : MODÉLISATION DE LA GÉNÉRATION ET DU CAPTAGE DU BIOGAZ – LES ET LET DE MATANE.....	11
FIGURE 3-1 : LOCALISATION DES SOURCES ET DES RÉCEPTEURS.....	15
FIGURE 3-2 : ROSE DES VENTS – STATION DE L'AÉROPORT DE MONT-JOLI.....	20
FIGURE 3-3 : PROFIL DE DISPERSION POUR L'ANNÉE 1999 – CONCENTRATIONS MAXIMALES HORAIRES DE SRT.....	22
FIGURE 3-4 : PROFIL DE DISPERSION POUR L'ANNÉE 1999 – CONCENTRATIONS MAXIMALES HORAIRES DE H <sub>2</sub> S.....	23
FIGURE 3-5 : PROFIL DE DISPERSION POUR L'ANNÉE 1996 – CONCENTRATIONS MAXIMALES HORAIRES DE SRT.....	24
FIGURE 3-6 : PROFIL DE DISPERSION POUR L'ANNÉE 1996 – CONCENTRATIONS MAXIMALES HORAIRES DE H <sub>2</sub> S.....	25

### LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 2-1 : SÉQUENCE D'EXPLOITATION ET DE FERMETURE APPROXIMATIVE DU LET.....	5
---	---

TABLEAU 2-2 : RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION DE LA GÉNÉRATION DU BIOGAZ ET DE L'ESTIMATION DES ÉMISSIONS À L'ATMOSPHÈRE.....	7
TABLEAU 3-1 : CALCUL DES FACTEURS D'ÉMISSION – LES ET LET DE MATANE.....	14
TABLEAU 3-2 : CARACTÉRISTIQUES DES SOURCES D'ÉMISSION .....	16
TABLEAU 3-3 : TOPOGRAPHIE DE L'AIRE D'ÉTUDE – ÉLÉVATIONS (MÈTRES) .....	17
TABLEAU 3-4 : RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE DES SRT ET DU H <sub>2</sub> S.....	21
TABLEAU 3-5 : RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION DE LA DISPERSION DES SRT ET DU H <sub>2</sub> S AUX RÉSIDENCES LES PLUS RAPPROCHÉES .....	26

## LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I	FICHIERS D'ENTRÉE – MODÈLE ISC3(ST)
ANNEXE II	CONCENTRATIONS MOYENNES MAXIMALES HORAIRES POUR CHAQUE POINT DE LA GRILLE DE RÉCEPTEURS
ANNEXE III	TABLEAUX DES 50 PLUS HAUTES CONCENTRATIONS SIMULÉES