

**Département Hygiène Sécurité  
Environnement**

IUT A-Bordeaux I  
Domaine universitaire  
33405 Talence  
France

**Ecole Polytechnique Nationale de  
Quito**

Facultad de Ingenieria Química  
Calle Andalucía  
APDO 17-012-729 Quito ECUADOR

# Rapport de stage

Année { DATE \@ "yyyy" \\*  
MERGEFORMAT }

Contribution à la réalisation d'une  
formation dans le domaine de l'Hygiène la  
sécurité et l'environnement à l'École  
Polytechnique Nationale de Quito  
Audit des matériels à mettre en œuvre et  
sécurité des locaux

{EMBED MSDraw \\* MERGEFORMAT}

**Maître de stage**

**Ingénieur Freddie ORBE**

**Responsable du département des  
technologies des radiations**

**Enseignant responsable**

**M.Michel LESBATS**

**Fabien THOMAS**

**Département Hygiène Sécurité  
Environnement**

IUT A-Bordeaux I  
Domaine universitaire  
33405 Talence  
France

**Ecole Polytechnique Nationale de  
Quito**

Facultad de Ingenieria Química  
Calle Andalucía  
APDO 17-012-729 Quito ECUADOR

**Année { DATE \@ "yyyy" \\*  
MERGEFORMAT }**

Contribution à la réalisation d'une  
formation dans le domaine de l'Hygiène la  
sécurité et l'environnement à l'École  
Polytechnique Nationale de Quito  
Audit des matériels à mettre en œuvre et  
sécurité des locaux

**Maître de stage**

**Ingénieur Freddie ORBE**

**Responsable du département des  
technologies des radiations**

**Enseignant responsable**

**M.Michel LESBATS**

**Fabien THOMAS**

# Résumé

Dans le cadre du projet de création d'une maestria en Hygiène Sécurité environnement à l'Ecole Polytechnique Nationale de Quito, ce stage s'intègre au sein d'une première étape consistant à faire une analyse de la situation au niveau des équipements, laboratoires et personnels ainsi que l'élaboration du programme et des travaux pratiques.

L'objectif fixé était donc de proposer des travaux pratiques pour cette maestria, chercher les laboratoires pouvant les accueillir et enfin faire un audit des matériels à mettre en œuvre. Il a permis notamment de montrer quels travaux pratiques pouvaient être effectués et quels sont les besoins nouveaux à satisfaire. Enfin, une analyse des risques principaux à l'aide de la méthode organisée et systémique d'analyse des risques a permis de les hiérarchiser afin de voir quelles actions correctives devaient être menées en priorité.

# Abstract

Within the framework of the project of creation of a master in Hygiene Security environment with the School Polytechnic National of Quito, this training course is integrated within a first stage consisting in making an analysis of the situation on the level of the equipment, laboratories and personnel and in the elaboration of the program and practical work. The fixed objective was thus to propose practical work for this master, to seek the laboratories being able to accommodate them and finally do one audit of the hardware to be put in march. It in particular made it possible to show which practical work could be carried out and which are the new needs to satisfy. Lastly, an analysis of the principal risks with the help of the organized and systemic method of analysis of the risks made it possible to treat on a hierarchical basis them in order to see which corrective actions were to be carried out in priority.

# Mots clés

## **Sommaire**

---

Audit ; référentiel ; diagnostic ; sécurité ; science du danger ;  
appréhender ; MADS ; MOSAR .

## Remerciements

Je voudrais remercier tout d'abord Messieurs Michel Lesbats mon enseignant responsable, Freddie Orbe mon maître de stage et Horst Reiser pour m'avoir permis et donner la chance de participer même modestement à un projet d'une telle ampleur.

Je tiens aussi à remercier tout le personnel du laboratoire du département des radiations et analyses chimiques ainsi que Pablo Hernandez et Francisco Salgado étudiants à l'EPN qui ont fortement contribué à mon intégration dans la culture équatorienne.

Mes remerciements vont aussi à tous les ingénieurs responsables des laboratoires visités ainsi que leur personnel pour avoir collaboré à mon travail et accordé de leur temps.

C'est une expérience qui restera sans aucun doute unique et inoubliable et ceci je le dois à toutes les personnes que je viens de citer, je tiens donc à les remercier une fois de plus.

---

---

---

---

# Sommaire

*{ TOC \o "1-3" \t "Titre 1 sans numéro;1" }*\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

# **Présentation de l'entreprise et du service**

Avant de faire une présentation de l'Ecole Polytechnique Nationale de Quito, il est important de présenter l'environnement socio-économique dans lequel elle se présente.

- Environnement socio-économique :

L'Equateur occupe une superficie de 284000 km<sup>2</sup> pour une population de 12 millions d'habitants dont plus de 30 % est concentrée dans les trois principales villes du pays (Guayaquil, Quito et Cuenca). Dans ces métropoles, la pollution atmosphérique (due en particulier aux gaz d'échappement de véhicules antiques ou mal entretenus) n'a d'égale que les problèmes d'approvisionnement en eau potable.

Le développement économique du pays s'est fait essentiellement à travers la production agricole (bananes, cacao, café, fruits tropicaux, horticulture, pêche et pisciculture...), mais s'appuie aussi sur des ressources pétrolières importantes qui ont permis le développement d'industries chimiques ou pharmaceutiques.

Mais le pays vit ces derniers temps une violente crise socio-économique et de nombreux changements sont en cours. L'augmentation des prix de l'essence (+ 75 %) et de tous les produits, risquent de raviver les protestations populaires en sommeil depuis l'arrivée au pouvoir de Gustavo Noboa. Selon l'institut des statistiques du pays (INEC), l'inflation a atteint 91 % pour l'année 2000 mais en réalité celle ci a été bien plus importante pour certains produits. La dollarisation n'apporte pas les fruits escomptés pour le pays. Le panier de base de la ménagère est officiellement chiffré à 253 \$ US alors que la très grande majorité de la population ne gagne même pas la moitié de cette somme. Un an après le coup d'état avorté du 21 Janvier 2000, la situation économique de la population n'a fait qu'empirer et il est difficile de croire que la politique du président Noboa de « placement » des dirigeants (en particulier indiens) afin de garantir la stabilité sociale, résiste longtemps au mécontentement populaire.

Enfin, on ne peut présenter l'environnement équatorien sans mentionner avec insistance la présence permanente d'un

## ***Présentation de l'entreprise et du service***

---

important risque sismique et volcanique, surtout présent dans la région de la sierra équatorienne, mais qui affecte tout le pays.

C'est donc dans un contexte socio-économique assez délicat que va intervenir le projet de création de la maestria dans les domaines de l'Hygiène, la sécurité et l'environnement à l'Ecole Polytechnique Nationale de Quito.

La forte concentration urbaine et la dégradation de l'environnement qui lui fait cortège, le développement d'une économie de plus en plus industrielle, tant dans le domaine agricole que dans celui de la production manufacturée, le passage dans une zone fortement sismique d'un oléoduc important et le projet de construction d'un second, sont parmi les facteurs de prise de conscience des problèmes multiples et complexes liés à la sécurité, à l'hygiène et à la protection de l'environnement.

Ce projet est donc d'autant plus important, qu'avec la crise socio-économique, les problèmes dans ce secteur ne vont pas en s'améliorant.

- Ecole Polytechnique Nationale de Quito :

L'Ecole Polytechnique Nationale est une institution d'éducation supérieure qui a pour mission de satisfaire les demandes scientifiques et technologiques du pays grâce à l'interaction avec les acteurs de la société, la recherche scientifique, la formation professionnelle et académique des futurs leaders avec un niveau de prestations et de services technologiques excellents, pour contribuer à l'amélioration du niveau de vie des équatoriens et impulser la croissance soutenue et soutenable du pays.

Les objectifs institutionnels de l'Ecole Polytechnique Nationale sont les suivants :

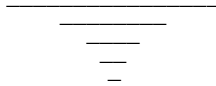
- réaliser une recherche scientifique et technique axée sur la résolution des problèmes de la société équatorienne, le développement autonome du pays, ainsi que la défense et l'exploitation des ressources naturelles.
- Former des professionnels qui, pour leurs connaissances scientifiques et techniques, pour leur culture et leur talent créateur et pour leur connaissance de leurs droits et leurs devoirs, contribuent efficacement au bien-être de la communauté.

## ***Présentation de l'entreprise et du service***

---

- Eduquer les étudiants de telle façon qu'ils cultivent leur créativité, leur éthique et leur capacité d'auto apprentissage afin de comprendre la réalité socio-économique du pays, d'Amérique Latine et du monde, afin qu'ils puissent l'affronter de façon critique, et ainsi contribuer efficacement à la construction d'une nouvelle et plus juste société.
- Maintenir une étroite relation avec tous les secteurs d'activité du pays et de préférence avec les moins privilégiés, en leur apportant une culture scientifique et technologique et recevant de leur part d'autres types de connaissances et valeurs.

Ce projet de création d'une maestria gestion du risque semble donc parfaitement s'inscrire dans les objectifs que cherche à atteindre l'Ecole Polytechnique Nationale de Quito, d'autant plus que ce projet est effectué à sa demande.



## **Calendrier des activités**

<b>Date</b>	<b>Lieu</b>	<b>Activité</b>
09-04-2001	Ecole Polytechnique Nationale (EPN) de Quito	Elaboration de la liste des travaux pratiques entrant dans le cadre de la création d'une maestría d'hygiène sécurité environnement á l'EPN
Du 10 au 13-04-2001	Ecole Polytechnique Nationale (EPN) de Quito	Elaboration de la liste des matériels nécessaires aux travaux pratiques
Du 17 au 20-04-2001	Ecole Polytechnique Nationale (EPN) de Quito	Visite du laboratoire de chimie et des technologies des radiations
Du 23 au 30-04-2001	Ecole Polytechnique Nationale (EPN) de Quito	Aide á l'élaboration du programme de la future maestría
Du 02 au 04-05-2001	Ecole Polytechnique Nationale (EPN) de Quito	Recherche des laboratoires où il serait possible de faire les travaux pratiques (TP)
Du 07 au 11-05-2001	Ecole Polytechnique Nationale (EPN) de Quito	Rédaction de la liste des différents laboratoires Première visite des différents laboratoires
Du 14 au 18-05-2001	Ecole Polytechnique Nationale (EPN) de Quito	Rédaction de la liste des différents matériels des laboratoires Conclusion sur la faisabilité des travaux pratiques du point de vue matériel
Du 21-05 au 01-06-2001	Ecole Polytechnique Nationale (EPN) de Quito	Vérification de la sécurité des locaux et mise en évidence des principaux risques
Du 05 au 12-06-2001	Ecole Polytechnique Nationale (EPN) de Quito	Rédaction du rapport

## ***Calendrier des activités***

---

—  
—

# Rapport technique

## **Introduction**

Le projet de création d'une maestria « gestion du risque » sur les thèmes généraux de l'hygiène, la sécurité industrielle et la protection de l'environnement, à l'École Polytechnique Nationale de Quito en collaboration avec l'université de Bordeaux I montre la volonté du pays à changer de politique en ce qui concerne ce domaine.

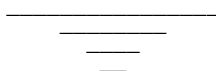
En effet, jusqu' à présent, la sécurité n'était pas ce que l'on appelle un objectif prioritaire dans la politique de l'Équateur. Des textes de lois existent dans ce domaine, par exemple dans le Code du Travail, mais il n'existe pas ou peu de contrôle répressif permettant de faire appliquer ces textes.

Cette maestria a pour but de former, grâce à un programme pluridisciplinaire, des spécialistes en Hygiène Sécurité Environnement, participant au développement du pays dans ce domaine. Ils devront pour cela être capable d'appréhender les grands problèmes de sécurité et d'environnement qui touchent aujourd'hui l'Équateur.

Mais pour l'instant, cette maestria n'est qu' à l'état de projet. Un groupe de travail élabore actuellement le programme définitif, en collaboration avec le Département HSE de l'Institut Universitaire des Technologies de Bordeaux I, chargé plus particulièrement des travaux pratiques à mettre en place, ce qui fait l'objet de ce rapport.

Il sera donc présenté dans un premier temps les travaux pratiques pouvant s'intégrer dans le programme. Dans un deuxième temps, un audit des matériels à mettre en œuvre permettra d'évaluer la faisabilité des travaux pratiques proposés et mettre en avant les besoins nouveaux à satisfaire.

Mais faire des travaux pratiques de sécurité dans des laboratoires présentant des risques inacceptables serait contraire aux idées et à l'esprit que cherche à développer cette maestria. La dernière partie sera donc consacrée à une analyse des risques principaux des laboratoires concernés grâce à la Méthode Organisée et systémique d'Analyse des Risques (MOSAR).



## ***Introduction***

---

# Partie 1

## 1. Mission et objectifs

### 1.1. Rappel du contexte

Il est bon dans un premier temps de rappeler le contexte dans lequel se trouve le pays. En effet, l'Équateur traverse en ce moment une grave crise socio-économique qui avec la dollarisation n'a fait que s'empirer.

On ne peut pas dire que les problèmes d'hygiène, sécurité, environnement soient un sujet qui préoccupe vraiment le pays et le contexte actuel ne favorise pas son développement.

Mais, contrairement à toute attente, c'est en cette période difficile que l'Équateur a décidé de s'investir d'avantage dans ce domaine par l'intermédiaire de l'École Polytechnique Nationale de Quito.

En effet, cette dernière a émise le souhait de créer une maestria de Sécurité industrielle qui formerait des professionnels dans le domaine de l'hygiène, sécurité, environnement.

Ce vaste projet est mené en collaboration avec le département Hygiène, Sécurité, Environnement de l'Institut Universitaire de Technologies de Bordeaux I. l'I.U.T. a déjà effectué une première mission en novembre 2000 à l'E.P.N. de Quito par l'intermédiaire des professeurs, messieurs Michel LESBATS et Michel BAUDERON, qui avait pour but de contextualiser le projet, cerner les objectifs principaux et proposer une méthodologie permettant de diviser en plusieurs missions le projet de création de la maestria.

### 1.2. Évolution du projet

Une maestria est une formation continue sous forme de cours le matin et le soir, permettant aux étudiants de poursuivre une activité professionnelle et de faire face à des droits d'inscription élevés de l'ordre de 500 \$ par semestre.

La formation est divisée en deux semestres de 18 semaines, à raison d'environ 20 heures hebdomadaires, soit un volume horaire de 360 heures par semestre.

## **Mission et objectifs**

---

Il avait donc été décidé dans un premier temps, d'effectuer cette maestria dans des conditions similaires, à savoir :

- Un premier semestre de 18 semaines divisé de la façon suivante :
- Une première semaine de présentation
- 4 semaines sur la sécurité des opérateurs
- 4 semaines sur la sécurité des populations
- 4 semaines sur la sécurité des écosystèmes
- 4 semaines sur la sécurité des installations
- Le second semestre de 18 semaines étant consacré à un stage en entreprise

A l'heure actuelle ( mois de juin 2001) un groupe de travail a été formé afin d'élaborer le programme de la future maestria.

Ce groupe est constitué de :

- Marcello ALBUJA, Chef de la carrière d'ingénierie chimique de l'E.P.N.
- Un représentant de Christine DUPUICH, Attachée culturelle à l'Ambassade de France
- Un représentant d'Irma JARA IÑIGUEZ, Coordinatrice de la capacitation, Fundacyt
- Freddie ORBE, Directeur du Laboratoire de Technologie Nucléaire de l'E.P.N.
- Un représentant du Directeur de la Sécurité Sociale
- Deux Ingénieurs Sécurité
- Francisco SALGADO, Elève Ingénieur à l'E.P.N.
- Pablo HERNANDEZ, Elève Ingénieur à l'E.P.N.

Il ressort de la dernière réunion en date du 16 Mai 2001, que la maestria ne se déroulera pas en un an mais deux ans, avec un projet de programme chargé, en cours d'élaboration.

### **1.3. Mission**

dans ce projet de création d'une maestria de Sécurité Industrielle, un groupe de travail équatorien élabore le programme définitif.

En parallèle, l'I.U.T. Hygiène, Sécurité, Environnement de l'Université de Bordeaux I propose sa collaboration en se chargeant de la partie « Travaux Pratiques ».

La mission consiste donc dans un premier temps à proposer une liste de travaux pratiques pour la maestria, même si le programme définitif n'est pas encore arrêté.

Il faudra alors montrer que quelque soit le programme, les travaux pratiques proposés y trouveront leur place, n'étant pas de simples TP, mais plutôt des outils permettant d'évaluer différents risques, chimiques, électriques, mécaniques, biologiques, micro biologiques, etc....

Dans un deuxième temps, il faudra chercher au sein de l'E.P.N. quels laboratoires seraient susceptibles de recevoir ce type de travaux pratiques.

L'étape suivante consistera alors à évaluer la faisabilité matérielle des travaux pratiques dans les laboratoires choisis. Pour cela, on effectuera un audit des matériels à mettre en œuvre afin de proposer un diagnostic qu'en au besoins nouveaux à satisfaire.

Enfin, il serait paradoxale d'effectuer des travaux pratiques d'Hygiène, Sécurité, protection de l' Environnement, dans des laboratoires présentant des risques inacceptables.

La dernière partie sera donc consacrée à une analyse des risques principaux de chaque laboratoire afin d'évaluer l'acceptabilité. On utilisera pour cela la méthode MOSAR (Méthode Organisée et Systémique d'Analyse des Risques).

### **1.4. Programme de travail**

Afin de répondre aux différents objectifs fixés par la mission décrite précédemment, le travail a été exécuté de la façon suivante :

- Phase préparatoire :
- Proposition d'une liste de travaux pratiques d'Hygiène, Sécurité, Environnement
- Présentation des objectifs de sécurité de ces TP
- Élaboration du référentiel (élaboration de la liste de matériels à mettre en œuvre)

## **Mission et objectifs**

---

- Phase d'exécution :
- Choix du champ à auditer ; recherche de laboratoires susceptibles d'accueillir les TP
- Description des locaux
- Observations, identification des matériels présents
- Comparaison avec le référentiel
- Diagnostic ; constatation des écarts avec le souhaitable
- Besoins nouveaux à satisfaire
- Sécurité des laboratoires :
- Présentation des outils utilisés (M.O.S.A.R.)
- Modélisation du système
- Identification des systèmes sources de dangers
- Elaboration des scénarios de danger
- Evaluation des risques
- Niveau d'acceptabilité
- Conclusion :
- Bilan matériel et sécurité des différents laboratoires

### **1.5. Outil utilisé : L'AUDIT**

L'audit est une démarche spécifique, construite selon une méthode rigoureuse, pour l'investigation et l'évaluation, à partir d'un référentiel et incluant un diagnostic, et conduisant éventuellement à des recommandations.

Il existe de nombreux types d'audit mais tous suivent la même démarche.

Tout d'abord l'élaboration du référentiel, si il n'est pas aussi concret qu'une loi, un décret ou une norme. Ce référentiel constituera le souhaitable, l'objectif que l'on cherche à atteindre.

Puis vient la phase d'investigation où l'on va mener des observations ciblées suivant le type d'audit effectué.

## ***Mission et objectifs***

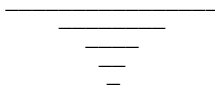
---

Les éléments apportés par cette phase d'investigation seront comparés au référentiel choisi afin d'évaluer la situation à un moment donné.

Les objectifs quand à eux vont varier avec l'audit pratiqué.

Dans notre cas, l'objectif fixé sera de déterminer la faisabilité matérielle des travaux pratiques préalablement proposés.

Le diagnostic, dernière phase de l'audit, fait une synthèse mettant en avant les écarts avec le référentiel.



## **Partie 2**

### **2. Phase préparatoire**

#### **2.1. Élaboration de la liste des travaux pratiques d'hygiène sécurité environnement à mettre en place**

##### **2.1.1. Les travaux pratiques (TP) : outils d'évaluation des risques**

Les TP prévus sont des outils qui vont intervenir dans la phase d'évaluation des événements non souhaités. Celle-ci ne constitue que l'une des phases de la Science du Danger.

##### **2.1.1.1. La Science du Danger**

La Science du Danger est le corps de connaissance qui a pour objet d'appréhender des Événements Non Souhaités (ENS).

Nous appelons Événements Non Souhaités les dysfonctionnements susceptibles de provoquer des effets non souhaités sur l'individu, la population, l'écosystème, les installations.

Le verbe appréhender recouvre les opérations suivantes : représenter – modéliser, identifier, évaluer, maîtriser, gérer – manager les ENS dans des systèmes complexes et variés, à priori (prévention) ou à posteriori (retour d'expérience).

##### **2.1.1.2. Phase d'évaluation des risques**

Les travaux pratiques prévus sont des outils permettant l'évaluation d'Événements Non Souhaités.

Cette phase d'évaluation, permet à priori ou à posteriori, à effectuer une analyse de risque (probabilité d'occurrence ou fréquence, gravité) à l'aide d'outils identifiés puisés dans les divers techniques de la Science du Danger (sécurité, ergonomie, génie sanitaire, hygiène et santé publique, hygiène et sécurité de l'environnement, écologie appliquée...).

Les échelles d'évaluation peuvent être qualitatives ou quantitatives ; elles visent toutes à nous renseigner sur l'occurrence d'un risque et sa gravité.

#### **2.1.2. Liste des travaux pratiques d'hygiène sécurité environnement**

- Électricité :

## **Phase préparatoire**

---

- Les différents régimes du neutre
- Ergonomie :
  - Calcul de la dépense énergétique
  - Calcul de la gêne posturale
- Chimie :
  - Détermination de la Demande Chimique en Oxygène (DCO)
  - Détermination du Pouvoir Calorifique Supérieur (PCS)
  - Réaction au feu des matériaux et éléments de construction
  - Détermination du point éclair
  - Réaction au feu et détermination de l'indice d'oxygène
- Nuisances sonores :
  - Bruit au poste de travail
- Éclairage :
  - Illumination au poste de travail
- Radioprotection :
  - Uniquement théorique
- Microbiologie :
  - Familiarisation aux techniques micro biologiques et identification des bactéries grâce à leur caractère biochimique
  - Contrôle bactériologique d'une eau
- Résistance des matériaux :
  - Compression simple
  - Flexion circulaire d'un profile
- Méthode MOSAR :
  - Uniquement théorique

### **2.2. Cadre dans lequel vont intervenir les travaux pratiques**

Les des travaux pratiques, méthodes d'analyse ou outils d'évaluation, peuvent être classé en plusieurs groupes.

Quatre types de systèmes peuvent être considérés, tour à tour, comme source de danger ou cible du danger : l'opérateur, les populations, les écosystèmes et les installations.

Nous nous proposons de les classer en fonction du système cible à protéger.

- Sécurité des opérateurs :

- TP d'électricité : les régimes du neutre
- TP d'ergonomie : calcul de la dépense énergétique et de la gêne posturale
- TP sur les nuisances sonores au poste de travail
- TP sur le niveau d'éclairage au poste de travail
- TP sur la radioprotection
- Sécurité des populations :
  - TP sur la détermination de la Demande Chimique en Oxygène
  - TP de microbiologie sur la familiarisation aux techniques de détermination des bactéries et au contrôle bactériologique d'une eau
- Sécurité des écosystèmes :
  - TP sur la détermination de la Demande Chimique en Oxygène
  - TP de microbiologie sur la familiarisation aux techniques de détermination des bactéries et au contrôle bactériologique d'une eau
- Sécurité des installations :
  - TP sur la détermination du Pouvoir Calorifique Supérieur
  - TP sur la détermination du point éclair
  - TP sur la résistance au feu des éléments de construction
  - TP sur la réaction au feu et la détermination de l'indice d'oxygène
  - TP d'initiation à la méthode MOSAR
  - TP sur la résistance mécanique des matériaux

### **2.3. But HSE du TP lui-même**

- Électricité :
- Les régimes du neutre

Ce TP a pour but d'étudier les moyens de protection qui existent contre les contacts indirects dans les différents régimes du neutre. Les trois régimes du neutre ont une même finalité en terme de protection des personnes et des biens : la maîtrise des effets des défauts d'isolement.

Un défaut d'isolement quelque soit sa cause, présente des risques pour :

- La vie des personnes : protéger l'homme des effets dangereux de courant électrique est prioritaire, le risque d'électrisation ou d'électrocution est donc le premier à prendre en compte.
- La conservation des biens : le risque d'incendie, lorsqu'il se matérialise peut avoir des conséquences dramatiques pour les personnes et les biens. De nombreux incendies ont pour origine un échauffement important et ponctuel ou un arc électrique provoqué par un défaut d'isolement. Le risque est d'autant plus important que le

## **Phase préparatoire**

---

courant de défaut est élevé. Il est également fonction du degré du risque incendie ou explosion des locaux.

- La disponibilité de l'énergie électrique : la maîtrise de ce risque prend de plus en plus d'importance. Il peut entraîner un risque pour les personnes en déconnectant des équipements utiles à la sécurité, un risque économique du fait de la perte de production.

Ce TP permet, suivant les différents régimes du neutre de mettre en évidence quels sont les moyens les plus efficaces afin de prévenir ces risques ou d'en minimiser les conséquences.

- Ergonomie :

Ce TP a pour objectif de sensibiliser l'étudiant aux méthodes d'analyse des conditions de travail d'un opérateur.

En effet, un travail effectué dans des conditions défavorables peut entraîner trois catégories d'Événements Non Souhaités (ENS) :

- Des maladies professionnelles (maladies cardiovasculaires, troubles musculosquelettiques). Ces derniers sont très invalidants pour les opérateurs, désagréables et très coûteux pour la société. Ils sont provoqués par la répétitivité des gestes.
- La fatigue
- Les accidents par ricoché, liés à la fatigue.

Au cours de ce TP, différentes méthodes sont utilisées afin d'évaluer l'astreinte musculaire cardiaque (courbe de Wells), la fatigue musculaire (méthode Brouha), la gêne posturale ainsi que la dépense énergétique (grâce à des grilles de calcul), le tout permettant de faire une évaluation générale des conditions de travail de l'opérateur. Ce TP incluse une optique d'ouverture grâce à des suggestions d'amélioration de poste.

- Les nuisances sonores au poste de travail :

Le bruit est classé comme l'une des premières nuisances dans l'environnement. On admet qu'il y a une gêne acoustique quand les individus prennent conscience d'une situation sonore qui les perturbe soit dans leur activité soit dans leur vie courante. Si la gêne augmente, on a une nuisance.

Les effets du bruit produisent des perturbations telles que le stress, les maladies digestives et cardiovasculaires. La santé et le travail en pâtissent. La surdité est en tête des maladies professionnelles (une maladie professionnelle sur quatre est une surdité).

L'objectif de ce TP est la mesure du niveau de bruit au poste de travail ainsi que l'évaluation de la gêne due au bruit, en se basant sur des textes réglementaires

comme le décret du 21 avril 1988 ainsi que sur des courbes comme la courbe ISO et la courbe de Wisner.

- Niveau d'éclairage au poste de travail :

L'éclairage fait l'objet d'un nombre relativement élevé de plaintes lorsque les conditions d'environnement lumineux se dégradent (éclairage inadéquat, rapport de luminance excessifs dans le champ visuel de travail).

Dans ces conditions, la « myopisation » a tendance à être plus fréquente et la fatigue visuelle y est d'autant plus importante.

L'éclairage des lieux de travail joue un rôle évident dans prévention des accidents.

L'objectif de ce TP est donc l'étude de l'éclairage au poste de travail afin de déterminer si il est réglementaire et suffisant, et si besoin, apporter des recommandations quand au niveau d'éclairage adéquat et comment y parvenir.

Ce TP comme ceux d'électricité, d'ergonomie et de nuisances sonores à pour objectif d'évaluer les conditions de travail de l'opérateur et donc d'en déduire leur niveau d'acceptabilité.

- Radioprotection :

La radioprotection, c'est l'ensemble des mesures prises pour protéger les travailleurs, les populations et les écosystèmes des dangers des rayonnements ionisants, tout en permettant leur utilisation.

Ce TP propose une démarche à suivre pour la mise en place de moyens de protection contre le risque d'exposition externe aux rayonnements ionisants, suite à l'utilisation de sources scellées ou à des générateurs de rayons X.

Le TP propose tout d'abord une évaluation des risques d'exposition externe suivant la source utilisée puis l'études des moyens de protection appropriés (temps, distance, écrans).

- Chimie : Détermination de la Demande Chimique en Oxygène (DCO) :

Ce TP intervient dans le cadre de la protection des écosystèmes ainsi que des populations.

La détermination de la DCO est un paramètre de mesure de la pollution organique, assimilée à des réducteurs chimiques, sur une eau usée.

La méthode de détermination de la DCO est décrite par la norme française NFT 90-101 d'octobre 1988 qui est l'équivalent de la norme internationale ISO 6060 de 1986.

- Microbiologie :

## **Phase préparatoire**

---

Le risque microbien est le risque le plus important sur la planète, celui qui décime le plus depuis toujours.

Il touche plus particulièrement aujourd'hui les pays en voie de développement dont, il faut le rappeler, l'Équateur fait partie.

L'objectif de cette série de deux TP est de se familiariser aux techniques microbiologiques et notamment à l'identification des bactéries, le but étant le contrôle bactériologique d'une eau (eau potable ou eau de surface) afin de déterminer le risque qu'il existe envers les écosystèmes et les populations.

– Réaction au feu des éléments de construction :

L'objectif est, grâce à différentes méthodes définies par l'arrêté du 30 juin 1983 au Journal Officiel, de fixer la classification, selon leur réaction au feu, des matériaux et éléments de construction à laquelle se réfèrent les règlements de sécurité incendie.

La classification est la suivante :

M0 : matériaux incombustibles

M1 : matériaux non inflammables

M2 : matériaux difficilement inflammables

M3 : matériaux moyennement inflammables

M4 : matériaux facilement inflammables

Le classement de réaction au feu s'applique aux matériaux de construction finis, aux revêtements appliqués sur leur supports et aux matériaux d'aménagement intérieur comme des panneaux, plaques, films, voiles... Il ne s'applique ni aux matières premières non transformées, ni aux objets. Deux types d'essais sont effectués afin de pouvoir classer les matériaux :

Un essai principal :

- Par rayonnement (pour matériaux rigides de toute épaisseur et matériaux souples  $>$  à 5 mm )
- Au brûleur électrique (pour matériaux souples  $\leq$  à 5 mm)
- Par la détermination du Pouvoir Calorifique Supérieur

Un essai complémentaire :

- Essai pour matériaux fusible (essai de goutte)
- Essai au panneau radiant
- Essai de propagation de flamme

Lors de ce TP, il sera effectué un essai principal par rayonnement et un essai complémentaire pour matériaux fusibles, permettant d'aboutir à un classement allant de M1 à M4, c'est à dire, d'un bon à un mauvais comportement au feu. Il existe une cinquième catégorie, M0, qui correspond à un excellent comportement au feu (matériaux incombustibles).

La détermination d'un matériau dans la catégorie M0 fait l'objet du TP suivant.

- Détermination du Pouvoir Calorifique Supérieur (PCS) d'un combustible solide :

Lors qu'un combustible a été classé M1, c'est à dire non inflammable, on effectue un autre essai principal qui consiste à déterminer le PCS, c'est à dire la quantité de chaleur libérée par la combustion complète de un kilogramme ou un mètre cube de substance lorsque l'eau obtenue en produit de la réaction est sous forme liquide. Si le PCS est inférieur ou égal à 2.51 MJ/kg, le matériau passe de la catégorie M1 à M0.

- Détermination du point éclair :

Le TP proposé est une méthode de détermination du point éclair des produits pétroliers et autres liquides inflammables allant jusqu'à 55°C. le point éclair est la température minimale auquel il faut porter un produit pour que les vapeurs émises s'allument momentanément au contact d'une flamme, en opérant dans des conditions spécialisées.

Le point éclair constitue un indicateur de danger relatif à l'explosibilité ou inflammabilité du produit. La répartition des combustibles liquides en différentes classes de danger en matière de transport et de stockage est basée sur le point éclair.

- Réaction au feu et détermination de l'indice d'oxygène :

Le but de cette manipulation normalisée depuis 1977 (norme NFT S1-071) est de déterminer la teneur minimale en oxygène d'un mélange oxygène - azote nécessaire pour entretenir au plus juste la propagation de la combustion de matières plastiques dans des conditions contrôlées en laboratoire.

- Résistance mécanique des matériaux de construction :
- TP sur la compression simple :

L'objectif de cette manipulation est une illustration de la théorie de l'élasticité appliquée aux matériaux.

- TP sur la flexion circulaire d'un profile :

L'objectif de ce TP est d'étudier la distribution des contraintes dans une section de la poutre soumise à une flexion circulaire.

Le but étant de savoir si les éléments de construction vont être capables de résister à des efforts extérieurs tels que, la torsion, la flexion, la compression...

## **Phase préparatoire**

---

- La méthode MOSAR :

Méthode Organisée et Systémique d'Analyse des Dysfonctionnements des Systèmes.

MADS, Méthodologie d'Analyse des Dysfonctionnements d'un Système, propose une démarche qui permet de faire apparaître les risques liés à un système et de les maîtriser

MOSAR propose une application de cette démarche afin d'analyser les risques d'une installation. La méthode MOSAR est divisée en deux modules, module A (évaluation et maîtrise des principaux risques) et la module B (maîtrise et gestion détaillée de tous les risques identifiés et des risques résiduels).

Ce TP a pour objectif de nous familiariser avec la méthode d'analyse de sécurité à priori du module A.

### **2.4. Élaboration de la liste des matériels nécessaires pour les différents travaux pratiques**

#### **2.4.1. Constitution du référentiel nécessaire à l'audit**

L'élaboration de la liste de tous les matériels nécessaires pour les différents travaux pratiques va en fait nous servir de référentiel dans cet audit du matériel à mettre en œuvre.

Très souvent, un audit peut être réalisé afin de vérifier la bonne application d'une loi, d'une norme, d'un objectif bien défini, le but pouvant être l'obtention d'une certification. Mais en réalité, les référentiels sont beaucoup plus nombreux, et suivant le cas, moins concrets qu'un d'autorité.

Ici, l'objectif défini est de vérifier si les matériels existants à l'École Polytechnique Nationale correspondent au minimum exigé pour la faisabilité des travaux pratiques prévus, et non la vérification de la bonne application d'une loi.

Le référentiel qui va donc nous servir ici est la liste des matériels nécessaires.

#### **2.4.2. liste des matériels nécessaires**

- Électricité :
- Courant alternatif en monophasé et triphasé
- Un support comportant :
- Disjoncteurs magnéto-thermiques de 16 A ;10 A ;6 A
- Disjoncteurs différentiels de 300 mA ; 30 mA
- Un CPI (Contrôle Permanent de l'Isolément)
- Ampèremètre
- Voltmètre

- fils électriques de sécurité
- Ergonomie :
- Un pulsomètre permettant de mesurer la fréquence cardiaque et d'en faire le graphe
- Un vélo d'appartement
- Chronomètre
- Caisse de 2.5 kg
- 10 briques de 0.5 kg
- 3 petites tables de hauteurs variables (H = 1.6 m ; H = 0.5 m ; H = 0.3 m)
- Un escalier aux dimensions suivantes :

{ EMBED Word.Picture.8 }

- Chimie :

### Détermination de la DCO :

- Matériel courant de laboratoire (verrerie : burettes, pipettes à trait, fioles jaugées, beschers...)
- Appareil à reflux constitué : d'une fiole ; d'un tube ou d'un ballon à fond plat de 250 ml à col rodé
- Un réfrigérant adaptable
- Manchon chauffant ou plaque chauffante
- Burette de précision de 10 ml (graduée tous les 0.02 ml)

### Détermination du PCS :

- Un calorimètre
- Un dispositif de mise à feu (circuit électrique comportant une alimentation et deux électrodes placées dans la bombe calorimétrique, entre lesquelles un fil métallique d'allumage est tendu)
- Une coupelle en platine (destinée à recevoir le combustible)
- Un thermomètre ( permettant la lecture à 0.01°c près)
- Une bouteille d'oxygène comprimé
- Un chronomètre

### Réaction au feu des matériaux et éléments de construction :

#### Essai principal par rayonnement :

- Une cabine d'essais (constituée par un caisson en tôle protégé intérieurement par un revêtement calorifuge incombustible d'une épaisseur de 30 mm en béton de vermiculite ou tout autre revêtement équivalent. Elle comprend une ouverture inférieure d'entrée d'air (400 \_ 50 mm) et une ouverture supérieure de sortie (300 \_

## Phase préparatoire

---

150 mm) ; cette dernière est surmontée d'une petite hotte non jointive reliée par un conduit au ventilateur à la mise en dépression de la cabine)

- Un radiateur (constitué par un disque plat en quartz translucide de 1 à 1.5 mm d'épaisseur, de 100 mm de diamètre, avec une tolérance de  $\pm 5$  mm)
- Un support
- Deux grilles supports pour matériaux susceptibles de se déformer
- Deux dispositifs d'inflammation, l'un inférieur, l'autre supérieur
- Un dispositif de mesure des températures
- Un système d'alimentation électrique comprenant un régulateur de tension, un transformateur variable et un wattmètre
- Un système de ventilation par tirage forcé

Essai complémentaire pour matériaux fusibles :

- Une source de chaleur rayonnante (radiateur identique à celui utilisé pour l'essai par rayonnement)
- Un support d'éprouvette avec grille (formé d'un anneau métallique sur lequel repose une toile en fils d'acier inoxydable de 0.70 mm de diamètre et avec un vide de maille de 2.10 mm)
- Un réceptacle à gouttes (cuve cylindrique de 118 mm de diamètre et 12 mm de profondeur)
- Un support (colonne verticale supportant les trois pièces précédentes dont les axes, en position normale, sont confondus)
- Un système d'alimentation électrique comprenant un régulateur de tension, un transformateur variable et un wattmètre

Détermination du point éclair :

- Appareil de mesure du point éclair suivant ABEL-PENSKY

Réaction au feu et détermination de l'indice d'oxygène :

- Colonne d'essai en verre (dimensions minimales :  $H = 45$  cm ;  $D = 7.5$  cm)
- Support d'éprouvette
- Epreuves de forme parallélépipédique de longueur déterminée :
  - entre 80 et 150 mm pour les matières plastiques compactes
  - entre 120 et 150 mm pour les matières plastiques alvéolaires
- Une alimentation en oxygène et en azote
- Un dispositif de mesure du débit des deux gaz
- Un dispositif de détermination de la teneur en oxygène du mélange
- Une source d'inflammation
- Chronomètre
- Dispositif d'évacuation des fumées et de la chaleur
- Nuisances sonores :

- Un sonomètre
- Éclairage des lieux de travail :
- Un luxmètre
  
- Radioprotection :
- Uniquement théorique
- Microbiologie :

### TP n° 1 : identification des bactéries

- Plastique stérile à usage unique
- Bec bunsen
- Autoclave
- Etuve (37 °c)
- Boite de pétri
- Pipettes stériles
- Pipettes Pasteur
- Microscope (grossissement \_ 1000)

### TP n°2 : contrôle bactériologique d'une eau

- Appareil de filtration sous vide
- Accessoires de pré filtration
- Fiole à vide de 100 ml
- Flacon de Woulff 500 ml
- Pompe à membrane
- Bec bunsen
- Pincés
- Boite de pétri
- Membranes stériles
- Galerie API 20 E
- Méthode MOSAR :
- Uniquement théorique
- Résistance mécanique des matériaux de construction :

### TP n° 1 : compression simple

- Dynamomètre
- Deux comparateurs latéraux (pour indiquer la variation de la longueur du bloc de plâtre)

## **Phase préparatoire**

---

- Un comparateur central (pour indiquer la variation du diamètre du bloc de plâtre)
- Un dispositif de compression

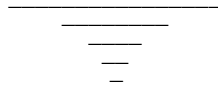
TP n° 2 : flexion circulaire d'un profile

- Un profile en acier
- Un banc de flexion (où le profile va reposer sur deux appuis)
- Jauges d'extensométrie

### **2.4.3. Conclusion**

Cette deuxième partie met fin à l'élaboration, dans un premier temps, de la liste des travaux pratiques susceptibles d'être mis en place dans le cadre de la création d'une maestria en hygiène sécurité environnement à l'Ecole Polytechnique nationale de Quito, puis dans un deuxième temps, de la liste des matériels qui seront nécessaires à leur réalisation.

Cette dernière constitue ce que l'on appelle un référentiel technique, c'est à dire un document technique définissant les caractéristiques qualitatives que doit présenter un produit ou un service et les modalités de contrôle de la conformité du produit ou du service à ces caractéristiques.



## Partie 3

### 3. Phase d'investigation

#### 3.1. Introduction

Cette troisième partie va comporter deux objectifs principaux :

Tout d'abord, la recherche des laboratoires de l'université où pourraient être effectués les travaux pratiques envisagés puis le référencement des matériels de chaque laboratoire.

Le but étant de vérifier la faisabilité matérielle des travaux pratiques.

#### 3.2. Laboratoires choisis

##### 3.2.1. Critères de sélection

Afin de pouvoir déterminer quel laboratoire sera le plus adéquat à chaque TP, il a fallu dans un premier temps visiter les différents laboratoires de l'université, la difficulté étant de s'accorder aux horaires de chacun.

Les laboratoires, lors que le choix est possible, sont retenus suivant trois critères :

- Les matériels propres aux TP (ce qui fera l'objet de la partie 3.3.)
- La sécurité des locaux (nous y reviendrons dans la partie 4.)
- La « faisabilité » du TP dans le laboratoire

En effet, tous les laboratoires de l'Ecole Polytechnique Nationale ne sont pas prévus pour recevoir des étudiants, l'exiguïté des locaux, l'absence de bureaux et de chaises permettant la rédaction d'un rapport sont autant d'éléments qui peuvent être un frein quand au bon déroulement d'un TP.

Il est bien évident que les laboratoires ne seront sélectionnés suivant ces critères que lorsqu'il existe un choix.

##### 3.2.2. Liste des laboratoires retenus

**Électricité : TP « les régimes du neutre, sécurité des personnes »**

**Deux laboratoires sont prêts à accueillir ce TP**

- Laboratoire des circuits électriques
- Laboratoire de contrôle industriel  
(Laboratoires appartenant à la carrière d'ingénierie électrique)

## **Phase d'investigation**

---

### **Chimie :**

- **TP « détermination de la demande chimique en oxygène »**
- Laboratoire d'analyse chimique et radiologique  
(département des technologies des radiations et analyses chimiques)
- Laboratoire de traitement de l'eau et de microbiologie  
(département des technologies des radiations et analyses chimiques)
- **TP « détermination du Pouvoir Calorifique Supérieur »**
- Laboratoire d'analyse chimique et radiologique  
(département des technologies des radiations et analyses chimiques)
- Laboratoire de thermodynamique  
(carrière d'ingénierie chimique)
- **TP « réaction au feu des matériaux et éléments de construction »**
- Pas de laboratoires susceptibles de recevoir ce genre de TP
- TP « réaction au feu et détermination de l'indice d'oxygène »
- Laboratoire d'analyse chimique et radiologique  
(département des technologies des radiations et analyses chimiques)
- **TP « détermination du point éclair »**
- Laboratoire des pétroles  
(carrière d'ingénierie des pétroles)

### **Microbiologie :**

- Laboratoire de traitement de l'eau et de microbiologie  
(département des technologies des radiations et analyses chimiques)
- Laboratoire de microbiologie  
(département des technologies des radiations et analyses chimiques)

### **Résistance mécanique des matériaux :**

- Laboratoire de mécanique des sols et d'essai des matériaux  
(carrière d'ingénierie civile)

### **TP de nuisances sonores, d'éclairage et d'ergonomie :**

- 2 salles sont proposées au département des technologies des radiations et analyses chimiques

### **3.2.3. Présentation des laboratoires**

#### **Laboratoire d'analyses chimiques et radiologiques :**

Comme l'indique son nom, ce laboratoire sert principalement à faire des analyses chimiques et radiologiques.

C'est un laboratoire d'une superficie de 100 m<sup>2</sup> faisant partie du département des technologies des radiations et d'analyses chimiques. Un local non séparé de 50 m<sup>2</sup> sert de lieu de stockage à divers produits chimiques, ainsi qu' à des matériels divers (appareils non utilisés, pots vides, barres de fer...).

Ce laboratoire ne connaît pas une activité très importante. Il travaille principalement pour l'industrie chimique et pharmaceutique mais reçoit également occasionnellement des étudiants pour des travaux pratiques.

L'Ingénieur Freddie ORBE est responsable de ce laboratoire.

#### **Laboratoire de traitement de l'eau et de microbiologie :**

Ce laboratoire procède quotidiennement à des analyses chimiques et microbiologiques, que ce soit sur des eaux de surface, de l'eau potable ou de l'eau usée.

Il est divisé en deux parties de 45 et 20 m<sup>2</sup>. la deuxième partie, plus étroite servant plus particulièrement au stockage de produits toxiques, de déchets toxiques et de matériels.

L'activité d'analyse chimique et micro biologique des eaux est exclusivement dédiée aux divers entreprises et industries du pays. Ce laboratoire ne reçoit pas d'étudiants pour des travaux pratiques, il n'a pas été prévu à cet effet.

L'Ingénieur Trajano RAMIREZ en est le responsable et travaille en collaboration avec un autre ingénieur et est assisté par un étudiant préparant sa thèse.

#### **Laboratoire de micro biologie appartenant au laboratoire d'analyse chimiques et radiologiques :**

Il est réservé à diverses analyses micro biologiques.

Le laboratoire est d'une superficie de 7 m<sup>2</sup> et est entièrement neuf. Il est à ce jour inutilisé faute de moyens financiers. Il n'y est donc fait aucune manipulation.

Ce laboratoire faisant partie intégrante du laboratoire d'analyses chimiques, c'est donc l'Ingénieur Freddie ORBE qui en est le responsable.

#### **Laboratoire des pétroles :**

C'est un laboratoire effectuant différentes analyses sur les pétroles et ses dérivés.

Il est divisé en deux, une partie de 90 m<sup>2</sup> réservée aux différentes manipulations et une partie bureaux de 12 m<sup>2</sup>. Un local de 7 m<sup>2</sup> est réservé au stockage des

## **Phase d'investigation**

---

différents produits chimiques et liquides inflammables. Une autre salle inoccupée sert de lieu de stockage aux différents déchets pétroliers .

Ce laboratoire connaît une forte activité car travaillant principalement pour des industries pétrolières très nombreuses dans le pays.

A certaines périodes de l'année, le laboratoire accueille des étudiants pour différents travaux pratiques. Mais l'activité principale est tout de même dédiée à l'industrie.

L'Ingénieur Miguel PARRAÑO est le responsable de ce laboratoire, il travaille en collaboration avec une autre ingénieur et est assisté par une étudiante préparant sa thèse.

– Laboratoire de thermodynamique :

Ce laboratoire est exclusivement à but pédagogique mais il possède une partie indépendante réservée à la recherche.

Il est donc divisé en deux parties, la première de 160 m<sup>2</sup> servant à différents travaux pratiques, la seconde de 75 m<sup>2</sup> réservée à la recherche sur le thème de la céramique.

L'Ingénieur Luis NERA est responsable de ce laboratoire, il travaille en collaboration avec un autre ingénieur et est assisté par un étudiant préparant sa thèse.

– Laboratoire de mécanique des sols et essais des matériaux :

C'est un laboratoire à vocation pédagogique et travaille aussi pour l'industrie.

Ce laboratoire d'environ 150 m<sup>2</sup> appartient à la carrière d'ingénierie civile. Il accueille régulièrement des étudiants pour divers travaux pratiques mais sert aussi à tester la résistance mécanique des matériaux et éléments de construction pour le compte d'entreprises et industries.

L'Ingénieur César MONROY est le responsable de ce laboratoire.

– Laboratoire des circuits électriques :

C'est un laboratoire d'environ 120 m<sup>2</sup> uniquement consacré à divers travaux pratiques.

L'Ingénieur Luis NARANJO est le responsable de ce laboratoire.

– Laboratoire de contrôle industriel :

C'est un laboratoire d'environ 60 m<sup>2</sup> qui sert uniquement à des travaux pratiques sur le contrôle électrique et hydrauliques de machines.

L'Ingénieur German CASTRO en est le responsable.

### **3.3. Liste des matériels présents dans les différents laboratoires**

#### **Electricité :**

##### **Laboratoire des circuits électriques :**

- Inducteurs
- Voltmètres
- Wattmètres
- Rhéostats
- Oscilloscopes
- Galvanomètres
- Fréquencemètres
- Transformateurs
- Dérivations
- Fils électriques
- Source de courant électrique continu et alternatif (en monophasé et triphasé pour ce dernier)

##### **Laboratoire de contrôle industriel :**

- Tableau de distribution de courant électrique alternatif en monophasé
- Module didactique pour le contrôle du fonctionnement des parties électriques des machines (comprenant, des contacteurs, relais auxiliaires, temporisateurs, sélecteurs, plusieurs et lumières témoin)
- Module didactique pour le contrôle des parties hydrauliques d'une machine
- Fils électriques

#### **Chimie :**

##### **Laboratoire de traitement de l'eau et de microbiologie :**

##### **Matériel de chimie :**

- Verrerie de laboratoire courante (béschers, burettes, pipettes, fioles jaugées, etc....).
- Appareil à reflux
- Réfrigérant adaptable
- Plaques chauffantes
- Deux sorbonnes
- Rotavapor
- Burettes de précision à 0.02 ml près
- Appareil permettant la lecture directe de la DCO (COD Reactor)

## ***Phase d'investigation***

---

- Spectrophotomètre DR/2000
- Appareil DBO aqualytic (lecture de la DBO)

### Matériel de micro biologie :

- Cône de filtration
- Boîtes de pétri
- Plastiques stériles à usage unique
- Pincés
- Chambre de flux laminaire
- Bain d'eau incubateur (bath water incubator)
- Microscope
- Appareil compteur de colonies (Darkfield colony counter)
- Armoire thermorégulatrice
- Incubateur (37°C) Memmert
- Étuve (100°C) Fischer Scientific model 285
- Four (900°C) Lindberg
- Bec bunsen
- Galerie API 20 E
- Machine à pression servant d'autoclave
- Laboratoire de micro biologie appartement au laboratoire d'analyses chimiques et radiologiques :
- Une sorbonne
- Une étuve (37°C)
- Boîtes de pétri
- Plastiques stériles à usage unique
- Pincés
- Cône de filtration
- Bec bunsen
- Machine à pression servant d'autoclave
- Réfrigérateur

– Laboratoire d'analyses chimiques et radiologiques :

- Verrerie courante de laboratoire (béschers, burettes, pipettes, fioles jaugées, etc....).
- Appareil à pression servant d'autoclave
- Appareil à reflux
- Réfrigérant adaptable
- Sorbonne
- Spectrophotomètre
- Bombe calorimétriques avec dispositif de mise à feu électrique
- Thermomètre
- Chronomètre
- Broyeur-mixeur
- Scelleur de plastiques

– Laboratoire de thermodynamique :

- Calorimètre adiabatique
- Thermomètre
- Chronomètre
- Thermostat
- Réfractomètre
- Distillateur
- Four (1100°C)
- Four (1600°C)
- Viscosimètre
- Presse hydraulique
- Autoclave

– Laboratoire des pétroles :

- Appareil pour la détermination du point éclair (TAG)
- Cleveland (détermination des points éclair plus élevés)
- Balance analytique
- Colorimètres ASTM et Saybolt
- Centrifugeuse
- Octanomètre
- Bain thermostatique (détermination du point de vapeur)
- Bain d'eau (détermination de la corrosion des métaux)
- Rotavapor
- Appareil de distillation du diesel et essence

## **Phase d'investigation**

---

- Appareil de détermination des résidus de carbone pour les pétroles et dérivés
- Viscosimètre
- Bombe calorimétrique
- Deux étuves (150°C)
- Un four (800°C)

### **Résistance mécanique des matériaux :**

- Laboratoire de mécanique des sols et essais des matériaux :
- Deux grosses machines industrielles de puissance différente
- « Máquina industrial 300t »
- « Máquina industrial 50t »
- Ordinateur enregistrant toutes contraintes auquel est soumis le profile

## **3.4. Conclusion**

### **3.4.1. Bilan pour chaque laboratoire**

Nous pouvons donc à la fin de cette troisième partie faire un bilan quand à la faisabilité matérielle des travaux pratiques proposés.

Il ressort de cette étude trois cas de figure distincts :

1. Le laboratoire qui se propose d'accueillir le TP possède tous les matériels nécessaires à sa bonne exécution.

Dans ce cas, nous retrouvons les TP suivants :

- Le TP « détermination de la Demande Chimique en Oxygène (DCO) ». Il serait faisable dans deux laboratoires, celui « d'analyses chimiques et radiologiques » et dans celui « de traitement de l'eau et de micro biologie ». chacun des deux laboratoires possède la matériel nécessaire et en particulier celui de traitement de l'eau plus spécialisé et procédant plus régulièrement à ce genre de manipulations.

Mais il est important de rappeler qu'aucun des deux laboratoires n'est réellement destiné à recevoir des étudiants. Il ne sera par exemple pas possible de recevoir plus de quatre à cinq étudiants dans le laboratoire de traitement de l'eau vu l'exiguïté et l'encombrement des locaux.

- Il en est de même pour le TP « détermination du Pouvoir Calorifique Supérieur (PCS) ». Deux laboratoires possèdent le matériel nécessaire, le laboratoire « d'analyses chimiques et radiologiques » et celui « de thermodynamique ».

Ce dernier est un laboratoire à vocation pédagogique, donc pouvant accueillir un nombre important d'étudiants et possède un matériel moderne beaucoup plus fiable quand aux résultats des manipulations.

- Pour le TP « détermination du point éclair », seul le laboratoires des pétroles possède le matériel nécessaire.

Bien que ce laboratoire ne soit pas destiné exclusivement à l'enseignement, il peut toute fois les accueillir pour des travaux pratiques.

- En ce qui concerne les deux TP 2de micro biologie », le laboratoire « de traitement de l'eau et de micro biologie » possède le matériel nécessaire étant spécialisé dans ce genre de manipulations. L'inconvénient principal étant son exigüité, l'empêchant de recevoir un grand nombre de personnes.

Il existe un deuxième laboratoire au laboratoire d'analyses chimiques tout neuf qui n'a encore jamais servi, faute de moyens, mais dont le principal inconvénient est sa superficie qui ne dépasse pas 7 m<sup>2</sup>.

- Le TP « de résistance mécanique des matériaux » pourra être fait au laboratoire « de mécanique des sols et essais de matériaux » étant le seul à effectuer ce genre de manipulations. Ce laboratoire accueille régulièrement des étudiants pour des travaux pratiques. Le matériel utilisable dans ce laboratoire

2. Le laboratoire se propose d'accueillir le TP mais ne possède pas les matériels nécessaires :

Nous retrouvons dans ce cas :

- Le TP d'électricité « les régimes du neutre » où deux laboratoires se proposent d'accueillir le TP mais ne possèdent pas le matériel nécessaire.
- Le TP « résistance au feu et détermination de l'indice d'oxygène » pourrait être fait au laboratoire d'analyses chimiques et radiologiques.
- En ce qui concerne le TP d'ergonomie, le cas est un peu différent, il pourra être accueilli dans une des deux salles du département des technologies des radiations et analyses chimiques. Elles servent pour l'instant de zone de stockage et de bureau mais vont être réaménagées en vue de ce projet.

## ***Phase d'investigation***

---

- Les TP sur les nuisances sonores et sur l'éclairage seront effectués au même endroit que le TP d'ergonomie.

3. Aucun laboratoire n'est susceptible de recevoir le TP :

- Seul le TP « réaction au feu des matériaux et éléments de construction » se trouve dans cette situation. Nécessitant un matériel bien spécifique, encombrant et associé à un système de ventilation par tirage forcé.

### **3.4.2. Avantages et inconvénients de chaque laboratoire**

Afin de synthétiser les différentes informations et d'en faciliter la lecture, un tableau permettra de montrer quels sont les avantages et les inconvénients des différents laboratoires, afin d'orienter le choix lorsqu'il est possible.

## Phase d'investigation

---

Laboratoires	TP associés	Avantages	Inconvénients
Laboratoire d'analyses chimiques et radiologiques	Détermination de la DCO	-matériel nécessaire -espace important -pouvant accueillir des étudiants	-encombrement -pas de tabourets
	Détermination du PCS	-matériel nécessaire -espace important -pouvant accueillir des étudiants	-encombrement -pas de tabourets
	Détermination de l'indice d'oxygène	-espace important -pouvant accueillir des étudiants	-pas le matériel nécessaire -encombrement -pas de tabourets
Laboratoire de traitement de l'eau et de micro biologie	Détermination de la DCO	-matériel nécessaire très performant et récent	-exiguïté des locaux -encombrement important -pas de bureaux ni de chaises -pas prévu pour recevoir des étudiants
	Microbiologie	-matériel nécessaire	-exiguïté des locaux -encombrement important -pas de bureaux ni de chaises -pas prévu pour recevoir des étudiants

## Phase d'investigation

---

<b>Laboratoires</b>	<b>TP associés</b>	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
Laboratoire de microbiologie appartenant au laboratoires d'analyses chimiques et radiologiques	Microbiologie	-matériel nécessaire -laboratoire neuf	-non utilisé -exigu (7 m_) -pas prévu pour recevoir des étudiants
Laboratoire de thermodynamique	Détermination de la PCS	-matériel nécessaire et récent -prévu pour accueillir des étudiants -paillasse et tabourets -pas d'encombrement	
Laboratoire des pétroles	Détermination du point éclair	-matériel nécessaire et récent -prévu pour accueillir des étudiants -paillasse et tabourets -pas d'encombrement	
Laboratoire des circuits électriques	Les régimes du neutre	-possède certains des appareils nécessaires -prévu pour accueillir des étudiants -paillasse et tabourets -pas d'encombrement	-pas tout les matériels nécessaires



## Phase d'investigation

---

Laboratoires	TP associés	Avantages	Inconvénients
Laboratoire de contrôle industriel	Les régimes du neutre	-prévu pour accueillir des étudiants -paillasses -pas d'encombrement	-ne possède aucun matériel nécessaire au TP
Laboratoire de mécanique des sols et essais de matériaux	Résistance mécanique des matériaux	-matériel nécessaire -prévu pour accueillir des étudiants -bureaux et tabourets -pas d'encombrement	
Les deux salles du département des radiations et analyses chimiques	Ergonomie	-espace suffisant pour accueillir ce TP	-pas le matériel nécessaire -salles non aménagées -pas de bureaux ni de chaises
	Nuisances sonores		-pas le matériel nécessaire
	Eclairage		-pas le matériel nécessaire
?	Réaction au feu des matériaux et éléments de construction		
Aucun laboratoire nécessaire	TP théoriques sur : -la radioprotection -la méthode MOSAR		

### **3.4.3. Diagnostic :**

Dans le cadre de la création d'une maestria d'Hygiène Sécurité Environnement ; quinze travaux pratiques ont été proposés.

Le bilan est le suivant :

- 9 TP sont faisables immédiatement (Détermination de la DCO, Détermination des la PCS, les deux TP de micro biologie, les deux TP de résistance mécanique des matériaux, et les TP théoriques de radioprotection et sur la méthode MOSAR).
- 5 TP pourront être accueillis dans un laboratoire, mais il n'y a pas le matériel nécessaire (les régimes du neutre, le TP d'ergonomie, Détermination de l'indice d'oxygène, nuisances sonores et l'éclairage des lieux de travail).
- 1 TP ne pourra pas être mis en place à l'heure actuelle car il n'y a pas le matériel ni de laboratoire prêt à l'accueillir (Réaction au feu des matériaux et éléments de construction).

Parmi les TP qui sont faisables immédiatement, certains pourraient être fait dans différents laboratoires. Grâce au tableau précédant, on peut déjà avoir une idée du choix futur.

- Pour le TP « Détermination de la DCO », on pourrait préférer le laboratoire de traitement de l'eau car possédant un matériel plus moderne, mais vu l'exiguïté des locaux et le fait qu'il ne soit pas prévu pour recevoir des étudiants fait pencher notre choix vers le laboratoire d'analyses chimiques et radiologiques.
- Pour le TP « Détermination du PCS », le choix est plus simple et penche en faveur du laboratoire de thermodynamique recevant régulièrement des étudiants et possédant un matériel moderne plus performant.
- Pour les deux TP de microbiologie, il n'y a pas vraiment de choix possible, le laboratoire de microbiologie du laboratoire d'analyses chimiques ne faisant que 7 m<sup>2</sup>, il est donc impensable d'y faire un TP. N'ayant aucune autre possibilité, cette série de deux TP devra se faire au laboratoire de traitement de l'eau en groupes réduits.
- Pour le TP « les régimes du neutre », aucun des deux laboratoires ne possède la matériel nécessaire mais il sera tout de même préféré le laboratoires des circuits électriques car possédant certains appareils utiles, étant d'une superficie plus importante et d'un encombrement moindre.

## **Phase d'investigation**

---

### Besoins matériels nouveaux à satisfaire :

- Électricité :
- Un support comportant :
- Disjoncteurs magnéto-thermiques de 16 A ; 10 A ; 6 A
- Disjoncteurs différentiels de 300 mA ; 30 mA
- Un CPI (Contrôle Permanent de l'Isolément)
- fils électriques de sécurité
- Ergonomie :
- Un pulsomètre permettant de mesurer la fréquence cardiaque et d'en faire le graphe
- Un vélo d'appartement
- Chronomètre
- Caisse de 2.5 kg
- 10 briques de 0.5 kg
- 3 petites tables de hauteurs variables (H = 1.6 m ; H = 0.5 m ; H = 0.3 m)
- Un escalier aux dimensions suivantes :

{ EMBED Word.Picture.8 }

### Réaction au feu et détermination de l'indice d'oxygène :

- Colonne d'essai en verre (dimensions minimales : H = 45 cm ; D = 7.5 cm)
- Support d'éprouvette
- Eprouvettes de forme parallélépipédique de longueur déterminée :
  - entre 80 et 150 mm pour les matières plastiques compactes
  - entre 120 et 150 mm pour les matières plastiques alvéolaires
- Une alimentation en oxygène et en azote
- Un dispositif de mesure du débit des deux gaz
- Un dispositif de détermination de la teneur en oxygène du mélange
- Une source d'inflammation
- Chronomètre
- Dispositif d'évacuation des fumées et de la chaleur
- Nuisances sonores :
- Un sonomètre
- Éclairage des lieux de travail :
- Un luxmètre

En ce qui concerne le TP « résistance au feu des matériaux et éléments de construction », le problème est quelque peu différent. Il faudrait créer un laboratoire ou aménager à une salle cet effet avec les règles de sécurité en laboratoire que cela implique très bien expliquées dans le livre « Seguridad y condiciones de trabajo en el laboratorio » publié par l' « instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo ». Il faudra bien sûr aussi satisfaire le besoin en matériels :

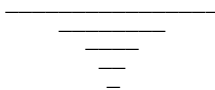
Réaction au feu des matériaux et éléments de construction :

Essai principal par rayonnement :

- Une cabine d'essais (constituée par un caisson en tôle protégé intérieurement par un revêtement calorifuge incombustible d'une épaisseur de 30 mm en béton de vermiculite ou tout autre revêtement équivalent. Elle comprend une ouverture inférieure d'entrée d'air (400 \_ 50 mm) et une ouverture supérieure de sortie (300 \_ 150 mm) ; cette dernière est surmontée d'une petite hotte non jointive reliée par un conduit au ventilateur à la mise en dépression de la cabine)
- Un radiateur (constitué par un disque plat en quartz translucide de 1 à 1.5 mm d'épaisseur, de 100 mm de diamètre, avec une tolérance de  $\pm 5$  mm)
- Un support
- Deux grilles supports pour matériaux susceptibles de se déformer
- Deux dispositifs d'inflammation, l'un inférieur, l'autre supérieur
- Un dispositif de mesure des températures
- Un système d'alimentation électrique comprenant un régulateur de tension, un transformateur variable et un wattmètre
- Un système de ventilation par tirage forcé

Essai complémentaire pour matériaux fusibles :

- Une source de chaleur rayonnante (radiateur identique à celui utilisé pour l'essai par rayonnement)
- Un support d'éprouvette avec grille (formé d'un anneau métallique sur lequel repose une toile en fils d'acier inoxydable de 0.70 mm de diamètre et avec un vide de maille de 2.10 mm\_)
- Un réceptacle à gouttes (cuve cylindrique de 118 mm de diamètre et 12 mm de profondeur)
- Un support (colonne verticale supportant les trois pièces précédentes dont les axes, en position normale, sont confondus)
- Un système d'alimentation électrique comprenant un régulateur de tension, un transformateur variable et un wattmètre



## Partie 4

### 4. Sécurité des laboratoires

#### 4.1. Introduction

Il est prévu pour cette maestria d'Hygiène sécurité Environnement de faire des applications pratiques qui sont en fait des outils d'évaluations des risques.

Il paraît donc impensable de faire des travaux pratiques sur le thème de la sécurité si les laboratoires dans lesquels ils sont effectués ne respectent pas eux-mêmes au minimum les bases de la sécurité en laboratoire.

Nous allons donc lors de cette quatrième partie faire un état des lieux quand à la sécurité des différents laboratoires et essayer de mettre en évidence les principaux risques, les hiérarchiser afin de savoir lesquels devront être pris en compte en priorité et un questionnaire sur les points principaux de sécurité en laboratoire permettra de compléter la phase d'identification des risques.

#### 4.2. Outil utilisé

Cette étude sera réalisée à l'aide d'un outil d'analyse des risques, la méthode MOSAR (Méthode Organisée et Systémique d'Analyse des Risques) et plus particulièrement le module A de cette même méthode.

C'est une méthode organisée car elle se décompose en plusieurs phases et systémique car elle s'appuie sur le modèle de MADS (Méthodologie d'Analyse des Dysfonctionnements des Systèmes).

La méthode MOSAR est une application de la Méthodologie d'Analyse des dysfonctionnements des Systèmes.

##### 4.2.1. Méthodologie MADS :

L'objet de cette méthodologie est le développement d'une démarche permettant d'identifier les risques liés à un système et de les maîtriser. La Science du Danger va permettre de structurer cette méthodologie.

La Science du Danger est le corps de connaissances qui à pour objet d'appréhender des Evénements Non souhaités (ENS).

On entend par Evénement Non souhaité les dysfonctionnements susceptibles des provoquer des effets non souhaités sur l'individu, la population, l'écosystème et les installations.

## Conclusion

---

Le verbe appréhender signifie :

- β Représenter – modéliser
- β Identifier ; évaluer ; maîtriser ; gérer – manager

A travers le verbe « appréhender » et les actions qu'il sous entend, on découvre la structure de la méthodologie MADS.

Différentes techniques du danger découlant de disciplines fondamentales vont permettre d'appréhender les événements non souhaités.

La méthodologie est donc divisée en cinq parties :

- β Représenter – modéliser : représenter les systèmes source et cible du danger qui, reliés par un flux de danger orienté source – cible et immergé dans un champ de danger (environnement actif) vont constituer la modélisation du processus de danger :

{ EMBED Word.Picture.8 }

On considère l'objet de notre étude comme un système pouvant être défini par sa finalité, sa structure, son fonctionnement, son évolution et son environnement. Il pourra être divisé en sous systèmes pouvant contenir des sources de danger les uns vis à vis des autres.

- β Identifier : les ENS. Recherche de l'origine au niveau de la source de danger. Rechercher les effets créateurs du flux de danger et enfin rechercher les effets provoqués sur le système cible.
- β Analyser : les ENS, va consister à priori ou à posteriori la probabilité d'occurrence ainsi que le niveau de gravité du risque à l'aide des divers techniques du danger.
- β Maîtriser : les ENS consiste à agir dans le processus de danger au niveau du système cible ou source, afin d'en diminuer la probabilité d'occurrence et le niveau de gravité grâce à des moyens de prévention ou de protection (c'est à dire, à priori ou à posteriori).
- β Gérer – Manager : constitue la politique à mettre en place dans une entreprise afin d'inculquer une culture sécurité permettant ou facilitant les différentes actions énumérées précédemment.

### 4.2.2. Méthode MOSAR

La méthode MOSAR est donc une application de la démarche d'analyse des risques MADS .

Elle comprend deux modules mais on utilisera simplement le premier (module A) qui permet de réaliser une analyse des risques principaux.

On commence tout d'abord par identifier les sources de danger de chaque sous système appartenant à un système devant être modélisé. On utilise pour cela une grille de typologie des systèmes sources de danger et le modèle MADS qui relie sources de danger et cibles du danger.

On peut alors constituer des scénarios courts de danger qui seront par la suite évalués à l'aide d'un graphe gravité – probabilité dont l'échelle sera établie avec les acteurs concernés. La dernière étape concerne la recherche des moyens de prévention ou de protection (barrières techniques et opérationnelles) nécessaires afin de maîtriser les scénarios de danger.

### 4.3. Modélisation du système

On va considérer l'École Polytechnique Nationale comme le système à modéliser. On pourra représenter ce système suivant les cinq critères suivants : finalité ; structure ; fonctionnement et organisation ; évolution ; environnement.

- β Finalité : L'EPN, institut d'éducation supérieure a pour mission de satisfaire les demandes scientifiques et technologiques de divers entreprises et industries du pays, de former des étudiants capables de participer au développement du pays mais est aussi un lieu de recherche scientifique.











## Conclusion

---

### β Structure :

```
{ INCLUDEPICTURE "http://www.epn.edu.ec/Campus/campus6.gif" \*  
MERGEFORMATINET }
```

### s mholos

	 Laboratoires d'analyses chimiques et radiologiques et de traitement de l'eau et (Laboratoire Mécanique des sols)	<code>{ HYPERLINK "http://www.epn.edu.ec/Ingenieria/ingenieria_mecanica.html" }</code>
		<code>{ HYPERLINK "http://www.epn.edu.ec/Ingenieria/ingenieria_mecanica.html" }</code>
		<code>{ HYPERLINK "http://www.epn.edu.ec/Ingenieria/ingenieria_electrica.html" }</code> (Laboratoires des circuits électriques et Contrôle industriel)
		<code>{ HYPERLINK "http://www.epn.edu.ec/Ingenieria/ingenieria_sistemas.html" }</code>
		<code>{ HYPERLINK "http://www.epn.edu.ec/CIENCIAS/index.html" }</code>
		<code>{ HYPERLINK "http://www.epn.edu.ec/Ingenieria/ingenieria_geologica.html" }</code> (Laboratoire des Pétroles)
		<code>{ HYPERLINK "http://www.epn.edu.ec/Ingenieria/ingenieria_quimica.html" }</code> (Laboratoire de Thermodynamique)
	<u><a href="#">Departamento de Pedagogía para el perfeccionamiento de la enseñanza de las Ciencias Básicas</a></u>	
		<code>{ HYPERLINK "http://www.epn.edu.ec/Tecnologia/index.html" }</code>

Le campus polytechnique dispose d'une superficie totale de 150000 m<sub>2</sub> dont 51000 m<sub>2</sub> de bâtiments comprenant 13000 m<sub>2</sub> de laboratoires et bureaux.

L'école est dirigée par le recteur et son adjoint puis chaque carrière d'ingénierie (chimique, électrique, mécanique...) est dirigée par un chef de carrière.

β Évolution : L'EPN fonctionne en fonction des moyens financiers dont elle dispose. Vu le contexte socio-économique actuel, elle ne dispose pas de fonds illimités, cela s'en ressent au niveau de la maintenance et entretien des appareils, de la sécurité des locaux et notamment des laboratoires, objets de notre étude.

β Environnement : L'EPN est situé au centre- est de Quito, zone d'activité tertiaire importante de la ville et regroupant d'autres universités.

On a donc considéré l'EPN comme un système qui sera divisé en sous-systèmes dont les laboratoires font partie et pouvant contenir des systèmes sources de danger qui vont être identifiés dans la partie suivante.

## **4.4. Identification des ENS**

### **4.4.1. Identification**

On va donc rechercher ici l'origine du flux de danger au niveau du système sources de danger, voir quels en sont les effets créateurs et enfin rechercher les effets provoqués sur le système cible.

Afin d'identifier les systèmes sources de danger présents dans un sous-système, la typologie des systèmes sources de danger dressée dans la grille n° 1 du module A de MOSAR s'avère être un outil indispensable. Un tableau proposé par la méthode MOSAR permet de classifier les éléments recueillis résultant du processus de danger ou modèle de référence.

Sous-système laboratoire				
Identifier les systèmes sources de danger	Identifier les événements initiateurs	Identifier les événements initiaux	Identifier les flux de danger	Identifier les effets sur la cible

## Conclusion

---

<b>Laboratoire des pétroles</b>				
<b>Système sources de danger</b>	<b>Evénement initiateur</b>	<b>Evénement initial</b>	<b>Flux</b>	<b>Effets sur la ou les cible(s)</b>
A1 bouteille de gaz	Choc	Explosion	Feu ; onde de choc	Incendie ; destruction matérielle ; atteinte à la vie du personnel
A3 centrifugeuse	inadvertance	Projections	Produit projeté	Brûlures ; irritations
A4 bouteille de gaz	Bouteille à remplacer	Manutention de charges lourdes	Le poids	Problèmes de dos ; déchirures musculaires
A5 bouteille de gaz	Incendie ; flux thermique	Explosion	Onde de choc ; onde thermique	Destruction des locaux ; risques pour la vie du personnel
B1 salle de stockage des produits chimiques	Séisme ; acides forts, bases fortes et liquides dans le même local sans être séparés	Réactions chimiques violentes ; dégagement de chaleur ; auto inflammation des liquides inflammables	Gaz toxiques ; feu	Incendie dans le local ; risque d'intoxication du personnel
B2 le rotavapor	Mauvais fonctionnement du réfrigérant ;	explosion	Projections de produits chimiques en phase liquide et gazeuse	Brûlures et blessures diverses
B3 pétroles et dérivés ; acides forts et bases fortes	Manipulation sans EPI et sans Sorbonne	Inhalation de gaz ; contacts avec la peau	Gaz ; vapeurs ; agressivité des produits	Intoxications ; brûlures ; irritations ; augmentation du niveau d'explosivité

## Conclusion

---

B4 déchets pétroliers	Aucun organisme de récupération des déchets	Stockage dans une salle inoccupée sans fin ; rejet dans la nature	Déchets pétroliers	Pollution ; risque incendie
B5 pétroles et dérivés	Manipulation de produits pétroliers ; ventilation très insuffisante	Emission de vapeurs	Odeurs ; raréfaction de l'oxygène	Intoxication chronique ; explosivité qui augmente ; maux de tête
C1 tout équipement sous tension	Dysfonctionnement ; disjoncteurs non adaptés	Courant de défaut	Courant de défaut	Electrisation ; électrocution ; incendie ; appareil inutilisable
D1 tout équipement sous tension	Idem ; présences de vapeurs dans le laboratoire	Courant de défaut	Arc de court-circuit	Incendie ; destruction des locaux
D1 four (800°C)	Source de chaleur ; présence de vapeurs	Autoinflammation	Feu	Incendie ; destruction des locaux
D4 ventilation	Ventilation non adaptée ; pas de sorbonne	Emission de vapeurs ; accumulation dans le local	Vapeurs	Zones du local non ventilées ; intoxication chronique
D5 détecteurs de fumée	Inexistants	Incendie ; pas de détection	Non information	Propagation de l'incendie
D5 extinction automatique	Absente	Incendie ; le feu n'est pas maîtrisé	Feu	Propagation de l'incendie
D5 extincteurs	2 qui ne fonctionnent plus	Incendie ; aucun moyen de le maîtriser	Feu	Propagation de l'incendie
F5 personnel	Pas de	Mauvaise	Manque	Risques liés à

## Conclusion

---

	procédures écrites pour les manipulations dangereuses	manipulation	d'information	la manipulation
F5 personnel	Pas de registre d'incidents	Répétitivité des incidents	Manque d'information	Aucune mesure prise pour éviter que ne se renouvelle l'incident
F5/H personnel	Pas d'EPI ; pas l'argent nécessaire	Manipulations sans protections	Vapeurs et agressivité	Brûlures ; irritations ; intoxication
F5 personnel	Pas de douche de sécurité ; pas de trousse de secours ; aucune procédure écrite en cas d'urgence	Accident ; incident	Manque de matériels et d'informations	Situation aggravée et non récupérée

<b>Laboratoire de thermodynamique</b>				
A1 bouteille d'air comprimé	Choc	Explosion	Onde de choc	Destruction de matériel ; risque pour le personnel
A2 presse hydraulique	Utilisation maladroite		Pression	Ecrasement
A4 bouteille d'air comprimé	Bouteille à remplacer	Manipulation de charges lourdes	Poids	Problèmes de dos
B1 salle de stockage des produits chimiques	Séisme ; produits non séparés ; pas d'armoires de sécurité	Réactions chimiques exothermiques	Gaz ; chaleur	Intoxication ; brûlures ; irritations
B4 produits chimiques	Non retraitement	Rejet dans l'évier	Produits chimiques	Pollution

## Conclusion

---

employés	des déchets			
C1 tout équipement sous tension	Dysfonctionnement ; disjoncteurs non adaptés	Courant de défaut	Courant de défaut	Electrisation ; électrocution ; incendie ; appareil inutilisable

## Conclusion

---

C1 boîtiers ouverts	Fils dénudés ; pas de signalisation	Contact direct	Electricité	Electrisation ; électrocution
D1 tout équipement sous tension	Idem ; présences de vapeurs dans le laboratoire	Courant de défaut	Arc de court-circuit	Incendie ; destruction des locaux
D1 étuve ; four (800°C)	Source de chaleur ; présence de vapeurs	Autoinflammation	Feu	Incendie ; destruction des locaux
D4 ventilation	Ventilation non adaptée ; émanation de vapeurs non contrôlée	Emission de vapeurs ; accumulation dans le local	Vapeurs	Zones du local non ventilées ; intoxication chronique
D5 détecteurs de fumée	Inexistants	Incendie ; pas de détection	Non information	Propagation de l'incendie
D5 extinction automatique	Absente	Incendie ; le feu n'est pas maîtrisé	Feu	Propagation de l'incendie
D5 extincteurs	Absents	Incendie ; aucun moyen de le maîtriser	Feu	Propagation de l'incendie
F5 personnel	Pas de procédures écrites pour les manipulations dangereuses	Mauvaise manipulation	Manque d'information	Risques liés à la manipulation
F5 personnel	Pas de registre d'incidents	Répétitivité des incidents	Manque d'information	Aucune mesure prise pour éviter que ne se renouvelle l'incident
F5 personnel	pas de trousse de secours ;	Accident ; incident	Manque de matériels et	Situation aggravée et non récupérée

	aucune procédure écrite en cas d'urgence		d'information s	
<b>Laboratoire de traitement de l'eau</b>				
<b>Système sources de danger</b>	<b>Evénement initiateur</b>	<b>Evénement initial</b>	<b>Flux</b>	<b>Effets sur la ou les cible(s)</b>
A1 bouteille de gaz	Choc	Explosion	Feu ; onde de choc	Incendie ; destruction matérielle ; atteinte à la vie du personnel
A3 centrifugeuse	inadvertance	Projections	Produit projeté	Brûlures ; irritations
A4 bouteille de gaz	Bouteille à remplacer	Manutention de charges lourdes	Le poids	Problèmes de dos ; déchirures musculaires
A5 bouteille de gaz ; autoclave	Incendie ; flux thermique ; mauvais entretien	Explosion	Onde de choc ; onde thermique	Destruction des locaux ; risques pour la vie du personnel
A5 verrerie sous vide	Choc	Implosion	Projections	Blessures diverses
A6/B1 stockage sur étagères de produits chimiques	Stockage excessif et sans classification ; séisme ou choc	Chute des produits ; réactions chimiques	Produits chimiques	Chocs ; brûlures ; irritations
A7 encombrement	Encombremen t		Chute	Chute ; blessures
C1 tout équipement sous tension	Dysfonction- nement ; disjoncteurs non adaptés	Courant de défaut	Courant de défaut	Electrisation ; électrocution ; incendie ; appareil inutilisable

## Conclusion

---

C1 boîtiers ouverts	Fils dénudés ; pas de signalisation	Contact direct	Electricité	Electrisation ; électrocution
D1 tout équipement sous tension	Idem ; présences de vapeurs dans le laboratoire	Courant de défaut	Arc de court-circuit	Incendie ; destruction des locaux

D1 étuve ; four	Source de chaleur ; présence de vapeurs	Autoinflam-mation	Feu	Incendie ; destruction des locaux
D5 détecteurs de fumée	Inexistants	Incendie ; pas de détection	Non information	Propagation de l'incendie
D5 extinction automatique	Absente	Incendie ; le feu n'est pas maîtrisé	Feu	Propagation de l'incendie
F5 personnel	Pas de procédures écrites pour les manipulations dangereuses	Mauvaise manipulation	Manque d'information	Risques liés à la manipulation
F5 personnel	Pas de registre d'incidents	Répétitivité des incidents	Manque d'information	Aucune mesure prise pour éviter que ne se renouvelle l'incident
F5 personnel	pas de trousse de secours ; aucune procédure écrite en cas d'urgence	Accident ; incident	Manque de matériels et d'informations	Situation aggravée et non récupérée
<b>Laboratoire d'analyses chimiques et radiologiques</b>				
<b>Système sources de danger</b>	<b>Evénement initiateur</b>	<b>Evénement initial</b>	<b>Flux</b>	<b>Effets sur la ou les cible(s)</b>

## Conclusion

---

A1 bouteille de gaz	Choc	Explosion	Feu ; onde de choc	Incendie ; destruction matérielle ; atteinte à la vie du personnel
A4 bouteille de gaz	Bouteille à remplacer	Manutention de charges lourdes	Le poids	Problèmes de dos ; déchirures musculaires

## Conclusion

---

A5 bouteille de gaz	Incendie ; flux thermique	explosion	Onde de choc ; onde thermique	Destruction des locaux ; risques pour la vie du personnel
A9 scelleur de plastique	Inadvertance	Mauvaise manipulation	Chaleur	Brûlure
B1/H stockage de produits chimiques	Pas séparés ; pas d'armoires de sécurité ; séisme	Réactions chimiques	Réactions chimiques	Brûlures ; irritation ; intoxication
B2/A1 produits chimiques sous pression	Pas de zone de stockage ; dans le laboratoire	Choc ; renversement	Onde de choc ; réaction chimique	Dégâts matériels ; risques pour le personnel
C1 tout équipement sous tension	Dysfonctionnement ; disjoncteurs non adaptés	Courant de défaut	Courant de défaut	Electrisation ; électrocution ; incendie ; appareil inutilisable
C1 boîtiers ouverts	Fils dénudés ; pas de signalisation	Contact direct	Electricité	Electrisation ; électrocution
D1 tout équipement sous tension	Idem ; présences de vapeurs dans le laboratoire	Courant de défaut	Arc de court-circuit	Incendie ; destruction des locaux
D1 plaque de gaz	Source de chaleur ;		Feu	Incendie ; destruction des locaux
D4 ventilation	Ventilation non adaptée ; émanation de vapeurs non contrôlée	Emission de vapeurs ; accumulation dans le local	Vapeurs	Zones du local non ventilées ; intoxication chronique
D5 détecteurs de fumée	Inexistants	Incendie ; pas de détection	Non information	Propagation de l'incendie

## **Conclusion**

---

D5 extinction automatique	Absente	Incendie ; le feu n'est pas maîtrisé	Feu	Propagation de l'incendie
---------------------------	---------	--------------------------------------	-----	---------------------------

## Conclusion

---

D5 extincteurs	Absents	Incendie ; aucun moyen de le maîtriser	Feu	Propagation de l'incendie
F5 personnel	Pas de procédures écrites pour les manipulations dangereuses	Mauvaise manipulation	Manque d'information	Risques liés à la manipulation
F5 personnel	Pas de registre d'incidents	Répétitivité des incidents	Manque d'information	Aucune mesure prise pour éviter que ne se renouvelle l'incident
F5 personnel	pas de trousse de secours ; aucune procédure écrite en cas d'urgence	Accident ; incident	Manque de matériels et d'informations	Situation aggravée et non récupérée

<b>Laboratoire de mécanique des sole et essais des matériaux</b>				
<b>Système sources de danger</b>	<b>Événement initiateur</b>	<b>Événement initial</b>	<b>Flux</b>	<b>Effets sur la ou les cible(s)</b>
A2 machine industrielle	Pas de protections sur la machine ; mauvaise manipulation		Force mécanique	Compression ; écrasement
A4 manutention	Chargement du matériau à tester	Manutention de charges lourdes	Poids	Problèmes de dos
A7 encombrement autour de la machine	Câbles électriques autour de la machine ;		Chute	Blessures diverses

## Conclusion

---

	matériel au sol			
A8 système source de blessures	Tiges de fer dépassant d'un bloc de béton		Heurt ; chute	Blessures
C1 tout équipement sous tension	Dysfonctionnement ; disjoncteurs non adaptés	Courant de défaut	Courant de défaut	Electrisation ; électrocution ; incendie ; appareil inutilisable
D1 tout équipement sous tension	Idem ;	Courant de défaut	Arc de court-circuit	Incendie ; destruction des locaux
D5 détecteurs de fumée	Inexistants	Incendie ; pas de détection	Non information	Propagation de l'incendie
D5 extinction automatique	Absente	Incendie ; le feu n'est pas maîtrisé	Feu	Propagation de l'incendie
D5 extincteurs	Absents	Incendie ; aucun moyen de le maîtriser	Feu	Propagation de l'incendie
F5 personnel	Pas de procédures écrites pour les manipulations dangereuses	Mauvaise manipulation	Manque d'information	Risques liés à la manipulation
F5 personnel	Pas de registre d'incidents	Répétitivité des incidents	Manque d'information	Aucune mesure prise pour éviter que ne se renouvelle l'incident
F5 personnel	pas de trousse de secours ; aucune procédure écrite en cas d'urgence	Accident ; incident	Manque de matériels et d'informations	Situation aggravée et non récupérée

## Conclusion

---

<b>Laboratoire des circuits électriques</b>				
<b>Système sources de danger</b>	<b>Evénement initiateur</b>	<b>Evénement initial</b>	<b>Flux</b>	<b>Effets sur la ou les cible(s)</b>
C1 tout équipement sous tension	Dysfonctionnement ; disjoncteurs non adaptés	Courant de défaut	Courant de défaut	Electrisation ; électrocution ; incendie ; appareil inutilisable
C1 boîtiers ouverts	Fils dénudés ; pas de signalisation	Contact direct	Electricité	Electrisation ; électrocution
D1 tout équipement sous tension	Idem ;	Courant de défaut	Arc de court-circuit	Incendie ; destruction des locaux
D5 détecteurs de fumée	Inexistants	Incendie ; pas de détection	Non information	Propagation de l'incendie
D5 extinction automatique	Absente	Incendie ; le feu n'est pas maîtrisé	Feu	Propagation de l'incendie
D5 extincteurs	Absents	Incendie ; aucun moyen de le maîtriser	Feu	Propagation de l'incendie
F5 personnel	Pas de procédures écrites pour les manipulations dangereuses	Mauvaise manipulation	Manque d'information	Risques liés à la manipulation
F5 personnel	Pas de registre d'incidents	Répétitivité des incidents	Manque d'information	Aucune mesure prise pour éviter que ne se renouvelle l'incident
F5 personnel	pas de trousse de secours ; aucune	Accident ; incident	Manque de matériels et d'information	Situation aggravée et non récupérée

## Conclusion

---

	procédure écrite en cas d'urgence		s
--	-----------------------------------	--	---

<b>Laboratoire de contrôle industriel</b>				
<b>Système sources de danger</b>	<b>Evénement initiateur</b>	<b>Evénement initial</b>	<b>Flux</b>	<b>Effets sur la ou les cible(s)</b>
C1 tout équipement sous tension	Dysfonctionnement ; disjoncteurs non adaptés	Courant de défaut	Courant de défaut	Electrisation ; électrocution ; incendie ; appareil inutilisable
D1 tout équipement sous tension	Idem ;	Courant de défaut	Arc de court-circuit	Incendie ; destruction des locaux
D5 détecteurs de fumée	Inexistants	Incendie ; pas de détection	Non information	Propagation de l'incendie
D5 extinction automatique	Absente	Incendie ; le feu n'est pas maîtrisé	Feu	Propagation de l'incendie
F5 personnel	Pas de procédures écrites pour les manipulations dangereuses	Mauvaise manipulation	Manque d'information	Risques liés à la manipulation
F5 personnel	Pas de registre d'incidents	Répétitivité des incidents	Manque d'information	Aucune mesure prise pour éviter que ne se renouvelle l'incident
F5 personnel	pas de trousse de secours ; aucune procédure écrite en cas d'urgence	Accident ; incident	Manque de matériels et d'informations	Situation aggravée et non récupérée

## ***Conclusion***

---

<b>Les deux salles communicantes du département des radiations</b>				
<b>Système sources de danger</b>	<b>Événement initiateur</b>	<b>Événement initial</b>	<b>Flux</b>	<b>Effets sur la ou les cible(s)</b>
C1 tout équipement sous tension	Dysfonctionnement ; disjoncteurs non adaptés	Courant de défaut	Courant de défaut	Electrisation ; électrocution ; incendie ; appareil inutilisable
C1 boîtiers ouverts	Fils dénudés ; pas de signalisation	Contact direct	Electricité	Electrisation ; électrocution
D1 tout équipement sous tension	Idem ;	Courant de défaut	Arc de court-circuit	Incendie ; destruction des locaux
D5 détecteurs de fumée	Inexistants	Incendie ; pas de détection	Non information	Propagation de l'incendie
D5 extinction automatique	Absente	Incendie ; le feu n'est pas maîtrisé	Feu	Propagation de l'incendie
D5 extincteurs	Absents	Incendie ; aucun moyen de le maîtriser	Feu	Propagation de l'incendie
F5 personnel	Pas de procédures écrites pour les manipulations dangereuses	Mauvaise manipulation	Manque d'information	Risques liés à la manipulation
F5 personnel	Pas de registre d'incidents	Répétitivité des incidents	Manque d'information	Aucune mesure prise pour éviter que ne se renouvelle l'incident
F5 personnel	pas de trousse de secours ; aucune	Accident ; incident	Manque de matériels et d'information	Situation aggravée et non récupérée

## **Conclusion**

---

	procédure écrite en cas d'urgence		s	
--	---	--	---	--

E1/G2 rayonnements ionisants	Piscine de l'irradiateur très proche ; séisme	La piscine se vide	Rayonnements ionisants	irradiations
------------------------------	---	--------------------	------------------------	--------------

### 4.4.2. Élaborations de scénarios courts de danger

A partir du tableau, chaque sous-système peut être représenté comme une boîte noire avec en entrée les événements initiateurs (colonne n°2) et en sortie les événements non souhaités (colonne n°5) générés par le sous-système.

On peut alors élaborer des scénarios courts de dangers en identifiant les différentes liaisons possibles entre les entrées et les sorties. Seuls les résultats des scénarios seront notés.

#### β Résultats des scénarios pour le laboratoire des pétroles :

1. brûlures ; irritations ; intoxications
2. explosion
3. fuite de gaz
4. incendie
5. électrisation
6. électrocution
7. intoxication chronique
8. problèmes de dos dus à la manutention de charges lourdes
9. fonctionnement du laboratoire sans politique ni consignes de sécurité
10. pollution chimique

#### β Résultats des scénarios pour le laboratoire de thermodynamique :

1. brûlures ; irritations ; intoxications
2. incendie
3. électrisation
4. électrocution
5. intoxication chronique
6. problèmes de dos dus à la manutention de charges lourdes

## **Conclusion**

---

7. fonctionnement du laboratoire sans politique ni consignes de sécurité
8. pollution chimique

β Résultats des scénarios pour le laboratoire de traitement de l'eau :

1. brûlures ; irritations ; intoxications
2. explosion
3. fuite de gaz
4. incendie
5. électrisation
6. électrocution
7. intoxication chronique
8. problèmes de dos dus à la manutention de charges lourdes
9. fonctionnement du laboratoire sans politique ni consignes de sécurité
10. pollution chimique
11. chutes de plain pied
12. chutes de hauteur

β Résultats des scénarios pour le laboratoire d'analyses chimiques :

1. brûlures ; irritations ; intoxications
2. explosion
3. fuite de gaz
4. incendie
5. électrisation
6. électrocution
7. problèmes de dos dus à la manutention de charges lourdes
8. fonctionnement du laboratoire sans politique ni consignes de sécurité
9. pollution chimique

β Résultats des scénarios pour le laboratoire de mécanique des sols:

1. écrasement
2. chutes de plain pied

3. incendie
  4. électrisation
  5. électrocution
  6. problèmes de dos dus à la manutention de charges lourdes
  7. fonctionnement du laboratoire sans politique ni consignes de sécurité
- β Résultats des scénarios pour les laboratoires des circuits électriques et de contrôle industriel :
1. incendie
  2. électrocution
  3. électrisation
  4. fonctionnement du laboratoire sans politique ni consignes de sécurité
- β Résultats des scénarios pour les deux salles du département des radiations et analyses chimiques
1. incendie
  2. électrocution
  3. électrisation
  4. problèmes de dos dus à la manutention de charges lourdes
  5. irradiations

L'identification des sources de danger grâce à la méthode MOSAR a permis de mettre en évidence les systèmes sources de danger ainsi que les ENS associés. On a alors pu élaborer des scénarios de danger qui seront par la suite évalués grâce à une grille gravité-probabilité établie en relation avec les acteurs concernés.

Mais un questionnaire « d'évaluation des risques en laboratoire » permettra de confirmer ou d'infirmer les scénarios élaborés précédemment et sera aussi un outil précieux quand à l'évaluation des risques, notamment pour leur hiérarchisation. Ce questionnaire reprend les points principaux de la sécurité dans un laboratoire, s'appuyant sur des normes espagnoles publiées dans « le Boletín Oficial del Estado » et sur des normes internationales de l'OIT (Organisation Internationale du Travail). Il a été établi par « l'Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el laboratorio » et publié dans le livre « Seguridad y condiciones de trabajo en el laboratorio ».

Ce questionnaire sera adapté en fonction de la finalité de chaque laboratoire.

## Conclusion

---

Il confirme tous les scénarios de danger établis précédemment et permet de mettre en avant un autre système source de danger.

Pour les laboratoires des pétroles et de thermodynamique, il existe un risque lié à la manutention de produits cancérigènes.

On peut aussi voir, et c'est un cas général, que tout le monde considère le niveau d'éclairage adapté au type de travail effectué mais ne connaît pas le niveau d'éclairement minimum et encore moins si il est respecté. Dans ce cas, il est effectué uniquement de la maintenance curative. On peut donc supposé que le niveau n'est pas toujours respecté.

### 4.5. Évaluation des risques

#### 4.5.1. Élaboration de la grille

La partie précédente a permise de mettre en évidence des scénarios de danger, il s'agit maintenant d'évaluer les risques c'est à dire la gravité, la probabilité et l'acceptabilité de chaque événement non souhaité. Pour cela, on utilisera une grille gravité-probabilité qualitative.

L'échelle de gravité sera divisée en quatre niveaux allant de l'effet le plus minime à l'effet le plus grave sur la cible.

Ces quatre niveaux ont été déterminés par Robert GODARD de l'INSTN (Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires), en fonction de l'impact sur les cibles et des dégâts qui peuvent leur être causés.

L'échelle se décompose de la manière suivante :

##### « Niveau 1 : Conséquences mineures :

Le risque considéré peut entraîner :

- Un inconfort dans le travail
- Et/ou la destruction des biens ne mettant pas en cause l'intégrité ou la mission de l'installation
- Il n'y a pas d'atteinte physique des personnes.

##### Niveau 2 : Conséquences significatives :

Le risque entraînerait :

- Une blessure légère d'une seule personne
- Et/ou intoxication, contamination, irradiation d'un nombre limité de personnes par un produit faiblement toxique ou radioactif
- Une destruction de matériel entraînant l'arrêt de l'installation
- Une exposition à des nuisances de niveau élevé

##### Niveau 3 : Conséquences graves :

Les dommages concernés sont :

- Une ou plusieurs personnes blessées légèrement ou une seul blessé grièvement
- Et/ou intoxication, contamination, irradiation d'un nombre limité de personnes par un produit de toxicité ou de radioactivité élevée.
- Et/ou pollution de l'environnement par un produit faiblement toxique ou par un produit de toxicité élevée mais en quantité réduite
- Et/ou destruction complète de l'installation

Niveau 4 : Conséquences catastrophiques :

- Plusieurs personnes blessées, ou mort d'une personne ou plus
- Et/ou pollution de l'environnement par émission importante ou répétée d'un produit de toxicité élevée
- Et/ou intoxication , contamination ou irradiation d'un nombre important d'individus par un produit d'activité élevée. »

Le niveau de probabilité est ici impossible à quantifier, l'échelle sera donc divisée en quatre niveaux allant d'un événement extrêmement rare à un événement extrêmement fréquent.

On peut donc proposer le tableau suivant qui permettra d'évaluer le couple gravité-probabilité de chaque scénario de danger

Etant difficile d'établir une zone limite entre l'acceptable et l'inacceptable, c'est uniquement en collaboration avec les différents acteurs concernés que l'on pourra déterminer, bien que très subjectivement, dans quelle catégorie seront classés les scénarios de danger.

### 4.5.2. Résultats pour chaque laboratoire

#### β Laboratoire des pétroles :

##### Probabilité

fréquent		1 ; 7	10	
possible			4 ; 9	
rare	3		2	
Extrêmement rare	8	6	5	
	Minime	Significative	Importante	Extrême <b>Gravité</b> importai

## Conclusion

---

1. Brûlures ; irritations
2. explosion
3. fuite de gaz
4. Incendie
5. électrocution
6. électrisation
7. intoxication chronique
8. manutention de charges lourdes
9. pollution chimique
10. fonctionnement sans politique sécurité

Cette évaluation des risques en collaboration avec le personnel a permis de mettre en avant certains risques qui pourraient être considérés comme inacceptables :

### Risques importants :

- pas de politique sécurité
- pollution chimique
- brûlures et irritations
- incendie
- intoxications chroniques

### β Laboratoire de thermodynamique :

#### Probabilité

fréquent		<b>1</b>	<b>7</b>	
possible			<b>2 ; 8</b>	
rare		<b>4</b>	<b>5 ; 6</b>	
Extrêmement rare			<b>3</b>	
	Minime	Significative	Importante	Extrême <b>Gravité</b> importante

## Conclusion

---

1. Brûlures ; irritations
2. Incendie
3. électrocution
4. électrisation
5. intoxication
6. manutention de charges lourdes
7. pollution chimique
8. fonctionnement sans politique sécurité

Cette évaluation des risques en collaboration avec le personnel a permise de mettre en avant certains risques qui pourraient être considérés comme inacceptables :

### Risques importants :

- pas de politique sécurité
- pollution chimique
- brûlures et irritations
- incendie

### β Laboratoire de traitement de l'eau :

#### Probabilité

fréquent		<b>12</b>	<b>14</b>	
possible			<b>1</b>	
rare		<b>13</b>	<b>4 ; 3</b>	
Extrêmement rare	<b>9 ; 10 ; 11</b>	<b>6 ; 7</b>	<b>5 ; 8 ; 2</b>	
	Minime	Significative	Importante	Extrême <b>Gravité</b> importa

- 1- Brûlures et irritations
- 2- Explosion

## Conclusion

---

- 3- Fuite de gaz
- 4- Incendie
- 5- Electrocutation
- 6- Electrisation
- 7- Explosion (verrerie sous vide ; autoclave)
- 8- Intoxication
- 9- Manutention de charges lourdes
- 10- Chutes de plain pied
- 11- Chutes de hauteur
- 12- Pollution chimique
- 13- Pollution bactérienne
- 14- Fonctionnement sans politique sécurité

Cette évaluation des risques en collaboration avec le personnel a permise de mettre en avant certains risques qui pourraient être considérés comme inacceptables :

### Risques importants :

- pas de politique sécurité
- pollution chimique
- pollution bactérienne
- brûlures et irritations

### β Laboratoire d'analyses chimiques :

#### Probabilité

fréquent			<b>9</b>	
possible			<b>4 ; 7</b>	
rare		<b>3 ; 8</b>		
Extrêmement rare		<b>6</b>	<b>1 ; 2</b>	<b>5</b>
	Minime	Significative	Importante	Extrême <b>Gravité</b> importante

## Conclusion

---

- 1- Brûlures et irritations
- 2- Explosion
- 3- Fuite de gaz
- 4- Incendie
- 5- Electrocutation
- 6- Electrification
- 7- Pollution chimique
- 8- Intoxication
- 9- Fonctionnement sans politique sécurité

Cette évaluation des risques en collaboration avec le personnel a permis de mettre en avant certains risques qui pourraient être considérés comme inacceptables :

### Risques importants :

- pas de politique sécurité
- pollution chimique
- incendie
- électrocution

### β Laboratoire de mécanique des sols :

#### Probabilité

fréquent	<b>6</b>			
possible		<b>3</b>	<b>2</b>	
rare		<b>4</b>	<b>1</b>	
Extrêmement rare	<b>5</b>			
	Minime	Significative	Importante	Extrême importance <b>Gravité</b>

- 1- Incendie
- 2- Electrocutation

## Conclusion

---

- 3- Electrification
- 4- Blessures dues à la manutention de machines
- 5- Chutes de plain pied
- 6- Fonctionnement sans politique sécurité

Cette évaluation des risques en collaboration avec le personnel a permis de mettre en avant certains risques qui pourraient être considérés comme inacceptables :

### Risques importants :

- pas de politique sécurité
- électrocution / électrification

### β Laboratoires des circuits électriques et de contrôle industriel :

#### Probabilité

fréquent		<b>4</b>		
possible			<b>3</b>	<b>2</b>
rare			<b>1</b>	
Extrêmement rare				
	Minime	Significative	Importante	Extrême <b>Gravité</b> importa...

- 1- Incendie
- 2- Electrocutation
- 3- Electrification
- 4- Fonctionnement sans politique sécurité

Cette évaluation des risques en collaboration avec le personnel a permis de mettre en avant certains risques qui pourraient être considérés comme inacceptables :

### Risques importants :

- pas de politique sécurité
- électrocution / électrisation

### β les deux salles communicantes du département des radiations :

#### Probabilité

fréquent				
possible				
rare			3	2
Extrêmement rare			4 ; 1	5
	Minime	Significative	Importante	Extrême <b>Gravité</b> importa

- 1- Incendie
- 2- Electrocutation
- 3- Electrisation
- 4- Manutention de charges lourdes
- 5- irradiations

Cette évaluation des risques en collaboration avec le personnel a permise de mettre en avant certains risques qui pourraient être considérés comme inacceptables :

### Risques importants :

- électrocution / électrisation
- irradiations

Cette démarche a permis de mettre en évidence les risques principaux existant dans les différents laboratoires et la hiérarchisation de faire ressortir ceux qui sont qualifiés de l'ordre de l'inacceptable. Bien entendu, cette hiérarchisation est très subjective car dépendant de l'appréciation du personnel concerné.

## Conclusion

---

On a aussi pu constater la récurrence de certains risques inacceptables quelque soit le laboratoire concerné.

L'évaluation des risques peut être le point de départ quand à la détermination des barrières de prévention et de protection à mettre en place.

De plus, la hiérarchisation permettra de déterminer quelles actions correctives doivent être menées en priorité afin de diminuer l'occurrence et la gravité des scénarios de danger considérés comme inacceptables. Cela ne veut pas dire pour autant qu'il ne faille pas tenir compte de tous les autres risques identifiés.

Mais il est important de se resituer dans le contexte socio-économique actuel du pays. En effet, la crise économique actuelle ne permettrait pas de mettre en œuvre des actions correctives demandant un apport financier très important et pour tous les risques existants.

Il semble donc d'autant plus indispensable de bien cibler les actions prioritaires à mettre en œuvre.

### 4.6. Recommandations

En tenant compte de tous les éléments apportés, il paraît donc inutile de faire une partie concernant les barrières à mettre en œuvre pour chaque type de risque existant dans les laboratoires sachant qu'elles ne seront pas réalisables financièrement.

On peut donc se proposer de faire quelques recommandations qui resteront d'ordre général et ayant pour but de diminuer l'occurrence et la gravité des risques jugés inacceptables qui doivent être traités en priorité.

Les recommandations concernant les risques jugés inacceptables seront répertoriées dans un même tableau car il ressort de cette hiérarchisation que les risques rencontrés sont pratiquement identiques quelque soit le laboratoire.

Scénarios de dangers	recommandations		
	Prévention	Protection	Intervention

<p>Brûlures et irritations</p>	<p>Etiquetage des produits utilisés ; respecter les mesures de précaution suivant le sigle de danger du produit utilisé ; respecter les consignes de sécurité lors de manipulations (lors qu'il y en a) ;</p> <p>Eviter le stockage important de produits chimiques au sein du laboratoire dès que possible ; sinon, classifier les produits chimiques et les séparer par nature dans des armoires fermées ; éviter de stocker au même endroit acides et bases forts ; les produits inflammables doivent être isolés des autres produits stockés ; éviter de pipeter à la bouche ;</p> <p>Eviter de jeter à l'évier des produits régissant violemment au contact de l'eau</p> <p>Eviter de boire, manger et fumer dans un laboratoire ; maintenir propres les lieux de travail</p>	<p>Travailler systématiquement avec ses protections individuelles (gants, blouse, lunettes, protections respiratoires) ; travailler sous sorbonne lors que l'on manipule des produits volatiles, toxiques, cancérigènes ou lors de chauffage ; l'extracteur de gaz devant être le plus près possible de la source (30 cm) ;</p> <p>Posséder douches de sécurité dans les laboratoires manipulant des produits agressifs et toxiques ; sinon, matériel de premiers soins à portée de main</p>	<p>En cas d'urgence, savoir quels produits appliquer et comment se servir des produits de la trousse de premiers soins ;</p> <p>Savoir qui appeler et quels renseignements il faut donner</p> <p>Vérifier régulièrement l'état de fonctionnement des extracteurs d'air et de la ventilation</p> <p>Effectuer un inventaire régulier des différents produits stockés</p> <p><b>page {PAGE}</b></p>
--------------------------------	--	--	---

## Conclusion

---

idem	Eviter de jeter à la poubelle des papiers ou autres imbibés de produits chimiques ; avoir une poubelle prévue à cet effet		
Intoxication chronique	Utiliser la sorbonne chaque fois qu'il y a manipulation de produits volatiles ; La ventilation du laboratoire doit être approprié au type de manipulations effectuées	Lors qu'il n'existe pas de sorbonne, utiliser des protections individuelles (protections respiratoires) ; aérer au maximum le local après les manipulations	Vérifier régulièrement l'état de fonctionnement des extracteurs d'air et de la ventilation Contrôler la qualité de l'air du laboratoire (niveau d'inflammabilité)
Pollution chimique	Il est interdit de rejeter à l'évier des produits chimiques Tout produit chimique doit être récupéré et stocké afin d'être traité Suivant le produit utilisé, les eaux de rinçage doivent être récupérées		

Pollution bactérienne	Tout matériel utilisé doit être systématiquement stérilisé grâce à une autoclave ou autre moyen de stérilisation  Respecter les consignes de sécurité quand aux manipulations		
-----------------------	---	--	--

## Conclusion

---

Electrocution et électrisation	Afin d'éviter tout contact indirect :  Utilisation d'un séparateur de circuits (transformateur)  Utilisation de matériel classe II (à double isolation)  Contrôle Permanent d'Isolément pour les machines industrielles (CPI)  Utilisations de disjoncteurs différentiels  Ne pas laisser branché un appareil qui ne fonctionne pas  Eviter de mettre au contact de l'eau les appareils  Effectuer une maintenance régulière  Mise à la terre des appareils	Afin d'éviter tout contact direct :  Isoler les fils électriques à nu ou recouverts de scotch  Prévenir par un affichage adéquat le danger encouru  Interposer un obstacle	Savoir où se situe le boîtier des différents disjoncteurs en cas de problème
--------------------------------	---	--	--

incendie	<p>Séparer les liquides inflammables des autres produits stockés</p> <p>Eviter un stockage en grande quantité de produits inflammables</p> <p>Isoler les différentes sources de chaleur</p>	<p>Se doter lorsque c'est nécessaire : d'extincteurs en nombre adaptés au risque incendie du laboratoire et suivant le type de feu</p> <p>De détecteurs de fumée</p> <p>D'extincteurs automatiques</p>	<p>Savoir qui appeler en cas de sinistre et quels renseignements fournir</p> <p>Etablir des procédures d'évacuation en cas d'urgence</p>
Irradiations	<p>Contrôle régulier des systèmes de détection</p> <p>Réglementer l'accès</p> <p>Port d'un dosimètre</p>		<p>Rédactions de procédures d'urgence accompagnées de simulations</p>
Politique sécurité	<p>Mettre à la disposition du personnel :</p> <p>Les fiches de données sécurité</p> <p>Les fiches toxicologiques des différents produits chimiques</p> <p>Les précautions à suivre pour toute manipulation dangereuse</p> <p>Mettre à jour ou établir les procédures en cas d'urgences (incendie...)</p>	<p>Mettre à disposition du laboratoire les matériels de protections nécessaires et en nombre suffisant suivant le type de manipulations effectuées</p>	<p>Préférer la maintenance préventive à la maintenance curative</p>

## ***Conclusion***

---

Mais ces quelques recommandations face aux risques qui ont été qualifiés d'inacceptables ne signifient rien en soi si elles ne s'intègrent pas dans une politique sécurité qui devra être élaborée par les différents acteurs de l'EPN.

---

---

## **Conclusion**

L'idée de création d'une maestria en Hygiène Sécurité Environnement est un projet de l'Ecole Polytechnique Nationale de Quito qui est réalisé en collaboration avec l'IUT HSE de l'université de Bordeaux I. La première étape de ce projet consiste à faire une analyse de la situation au niveau des équipements, des laboratoires, des personnels ainsi que l'élaboration du programme et les travaux pratiques associés.

Ce stage s'inscrit dans cette première démarche. En effet, il était demandé de proposer des travaux pratiques de sécurité pouvant s'adapter au futur programme, de faire un audit des matériels à mettre en œuvre et enfin d'analyser l'état de sécurité des laboratoires qui seront utilisés.

Il a donc été proposé quinze TP de sécurité qui sont en réalité bien plus que de simples TP. Ceux sont de véritables outils d'évaluation des risques (chimiques, électriques, micro biologiques, mécaniques, etc....).

L'audit des matériels à mettre en œuvre a permis de montrer quels TP étaient faisables (9 TP sont faisables immédiatement), mais surtout de mettre en évidence quels sont les besoins matériels nouveaux à satisfaire. Il ressort aussi qu'un TP (réaction au feu des éléments de construction) ne sera pas faisable dans l'état actuel des choses.

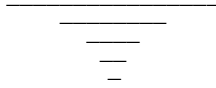
Le second point important de ce rapport consistait à faire un état des lieux de la sécurité des laboratoires sélectionnés. Il paraît en effet impensable d'effectuer des TP de sécurité dans des locaux présentant des risques importants. L'outil MOSAR a permis d'identifier les risques principaux, de les évaluer et hiérarchiser afin de cibler les actions correctives prioritaires à mettre en œuvre. Les risques qualifiés d'inacceptables ont fait l'objet de recommandations d'ordre général qui ne pourront être appliquées que si chaque acteur se mobilise afin de s'investir dans cette première étape de création de la maestria gestion du risque et plus important encore vers la création d'une politique sécurité au sein de l'EPN.

## **Conclusion**

---

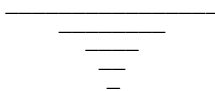
Nous avons donc pu voir que sur quinze TP proposés neuf sont faisables matériellement. Mais cela ne veut pas dire pour autant qu'ils soient faisables effectivement. En effet, l'évaluation sécurité a mis en évidence certains risques à prendre en considération et plus simplement, l'exiguïté de certains locaux rend difficile la faisabilité des TP.

Donc, outre les besoins matériels à satisfaire, il faudra aussi prendre en compte les risques qualifiés d'inacceptables et adapter les effectifs de TP en fonction de la configuration des locaux.. il ne suffit pas d'avoir le matériel nécessaire pour faire un TP.



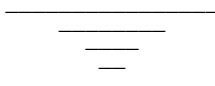
## **Lexique**

<b>Audit</b>	démarche construite selon une méthode rigoureuse et spécifique, menant à une investigation et une évaluation à partir d'un référentiel, incluant un diagnostic et conduisant éventuellement à des recommandations.
<b>Référentiel</b>	état souhaitable que l'on cherche à atteindre. Il permet de comparer ce qui devrait être à ce qui est réellement. Il constitue les objectifs à atteindre.
<b>Science du Danger</b>	corps de connaissances qui a pour objet d'appréhender des événements non souhaités
<b>Appréhender</b>	le terme recouvre les opérations suivantes : <ul style="list-style-type: none"><li>β Représenter-modéliser</li><li>β Identifier ; évaluer ; maîtriser ; gérer-manager</li></ul>
<b>Événements non souhaités</b>	phénomènes susceptibles de provoquer des effets non souhaités sur l'individu, la population, l'écosystème et les installations.
<b>MADS</b>	Méthodologie d'Analyse des Dysfonctionnements des Systèmes. Développement d'une démarche permettant d'identifier les risques liés à un système et de les maîtriser
<b>MOSAR</b>	Méthode organisée et Systémique d'Analyse des Risques : MOSAR est une application de la méthodologie MADS



## Lieux

Référence	Nom	Adresse	Pays	Téléphone, fax, email	Web
L_001	Hygiène Sécurité Environnement	IUT Bordeaux I	France	Tél : 05 56 84 58 40 Fax : 05 56 84 58 29 Email : hse@hse.iuta.u- bordeaux.fr	www-hs.iuta.u- bordeaux.fr
L_002	Département des technologies des radiations et analyses chimiques	Ecole Polytechnique Nationale (Quito)	Equateur		{ HYPERLINK http://www.epn .edu.ec }



## Références bibliographiques

Référence	Auteur(s)	Titre	Edition	Collection ou titre et n° revue	Pages	Année
B_001	Health and safety executive	Essentiels of health and safety at work	HSE books		P60	1997
B_002	Robert GODARD	Formation à la fonction d'ingénieur de sécurité d'installation	IS-INSTIN/DIR		p. 52	Mai 1994
B_003	Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo	Seguridad y condiciones de trabajo en el laboratorio	Ministerio de trabajo y seguridad social		P361 -	1990
B004	M.LESBATS M.BAUDERON	Compte rendu de mission à Quito en novembre 2000				

## Références Internet

Référence	Auteur(s)	Titre	Site	Page de base	Page référence
I_001		Problèmes économiques de l'Equateur	www.		
I_002		Organisation Internationale du Travail	{ HYPERLINK "http://www.ilo.org/public/spanish/sitemap.htm" }		
I_003		Reglamento de higiene y seguridad para laboratorios de la facultad de quimica de la UNAM	{ HYPERLINK "File://A:\\Reglamento%20de higiene%20de seguridad%20para laboratorios" }		
I_004		Site de l'EPN	{ HYPERLINK "http://www.epn.edu.ec" }		

## Liste des contacts et personnes-ressources

---

### Liste des contacts et personnes-ressources

Référence	Nom prénom	Qualité spécialité	Adresse postale	Email, téléphone, fax	Site web	(1)	(2)
H_001	Lesbats Michel	Chef de Département à l'IUT HSE	L_001	{ HYPERLINK "mailto:lesbats@hs-serveur.iuta.u-bordeaux.fr" } tél : (33) 05 56 84 58 39 fax : (33) 05 56 84 58 29	http://www-hs.iuta.u-bordeaux.fr/bistrot	non	non
H_002	Orbe Freddie	Ingénieur chimiste et professeur	L_002	{ HYPERLINK "mailto:Forbem4@hotmail.com" }		non	non

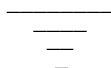
(1) : Autorisation de publication internationale : Répondez par oui ou par non (les coordonnées de la personne peuvent être publiées sur l'Internet).

(2) : Autorisation de publication publique : Répondez par oui ou par non (les coordonnées de la personne peuvent être confiées à des personnes extérieures venant au département).

**Note** : Les coordonnées de la personne sont toujours disponibles pour les enseignants, les IATOS et les étudiants en cours d'étude au département HSE de l'I.U.T. de Bordeaux. **Si la personne souhaite rester dans l'anonymat, ne l'insérez pas dans cette liste.** Ne mettez jamais l'adresse personnelle de la personne, seulement l'adresse professionnelle.

## **Annexes**

grille de typologie des systèmes sources de danger (MOSAR)	105
questionnaire d'évaluation des risques	108
projet du programme	114
compte rendu de la dernière séance dernière du groupe de travail	124



# Grille de typologie des systèmes sources de danger (MOSAR)

tiré du document, « Formation à la fonction d'ingénieur de sécurité d'installation » de l'INSTIN

## Grille 1

### Système sources de danger

#### A- SYSTEMES SOURCES DE DANGER D'ORIGINE MECANIQUE

##### A-1 Systèmes sous pression

- de gaz ou vapeur
- hydraulique

##### A-2 Systèmes sous contraintes mécaniques (autres que la pression)

##### A-3 Systèmes en mouvement

- solides
- liquides
- gaz

##### A-4 Systèmes nécessitant une manutention

- manuelle
- mécanique

##### A-5 Systèmes sources d'explosion d'origine physique (autres que A-1)

- implosion
- flash électrique
- BLEVE
- mélange de liquides à des températures très différentes
- caléfaction

##### A-6 Systèmes sources chutes de hauteur (éléments en hauteur et accès en hauteur)

##### A-7 Systèmes sources de chutes de plain pied (encombrement au sol, dénivellation)

##### A-8 Autres systèmes sources de blessures (objets coupants, contondants, piquants)

##### A-9 Systèmes sources de bruit et de vibrations

#### B- SYSTEMES SOURCES DE DANGERS D'ORIGINE CHIMIQUE (produits utilisés, produits de réaction, contact avec matériaux)

##### B-1 Systèmes sources de réactions chimiques

B-2 Systèmes sources d'explosion

- en milieu condensé
- en phase gazeuse

B-3 Systèmes sources de toxicité et d'agressivité

B-4 Systèmes sources de pollution et d'odeurs

B-5 Systèmes sources de manque d'oxygène

## C- SYSTEME SOURCES DE DANGER D'ORIGINE ELECTRIQUE

C-1 Systèmes mettant en œuvre de l'électricité à courant continu ou alternatif

C-2 Systèmes sources d'électricité statique

C-3 Systèmes condensateurs de puissance électrique

C-4 Systèmes générateurs de hautes fréquences

## D- SYSTEMES SOURCES DE DANGER DE DEVELOPPEMENT D'INCENDIE

D-1 Systèmes sources d'allumage

D-2 Systèmes sources liés aux cloisonnements

D-3 Systèmes sources liés aux matériaux

D-4 Systèmes sources liés à la ventilation

D-5 Systèmes sources liés à l'extinction

## E- SYSTEMES SOURCES DE DANGER LIES AUX RAYONNEMENTS

E-1 Systèmes sources de danger liés aux rayonnements ionisants

- Systèmes sources d'irradiations
- Systèmes sources de contamination
- Systèmes sources de criticité nucléaire
- Systèmes sources liés à l'évacuation d'énergie radioactive

E-2 Systèmes sources de rayonnements UV ; IR ; visible

E-3 Systèmes sources de rayonnement LASER

E-4 Systèmes sources de rayonnements micro-ondes

E-5 Systèmes sources de champ magnétique intense

## F- SYSTEMES SOURCES DE DANGER DE NATURE BIOLOGIQUE

F-1 Systèmes sources de danger liés aux micro organismes (virus, bactéries) et aux prions

F-2 Systèmes sources de danger liés aux modifications génétiques animales et végétales

F-3 Systèmes sources de danger liés aux animaux

F-4 Systèmes sources de danger liés aux végétaux

F-5 Systèmes sources de danger liés au comportement humain

- en situation normale (on modélise l'opérateur comme un sous système d'une installation)

- en situation de malveillance(il faut connaître le scénario)

## G- SYSTEMES SOURCES DE DANGER LIES A L'ENVIRONNEMENT ACTIF

### G-1 Systèmes sources de danger liés à l'environnement actif artificiel

- modes de transports
- installations industrielles
- barrages

### G-2 Systèmes sources de danger d'origine naturelle

- géologiques :
  - o séismes
  - o glissements de terrains
  - o volcanisme
- climatiques :
  - o avalanches
  - o tempêtes, cyclones, tornades ...
  - o brouillard
  - o sécheresse
  - o inondations
  - o feux de forêt
  - o foudre
  - o gel
  - o irradiations solaires
- déséquilibres écologiques
- épidémies, pandémies

## H- SYSTEMES SOURCES DE DANGER D'ORIGINE ECONOMIQUE ET SOCIALE

- finances
- migrations
- conflits
- criminalité, violence
- grands rassemblements

# Questionnaire d'évaluation des risques

tiré du livre «Seguridad y condiciones de trabajo en el laboratorio » de l 'nstituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo.

















# Projet du programme

Réalisé par le groupe de travail constitué à cet effet.

Maestria en Hygiène Sécurité Environnement

## Première année

- 1- mathématiques
  - algèbre, fonctions et variables aléatoires, théorèmes de LAPLACE
  - calcul différentiel et intégral
- 2- probabilités
  - notions des probabilités, variables aléatoires, principales loi de la distribution statistique
  - éléments de fiabilité des systèmes, estimations
  - débuts des essais (variables qualitatives et quantitatives), essais d'indépendance de deux variables
- 3- informatique et outils utiles de simulation
  - notions de programmation (Word, Excel)
  - pratique de gestion de bases de données : dBase III+ : applications diverses
- 4- physique
  - 4-1 vibrations
    - phénomènes périodiques, oscillations libres et forcéesles vibrations et le corps humain (protection)
  - 4-2 électricité
    - électrostatique et magnétostatique, courant et circuits électriques
    - électrotechnique : machines à courant continu, transformateurs monophasés, machines à courant alternatif
  - 4-3 électronique fondamentale ; montages et applications fondamentales
- 5- mécanique générale
  - lois de la statique, centre de gravité
  - cinématique, dynamique : moment cinétique
- 6- chimie
  - 6-1 thermodynamique
    - les trois principes et les fonctions potentielles thermodynamiques
    - équilibres chimiques moléculaires et équilibres de phases
  - 6-2 thermodynamique et cinétique électrochimique
    - étude des équilibres : équilibre redox, diagramme tension – pH, équilibre hétérogène
    - processus de conduction, cinétique de déroulement d'une réaction, application de l'électrolyse, corrosion
  - 6-1 cinétique

- lois de la cinétique, cinétique formelle, réactions complètes : combustion ; auto-inflammation
- 7- biologie
- origines de la vie et son évolution, organisation fonctionnelle de la cellule, biochimie
  - microbiologie : les divers microorganismes, l'homme et la protection contre les bactéries, ingénierie génétique
- 8- médecine, physiologie et toxicologie
- la médecine du travail
  - physiologie : oreilles, yeux, le travail musculaire, le système cardiorespiratoire, systèmes hépatique et rénal
  - activité, temps et charge de travail, les rythmes biologiques
  - les gênes professionnelles : la poussière, la chaleur, les vibrations, les rayonnements ionisants, l'éclairage, l'épidémiologie
  - toxicologie industrielle : notions de toxicologie et d'intoxications, les principaux toxiques, toxicologie et produits professionnels
- 9- comportement physique de l'homme au travail
- la condition physique : la technique des mouvements professionnels : gestes et postures, le milieu et l'environnement physique et sociologique

sciences humaines et sociales

- 1- techniques de communication et relations humaines
- expression orale : prise de parole, argumentation, écoute, reformulation, communication téléphonique
- 2- socio-économie des relations de travail
- ergonomie générale : progrès techniques, productivité, comptabilité
  - économie des entreprises : forme de l'entreprise, organisation et gestion
- 3- organisation du travail
- méthodologie générales d'une étude d'organisation ; le travail, l'homme et l'entreprise, le temps de travail et la disposition ; organisation et la politique de l'entreprise (diagnostics, stratégies)
  - décision de l'entreprise : technique d'aide à la décision et processus de décision ; organisation de la production
- 4- introduction de la pratique ergonomique
- l'ergonomie, le travail (conditions et activités), la charge de travail, activité et connaissance de la population de travail
  - le champ des conditions de travail
- 5- droit
- notions de droit civil et pénal
  - présentation générale du droit du travail : lois, règles
  - l'entreprise, collectivité sociale juridiquement organisée : pouvoir du chef d'entreprise et représentation des salariés

- le régime juridique du travail de l'entreprise : le travailleur, les conditions de travail, rémunération et suspension, la rupture du contrat de travail

#### 6- documents scientifiques et techniques

- les divers sources de documentation, la recherche documentaire automatisée, rédaction de rapports bibliographiques, les banques de données dans le domaine de l'hygiène et la sécurité

### technologie et milieu industriel

#### 1- technologie

- initiation au dessin industriel et à la lecture de plans ; technologie de la construction
- sécurité des machines ; visites d'installations

#### 2- environnement et conditions de travail

ergonomie, charge physique ; fréquence cardiaque, tension artérielle, capacité physique, balance thermique

- environnement : ventilation ; poste de travail contaminé par des hydrocarbures et poussières

### dangers et risques techniques :connaissance, analyse et gestion

#### 1- sensibilisation à la prévention des accidents de travail

- organisation de la prévention en Equateur (sécurité sociale, ministère du travail)
- étude des accidents de travail : arbres des causes, les solutions
- notion de risque, comportement humain, modes de prévention, les acteurs de la prévention
- quelques exemples de fonctions de sécurité dans l'entreprise

#### 2- sécurité générale et méthodes d'analyses de sécurité

- l'accident, les sources de danger, les risques et leur prévention
- synoptiques des principales sources de danger
- connaissance de l'outil MOSAR, application à des cas concrets

#### 3- les principaux risques en relation avec le lieu de travail

##### 3-1 risque incendie

- aspects fondamentaux (combustion, propagation), prévention, calculs prévisionnels
- gestion d'intervention, réglementation, modélisation et recherche des risques incendie

##### 3-2 risque d'explosion

- aspects fondamentaux, nature du risque, effets des explosions
- calculs prévisionnels d'évaluation d'une explosion, prévention, réglementation

##### 3-3 risques chimiques et transport de matières dangereuses

- les divers risques présentés par ces produits : combustion, incendie, explosion, toxicité ...
- les calculs de prévention : réglementation, protection, documentation...

- 3-4 rayonnements ionisants et radioprotection
  - radioactivité, interactions rayonnements – matière
  - normes de radioprotection, techniques de protection et de prévention
- 4- les risques extérieurs aux travail
  - les risques quotidiens, les accidents domestiques, les accidents de circulation
  - les risques naturels : tremblements de terre, inondations, avalanches...
  - cartographie des risques naturels et aspects réglementaires
- 5- visites d'entreprises et conférences
  - visite d'entreprises en collaboration avec l'ingénieur de sécurité
  - conférences

## Seconde année

### Sciences fondamentales

- 1- statistiques
  - notions d'analyse des variances et d'analyses multidimensionnelles
  - fiabilité et outils de modélisation, applications pratiques
  - contexte d'analyse de données, support théorique , méthode et interprétations
- 2- informatique et outils logiques de simulation
  - modélisation de systèmes et les principaux systèmes logiques, techniques informatiques
  - systèmes logiques de sécurité et de simulation de fiabilité
- 3- électronique numérique
  - codes BCD et ASCII, logique combinatoire et séquentielle, mémoires mortes et vives
  - électronique numérique : portes logiques TTL, dé codificateurs
  - traitement analogique, les différents types de signaux, filtres, modulation et transmission
  - acquisition et traitement du signal ; les réseaux, sécurité des systèmes informatiques
- 4- échanges thermiques et mécaniques des fluides
  - conductivité dans les solides, radiations, convection libre et forcée
  - équation de l'état des fluides, théorème de BERNOUILLI , les pertes de charge, ondes de choc
- 5- mécanique appliquée et résistance des matériaux
  - élasticité : déformations, efforts et lois de l'élasticité, coefficients de sécurité
  - résistances des structures, principes de la RDM, traction, compression, flexion, torsion
  - éléments de mécanique des sols et des roches
- 6- méthodes instrumentales d'analyse et de contrôle de l'environnement
  - calcul : principes fondamentaux et caractéristiques métrologiques, erreurs de calculs
  - méthodes chromatographies et électrochimiques : principes et applications aux calculs de traces d'éléments toxiques, contrôle d'effluents et de l'environnement

## sciences humaines et sociales

### 1- communication et relations sociales

- conduite de réunion et argumentation, méthodologie des expositions techniques, décision, la négociation
- les écrits professionnels de l'entreprise

### 2- ergonomie et méthodologie d'intervention

- organisation de la production : analyse de l'activité de travail
- action dans les entreprises : résultats, élaboration d'un modèle, évaluation et suivi
- l'ergonomie face à la mutation des technologies : transferts de technologie, ergonomie de conception, adaptation des exigences de la tâche aux capacités de l'opérateur

### 3- organisation du travail et analyses de la situation de travail

- organisation de la production : analyse de valeur, gestion des inventaires, la qualité et son contrôle
- méthode de conception des systèmes d'information et méthodes d'analyses psychosociologiques
- analyses de situations de travail : méthode LEST , SIRTES
- approfondissement dans le cas d'une entreprises avec l'aide d'une gestion adaptée à la situation

### 4- réglementation en hygiène et sécurité du travail

- les acteurs de la prévention : CHSCT, ingénieur sécurité ...
- structure générale de la réglementation ; droit équatorien, réglementations codifiées, recommandations et dispositions générales de la sécurité sociale

## technologies et environnement industriel

### 1- pollution de l'air et des eaux

- pollution de l'air : du au travail, les transports  
prises d'échantillons chimiques au travail : gaz, vapeur et poussières  
polluants des eaux : chimie des eaux industrielles et eaux usées, traitement de l'eau
- méthodes instrumentales d'analyses appliquées aux polluants atmosphériques et polluants de l'eau : spectrométrie, chromatographie en phase gazeuse...

### 2- environnement et entreprises

- aspects fondamentaux de l'environnement : biosphère, écologie générale et appliquée, pollution de l'environnement : cycles biochimiques, incorporation a la biomasse
- politique face à la pollution, coût de la protection de l'environnement
- les déchets industriels : origines, élimination des déchets, réglementation, valorisation des déchets
- réglementation sur l'environnement industriel
- les différents acteurs (l'Etat, politique, industries...)
- réglementation des installations

- les études d'impact
- les études de danger (étude concrète avec une industrie chimique)

### 3- nuisances sonores

- acoustique physique, acoustique physiologique, propagation acoustique en milieu ouvert et en milieu fermé
- transmission du son, isolement acoustique : le bruit dans les installations et techniques de lutte contre le bruit
- aspects médicaux du bruit et l'audition : audiométrie, surdité, protections
- calculs du bruit dans les entreprises : étude détaillée d'un poste de travail, rédaction d'un rapport et exposition

### 4- ventilation

- ventilation générale(ventilation de dilution, ventilation localisée) salle à empoussièrément contrôlé
- climatisation, ventilation et sécurité, dépoussiéreurs

### 5- éclairage et sécurité laser

- bases physiques de l'éclairage, les sources lumineuses ; l'œil et la vision, le confort visuel
- l'éclairage artificiel
- propriétés et fonctionnement d'un laser ; les risques laser ; précautions d'emploi et prévention, laser industriel

dangers et risques techniques : connaissances, analyse et gestion

### 1-méthodes d'analyses d'accidents et d'incidents

- l'accident du travail comme symptôme de dysfonctionnement d'un système
- l'arbre des causes : application de la méthode et emploi logique LOGIDYS
- approximation systématique ; incidents et anomalies
- étude critique de l'utilisation des différentes méthodes d'analyse des accidents

### 3- fiabilité et sécurité de fonctionnement

#### 2-1 sécurité de fonctionnement et analyse fonctionnelle

- sécurité de fonctionnement et analyse fonctionnelle
- sécurité de fonctionnement intégrée, synergie avec la qualité et la sécurité
- analyse fonctionnelle : méthode, gestion de dispositions et réduction des risques, les impacts

#### 2-2 complément de sécurité de fonctionnement

- sécurité de fonctionnement dans les grands programmes : risques de coûts, direction du programme, réglementation et normes
- méthode globale de gestion des projets
- maintenance et disponibilité : méthode d'analyse des systèmes

### 3- interface homme - machine et facteurs humains de la fiabilité

- typologie des erreurs humaines, facteurs de performances, types d'intervention
- fiabilité humaine : évaluation a posteriori, études a priori pour améliorer la fiabilité, évaluation a priori de la fiabilité humaine (évaluation probabiliste de la sécurité)

- ergonomie de l'interface homme – machine : principes, études prospectives en simulation
- le facteur humain dans la fiabilité des systèmes socio-techniques
- fiabilité, ergonomie, modélisation du raisonnement humain
- formation et expérience, les capacités et les limites physiologiques ou cognitives de l'homme
- gestion du paradoxe de l'automatisation et place de l'homme, outils et aides à la conduite des erreurs
- techniques d'amélioration du comportement humain vis à vis de la sécurité et de la qualité

# Compte rendu de la dernière séance du groupe de travail

Acte de la réunion effectuée le mercredi 23 mai 2001 par le comité de création de la maestria Hygiène, Sécurité et Environnement à l'EPN de Quito .

La réunion s'est déroulée au secrétariat de la carrière d'ingénierie chimique et a été dirigée par le coordinateur de carrière l'ingénieur M ;ALBUJA .

Ont participé :

Isabelle LAPLACE (représentante de mme C . DUPUICH, Attachée culturelle à l'Ambassade de France)

L'Ingénieur F.ORBE de l'EPN

L'Ingénieur J .CONDE de fundacyt

L'Ingénieur M. LOAIZO del EMASEO

L'Ingénieur L. VASQUES ZAMORA del IEES

F. SALGADO de la EPN

F.THOMAS de l'université de Bordeaux I

L'Ingénieur F.ORBE a fait la présentation du projet de programme de la maestria en question, indiquant les différents thèmes qui y seront abordés dans une période de deux ans .

L'Ingénieur L.VASQUEZ a indiqué lors de son intervention qu'on devait particulièrement insister sur la sécurité et santé des opérateurs. Le thème de l'ergonomie est important , l'interaction homme – machine sur le plan psychologique et dans les aspects de la santé où l'on doit tenir en compte la fréquence des chutes et des lésions dues à des efforts répétés. Il est nécessaire de prendre en compte les normes de travail spécialement les normes ISO 18000 pour la gestion administrative, technique et la santé humaine. Il est nécessaire de prendre en compte les méthodes d'identification des risques de l'OIT, de la OMS . L'Ingénieur J.ORTEGA a indiqué qu'on devait chercher des résultats positifs dans la réalisation de cette maestria et que l'on devait utiliser les données que l'on a sur le risque environnemental, et qu'on devait étudier les tendances mondiales dans ce domaine.

Il doit se réaliser un profil de la gestion de la santé dans l'environnement et dans les entreprises modernes.

On doit modéliser, en commençant par un modèle de gestion fait pour l'usage des normes ISO .

Il indique que pour étudier les risques, l'IEES possède un laboratoire .

La gestion des risques doit se faire en accord avec les normes ISO qui prennent en compte : l'action productive intégrée, la qualité, la sécurité et la prévention. La norme correspondante est la norme ISO 14000.

On doit prendre en compte les coûts directs et indirects des risques. L'Ingénieur VASQUEZ a indiqué qu'avec l'aide de quelques institutions internationales il a été établi un cours formant des étudiants dans le domaine de la sécurité . il a indiqué que l'on devait utiliser dans le domaine de la gestion des risques le software d'ordinateur appelé DIANA .

Il offre la possibilité de faire connaître les programmes pour cette future maestria. Il a été décidé de former un sous comité pour étudier plus précisément le contenu du programme de la maestria constitué par l'Ing. Ortega, l'Ing. Loaiza, le docteur Pozo du ministère du travail et l'Ing.Orbe.

La séance a été levée à 17h00.

L'ingénieur Freddie ORBE

# Grille d'évaluation

<b>ECRIT</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<u>Fond</u> : définition et atteinte des objectifs ( <i>exposition du problème, plan, méthodologie et "culture" HSE, mise en valeur des résultats...</i> )					
<u>Forme et langage</u> : ( <i>expression, mise en page, iconographie, éléments constitutifs d'un rapport : intro, conclusion, biblio, etc.</i> )					
Mention des éléments à prendre en compte (aide apportée, difficultés particulières, etc.)					
<b>BILAN DE L'ECRIT</b>					

Commentaires :

## Autorisation de consultation

(\*) La saisie doit être faite à la main sur le rapport papier par le chef d'établissement qui a la responsabilité suffisante pour donner les autorisations.

(\*\*) Remplissez par oui ou par non toutes les cases vides.

(\*\*\*) Complétez au clavier pour le fichier que vous ramènerez au département.

Je, soussigné (\*) (\*\*\*) .....  
 en tant que (\*) (\*\*\*) .....

défini les autorisations de consultations comme suit :

Parties du rapport	Internationale (1) (**)		
		Publique (2) (**)	
			Locale (3)
Résumé abstracts mots clés	oui	oui	oui
Remerciements			oui
Sommaire			oui
Présentation de l'entreprise			oui
Calendrier des activités			oui
Introduction			oui
Partie 1			oui
Partie 2			oui
Partie 3			oui
Partie 4			oui
Conclusion			oui
Lexique			oui
Bibliographie			oui
Liste des contacts (4)	report	report	oui
Annexes 1			oui
Annexes 2			oui
Annexes 3			oui
Grille d'évaluation	non	non	non
Autorisation de consultation	oui	oui	oui

(1) La consultation internationale est l'autorisation de publier la partie sur Internet.

(2) La consultation publique est l'autorisation à toute personne venant au département Hygiène Sécurité Environnement de l'I.U.T. de Bordeaux (France) de consulter la partie.

(3) La consultation locale est l'autorisation de consulter la partie uniquement par les étudiants au cours de leurs études, les enseignants et les personnels techniques et administratifs du département Hygiène Sécurité Environnement de l'I.U.T. de Bordeaux (France).

(4) L'autorisation de publication des contacts humains doit être individualisée pour chacune des personnes (voir le chapitre correspondant plus avant).

**Attention, si des parties sont confidentielles (non consultables localement) elles doivent être retirées avant la sortie du rapport (papier et fichier) du lieu de stage.**

Fait le (\*) (\*\*\*) .....

Signature (\*) (\*\*\*) : .....

# Résumé

Dans le cadre du projet de création d'une maestria en Hygiène Sécurité environnement à l'Ecole Polytechnique Nationale de Quito, ce stage s'intègre au sein d'une première étape consistant à faire une analyse de la situation au niveau des équipements, laboratoires et personnels ainsi que l'élaboration du programme et des travaux pratiques.

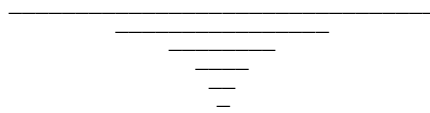
L'objectif fixé était donc de proposer des travaux pratiques pour cette maestria, chercher les laboratoires pouvant les accueillir et enfin faire un audit des matériels à mettre en œuvre. Il a permis notamment de montrer quels travaux pratiques pouvaient être effectués et quels sont les besoins nouveaux à satisfaire. Enfin, une analyse des risques principaux à l'aide de la méthode organisée et systémique d'analyse des risques a permis de les hiérarchiser afin de voir quelles actions correctives devaient être menées en priorité.

# Abstract

Within the framework of the project of creation of a master in Hygiene Security environment with the School Polytechnic National of Quito, this training course is integrated within a first stage consisting in making an analysis of the situation on the level of the equipment, laboratories and personnel and in the elaboration of the program and practical work. The fixed objective was thus to propose practical work for this master, to seek the laboratories being able to accommodate them and finally do one audit of the hardware to be put in march. It in particular made it possible to show which practical work could be carried out and which are the new needs to satisfy. Lastly, an analysis of the principal risks with the help of the organized and systemic method of analysis of the risks made it possible to treat on a hierarchical basis them in order to see which corrective actions were to be carried out in priority.

# Mots clés

Audit ; référentiel ; diagnostic ; sécurité ; science du danger ; appréhender ; MADS ; MOSAR



## **Tous vos commentaires ....**

Cette section vous est réservée pour consigner toutes vos opinions, critiques remarques etc ... concernant de près ou de loin votre stage (que ce soit au niveau technique, organisation etc ...).

Ce texte est caché, c'est à dire qu'il n'est pas imprimé. Vous n'avez donc pas besoin de l'effacer pour réaliser votre rapport.

Si vous souhaitez que vos remarques restent anonymes, ne tapez pas votre nom. Dans ce cas, je m'engage à ce que personne ne sache que c'est vous qui avez formulé ces remarques.

**Saisissez votre nom si vous ne souhaitez pas l'anonymat.**

**Votre nom :**

« Insérez ici toutes vos remarques »