



**TROPHEES PLANET-D**  
POUR LE DEVELOPPEMENT DURABLE

Avril 2008

# Projet Université 3D

**Eline BOULANGER, Jonas CHARBONNIER, Lucie DANQUECHIN, Flavien JACQUET, Alexandra LAURENT, Nina LEGRAND, Lucile LE MEN, MARQ Nicolas, MEAUME-BERTHET Allyriane, Eric MÜLLER, Anne-Sophie PERREE, Geoffrey QUINTAS NEVES, Marine SALAÜN, Timothée VIAL**

Etudiants du master Génie de l'Environnement & Industrie de l'Institut Universitaire Professionnalisé Génie de l'Environnement de l'Université Paris-Diderot et adhérents à l'association Impacts-Environnement. Le projet collectif proposé est l'œuvre des étudiants encadrés par **Jean-Pierre FRANGI** (Professeur des universités, Directeur de l'IUP, responsable du master GEI) et soutenu par **Sylvain FOURMOND** (Vice-président du Conseil d'Administration de l'université lors de sa réalisation).



Présenté par l'Association Impacts-Environnement

## Sommaire

<b>INTRODUCTION</b>	<b>2</b>
<b>I. Une politique de site</b>	<b>4</b>
<b>II. Des thématiques repérées</b>	<b>7</b>
<b>III. Les projets à mener et à notre mesure</b>	<b>11</b>
ANNEXE 1 : Audit énergétique des Grands Moulins	14
ANNEXE 2 : Pré-diagnostic environnemental des Grands Moulins	18
ANNEXE 3 : Le tri sélectif du papier à PRG	24
ANNEXE 4 : Déchets et tri du carton à la BnF	29
ANNEXE 5 : Plan de Déplacement BnF	38
ANNEXE 6 : Énergies renouvelables à la BnF	45
ANNEXE 7 : Audit eau et tours aéroréfrigérantes à la BnF	49

## INTRODUCTION

Nous construisons actuellement un projet intitulé « Université Paris 3D » (Diderot Développement Durable) afin de promouvoir et mettre en œuvre le développement durable au sein de notre institution.

L'idée d'un tel projet est née suite aux travaux des différentes promotions de l'IUP <http://www.ipgp.jussieu.fr/rech/iup/> qui ont consisté à mener des études tant au sein d'entreprises que de structures publiques afin d'instaurer et de mettre en œuvre des projets « développement durable ». Il est apparu évident que si une telle ambition pouvait être menée à l'extérieur de l'université, elle devait l'être à l'intérieur de notre établissement. Nous avons alors proposé au Directeur de l'IUP d'utiliser notre savoir-faire et notre formation pour l'Université. Il y a trois ans, l'association des étudiants de l'IUP, l'Association IMPACTS – ENVIRONNEMENT <http://impenv.free.fr/>, avait déjà initié une journée de réflexion sur l'ECO-UNIVERSITE au cours de laquelle une sensibilisation au développement durable a été entreprise.

Les enjeux sont particulièrement importants pour l'Université, qui, depuis à peine quelques mois, a commencé à emménager dans de nouveaux locaux. Elle quitte le Campus JUSSIEU pour intégrer des bâtiments dans le 13<sup>e</sup> arrondissement, sur la Zone d'Aménagement Concerté Paris Rive Gauche.

Le premier objectif de notre projet est donc qu'avec le déménagement, l'Université prenne les bons réflexes pour mener une politique cohérente de développement durable dans ses divers aspects.

De plus, la nouvelle implantation de l'université ne relève pas d'une logique de « campus fermé », comme beaucoup de campus universitaires, mais de « campus ouvert » sur la ville. Plusieurs bâtiments sont répartis dans l'ensemble du quartier dans la perspective d'une véritable mixité des fonctions. Ainsi sont mêlés des bâtiments universitaires, d'autres de logements, d'autres encore sont affectés à des activités économiques et commerciales ou de service public. Naturellement, les interactions entre l'université et son environnement urbain deviennent déterminantes pour l'avenir. Nous en avons pris conscience car des travaux des étudiants de l'IUP ont été entrepris dans des structures, telle que la Bibliothèque Nationale de France, qui sont implantées dans le même quartier et qui ont les mêmes problématiques de développement durable.

Partant de ces constats, le Directeur de l'IUP nous a permis de mener un certain nombre de nos projets industriels et cas d'étude sur ce thème et, avec l'autorisation du Président de l'Université, de faire un état des lieux du développement durable ce qui nous a permis d'esquisser des pistes de réflexion. Nous avons commencé ces travaux par trois premières études sur les thèmes suivants :

**Audit énergétique des Grands Moulins.** Eline BOULANGER, Lucie DANQUECHIN  
**Pré-diagnostic environnemental des Grands Moulins.** Nina LEGRAND, Anne-Sophie PERREE  
**Le tri sélectif du papier Paris-Diderot PRG.** MEAUME-BERTHET Allyriane, MARQ Nicolas

Nous avons relevé deux aspects fondamentaux. D'une part, l'université ne s'est jamais préoccupée de tri sélectif des déchets, mais une demande forte est apparue tant chez les personnels que de la part de la direction de l'institution, demande qui se confirme par la suite. D'autre part, nous avons pu valider l'idée que le moment était bien choisi pour mettre en œuvre une telle politique. En effet, l'université n'a pas encore une année de fonctionnement dans ses nouveaux locaux, si cela a compliqué l'audit énergie, il est apparu essentiel de mettre en œuvre, dans les meilleurs délais, une politique d'économie d'énergie pour que les bons réflexes soient pris.

De plus, nous avons dans un même temps mené des études sur des sites voisins de l'université et surtout sur celui de la BNF notamment sur les thèmes suivants :

**Etude des déchets et mise en place du tri du carton à la BnF.** Lucile LE MEN, Alexandra LAURENT  
**Plan de Déplacement BnF.** Flavien JACQUET, Timothée VIAL  
**Énergies renouvelables à la BnF.** Geoffrey QUINTAS NEVES, Jonas CHARBONNIER  
**Audit eau et tours aérorefrigérantes à la BnF.** Marine SALAÛN, Eric MÜLLER

Nous nous sommes rapidement aperçu que des mutualisations étaient envisageables pour mettre en œuvre une politique de développement durable commune, par exemple dans le tri du carton et éventuellement dans les plans de déplacement.

Nous avons donc validé les premières pistes de réflexion. Mais beaucoup reste à faire.

Le président de l'Université nous a invités, en février dernier, à présenter les résultats de ces premiers travaux devant l'équipe de direction de l'université et en présence d'un représentant de la BNF. Pendant plus de deux heures nous avons fait état de nos travaux et réflexions. L'accueil a été très bon et le président a souhaité que nous continuions à travailler sur les thématiques évoquées. Conscient des enjeux, il a d'ailleurs décidé de faire figurer le développement durable parmi les objectifs de l'université dans le cadre du contrat quadriennal ainsi que dans le schéma stratégique de développement.

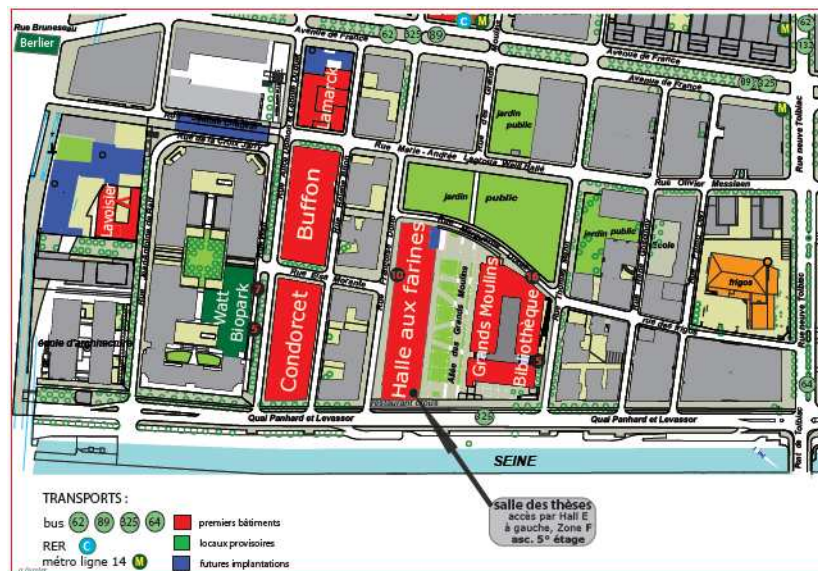
C'est dans ce contexte que nous vous soumettons notre projet « Université 3D ».

## I. UNE POLITIQUE DE SITE

La mise en place d'une politique de développement durable ne peut se faire que dans le cadre d'une politique de site. L'Université Paris Diderot étant répartie dans divers bâtiments sur la zone d'aménagement concertée Paris Rive Gauche, il est nécessaire d'étudier la mise en place des actions au regard tant des caractéristiques notamment architecturales des bâtiments que de leur affectation fonctionnelle des bâtiments, c'est l'objectif premier que nous entendons poursuivre. Mais l'ambition, à plus long terme, est d'initier ces actions sur l'ensemble de la ZAC Paris Rive Gauche.

### 1. Un objectif : d'un bâtiment aux bâtiments de l'université

Nous avons essentiellement travaillé sur le bâtiment des « Grands Moulins ». Ce bâtiment est essentiellement affecté aux services centraux de l'université (présidence, service des ressources humaines, service financier...), à la bibliothèque central de l'université et quelques Unités de formations et de recherche essentiellement l'UFR Lettre, Arts et Cinéma et l'UFR Langues et Civilisation Orientales.



Ce bâtiment contient donc essentiellement des activités de bureau, d'accueil des usagers de la bibliothèque et quelques salles de cours.

L'idée est de développer des actions sur ce premier bâtiments car :

- En juin prochain, cela fera un an que l'université aura emménagé et développé ses activités, dès lors un premier bilan d'activités peut être tiré ;
- Ce bâtiment accueille une partie conséquente des personnels de l'université soit de façon permanente, les personnels qui travaillent dans les services, soit plus ponctuellement, pour les personnels qui viennent à la présidence, dans les services centraux ou à la bibliothèque. L'autre avantage est que les personnels qui fréquentent ce bâtiment sont tant les personnels administratifs de l'université que les personnels enseignants.
- Les usagers du service public universitaire, et surtout les étudiants, fréquentent aussi ces lieux soit lors de leur inscription à l'université (la scolarité centrale de l'université y est implantée) soit pour aller en bibliothèque et il faut préciser que de nombreux services liés à la vie étudiante y sont aussi présents.

La sensibilisation au développement durable est essentielle et nous pourrons ainsi toucher une grande partie des personnes qui travaillent à l'université.

Par la suite, il sera nécessaire d'intégrer dans la « plan développement durable » les autres espaces dédiés aux activités universitaires.

Le plus important, par la taille, est le bâtiment de la « Halle aux Farines » qui est affectés aux enseignements de l'université. Il comprend les principaux amphithéâtres et salles de cours. Ce bâtiment peut accueillir près de 3.500 étudiants au même moment dans les 67 salles de cours et les 13 amphithéâtres. Les activités sont d'enseignements classiques (sans travaux pratiques) ou informatiques (le service informatique à destination des étudiants y est implanté). Il sera donc possible rapidement de développer des actions car peu de difficultés techniques existent.

Par la suite les autres bâtiments de l'université devront être intégrés, tant les bâtiments existant que ceux à venir.

Pour les autres bâtiments existant des études préalables importantes devront être menées. Ceux-ci sont affectés à des UFR qui pratiquent des expérimentations et la présence de laboratoires ou d'une animalerie pose des questions particulières en termes de sécurité environnementale ainsi que de déchets.

Par exemple :

- Le bâtiment Condorcet est affecté à l'UFR de Physique ;
- Le bâtiment Buffon est affecté aux Sciences de la Vie.

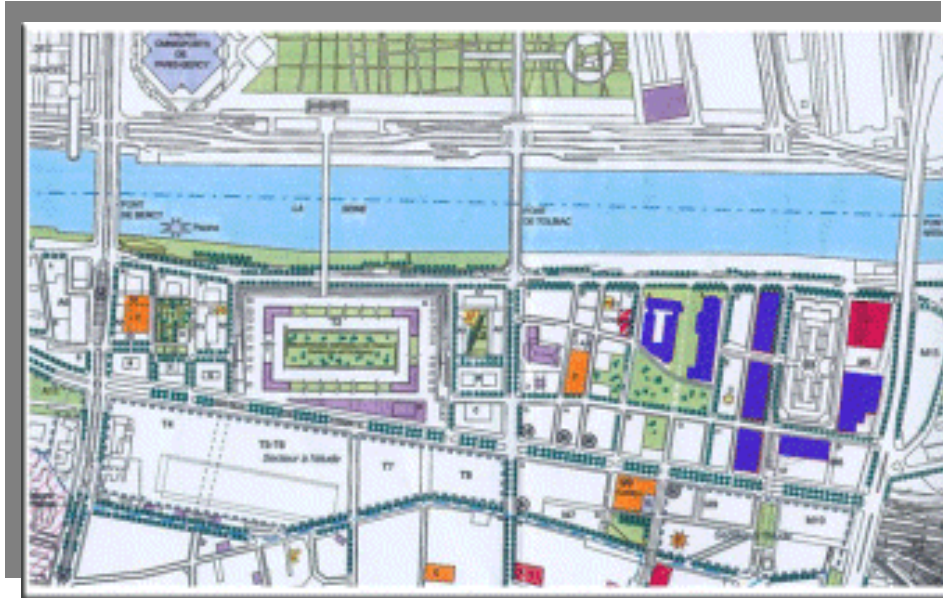
L'université attend d'ici 2012 la livraison de nouveaux bâtiments et nous espérons que la politique développement durable sera suffisamment avancée pour qu'ils y soient intégrés sans difficultés.

Enfin, toujours dans cette logique de site universitaire, il est à préciser qu'existe dans les bâtiments de l'université trois restaurants du CROUS de Paris et qu'il sera rapidement nécessaire de se rapprocher de cet établissement pour coordonner les actions.

## ***2. Une ambition : des bâtiments de l'Université à la ZAC Paris Rive Gauche***

Mettre en place une politique de développement durable à l'échelle de l'université est essentielle, mais nous espérons qu'à terme c'est à l'échelle du quartier qu'il sera possible de penser le défi environnemental.

La ZAC (Zone d'Aménagement Concerté) Paris Rive Gauche s'étend sur près de 130 hectares et est divisée en 3 quartiers, Austerlitz, Tolbiac et Masséna. Le quartier Masséna (dans lequel se situera l'Université), est délimité par la Seine au Nord, l'avenue de France au Sud (au-dessus des voies ferrées), le boulevard Masséna à l'Est et la rue Neuve-Tolbiac à l'Ouest.



De nombreux acteurs y sont déjà implantés et nous pouvons particulièrement citer la BnF, le Groupe Caisse d'Epargne ou encore la Banque Populaire, la Caisse des Dépôts et Consignation et le Ministère des Sports.

Suite aux premiers projets d'études mener à la BnF, il nous est apparu qu'il pouvait être envisagé de mutualiser les énergies et de monter des projets communs par exemple sur le tri sélectif, les plans de déplacement ou encore sur le partage de flottes de véhicules. Evidemment, une telle politique dépasse nettement notre association et les projets auxquels nous candidatons, mais il nous semble important de signaler cet aspect essentiel. Nous avons déjà cherché à sensibiliser notre institution sur ce point.

## II. DES THEMATIQUES REPEREES

Suite aux premiers travaux que nous avons menés nous avons pu déterminer des axes thématiques.

### 1. De l'audit énergétique à une politique énergétique

(L'intégralité de l'étude est présentée en annexe 1)

Nous avons mené un premier audit énergétique du bâtiment des « Grands Moulins », cependant, celui-ci reste partiel car le bâtiment, comme nous l'avons souligné, n'est en activité que depuis une dizaine de mois. Cependant nous avons pu tirer de ce travail quelques préconisations fondamentales pour la consommation d'électricité et de chaleur et ainsi développer une véritable politique énergétique.

#### Réduction de la consommation d'électricité

- Mettre en place des **compteurs divisionnaires** afin de faciliter le suivi des consommations d'électricité et ainsi de permettre d'identifier les points noirs et donc d'y remédier.
- Réaliser des **mesures de luminosité** dans les bâtiments afin de déterminer s'il n'y a pas des néons en trop.
- **Débrancher les appareils électriques** (ordinateurs principalement) afin de réduire la consommation en électricité durant les heures creuses (la nuit). Afin de faciliter l'extinction des appareils, mettre en place des **multiprises** dans les bureaux.
- Acheter des **lampes individuelles** économes en énergie et si possible recyclables car les lampes individuelles actuelles ne sont pas à économie d'énergie. D'autre part tous les bureaux n'en sont pas dotés, or le personnel en réclame pour le confort visuel.
- A partir d'un questionnaire (cf. annexe) sur les bon gestes à adopter, **sensibiliser le personnel** à l'extinction de l'éclairage de leurs bureaux lorsqu'ils ne sont pas utilisés ou lorsque la lumière naturelle est suffisante, à l'extinction des appareils électriques lorsqu'ils ne sont pas utilisés et le débranchement le soir des appareils si possible et la mise en veille des appareils électriques.

#### Réduction de la consommation de chaleur

- **Relever** de façon **détaillée** la consommation de chaleur **de chaque réseau** pour la **CPCU Sud**, afin de faciliter le suivi des consommations en chaleur des bâtiments et ainsi de déterminer s'il y a des dysfonctionnements.
- **Isoler les tuyaux** d'eau chaude notamment au bâtiment A afin de réduire les pertes de chaleur et d'augmenter le confort thermique.
- **Isolation thermique** des murs extérieurs permettrait de réduire la consommation de chauffage
- A partir d'un questionnaire sur les bons gestes à adopter, **sensibiliser le personnel** à la fermeture des radiateurs lorsque la fenêtre est ouverte et prévenir le service technique lors de dysfonctionnements techniques (réglage de radiateur, réparation de fenêtre, joints défectueux,...).

## 2. Du **pré-diagnostic environnemental** à une **politique d'établissement**

(L'intégralité de l'étude est présentée en annexe 2)

Les travaux que nous avons menés sur le site aboutissent à des préconisations qui sont présentées par ce tableau, les suivre permettrait d'entamer une véritable politique de développement durable au sein de l'établissement (comme nous le montrons au point 3) :

<b>1. Gestion des déchets</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sensibiliser les usagers notamment sur la consommation de papiers et les encourager à mettre en place de bonnes habitudes (utilisation du recto-verso, des feuilles utilisées en brouillon...).</li> <li>2. Encourager l'achat de produits recyclables, ou de produits comportant moins d'emballage.</li> <li>3. Trouver un local pour le stockage et la collecte pour mettre en place le tri sélectif.</li> <li>4. Procéder à un audit déchet pour quantifier la production des déchets et les postes générant ou « gaspillant » le plus.</li> </ol>
<b>2. Achats responsables</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Participer au passeport des Eco-produits proposés par l'ADEME.</li> <li>2. Formaliser une politique des achats responsables par l'université.</li> <li>3. Favoriser l'achat de produits labellisés Ecolabel<sup>1</sup>.</li> <li>4. Encourager le rassemblement avec d'autres établissements pour faciliter l'intégration de critères environnementaux lors des commandes ou la création de paquets sociaux.</li> </ol>
<b>3. Politique</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Définir formellement une politique de développement durable en décrivant la stratégie de l'université et la diffuser à tous les acteurs du campus.</li> <li>2. Adhérer à des initiatives volontaires officialisant son engagement : Comité 21, Pacte Mondial..</li> <li>3. Rédaction d'un rapport annuel rassemblant les initiatives, les points forts et de progrès de l'université et les améliorations mises en place ou en cours durant l'année.</li> <li>4. Créer un tableau de bord des actions du développement durable avec échéancier et indicateurs.</li> <li>5. Encourager la poursuite des observatoires de la vie étudiante et de la mixité pour permettre la mise en place d'actions concrètes et efficaces.</li> </ol>
<b>4. Energie</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Régler le chauffage des bâtiments. Les services administratifs sont surchauffés.</li> <li>2. Opter pour des produits électriques labellisés « Energy Star ».</li> <li>3. Généraliser l'utilisation de capteurs de présence pour l'éclairage dans les zones peu fréquentées telles que les sanitaires.</li> <li>4. Fixation de quotas dans la consommation d'énergie pour encourager la réduction de la consommation et mettre en place un système de reporting pour sensibiliser tous les acteurs.</li> <li>5. Etudier les possibilités de mettre en place des énergies renouvelables sur les bâtiments (panneaux solaires).</li> </ol>
<b>5. Eau</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Régler le débit des chasses d'eau des sanitaires qui est trop abondant actuellement. De réelles économies sont possibles sur ce point.</li> <li>2. Audit eau pour localiser les postes les plus consommateurs d'eau sur l'ensemble du campus.</li> <li>3. Prévoir lors de la mise en route des espaces verts des récupérateurs d'eau de pluie pour l'arrosage et l'entretien.</li> </ol>
<b>6. Sensibilisation</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mettre en place des programmes de sensibilisation sur les bonnes pratiques en matière de gestion de l'eau, des déchets et de l'énergie vis-à-vis du personnel et des étudiants (affiches, système de reporting...).</li> <li>2. Soutenir les actions des associations universitaires environnementales (conférences, etc.).</li> </ol>
<b>7. Recherche et Formation</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mettre en évidence les attentes des étudiants en matière de formation environnementale (enquêtes, etc.).</li> <li>2. Création d'un pôle de recherche consacrée au développement durable.</li> <li>3. Mettre à la disposition des étudiants des UE libres sur le thème du développement durable.</li> </ol>
<b>8. Bâtiments durables</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Effectuer un bilan carbone de PRG qui pourrait permettre de limiter les émissions de carbone de l'université en identifiant les grands producteurs de CO2.</li> <li>2. Atteindre des cibles HQE pour les nouveaux bâtiments.</li> </ol>

<sup>1</sup> Les produits labellisés Ecolabel comportent le symbole d'une fleur. Ils répondent à des critères écologiques stricts et à des critères de performance rigoureux.

### **3. D'un projet de tri sélectif du papier à sa réalisation**

(L'intégralité de l'étude est présentée en annexe 3)

La mise en place opérationnelle du tri sélectif du papier nous paraît être le projet qui peu le plus rapidement être mis en place et qui comporte l'avantage d'entrer dans les lieux de vie quotidienne de l'ensemble des personnels de l'université. L'impact, outre environnemental, est véritablement la sensibilisation au développement durable. D'une absence de projet d'établissement cohérent nous pouvons donc aboutir à l'émergence du développement durable à l'université.

A l'issue de notre cas d'étude et avec les informations que nous avons collectées, nous sommes en mesure de définir un planning prévisionnel pour la mise en place de la collecte papier. Les différentes étapes de la réalisation de cette collecte ainsi que la durée de réalisation de celles-ci sont :

- Aménagement de *locaux poubelles* adaptés : cette étape est assez difficile à mettre en place de manière satisfaisante puisque très peu d'espaces sont disponibles sur le site de Paris Rive Gauche. En effet, les locaux poubelles actuels sont parfois peu accessibles mais également très petits ce qui ne permet pas le stockage des containers supplémentaires induits par la nouvelles collecte de papier. L'aménagement des nouveaux *locaux poubelles* nécessite l'intervention de sociétés externes dont les disponibilités ne sont pas connues ou limitées. L'emplacement des futurs locaux fait l'objet de discussions puisque il faut prendre sur des espaces qui ont déjà été attribués à d'autres fonctions. L'aspect budgétaire de tels aménagements est également à prendre en compte. Par exemple, pour l'année 2007, le budget disponible pour ce type d'aménagement est épuisé. Au jour d'aujourd'hui, nous estimons le temps d'aménagement des nouveaux locaux à plusieurs mois sans pour autant pouvoir être plus précis. A partir de la prise de décision, la réalisation des aménagements devrait pouvoir se faire assez rapidement.

- Quantification des besoins en poubelles : l'objectif de cette étape est de référencer sur un plan du bâtiment, le nombre et l'emplacement des poubelles nécessaires au tri. Ce travail a en partie été mené pendant le cas d'étude dans le bâtiment des Grands Moulins. La visite de ce bâtiment a pris 2 jours et cela grâce à l'intervention de Mme Gaby Fossier. Pour l'ensemble des bâtiments de l'Université sur le site de Paris Rive Gauche, il faut compter 3 semaines (contacts avec les chefs de services, visites des bureaux, prise en compte des spécificités de chaque service, amorce de sensibilisation, report des besoins sur des plans au format informatique).

- Modification du marché de collecte : il est nécessaire de faire un avenant au contrat de collecte pour réaliser au mieux le tri du papier. Pour cela, la société de collecte (ici C.R.R.) doit être avertie et aussi donner son accord pour les modifications apportées au cahier des clauses techniques particulières. La formation des agents à la réalisation de cette nouvelle collecte doit également être faite. Pour cette étape, il faut compter 3 semaines. A posteriori, il sera utile de vérifier le bon fonctionnement de la collecte.

- Réalisation de l'appel d'offre concernant les poubelles de tri : le service des marches doit être contacté afin de rédiger cet appel d'offre ; l'ensemble des offres pourront ainsi être étudiées cela afin de bénéficier de prix compétitifs.

- Livraison et réception des poubelles : une fois la société prestataire choisie, il faut compter sur un délai de livraison qui peut aller, selon nos informations et les contacts avec certaines sociétés, jusqu'à 5 semaines.

- Distribution des poubelles et sensibilisation : à l'occasion du passage dans les bureaux et de la dotation des agents en poubelles, il sera indispensable de procéder à leur sensibilisation. En effet, la réussite de cette collecte repose sur le tri à la source, lui-même dépendant de la participation active de l'ensemble des agents de l'Université. Pour cela, les affiches de sensibilisation sont un support efficace.

- Réajustements et suivi du bon déroulement de la collecte : dans les mois qui suivent la mise en place de la collecte, des réajustements concernant chacune des 6 étapes précédentes seront certainement nécessaires (nouvelles sensibilisation, remplacement de poubelles, ...). Ces réajustements seront faits de manière ponctuelle et régulière sur l'ensemble du site où se déroule la collecte papier.

Le tableau ci-après récapitule l'ensemble des étapes de la mise en place de la collecte et la durée de réalisation

N°	Description de l'étape	Durée de réalisation
1	Aménagement de locaux poubelles adaptés	Plusieurs mois
2	Quantification des besoins en poubelles	3 semaines
3	Modification du marché de collecte et formation des agents à la collecte papier	3 semaines
4	Réalisation de l'appel d'offre concernant les poubelles	6 semaines
5	Livraison et réception des poubelles	5 semaines
6	Distribution des poubelles et sensibilisation	3 semaines
7	Réajustements et suivi du bon déroulement de la collecte	Action permanente

Au total, si nous estimons la durée du travail nécessaire à la mise en place du tri sélectif sur le papier au sein de l'Université Paris Rive Gauche, il faut compter au moins une année ; la réalisation de nouveaux locaux poubelles est le point clé de mise en place et de réussite de la collecte sélective. Une fois cette étape franchie, le reste des démarches devrait pouvoir se faire dans des délais assez brefs : 20 semaines.

#### **4. D'une politique d'université à une politique de quartier**

**(Les études sont présentées en annexes 4, 5, 6 et 7)**

Les potentialités de passer d'une simple politique d'université à une politique de quartier sont réelles. Nous avons pu déterminer quelques axes :

Sur la mise en place du tri du carton (annexe 4) :

Nous avons mené une étude sur le tri sélectif du carton à la BnF, il serait possible d'appliquer une même méthode de travail à l'université et peut-être de mutualiser les moyens de ce tri. Par exemple, il est possible de mutualiser les outils nécessaires à la collecte (presse à balles / compacteur) et organiser un ramassage commun.

Sur le plan de déplacement (annexe 5) :

Il est tout à fait envisageable d'étendre le plan de déplacement d'entreprise de la BnF aux déplacements quotidiens des personnels et peut-être usagers de l'université. Les deux entités sont proches. Mener une étude sur notre institution et en faire la comparaison avec le plan de la Bibliothèque permettraient certainement de rationaliser les comportements.

Sur les énergies renouvelables (annexe 6) :

Si les études menées sur la BnF révèlent des conclusions peu satisfaisantes sur les énergies renouvelables, l'hypothèse d'une mutualisation des actions peut être étudiée et mes méthodes employées à la BnF sont transposables à l'université.

Sur l'audit eau et tours aérorefrigérantes à la BnF (annexe 7)

Nous pensons que si les résultats sont décevants, les problématiques soulevées peuvent faire l'objet de travaux communs entre les deux institutions notamment en recherche.

### III. LES PROJETS A MENER ET A NOTRE MESURE

Nous pensons pouvoir mener de façon assez immédiate certains projets et notamment en tirant les conclusions des études qui sont présentées dans ce dossier.

3 axes nous semblent à privilégier :

- L'étude des comportements
- La sensibilisation
- Une opération de proximité : le tri sélectif du papier

#### 1. L'étude des comportements

De la plupart de nos travaux nous pouvons retenir que la question du développement durable ne s'est pas véritablement posée à l'université. Dès lors, jamais les services ni les personnes n'ont été interrogés sur leurs comportements quotidiens. Or, on le sait, le développement durable ne peut exister que si les gestes de chacun sont en permanence sous-tendus par une conscience environnementale. Il apparaît donc essentiel que chacun se pose des questions sur son comportement et cherche à le corriger. Il est aussi utile pour l'université de connaître les gestes de chacun pour communiquer sur le « bon geste environnemental ». Par exemple, la question de l'énergie passe par la mise en place de moyens techniques mais aussi par la nécessité, pour chacun, d'éteindre la lumière ou de fermer le robinet.

Un questionnaire sur l'énergie peut ainsi être envoyé à chacun sous la forme suivante :

	OUI	NON	Remarques
<b>Appareils électriques</b>			
Votre ordinateur a-t-il une veille programmée ?			
Eteignez-vous les appareils électriques (ordinateur, imprimantes...) quand vous partez le soir ?			
<b>Eclairages</b>			
Eteignez-vous la lumière dans la journée, quand vous n'êtes pas dans votre bureau ?			
Eteignez-vous la lumière quand vous partez le soir ?			
Êtes-vous satisfait de la qualité de l'éclairage ?			
<b>Chauffage</b>			
Réglez-vous le chauffage à une température adéquate ?			
Lorsque vous ouvrez la fenêtre, pensez-vous à éteindre le chauffage ?			
Etes-vous satisfait de la température dans les bureaux ?			
<b>Autres</b>			
Lorsque vous rencontrez un problème technique (éclairage, chauffage, fermeture des fenêtres...), alertez-vous rapidement le service technique ?			

Ce questionnaire devra certainement être étoffé, par exemple pour la mise en place du tri sélectif du papier. Il pourra aussi éventuellement être élargi aux étudiants.

Les modes de diffusion d'un tel questionnaire participent aussi à la politique de développement durable. Deux pistes sont à étudier :

- La diffusion électronique via l'Espace Numérique de Travail (ENT) à l'avantage d'économiser le papier ainsi que les frais de timbre. C'est certainement la meilleure solution pour toucher les étudiants qui, normalement, bénéficient tous d'une adresse électronique de l'université.
- La diffusion d'informations jointes aux bulletins de salaires est une voie souvent employée par l'université, elle a l'avantage de ne pas coûter en frais d'envoi mais cela nécessite que les personnels renvoie leurs réponses ce qui peut être une difficulté au regard d'une réponse par quelques « clics » de souris.

Enfin, il nous semble utile que les personnels et usagers puissent faire part de leurs remarques. Une boîte électronique pourrait permettre de les recueillir.

## **2. La nécessaire sensibilisation**

La sensibilisation des personnels et des usagers de l'établissement est une priorité fondamentale de la mise en place d'une politique de développement durable. Plusieurs moyens de sensibilisation sont envisagés :

La sensibilisation par l'organisation d'événements : afin de sensibiliser les personnels et étudiants, il nous semble que la communication événementielle est un moyen indispensable. Au-delà de la participation active de l'établissement à la semaine du développement durable organisée nationalement, il nous semble indispensable d'organiser chaque année une « JOURNEE PARIS 3D » autour d'une exposition et de conférences. Cette journée doit être organisée fin septembre / début octobre car les étudiants débutent leur année universitaire à cette période, les nouveaux personnels de l'université s'installent et cela permettrait de rappeler à chacun les gestes quotidiens du développement durable. Nous pourrions reprendre, pour la première journée, le thème de l'ECO-UNIVERSITE que notre association avait initié il y a trois ans et l'organiser avec le soutien de l'ensemble de l'université. C'est aussi un bon moyen pour faire connaître les filières et laboratoires qui travaillent sur l'environnement à l'université.

La sensibilisation par la diffusion d'informations : la diffusion d'informations est essentielle en ce domaine. Trois pistes nous semblent être suivies.

- La création d'une plaquette « PARIS 3 D » à destination des personnels de l'université et qui serait d'une qualité suffisante pour être gardée dans chaque bureau. A l'intérieur de cette plaquette, les grandes politiques de développement durable et les gestes essentiels doivent être rappelés.
- La création d'une plaquette « PARIS 3 D » à destination des étudiants. Usagers des bâtiments, des laboratoires ils doivent aussi être sensibilisés aux gestes durables...
- La création d'un site « PARIS 3 D » en lien étroit avec le site de l'université pour informer, sensibiliser, recueillir les doléances...

Notre association peut initier ces projets avec le soutien de l'université et des services de celle-ci.

### **3. Une action de proximité : le tri sélectif du papier**

De façon très concrète, nous souhaitons mettre en œuvre le projet de tri sélectif du papier tel qu'il est envisagé dans l'étude présentée en annexe 3.

En effet, dans des locaux tels que ceux de l'Université, cette matière est très utilisée et parfois de façon excessive (impression de mails, usage unique du papier, pas de réemploi de feuilles presque vierges...). La mise en place du tri du papier pourrait permettre d'économiser de la matière première (les arbres), mais également de limiter l'utilisation de l'eau (indispensable dans la fabrication de nouvelles feuilles de papier) ou encore d'utiliser moins d'énergie (la fabrication de nouvelles feuilles de papier étant plus consommatrice d'énergie que le recyclage du papier). De plus, le tri à la source, c'est-à-dire directement dans les bureaux, permet d'améliorer la quantité de papier recyclable par rapport à un tri réalisé de façon secondaire (à partir de déchets tout venant). Pour mettre en place une telle collecte, la connaissance du site test (que ce soit à l'échelle d'un service, d'un étage ou de bâtiments) est essentielle, cela afin de définir au plus juste les besoins et les attentes par rapport à un tel dispositif. La sensibilisation des agents est également un point fort dans la réussite d'une collecte sélective. Par ce projet mis en place d'abord sur le bâtiment des « Grands Moulins » nous pourrions faire entrer dans le quotidien de chacun le développement durable.

Eline BOULANGER et Lucie DANQUECHIN

### **Cadre et méthodologie de l'audit**

Notre mission, durant ce projet industriel, a donc été d'effectuer un audit énergétique sur le bâtiment des Grands Moulins (hors CROUS) du site de PRG afin d'identifier les actions à mettre en place afin de faire des économies de consommation d'énergie et donc de :

- diminuer l'impact de l'Université Paris Diderot sur l'environnement et respecter ainsi la démarche de développement durable,
- diminuer les dépenses liées à la consommation d'énergie.

Un diagnostic/audit énergétique consiste à réaliser suivant une méthode rigoureuse et systématique, une étude approfondie de la répartition des consommations d'énergie (éclairage, chauffage, climatisation...) sur un édifice. La finalité étant de :

- Etablir un bilan global des consommations énergétiques
- Détecter des gisements potentiels d'économie d'énergie
- Déterminer les actions et investissements

La méthode présente trois étapes : l'état des lieux, l'analyse des données et les préconisations.

### **A. Etat des lieux**

Cette étape consiste à faire l'évaluation totale du bâtiment. Il s'agit tout d'abord de déterminer quels types d'énergie sont utilisés (l'électricité pour l'éclairage, la climatisation, l'eau chaude sanitaire ECS et les appareils électriques, la chaleur pour le chauffage chaleur CPCU) et pour quels usages (chauffage, éclairage, climatisation...). Ensuite il est important de définir la gestion de ces énergies, les installations consommatrices d'énergie (type d'installation, période d'utilisation, ...) et d'observer les gestes quotidiens du personnel. Les caractéristiques physiques du bâtiment sont aussi étudiées, c'est-à-dire le type d'isolation au niveau des murs, du toit, des vitres, du sol et du plafond. La méthode adoptée repose sur des visites du site, renseignements auprès des différents services du site notamment le service technique et étude de documents (factures, DOE dossiers d'ouvrages exécutés, dossier de l'ADEME et de Campus Responsable).

#### **a. L'électricité**

Le site des Grands Moulins est fourni en électricité haute tension par EDF. L'électricité est convertie en basse tension au niveau d'un poste électrique situé sur le site. Afin de réduire la consommation en électricité (énergie réactive), il y a un déphasage phi de 0,8. Il n'y a qu'un compteur électrique pour le site. L'électricité, facturée au tarif vert A5 à la puissance atteinte : base LU (longue utilisation) : 4000-6000 h, 250 kW < Praccordement < 10000 kW, 5 périodes tarifaires (Heure Pleine d'Hiver, Heure Creuse d'Hiver, Heure Pleine d'Eté, Heure Creuse d'Eté et Pointe), est utilisée pour :

- L'Eclairage : Les Grands Moulins sont éclairés par :
  - tubes fluorescents (néons) dans les couloirs, le hall, les bureaux et la bibliothèque
  - ampoules fluocompactes pour les lampes individuelles de la bibliothèque et LED blanches pour les veilleuses des BAES (bloc autonome d'éclairage et de sécurité)
  - spots halogènes à l'entrée des Grands Moulins
  - éclairage supplémentaire dans de nombreux bureaux : lampes halogènes et lampes individuelles à ampoules incandescentes

Les sanitaires sont tous dotés de dispositifs d'éclairage automatique. Il y a une gestion centralisée du système d'éclairage des parties communes (couloirs, bibliothèques,...) : extinction automatique entre 6h et 21h30. L'éclairage naturel est optimisé par la présence de nombreuses fenêtres. On constate hélas que dans certains bureaux la lumière reste allumée alors qu'ils ne sont pas occupés...

- La Climatisation : Les sanitaires sont équipés de VMC ventilation mécanique contrôlée.

Les 2 salles de serveur dont une est située au service informatique sont équipées de ventilo-convecteurs électriques alimentés en eau glacée thermostatée par aérorefrigérant Europa 2 de CIAT placé sur le toit du bâtiment A. Sa puissance de refroidissement est comprise entre 50 et 1 500 kW. Il n'y a pas de climatisation dans les bureaux ni dans la bibliothèque.

- L'ECS eau chaude sanitaire : Dans chaque groupe de sanitaire (homme et femme), l'eau chaude des lavabos est chauffée par un ballon électrique de contenance 50 L. La température de l'eau qui sort des robinets des lavabos est tiède voire parfois froide. Les robinets sont à boutons poussoirs dans l'ensemble du bâtiment excepté à la présidence où il y a des mitigeurs.

- Les équipements électriques, la bureautique : Les équipements électriques présents sur le site sont variés : photocopieurs, imprimantes, ordinateurs = unité centrale et écran (plats et quelques cathodiques), fax, scanners, cafetières, réfrigérateurs, ascenseurs... On constate que certains ordinateurs n'ont pas de veille programmée.

## **b. La chaleur**

▪ Le chauffage : Les Grands Moulins sont chauffés à partir du réseau urbain de chaleur CPCU qui utilise différentes sources de chaleur : la valorisation énergétique des déchets (49 %), le gaz (27 %), le charbon (17 %), le fioul (7 %) et distribue la chaleur produite sous forme de vapeur ou d'eau chaude. Dans le cas des Grands Moulins, c'est de l'eau chaude à 110 °C. Le fluide est acheminé par des canalisations (le réseau de distribution) desservant les Grands Moulins équipés de 2 postes de livraison (les sous-stations). Au niveau de ces sous stations, l'eau chaude du réseau CPCU cède ses calories au fluide calorifique circulant dans les installations de chauffage des Grands Moulins par le biais d'un échangeur. C'est donc un réseau de chaleur qui fonctionne en circuit fermé. Le rendement de distribution du système de boucle d'eau chaude est de l'ordre de 95 %. La sous-station notée CPCU Nord dessert le bâtiment B (réseau nord), la puissance en service est de 418 kW. La sous-station notée CPCU\* Sud dessert le bâtiment A (réseau ouest et sud) et le bâtiment C (réseau est), la puissance en service est de 1 252 kW. Le CROUS est géré de façon indépendante. Chaque réseau est équilibré à l'aide d'une vanne TA, le réglage des températures se fait à l'aide d'un régulateur qui détermine une courbe de chauffe à partir de sondes extérieures. La société COFATHEC est chargée de la maintenance du réseau et notamment des purges des radiateurs. Il y a un réglage automatique du chauffage en fonction du jour et de la nuit et des jours de la semaine. La chaleur est distribuée par des radiateurs placés à des endroits où l'air circule, certains sont placés au niveau des murs extérieurs, sous les fenêtres. Les radiateurs peuvent être réglés manuellement, mais la température n'est pas facilement réglable. On peut ouvrir ou fermer le radiateur. La température ambiante dépasse légèrement 19°C.

▪ L'isolation thermique : L'isolation du bâtiment doit aussi être considérée car elle permet de réduire les consommations d'énergie (chauffage) et elle est source de confort. L'isolation thermique dépend de l'enveloppe du bâtiment, celle des Grands Moulins est la suivante :

Toit	- charpentes en bois et en béton, tuiles en ardoises
Mur	- béton à armature métallique épais de 70 cm
Sol	- dalle de béton, parfois parquet ou linoléum ou PVC
Plafond	- béton brut et doublé de plâtre avec parfois de la peinture vinylique blanche, panneaux acoustiques (laine de verre + tôle perforée)
Vitre	- fenêtre en double vitrage, les allèges vitrées sont en triplex

## **B. Analyse des données**

Elle repose sur l'exploitation et le traitement des données recueillies lors de l'état des lieux : calculs et interprétations de ces dernières pour mettre en évidence les améliorations à envisager. La partie la plus importante est de faire un bilan des consommations et des coûts en énergie. Le bilan énergétique consiste à faire l'évaluation totale du bâtiment et l'analyse de sa consommation énergétique. Les factures d'énergies de toutes catégories sont étudiées et compilées. Il est important de convertir toutes les unités de consommation pour uniformiser et comparées les données (en général en kWh/m<sup>2</sup>/an). Ce bilan représente la consolidation des consommations de toute forme d'énergie pour une période donnée (mois, année). Il comprend également l'évaluation des valeurs unitaire de consommations, en fonction des unités de superficie du bâtiment, ou autres références (nombre de personnes, nombre de bureau...). L'autre aspect de cette étape consiste à par exemple comparer les données obtenues avec celles des années précédentes ou celles des autres édifices de même nature afin de déterminer les améliorations à entreprendre. Ajouté au bilan des consommations, il est nécessaire de préciser le contexte dans lequel les relevés de consommation sont effectués :

- caractéristiques d'occupation (heure d'occupation des lieux) et les degrés d'occupation (pourcentage occupé de la superficie).
- Données climatiques (degrés en jours).
- Critère de conditionnement de l'air intérieur (température, humidité, niveau d'éclairage...).

et déceler les défauts dans les systèmes électriques, mécaniques ou sur le mode d'exploitation de l'édifice. Les informations recueillies lors de l'état des lieux doivent être ensuite analysées afin de déterminer s'il peut y avoir des améliorations à apporter (économie d'énergie).

### **a. Bilan des consommations et des coûts en énergie**

Pour avoir les coûts en énergie jusqu'en décembre nous nous sommes aidées des factures. On constate que la consommation en électricité est à peu près identique à celle en chaleur, de même que le prix de l'électricité est équivalent à celui de la chaleur. En analysant ces consommations, on observe que le chauffage représente la moitié de la consommation en énergie sur les Grands Moulins. Pour identifier la consommation électrique des différents usages (éclairage, bureautique, climatisation...), c'est plus difficile car le bâtiment est très grand et il nous manque notamment la puissance des climatiseurs et des ballons électriques. A partir du relevé des consommations électriques par tranche hors-saisonnière, on peut noter qu'il y a environ 35 % de la consommation mensuelle en électricité qui se passe la nuit (heure creuse), ce qui est très important, il serait intéressant de déterminer ce qui consomme la nuit (bureautique laissé sous tension, lumières non éteintes...). Afin de déterminer la consommation énergétique des Grands Moulins par m<sup>2</sup> sur un an, nous avons extrapolé la consommation en électricité et en chaleur de décembre à celle de janvier. La surface des Grands Moulins étant de 30000m<sup>2</sup> SHON, on obtient environ 100 kWh/m<sup>2</sup>/an.

## **b. Electricité**

Il n'y a pas de compteurs divisionnaires on ne peut donc pas déterminer quels sont les bâtiments les plus énergivores et y associer éventuellement les usages les plus consommateurs. Le contrat EDF des Grands Moulins est un contrat à la puissance atteinte. Ce contrat est établi pour la première année de fonctionnement d'un bâtiment. Ainsi selon les puissances mensuelles atteintes la première année, une puissance souscrite doit être choisie à la fin de la première année. Ainsi nous ne pouvons pas déterminer s'il existe des dépassements de la puissance souscrite durant l'année 2007 étant donné qu'elle n'est pas encore fixée.

- **L'Éclairage** : L'éclairage du bâtiment utilise des ampoules à économie d'énergie et les sanitaires sont dotés d'éclairage automatique, il n'y a donc pas lieu de modifier l'éclairage public. Mais concernant les lampes individuelles de bureaux, les ampoules ne sont pas à économie d'énergie (incandescentes ou halogènes). Ce sont des lampes qui sont issues du déménagement, certains bureaux n'ont pas de lampes individuelles. Le personnel des Grands Moulins nous a fait savoir qu'il aimerait avoir des lampes individuelles car la lumière néon fatigue les yeux lorsque l'on travaille longtemps sur l'ordinateur. Nous avons donc fait des recherches sur le net pour sélectionner des lampes individuelles à un coût attractif et respectueuses de l'environnement c'est à dire qu'elles soient recyclables et à économie d'énergie (ampoules fluo compactes). En ce qui concerne les BAES, les ampoules LED sont ce qui se fait le mieux actuellement, leur durée de vie est longue (50 000 h à 10 000 h) et elles sont peu consommatrices d'énergie (quelques watts). Ainsi la consommation électrique est réduite de 60 % par rapport à un BAES classique. Il aurait été intéressant de mesurer la luminosité afin de déterminer si elle est réglementaire. Dans certains couloirs des néons ont été supprimés, il serait donc possible d'en supprimer autre part notamment dans les couloirs. La gestion centralisée du système d'éclairage permet de faire des économies d'énergie notamment lorsque des pièces communes sont laissées allumées le soir par oubli. Le réglage est correct, il dépend de l'arrivée et du départ du personnel de ménage. D'autre part une sensibilisation du personnel à l'extinction de la lumière de leur bureau est nécessaire car on a remarqué qu'il y avait des bureaux inoccupés allumés.

- **La Climatisation** : N'ayant pas eu accès aux salles de serveur nous ne connaissons pas la puissance des climatisations ni leur emplacement. On ne peut donc pas déterminer s'ils consomment beaucoup et si leur emplacement est optimal.

- **L'ECS (eau chaude sanitaire)** : Le dimensionnement des ballons électriques présent dans les sanitaires est correct (50 L) car l'ECS n'est utilisé que pour les lavabos (lavage de main). Le réglage de la température de l'eau est correct car l'eau qui en sort est tiède. Les robinets sont à bouton poussoir donc cela permet de faire des économies d'eau et donc d'eau chaude.

- **Les équipements électriques, la bureautique** : N'ayant pas eu de réponse du bureau des marchés, nous ne savons pas si les achats des nouveaux équipements sont choisis en fonction de leur efficacité énergétique (Label Energy Star). Lors de nos visites nous avons recensés quelques équipements dont certains présentant le label Energy Star (ordinateurs de la bibliothèque). On a observé que certains ordinateurs ne présentaient pas de veille automatique et qu'ils restaient allumés le midi, il est donc important de sensibiliser le personnel à l'extinction des appareils électriques lorsqu'ils ne sont pas utilisés (midi et soir) et à la programmation de mise en veille.

## **c. Chaleur**

Au niveau de la sous station CPCU Sud, on a un compteur pour chaque réseau, c'est-à-dire un compteur pour le bâtiment C, un pour le bâtiment de l'accueil et un pour le reste du bâtiment A. On pourrait donc avoir la consommation en chauffage pour chaque bâtiment mais les personnes habilitées à réaliser les relevés de compteurs, additionnent la consommation des 3 compteurs.

- **Le chauffage** : En hiver la température ambiante des Grands Moulins est correcte car elle est proche de 19°C. Mais nous avons remarqués quelques dysfonctionnements, notamment au niveau de la Présidence où les tuyaux ne sont pas isolés, rendant les pièces surchauffées par le dégagement de chaleur provenant des tuyaux. Il est aussi important de sensibiliser le personnel à la fermeture des radiateurs lorsque la fenêtre est ouverte.

- **L'isolation** : Nous avons remarqués qu'une fenêtre et la porte d'entrée du bâtiment A étaient non jointes, il y a donc perte de chaleur. Nous pensons qu'il doit y avoir d'autres cas similaires dans les autres bâtiments. Le personnel doit être sensibilisé à alerter le service technique lors d'un dysfonctionnement technique. D'autre part on remarque que le bâtiment est massif (épaisseur des murs importante), fait de matériaux bruts (béton), et qu'il n'y a pas d'isolation thermique ainsi le coefficient de transmission surfacique des murs extérieurs est proche de  $1,67 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ .

## **C. Les premières préconisations**

Cette étape découle des précédentes et doit permettre de répondre aux problèmes décelés dans le but de diminuer les consommations d'énergies. Par exemple optimiser la production d'énergie (dans le cas d'un surdimensionnement des installations, ou autre), réparer ou changer certaines installations défectueuse qui provoque une perte d'énergie, utiliser des matériaux isolant, installer des ampoules de basse consommations, favoriser l'achat de matériel électrique labellisé (ordinateur, imprimantes, photocopieuse...), installer des multiprises pour arrêter totalement certain équipement en cas de non utilisation... L'audit ne préconise pas seulement des solutions pour réduire les consommations mais doit également examiner des substitutions d'énergie possibles notamment en recourant aux énergies renouvelables. Ces préconisations doivent être chiffrées, c'est-à-dire que le coût de ces actions et les économies engendrées doivent être estimées afin de déterminer si cela est rentable et sur quelle durée.

### Réduction de la consommation d'électricité

- Mettre en place des **compteurs divisionnaires** afin de faciliter le suivi des consommations d'électricité et ainsi de permettre d'identifier les points noirs et donc d'y remédier.
- Réaliser des **mesures de luminosité** dans les bâtiments afin de déterminer s'il n'y a pas des néons en trop.
- **Débrancher les appareils électriques** (ordinateurs principalement) afin de réduire la consommation en électricité durant les heures creuses (la nuit). Afin de faciliter l'extinction des appareils, mettre en place des **multi-prises** dans les bureaux.
- Acheter des **lampes individuelles** économes en énergie et si possible recyclables car les lampes individuelles actuelles ne sont pas à économie d'énergie. D'autre part tous les bureaux n'en sont pas dotés, or le personnel en réclame pour le confort visuel.
- A partir d'un questionnaire (cf. Annexe) sur les bon gestes à adopter, **sensibiliser le personnel** à l'extinction de l'éclairage de leurs bureaux lorsqu'ils ne sont pas utilisés ou lorsque la lumière naturelle est suffisante, à l'extinction des appareils électriques lorsqu'ils ne sont pas utilisés et le débranchement le soir des appareils si possible et la mise en veille des appareils électriques.

### Réduction de la consommation de chaleur

- **Relever** de façon **détaillée** la consommation de chaleur **de chaque réseau** pour la CPCU Sud, afin de faciliter le suivi des consommations en chaleur des bâtiments et ainsi de déterminer s'il y a des dysfonctionnements.
- **Isoler les tuyaux** d'eau chaude notamment au bâtiment A afin de réduire les pertes de chaleur et d'augmenter le confort thermique.
- **Isolation thermique** des murs extérieurs permettrait de réduire la consommation de chauffage
- A partir d'un questionnaire (cf. Annexe 4) sur les bons gestes à adopter, **sensibiliser le personnel** à la fermeture des radiateurs lorsque la fenêtre est ouverte et prévenir le service technique lors de dysfonctionnements techniques (réglage de radiateur, réparation de fenêtre, joints défectueux,...).

En ce qui concerne l'isolation et l'achat de compteurs divisionnaires et de multi-prises, il faudrait comparer l'investissement aux économies d'énergies qui sont engendrées afin de déterminer si cela est rentable à court, moyen ou long terme. D'autre part nous avons étudié la possibilité d'utiliser l'énergie solaire pour l'électricité mais le bâtiment étant très consommateur en électricité et ayant une surface de toiture et de façade faible, il ne semble pas utile de tenter le photovoltaïque. A l'issue de notre audit énergétique préliminaire, on observe des points positifs et négatifs. Les principaux points positifs du bâtiment sont le système d'éclairage à économie d'énergie (tubes fluorescents, ampoules fluocompactes, éclairage automatique dans les sanitaires) et l'utilisation de la chaleur issue de l'incinération des déchets pour le chauffage avec le réseau CPCU. Cette évaluation sur 2007 n'est pas complète et doit être poursuivie. Les principaux points négatifs du bâtiment sont l'absence d'isolation thermique des murs extérieurs, le suivi des consommations en énergie et les gestes du quotidien. D'autre part la durée du projet industriel étant assez courte et le bâtiment à auditer vaste, nous n'avons pas pu avoir toutes les informations utiles pour pouvoir réaliser un diagramme de répartition des consommations électriques par usage et pour connaître de façon détaillée la gestion des appareils électriques. A partir de ces informations manquantes, nous pensons qu'il existe d'autre potentiel d'économie d'énergie en plus de ceux que l'on a relevé. Grâce aux quelques préconisations proposées, l'université pourra les analyser afin de déterminer s'il est rentable de les mettre en place.

Nina LEGRAND, Anne-Sophie PERREE

Le développement durable ne peut exister et se traduire concrètement sans passer par l'éducation. La mise en place d'une politique de développement durable au sein d'une université va donc passer par l'intégration progressive de la responsabilité sociale et environnementale dans les programmes permanents d'enseignements ou de recherche et dans les activités administratives. Pour cibler les actions à développer pour chaque campus, il convient tout d'abord de réaliser un état des lieux de l'existant. Le nouveau campus est en activité depuis peu, ce qui nous pose un problème de pertinence de notre analyse. C'est pour cette raison que nous allons nous limiter au pré-diagnostic des bâtiments des Grands Moulins, bâtiments administratifs qui ont été les premiers en service. Les objectifs de ce pré-diagnostic sont d'obtenir une vue d'ensemble de ce qui est actuellement en place et de ce qui reste à faire. Ainsi ce pré-diagnostic permettra à l'université d'avancer dans l'intégration du développement durable dans sa politique et sa gestion en soulignant les points nécessitant un travail pour progresser.

## I/ CONTEXTE

### 1 L'UNIVERSITE PARIS DIDEROT 7 ET SON EMMENAGEMENT A PRG

#### 1.1 Histoire du déménagement

Le campus de Jussieu constitue un grand ensemble réparti entre l'université Paris 6, l'université Paris 7 et l'Institut de Physique du Globe de Paris. Le campus a été construit initialement pour accueillir 20 000 étudiants et aujourd'hui reçoit plus de 40 000 usagers. Suite aux difficultés liées à l'utilisation des locaux (laboratoires de recherche, locaux administratifs...) et au désamiantage du site, l'université Paris 7 s'engage dans un déménagement hors du site de Jussieu en 1995. En novembre 1996, l'ensemble des usagers de l'université et le conseil d'administration se prononce en faveur du déménagement sur le site Paris Rive Gauche. Ainsi la réhabilitation des Grands Moulins et de la Halle aux Farines et la construction de deux nouveaux bâtiments sont engagées.

#### 1.2 Le site de Paris Rive Gauche

Le site de Paris Rive Gauche se compose donc de quatre bâtiments :

- les Grands Moulins qui regroupent les locaux administratifs (services financiers, juridiques, personnels...) la Bibliothèque Universitaire, et le CROUS.
- La Halle aux Farines qui comprend des amphis et des salles de TD, un CROUS, le service social et d'aide aux étudiants et le relais handicap.
- Le bâtiment Buffon avec les locaux de l'administration et d'enseignement du premier cycle de Sciences de la Nature et de la Vie (S.N.V.), l'Institut Jacques Monod, l'UFR de Biologie et une animalerie.
- Le bâtiment Condorcet quant à lui comprend l'Administration et l'enseignement de l'UFR de Physique, Département des Sciences Exactes et Laboratoire ITODYS.

Nous avons consacré notre étude sur les bâtiments des Grands Moulins qui fut l'un des premiers à être mis en service. Nous nous consacrerons uniquement à ces bâtiments dans la suite du rapport.

### 2 LA CAMPAGNE DE MOBILISATION CAMPUS RESPONSABLE

#### 2.1 L'initiative

Alors que la Décennie de l'Education pour le Développement Durable (2005-2014), organisée par l'Unesco bat son plein, la société civile et le pouvoir public ont pris consciences que la démarche la plus appropriée pour modifier les comportements en ce sens est l'éducation, c'est-à-dire la formation des futurs professionnels. Face au retard pris par la France en matière de développement durable, une initiative rassemblant l'agence d'information positive Graine de Changement, des grandes écoles et universités françaises, ainsi que des partenaires (WWF, Comité 21, Cart'Com, Max Havelaar, ClimatMundi et Mobility) a vu le jour en septembre 2006 sous le nom de Campus Responsable. L'objectif premier de cette campagne de mobilisation est d'inciter et d'aider les établissements qui forment les dirigeants de demain à intégrer progressivement le développement durable à leurs programmes permanents d'enseignement et de recherche ainsi qu'à leurs activités administratives.

#### 2.2 Le site [Internet campusresponsables.com](http://campusresponsables.com)

Campusresponsables.com est un site d'outils et de ressources pour la mise en place d'une démarche de développement durable dans les établissements. Campus Responsable propose de diviser les engagements des campus en quatre thématiques :

- **stratégie et management :**

Engagement de la Direction au travers de sa politique générale et de ses relations avec ses différentes parties prenantes, qu'il s'agisse de les sensibiliser ou de les consulter sur les décisions les concernant.

- **politique sociale et ancrage territorial :**

Politique sociale concernant le personnel (diversité, parité, valorisation des compétences, etc.) et les étudiants (égalité des chances, aides aux handicapés, soutien des projets étudiants, etc.) ainsi que la participation du campus à des projets locaux et internationaux.

**- enseignement et recherche :**

Intégration des enjeux du développement durable à la formation initiale et continue (cours, stages et projets pour les étudiants, outils pédagogiques pour les enseignants), et le développement de la recherche sur les thèmes relatifs au développement durable (missions de conseil, partenariats de recherche, structures de veille et travaux publiés).

**- gestion écologique du campus :**

Prise en compte des impacts environnementaux directs du campus à travers la politique d'achats ou de transport, sur des sujets comme l'énergie, l'eau, l'air, les déchets et la biodiversité

### **2.3 Définition des impacts sociaux et environnementaux des campus**

Les domaines d'actions :

- **formation :** Le développement durable est le défi majeur de nos sociétés et l'éducation est la démarche la plus appropriée pour modifier les comportements. La formation des futurs professionnels, et notamment de ceux qui seront demain aux manettes des entreprises, est un enjeu essentiel.

- **sensibilisation :** La sensibilisation de toutes les parties prenantes internes et externes des campus aux enjeux du développement durable est un élément clé de progrès.

- **bâtiments :** Les bâtiments sont responsables de la consommation de près de 40 % des ressources naturelles (matières premières et énergie) et de 25 % des émissions de CO<sub>2</sub>. La construction durable permet de limiter l'impact des bâtiments des campus sur l'environnement.

- **énergie et réchauffement climatique :** En France, 78 % des émissions de gaz à effet de serre sont liées à la consommation d'énergie.

L'exploitation des énergies renouvelables en revanche ne donne pas lieu à de telles émissions, participant ainsi à la lutte contre le changement climatique.

- **gestion de l'eau :** Les besoins en eau de l'humanité augmentent deux fois plus vite que la population mondiale, il est donc important d'en maîtriser la consommation sur chaque campus afin de préserver cette ressource rare. Des dispositifs simples peuvent permettre d'économiser de l'eau et de l'argent.

- **gestion des déchets :** Nous produisons deux fois plus de déchets qu'il y a 40 ans avec près de 356 kilos de déchets par an et par habitant. La gestion de ces déchets est problématique car coûteuse en ressources naturelles rares. Tri et recyclage contribuent à rendre la planète plus propre.

- **achats :** Papiers, ampoules, ordinateurs, photocopieuses, alimentation, distributeurs automatiques font partie des produits qui ont un impact environnemental et social pouvant être facilement réduit par une politique d'achat responsable, privilégiant les articles peu gourmands en énergie et les produits issus du commerce équitable.

- **transports :** Les transports pèsent lourd dans notre empreinte écologique. Depuis 1990, les émissions de CO<sub>2</sub> dues aux transports ont bondi de 22 %. Transports en commun, covoiturage, sont des solutions pour limiter les émissions de CO<sub>2</sub> des campus.

Il convient de choisir les domaines d'actions les plus pertinents pour son campus.

## **II/ LE PRE-DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL**

Pour l'analyse environnementale des bâtiments des Grands Moulins, nous allons nous intéresser à tous les domaines d'actions proposés par [campusresponsable.com](http://campusresponsable.com) sauf celui des transports que nous n'étudierons pas en faisant l'hypothèse que le campus étant situé à l'intérieur de Paris, la quasi-totalité des usagers utilise les transports en commun, l'impact étant alors minime.

### **1 ACHATS RESPONSABLES**

Les achats responsables correspondent à une politique d'achats écologiques et/ou sociaux correctes. Pour l'intégrer dans un établissement tel qu'une université, il faut insérer dans les appels d'offre un certain nombre de critères ; mais ceux-ci ont tendance à créer une augmentation des prix. Afin de définir la politique d'achats responsables de l'université Paris Diderot 7, nous avons rencontré la responsable des marchés publics, Madame MONTORO. Après lui avoir présenté le contexte de notre étude, elle a accepté de répondre à notre questionnaire sur les achats responsables, questionnaire qui cherche à recueillir des informations sur un grand nombre de produits (bureautique (photocopieurs, ordinateurs, imprimantes...), papeterie (papiers, enveloppes, cahiers...), fournitures de bureaux, mobilier, éclairage, etc.). Le but de ce questionnaire est dans un premier temps de définir les caractéristiques à considérer lorsque l'on veut intégrer des valeurs écologiques lors des achats et connaître l'existence ou non d'écolabel officiel. Dans un second temps, le questionnaire cherche à mettre en évidence le caractère responsable des achats, mais cette fois-ci dans le sens gaspillage. Lorsque nous avons relancé Madame MONTORO, elle nous a expliqué qu'elle se trouvait confrontée à un problème de temps pour pouvoir répondre à ce questionnaire. En effet, celui-ci demande un grand nombre de recherches pour obtenir les différentes informations concernant les domaines d'achats évoqués précédemment. Il existe une réelle volonté de l'établissement de mettre en place des achats responsables. Ceux-ci ont d'ailleurs déjà débuté pour les achats de papiers et de mobilier en bois avec un critère de reboisement dans l'appel d'offre. Par ailleurs, en janvier 2009, l'université s'alliera avec deux autres établissements pour réaliser les achats et pourront donc plus facilement intégrer soit des critères environnementaux soit réaliser un paquet social pour une association ou un centre d'aides.

### **2 DECHETS**

Une bonne gestion des déchets passe dans un premier lieu par une présence suffisante sur le site de poubelles mais aussi par la mise en place du tri sélectif afin de confronter les usagers de l'université à une action bénéfique à l'environnement.. Les Grands

Moulins ne possédant pas de laboratoires, il n'y a pas de déchets dangereux. En ce qui concerne les déchets verts, ils ne sont pour le moment soumis à aucune gestion puisque les espaces verts ne sont pas encore installés. L'ensemble des déchets est collecté par une société privée (CRR) par contrat. Notre entretien avec M. Boucher, nous a permis de réaliser qu'il était difficile d'estimer la production de déchets sur le site, celui-ci étant en service depuis trop peu de temps. Le tri sélectif n'est pas encore mis en place sur le site, le projet étant pourtant bien avancé puisque les poubelles nécessaires au recyclage ont déjà été achetées. Cependant, les nouveaux bâtiments manquent de locaux disponibles pour procéder au stockage des conteneurs. Ces locaux doivent être assez grands et à proximité d'un axe routier afin de limiter les frais de la collecte.

### **3 EAU ET ENERGIE**

Pour réaliser un bon diagnostic environnemental au niveau de l'eau et de l'énergie, il est nécessaire de procéder à une étude des consommations de l'établissement (dans notre cas essentiellement sur les bâtiments des Grands Moulins). Nous nous sommes donc adressées au service financier à Madame BAZE. L'analyse des informations récoltées sur les factures a mis en évidence des lacunes importantes. En effet, les bâtiments de l'université Paris Diderot 7 sont entrés en activité aux mois d'avril-mai, donc il y a moins d'un an. De plus, cette période comprend les mois d'été où l'université fonctionne au ralenti et la poursuite des travaux sur le site qui réclame une consommation en eau et en énergie supplémentaire. Nous sommes donc arrivées au fait que l'analyse des consommations ne soit pas réalisable et devra être faite d'ici un an. (Voir étude Audit Energie)

#### **3.1 Eau**

L'université fait effectuer par la société COFATEC, le suivi des compteurs de consommation et du réseau d'alimentation. Les contrôles se déroulent de façon hebdomadaire afin de pouvoir prévenir les fuites. Notre étude portant sur les bâtiments des Grands Moulins, nous n'avons pas identifié de postes de grands consommateurs d'eau puisqu'il n'y a aucun laboratoire sur cette partie du site. Nos observations sur ces bâtiments ciblent essentiellement les robinets économes qui sont mis en place dans les toilettes et les chasses d'eau. L'utilisation de robinets économes passe ici par des boutons poussoirs dans une majorité des toilettes qui visent à éviter que des robinets ne coulent pour rien. Par contre, les chasses d'eau libèrent un trop grand volume d'eau et pourraient être réglées pour un volume adapté c'est-à-dire moins de 6 litres.

#### **3.2 Energie**

Les bâtiments des Grands Moulins utilisent pour le chauffage le réseau d'eau surchauffé par CPCU (Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain) utilisant la chaleur issue de l'incinération des déchets. L'électricité provient de la centrale nucléaire de Nogent sur Seine. Dans les bâtiments administratifs des Grands Moulins, il n'y a que deux postes qui se distinguent en consommation d'énergie : le CROUS et l'informatique au 7<sup>ème</sup> étage par l'utilisation d'une climatisation pour les ordinateurs. L'établissement a de plus mis en place un certain nombre de systèmes afin de limiter sa consommation d'énergie. L'éclairage est constitué de tubes fluorescents (néon et ampoules fluocompactes pour les lampes de la bibliothèque). Enfin, il existe également des dispositifs d'éclairage automatique dans les sanitaires. Au niveau du chauffage, on a remarqué que les locaux étaient surchauffés malgré le réglage automatique du chauffage en fonction du jour et de la nuit et des jours de la semaine. (Voir étude Audit Energie)

### **4 BATIMENTS**

Le développement durable doit être également pris en compte au niveau des bâtiments au moment de sa construction et pour son exploitation. Nous avons donc pris contact avec Monsieur LASSE au niveau du service architecture qui nous fournit un certain nombre d'informations en renseignant notre questionnaire. Le bilan de la partie concernant la construction nous a montré qu'il n'y avait pratiquement rien de mis en place. En effet, les projets de rénovation n'ont pas intégré de critères écologiques dans ces appels d'offre par le biais de l'utilisation de matériaux à grande inertie thermique, ou encore l'utilisation de ressources renouvelable. Par ailleurs, l'université ne dispose pas de bâtiments certifiés Haute Qualité Environnementale (HQE). Dans la seconde partie correspondant à l'exploitation de ces bâtiments, l'établissement n'a pas réalisé de bilan carbone ou d'audit énergétique. Par contre, les bâtiments procèdent à un suivi régulier des consommations d'eau et d'énergie à l'aide d'une entreprise. Ce suivi permet de prévenir d'éventuelle fuite et permet ainsi donc d'éviter certains gaspillages.

### **5 POLITIQUE SOCIALE ET ENGAGEMENTS DE L'ETABLISSEMENT**

L'université Paris Diderot 7 possède un retard important sur sa politique d'engagements au niveau du développement durable puisqu'elle n'a adhéré à aucun programme tel que l'agenda 21 ou encore la charte de la diversité. Les seules sensibilisations existantes sur le développement durable passent par l'organisation de conférences sur des thèmes environnementaux et des travaux réalisés par les étudiants de l'IUP Génie de l'environnement, membres de l'association Impact Environnement. Au niveau de sa politique sociale, l'université est à ses débuts avec la création ces dernières années de l'observatoire de la vie étudiante et de l'égalité des chances. Nous avons également appris par Madame CHARTIER de l'observatoire de l'égalité femme-homme ce qui avait été mis en place dans le cadre de la mixité à l'université. Les bâtiments de PRG sont bien équipés selon la réglementation française pour l'accueil des handicapés. Par ailleurs, il existe des groupes d'étudiants aidant dans leurs démarches ces étudiants handicapés.

## **6 FORMATION ET RECHERCHE**

### **6.1 Formation**

Actuellement, l'université dispense des cours relatifs au développement durable dans le cadre d'unité d'enseignement optionnelle. De plus, Paris 7 comprend quelques formations en environnement :

- IUP Génie de l'environnement et de l'industrie (UFR STEP),
- Master Sciences et Génie de l'environnement (UFR de Chimie),
- Un cursus pour géographes en aménagement du territoire (UFR GHSS).

Enfin, l'université aide les projets étudiants par le service CSIE qui fournit des moyens de fonctionnement et des locaux aux étudiants. L'université cherche également à faire reconnaître en ECTS l'engagement des étudiants dans certain projet.

### **6.2 Recherche**

L'université doit disposer d'une structure de recherche sur ces thèmes (centre de recherche) et inciter les chercheurs à développer des travaux en matière de développement durable. Ce qui n'est pas le cas. Seuls des travaux de recherche en environnement existent dans les UMR.

## **7 SENSIBILISATION ET ATTENTES DES USAGERS DE L'UNIVERSITE**

Afin d'obtenir un aperçu de la sensibilisation et des attentes au niveau du développement durable des usagers des Grands Moulins, nous avons diffusé à une dizaine de personnes un questionnaire : « votre campus et le développement durable » rassemblant des étudiants, des membres du personnel de l'administration et des bibliothécaires.

Le questionnaire se décompose en trois parties :

- Le développement durable selon vous ? : demande de définir la notion de développement durable et son concept.
- Que fait votre campus en matière de développement durable ? : cherche à connaître le degré de sensibilisation au développement durable au sein du campus de la personne interrogée.
- Que pourrait faire votre campus en faveur du développement durable ? : demande à la personne interrogée d'évaluer l'importance des améliorations possibles en matière de développement durable.

### **7.1 Le développement durable selon vous ?**

La notion de développement durable est bien intégrée dans le vocabulaire des différents usagers. En effet, ce sujet est régulièrement utilisé par les médias visuels ou papiers. Cependant, le développement durable n'est pas une notion qui a été abordée au sein même du campus. Les actions des différents usagers pour l'environnement passent essentiellement par le tri sélectif, l'achat de produits biologiques ou provenant du commerce équitable ou bien encore l'utilisation des transports en commun.

### **7.2 Que fait votre campus en matière de développement durable ?**

Les différentes personnes interrogées trouvent toutes qu'il existe de nombreux gaspillages sur le campus, notamment par un chauffage excessif des locaux. Aucune des personnes n'a entendu parler de développement durable sur le campus et estiment qu'il est nécessaire de mettre en place une meilleure communication sur ce sujet.

### **7.3 Que pourrait faire votre campus en faveur du développement durable ?**

A chaque question la personne interrogée fournit une note allant de 1 à 4 (1=pas important, 2=peu important, 3=assez important, 4=très important). Après avoir fait une moyenne pour chaque question, nous sommes arrivées à ce classement :

- Les domaines très importants pour les usagers (3,5 à 4/4) :
  - o Consommation d'énergie et des ressources naturelles (eau, électricité...) soit contrôlée et si possible réduite ;
  - o Améliorer et développer les services de recyclage du campus.
- Les domaines importants (3 à 3,5/4) :
  - o Réduire et compenser les émissions de CO2 du campus;
  - o Mettre en place une politique d'achats éthiques pour l'ensemble du campus ;
  - o Favoriser l'accès du campus par des moyens pas ou peu polluants ;
  - o Offrir plus de bourses aux étudiants à faible revenu ;
  - o Encourager l'achat d'énergies renouvelables (solaires, éoliennes...);
  - o Créer des cours obligatoires pour tous sur le développement durable et/ou sur les thèmes qui lui sont rattachés.
- Les domaines assez importants (2 à 3/4) :
  - o Améliorer la coopération Nord/Sud à l'aide de programmes de solidarité international ;
  - o Faire en sorte que les événements se déroulant sur le campus intègrent des critères environnementaux ;
  - o Verdir le campus ;
  - o Faire en sorte qu'il y ait des programmes d'alimentation biologique et/ou locale dans les lieux de restauration du campus.

D'après cette partie du questionnaire, les usagers du campus attendent tout d'abord de leur établissement qu'il s'implique dans des domaines techniques (eau, énergie...) dans le cadre du développement durable.

## **III/ BILAN DU PRE-DIAGNOSTIC**

Après avoir présenté les points forts et les points faibles de notre campus en matière de développement durable, nous proposerons dans une seconde partie un plan d'action à mettre en place.

## 1 IDENTIFICATION DES POINTS FAIBLES ET FORTS PAR ENJEUX

DOMAINES D' ACTIONS	POINTS FAIBLES	POINTS FORTS
<b>ACHATS RESPONSABLES</b>	- pas de politique formalisée d'achat responsable	- projet de se regrouper avec d'autres établissements pour faciliter les commandes responsables ou la réalisation de paquets sociaux - Prise en compte actuelle du critère de reboisement lors de l'achat de mobiliers en bois et de papier - réelle volonté du responsable des achats d'intégrer des critères écologiques et sociaux
<b>DECHETS</b>	- gestion non séparée des différents déchets	- un nombre suffisant de poubelle sur le site - études préliminaires déjà effectuées pour la mise en place du tri sélectif + achat des poubelles
<b>EAUX</b>	- Forte consommation d'eau au niveau des chasses d'eaux	- robinets économes dans les sanitaires - suivi régulier des consommations
<b>ENERGIES</b>	- surchauffage des locaux - pas de source d'énergie renouvelable	- utilisation d'ampoules fluocompactes dans la bibliothèque - éclairage automatique des sanitaires, CPCU - contrôle régulier des consommations
DOMAINES D' ACTIONS	POINTS FAIBLES	POINTS FORTS
<b>BATIMENTS</b>	- aucune prise en compte de l'environnement lors de la réhabilitation du site (certification HQE, énergie renouvelable)	- Suivi régulier des consommations garantissant une bonne gestion des bâtiments
<b>POLITIQUE SOCIALE ET ENGAGEMENTS</b>	- aucun engagement de l'établissement dans des programmes pour le développement durable (Agenda 21, Charte de la diversité)	- équipements pour les handicapés - volonté d'une parité - observatoire de la vie étudiante et de l'égalité des chances - organisation de conférences par Impacts Environnement
<b>FORMATION ET RECHERCHE</b>	- pas de pôle recherche consacré à la problématique environnementale	- Existence de formations dans l'environnement - Recherche en environnement dans les UMR

## 2 PROPOSITION D'UN PLAN D'ACTION PAR ORDRE DE PRIORITE

Voici un certain nombre de mesures simples mais nécessaire, peut-être coûteuses mais efficaces qui vont permettre d'affirmer davantage l'engagement de l'université dans une politique de développement durable. Nos propositions sont présentées par ordre de priorité dans la numérotation des actions mais également des enjeux.

<b>1. Gestion des déchets</b>	1. Sensibiliser les usagers notamment sur la consommation de papiers et les encourager à mettre e place de bonnes habitudes (utilisation du recto-verso, des feuilles utilisées en brouillon...).
	2. Encourager l'achat de produits recyclables, ou de produits comportant moins d'emballage.
	3. Trouver un local pour le stockage et la collecte pour mettre en place le tri sélectif.
	4. Procéder à un audit déchet pour quantifier la production des déchets et les postes générant ou « gaspillant » le plus.
<b>2. Achats responsables</b>	1. Participer au passeport des Eco-produits proposés par l'ADEME.
	2. Formaliser une politique des achats responsables par l'université.
	3. Favoriser l'achat de produits labellisés Ecolabel <sup>2</sup> .
	4. Encourager le rassemblement avec d'autres établissements pour faciliter l'intégration de critères environnementaux lors des commandes ou la création de paquets sociaux.
<b>3. Politique</b>	1. Définir formellement une politique de développement durable en décrivant la stratégie de l'université et la diffuser à tous les acteurs du campus.
	2. Adhérer à des initiatives volontaires officialisant son engagement : Comité 21, Pacte Mondial, etc.
	3. Rédaction d'un rapport annuel rassemblant les initiatives, les points forts et de progrès de l'université

<sup>2</sup> Les produits labellisés Ecolabel comportent le symbole d'une fleur. Ils répondent à des critères écologiques stricts et à des critères de performance rigoureux.

	et les améliorations mises en place ou en cours durant l'année.
	4. Créer un tableau de bord des actions du développement durable avec échéancier et indicateurs.
	5. Encourager la poursuite des observatoires de la vie étudiante et de la mixité pour permettre la mise en place d'actions concrètes et efficaces.
<b>4. <u>Energie</u></b>	1. Régler le chauffage des bâtiments. Les services administratifs sont surchauffés.
	2. Opter pour des produits électriques labellisés « Energy Star ».
	3. Généraliser l'utilisation de capteurs de présence pour l'éclairage dans les zones peu fréquentées telles que les sanitaires.
	4. Fixation de quotas dans la consommation d'énergie pour encourager la réduction de la consommation et mettre en place un système de reporting pour sensibiliser tous les acteurs de l'établissement
	5. Etudier les possibilités de mettre en place des énergies renouvelables sur les bâtiments (panneaux solaires).
<b>5. <u>Eau</u></b>	1. Régler le débit des chasses d'eau des sanitaires qui est trop abondant actuellement. De réelles économies sont possibles sur ce point.
	2. Audit eau pour localiser les postes les plus consommateurs d'eau sur l'ensemble du campus.
	3. Prévoir lors de la mise en route des espaces verts des récupérateurs d'eau de pluie pour l'arrosage et l'entretien.
<b>6. <u>Sensibilisation</u></b>	1. Mettre en place des programmes de sensibilisation sur les bonnes pratiques en matière de gestion de l'eau, des déchets et de l'énergie vis-à-vis du personnel et des étudiants (affiches, système de reporting...).
	2. Soutenir les actions des associations universitaires environnementales (conférences, etc.).
<b>7. <u>Recherche et Formation</u></b>	1. Mettre en évidence les attentes des étudiants en matière de formation environnementale (enquêtes, etc.).
	2. Création d'un pôle de recherche consacrée au développement durable.
	3. Mettre à la disposition des étudiants des UE libres sur le thème du développement durable.
<b>8. <u>Bâtiments durables</u></b>	1. Effectuer un bilan carbone de PRG qui pourrait permettre de limiter les émissions de carbone de l'université en identifiant les grands producteurs de CO2.
	2. Atteindre des cibles HQE pour les nouveaux bâtiments.

Concernant les mesures à prendre sur les bâtiments, nous avons conscience de leurs coûts ; mais leurs mises en place permettraient de souligner l'excellence de Paris 7 en matière de développement durable.

### *CONCLUSION*

Le pré-diagnostic environnemental des bâtiments administratifs des Grands Moulins à Paris Rive Gauche a permis de mettre en évidence des lacunes en ce qui concerne la gestion écologique des bâtiments. En effet, aucune politique n'a encore été formalisée et peu d'actions ont été menées. Cependant, comme nous l'avons remarqué durant ce projet et écrit dans ce rapport, il existe une réelle volonté de s'investir dans une démarche de développement durable, avec des initiatives déjà existantes pour le tri sélectif ou encore les achats responsables. En ce qui concerne la gestion sociale de l'université, il existe de réelles mesures avec l'existence de l'observatoire de la vie étudiante et de l'égalité des chances ou encore celui de l'égalité femme homme. Malgré un constat général assez décevant, il est possible d'apporter de nombreuses améliorations en mettant en place un certain nombre d'actions. La plupart de ces actions sont simples à mettre en œuvre. Un comité de pilotage qui va être chargé d'étudier notre bilan et nos propositions d'améliorations pour permettre la mise en place d'actions concrètes.

### ANNEXE 3 : Le tri sélectif du papier à PRG

Meaume-Berthet Allyriane et Marcq Nicolas

Une **collecte sélective du papier** peut être un moyen efficace d'économiser les matières premières et de contribuer au **développement durable**. Pour cela, nous avons étudié les différentes étapes utiles à la réalisation d'une collecte sélective de papier sur l'Université (poubelles spécifiques, modalités de collecte, ramassage) ; nous avons de plus contacté l'ensemble des personnes qui pouvaient intervenir sur la mise en place d'une telle collecte. La **sensibilisation** des agents a également été intégrée au cas d'étude. La mise en place de la politique de développement durable au sein de l'Université Denis Diderot passe par de nombreux aspects : la gestion des déchets bien sûr mais également la maîtrise l'énergie avec la réduction de la consommation de matières fossiles, ou encore l'amélioration des constructions (meilleure isolation des bâtiments, aménagement raisonné, ...). L'amélioration de la prise en compte de ces aspects environnementaux au sein de l'Université devrait permettre de faire de l'Université Denis Diderot, un établissement plus respectueux de l'environnement. Nous nous sommes intéressés à la problématique des déchets et notamment du tri à la source et nous nous sommes attachés à trouver des solutions pour mettre en place cette collecte (poubelles adaptées, aménagement du ramassage au sein des bureaux ou encore modalités de la collecte). Nos contacts nous ont permis de fixer le lieu pour le test de la mise en place de cette collecte. Après la présentation de l'Université Denis Diderot et de notre problématique, les lieux test pour la mise en place de cette collecte seront détaillés. Les différentes solutions possibles permettant une collecte efficace et la moins contraignante possible pour les différents acteurs seront présentées. Enfin la sensibilisation du personnel, partie prenante de la réussite du projet, sera détaillée (affiche, distribution des corbeilles avec sensibilisation).

#### **PRISE DE CONTACT ET ORGANISATION DES VISITES DANS LE BATIMENT DES GRANDS MOULINS**

##### *Les enjeux de la mise en place du tri du papier à la source*

Parmi tous les aspects qui entrent en jeu dans la notion de développement durable, nous avons choisi de nous intéresser à la problématique déchets et notamment au tri du papier. En effet, dans des locaux tels que ceux de l'Université, cette matière est très utilisée et parfois de façon excessive (impression de mails, usage unique du papier, pas de réemploi de feuilles presque vierges...). La mise en place du tri du papier pourrait permettre d'économiser de la matière première (les arbres), mais également de limiter l'utilisation de l'eau (indispensable dans la fabrication de nouvelles feuilles de papier) ou encore d'utiliser moins d'énergie (la fabrication de nouvelles feuilles de papier étant plus consommatrice d'énergie que le recyclage du papier). De plus, le tri à la source, c'est-à-dire directement dans les bureaux, permet d'améliorer la quantité de papier recyclable par rapport à un tri réalisé de façon secondaire (à partir de déchets tout venant). Pour mettre en place une telle collecte, la connaissance du site test (que ce soit à l'échelle d'un service, d'un étage ou de bâtiments) est essentielle, cela afin de définir au plus juste les besoins et les attentes par rapport à un tel dispositif. La sensibilisation des agents est également un point fort dans la réussite d'une collecte sélective.

##### *Les personnes contactées*

Afin de définir de façon plus précise le sujet de notre cas d'étude intitulé "Développement Durable", nous avons pris rendez vous avec Mme Monique Halary, chef du service Sécurité du travail de Paris 7. Il ressort de cet entretien que la mise en place d'un tri sélectif du papier sur le site de la reprographie Paris 7 sur Jussieu ainsi que sur le site de Paris Rive Gauche est une priorité. A la connaissance de Mme Monique Halary, aucune étude sur ce thème n'était en cours (voir informations données par M. Gérard Boucher). Nous avons donc pris contact avec M. Claude Chartres afin de voir avec lui les modalités possibles de la collecte sélective. La sensibilisation des agents apparaît très importante dans la réussite d'une telle collecte. Des affiches de sensibilisation, disposées dans certains lieux de passage, permettraient d'informer les agents de cette nouvelle collecte.

Pour avancer dans la mise en place de la collecte, nous avons rencontré le Secrétaire Général de l'Université, M. Jean Narvaez et M. Sylvain Fourmond. A leur connaissance, il n'existait pas de projet de mise en place du tri sélectif du papier sur le site de l'université Denis Diderot. L'entretien s'est alors orienté vers les actions à entreprendre pour mettre en place la collecte sélective. Dans un premier temps, il s'est avéré nécessaire de quantifier les besoins en termes de nombre de poubelles. En effet, il semble indispensable que chaque agent ait à sa disposition immédiate une poubelle à tri sélectif pour la bonne marche du projet. De plus, il semble nécessaire de placer des bacs de contenance supérieure à proximité des points générateurs de papier (photocopieurs, imprimantes partagées). Il est donc nécessaire de situer et comptabiliser les besoins. Mme Gaby Fossier nous a rejoint lors de l'entretien et nous a offert son aide pour la réalisation de cette partie du projet.

Grâce à l'aide de Mme Gaby Fossier, nous avons pu visiter l'ensemble des services centraux de l'Université présents dans le bâtiment des Grands Moulins ainsi que la Bibliothèque en deux jours. Les visites permettaient de présenter le contexte dans lequel se faisait notre étude ainsi que de quantifier le nombre de poubelles nécessaires à la mise en place du tri sélectif du papier. Cette démarche participe donc à la fois de la logistique à mettre en place et de la sensibilisation des agents. Les entretiens se déroulaient sur 20 minutes et permettaient de définir les flux plus ou moins importants en fonction des services (**Présidence, Relations Internationales, Formation des Personnels, Archives, Service, Financier, Service du Personnel, Service Système et Réseaux, Scolarité, Reprographie, Cadre de vie, Sécurité, SCUIOP, Secrétariat Général, Service Juridique, Bibliothèque**)

Suite au rendez vous avec M. Gérard Boucher et M. Jean-Pierre Frangi, il s'avère que la quantification des besoins par bâtiment ou service va devoir être faite. Cependant, dans le cadre de notre cas d'étude, nous nous limiterons à l'étude faite sur le bâtiment des Grands Moulins.

## L'ORGANISATION DU TRI DU PAPIER

Durant notre cas d'étude, nous avons pu voir que différents types de poubelles pour le tri du papier existaient. Cependant, certains systèmes sont plus pratiques que d'autres. Deux systèmes ont été retenus par M. Gérard Boucher. Pour permettre une bonne collecte, la mise à disposition pour l'ensemble du personnel d'une corbeille spécial papier est indispensable. En effet, le geste doit être facilité par la proximité directe d'une corbeille au pied du bureau pour garantir l'efficacité du système. Un minimum de changement est ainsi nécessaire pour permettre la mise en place rapide de la collecte

### Les deux modèles de poubelles en plastique

- La Corbeille Burocity

Pour mettre en place le tri du papier dans les bureaux de l'administration centrale, il faut investir dans une poubelle plastique. Ce modèle de poubelle permet de n'avoir qu'une poubelle au pied de chaque bureau car elle dispose d'un bac pour les déchets autres que le papier et un bac spécial papier.



L'insert permet aux personnes qui collectent dans les bureaux de ne vider que les déchets résiduels sans avoir besoin de transporter l'ensemble de la poubelle jusqu'au chariot de collecte. Lors de la vidange du bac spécial papier, il est possible de ne transporter que le bac jusqu'au lieu où se trouve le chariot

La poubelle possède en outre deux fentes qui permettent de limiter les erreurs de tri avec une forme de fente bien spécifique au papier (assez fine et de grande longueur) et une fente

ronde qui permet de jeter les bouteilles

La poubelle présentée ci-existants sur le marché.

<http://www.paprec.com/>

années  
Polypropylène injecté

dessus est un des modèles

Fournisseur : PAPREC

Site web :

Tarif : 21€/poubelle

Durée de vie estimée : plusieurs

Potentiel écologique :

recyclé

Capacité : 30 litres, répartis en 11 litres déchets ménagers et 19 litres déchets papiers.

Délai de livraison : 5 semaines

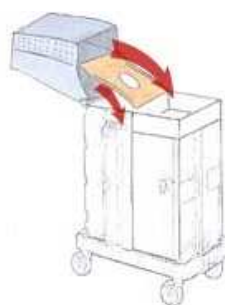


- La R 14 000



Du même type que la corbeille burocity, la corbeille R14000 de Plaxer présente l'avantage d'être conçue afin de permettre une vidange en une seule levée, comme présenté sur le schéma ci-dessous. Elle est en outre plus légère, facilitant encore son utilisation pour le personnel chargé de la collecte. Le stockage du papier est également fait à plat.

La poubelle présentée ci-dessus est un des modèles existants sur le marché.



Fournisseur : PLAXER

Site web : <http://www.plaxer.fr/fr/environnement.html>

Tarif : 23.90€/poubelle

Durée de vie estimée : plusieurs années

Potentiel écologique : PP Polypropylène recyclable

Capacité : 30 litres, répartis en 4 litres déchets ménagers et 16 litres déchets papiers. Poids : 1.9 kg

- Coexistence des deux modèles

Les deux modèles de corbeille présentés seront amenés à coexister au sein de l'université. Leur fonctionnement similaire, au niveau de la structure de la corbeille (un bac séparé pour le papier) leur permet de cohabiter sans adaptation du matériel de collecte.

### ***La collecte par les agents d'entretien***

#### **A l'intérieur des bâtiments**

Le tri sélectif du papier et sa récupération par les agents de l'entretien sont déjà stipulés dans le Cahier des Charges Techniques Particulières. La société C.R.R. est la société qui intervient déjà sur le site de Paris Rive Gauche. Le tri étant effectué à la source (poubelle spécifique de tri à disposition de tous les agents), le personnel du service de ménage serait à même d'effectuer la collecte et de reverser les déchets dans les containers associés.

#### **Dans les parties communes de l'Université**

Pour les parties communes (couloirs, espaces extérieurs, ...), M. Boucher envisage la mise en place de poubelles avec deux ouvertures qui permettraient le tri des déchets (papier et autres déchets). Pour ce faire, il recherche actuellement les modèles qui pourraient correspondre à sa demande. Lors de notre entretien, nous avons pu indiquer à M. Boucher que nous connaissions un modèle de poubelle de ce type. Nous avons donc fait des recherches (notamment dans les centres commerciaux qui disposaient de ce modèle de poubelle) et avons fait part de ces informations dans un mail le 27 novembre (M. Boucher étant en congé). La société que nous avons trouvée est la société VENETA PLASTICA (<http://www.venetaplastica.com>). Parmi les modèles qui sont disponibles, c'est le modèle TRIBIN SPECIAL (avec trois secteurs d'une capacité de 40 litres chacun) ou le modèle TRIBIN SECURITY (qui permet de voir l'intérieur du sac poubelle) qui répondent le mieux à la demande de M. Boucher. Des modèles à deux secteurs existent au centre commercial de Carré Sénart 77.



#### ***La récupération des papiers triés***

La collecte des papiers triés se ferait par la société C.R.R. (Centre Régional de Récupération), déjà présente sur le site. Cette société possède une filière de traitement officielle. Elle propose des services de gestion globale des déchets, et présente l'avantage d'avoir un interlocuteur unique pour tous les types de déchets. Cela permet notamment d'avoir plus de visibilité sur la maîtrise des coûts, ainsi que de pérenniser les avantages sur la sécurité et l'environnement.

#### ***Quantification des flux de papier***

L'objectif de cette collecte est d'estimer la quantité de papier qui est jetée communément par les agents. En nous basant sur ces chiffres, on obtient une quantité de déchets papier de **80kg/personne/an dans les bureaux, et 63kg/personne/an dans les laboratoires.**

Néanmoins, ces chiffres, s'ils sont corrélés aux valeurs communément admises dans le monde du travail, sont imprécis. En effet, les flux ne sont pas constants et une campagne devrait être organisée sur le long terme pour quantifier précisément ces flux. De plus, cette collecte ayant été effectuée pendant la période de grève, l'organisation du travail a pu être perturbée et par conséquent le flux de papier jeté est certainement minoré.

#### **LA SENSIBILISATION DU PERSONNEL**

Dans un projet de mise en place d'une nouvelle collecte au sein de l'Université, la sensibilisation est un des facteurs déterminant pour la réussite du projet. Celle-ci intervient aux différentes étapes de la mise en place de la collecte.

#### ***Avant la mise en place du tri***

La sensibilisation, même avant le début de la collecte sélective permet de voir si les agents des différents services sont sensibilisés aux problèmes environnementaux et si ils seront de bons acteurs dans le projet. Un premier aperçu peut être obtenu lors de la quantification des besoins en poubelles. Lors de notre passage dans les services de l'administration des Grands Moulins, nous avons pu sentir au travers des entretiens que l'ensemble des chefs de service ou même certains agents que nous avons rencontrés étaient très favorables au projet. On peut noter que la mise en place du tri sélectif au domicile des agents facilite la mise en place du tri sur le lieu de travail, les agents étant déjà sensibilisés aux méthodes et enjeux du tri.

### ***Au moment de la distribution des corbeilles***

Lors de la distribution des poubelles dans les différents bureaux, il sera nécessaire de rappeler les consignes de tri aux agents et éventuellement de recueillir leurs questions ou remarques sur l'organisation de la collecte. Des affichettes seront également placées sur les mains courantes afin d'informer et de communiquer sur les enjeux et l'importance du tri sélectif.

#### *Dans le temps...*

Pour être efficace, cette collecte doit être soutenue dans le temps et les flux collectés doivent être au mieux en augmentation ou dans une moindre mesure, stable. Cela afin de permettre un recyclage d'importance et ainsi de valider une telle collecte. Il peut également être intéressant de rassembler les efforts des différents sites pour essayer de tirer une valorisation du papier rassemblé. En effet, à partir d'un certain volume, le papier récupéré peut acquérir une valeur marchande auprès des organismes de recyclage.

### **LES SOLUTIONS DEJA ENVISAGEES**

Lors de notre entretien avec M. Boucher, contact essentiel dans ce cas d'étude, nous avons pu préciser si des actions avaient été prises en faveur de la mise en place du tri sélectif du papier. Cet entretien s'est avéré très instructif puisque M. Boucher nous a indiqué les éléments suivants:

- sur le site de Jussieu, environ 700 à 800 corbeilles spécifiques au tri du papier sont stockées en attente de la mise en place de cette collecte. Un premier modèle (BUROCITY) a été acheté puis, un deuxième modèle plus pratique (R 14 000) a été commandé pour compléter le premier lot de corbeilles achetées.
- La solution retenue par M. Boucher ne concerne pas seulement le tri du papier, mais une collecte sélective plus complète. Des services seront mis à la disposition des agents pour la récupération de déchets plus ponctuels et spécifiques : cartons, polystyrène, DEEE...
- Une étude de poubelle sélective tout venant est en cours pour les parties communes extérieures. Cela permettrait d'élargir encore le cadre et l'efficacité de la collecte.
- la société qui collecte actuellement les déchets, C.R.R., devrait normalement être celle qui collectera le futur flux de papier destiné au recyclage.

### ***Les problèmes de la mise en place du tri***

Le problème majeur qui se pose dans la mise en place du tri sélectif est le stockage des containers ; en effet, peu ou pas de locaux à containers sont prévus et certains posent des problèmes d'accessibilité.

Sur le bâtiment de la Halle aux Farines, M. Boucher envisage de transformer une partie d'un local à vélos pour aménager un lieu de stockage adéquate ; cependant, cette opération doit attendre le début de la nouvelle année car le montant maximum du contrat avec la société qui pourrait réaliser les travaux est atteint pour 2007. Pour le bâtiment des Grands Moulins, le local est bien dimensionné et avec un point d'eau. Ce local présente néanmoins des problèmes d'accessibilité. Pour le bâtiment Condorcet, la priorité de M. Boucher reste de créer un espace fermé pour le change des agents de ménage. Une fois cet aménagement fait, M. Boucher cherchera un local adapté au tri sélectif.

#### *Mise en place organisationnelle de la collecte papier*

A l'issue de notre cas d'étude et avec les informations que nous avons collectées, nous sommes en mesure de définir un planning prévisionnel pour la mise en place de la collecte papier. Les différentes étapes de la réalisation de cette collecte ainsi que la durée de réalisation de celles-ci sont :

- Aménagement de locaux poubelles adaptés : cette étape est assez difficile à mettre en place de manière satisfaisante puisque très peu d'espaces sont disponibles sur le site de Paris Rive Gauche. En effet, les locaux poubelles actuels sont parfois peu accessibles mais également très petits ce qui ne permet pas le stockage des containers supplémentaires induits par la nouvelle collecte de papier. L'aménagement des nouveaux locaux poubelles nécessite l'intervention de sociétés externes dont les disponibilités ne sont pas connues ou limitées. L'emplacement des futurs locaux fait l'objet de discussions puisque il faut prendre sur des espaces qui ont déjà été attribués à d'autres fonctions. L'aspect budgétaire de tels aménagements est également à prendre en compte. Par exemple, pour l'année 2007, le budget disponible pour ce type d'aménagement est épuisé. Au jour d'aujourd'hui, nous estimons le temps d'aménagement des nouveaux locaux à plusieurs mois sans pour autant pouvoir être plus précis. A partir de la prise de décision, la réalisation des aménagements devrait pouvoir se faire assez rapidement.

- Quantification des besoins en poubelles : l'objectif de cette étape est de référencer sur un plan du bâtiment, le nombre et l'emplacement des poubelles nécessaires au tri. Ce travail a en partie été mené pendant le cas d'étude dans le bâtiment des Grands Moulins. La visite de ce bâtiment a pris 2 jours et cela grâce à l'intervention de Mme Gaby Fossier. Pour l'ensemble des bâtiments de l'Université sur le site de Paris Rive Gauche, il faut compter 3 semaines (contacts avec les chefs de services, visites des bureaux, prise en compte des spécificités de chaque service, amorce de sensibilisation, report des besoins sur des plans au format informatique).

- Modification du marché de collecte : il est nécessaire de faire un avenant au contrat de collecte pour réaliser au mieux le tri du papier. Pour cela, la société de collecte (ici C.R.R.) doit être avertie et aussi donner son accord pour les modifications apportées au cahier des clauses techniques particulières. La formation des agents à la réalisation de cette nouvelle collecte doit également être faite. Pour cette étape, il faut compter 3 semaines. A posteriori, il sera utile de vérifier le bon fonctionnement de la collecte.

- Réalisation de l'appel d'offre concernant les poubelles de tri : le service des marches doit être contacté afin de rédiger cet appel d'offre ; l'ensemble des offres pourront ainsi être étudiées cela afin de bénéficier de prix compétitifs.

- Livraison et réception des poubelles : une fois la société prestataire choisie, il faut compter sur un délai de livraison qui peut aller, selon nos informations et les contacts avec certaines sociétés, jusqu'à 5 semaines.

- Distribution des poubelles et sensibilisation : à l'occasion du passage dans les bureaux et de la dotation des agents en poubelles, il sera indispensable de procéder à leur sensibilisation. En effet, la réussite de cette collecte repose sur le tri à la source, lui-même dépendant de la participation active de l'ensemble des agents de l'Université. Pour cela, les affiches de sensibilisation sont un support efficace.

- Réajustements et suivi du bon déroulement de la collecte : dans les mois qui suivent la mise en place de la collecte, des réajustements concernant chacune des 6 étapes précédentes seront certainement nécessaires (nouvelles sensibilisation, remplacement de poubelles, ...). Ces réajustements seront fait de manière ponctuelle et régulière sur l'ensemble du site où se déroule la collecte papier.

Le tableau ci-après récapitule l'ensemble des étapes de la mise en place de la collecte et la durée de réalisation

N°	Description de l'étape	Durée de réalisation
1	Aménagement de locaux poubelles adaptés	Plusieurs mois
2	Quantification des besoins en poubelles	3 semaines
3	Modification du marché de collecte et formation des agents à la collecte papier	3 semaines
4	Réalisation de l'appel d'offre concernant les poubelles	6 semaines
5	Livraison et réception des poubelles	5 semaines
6	Distribution des poubelles et sensibilisation	3 semaines
7	Réajustements et suivi du bon déroulement de la collecte	Action permanente

Au total, si nous estimons la durée du travail nécessaire à la mise en place du tri sélectif sur le papier au sein de l'Université Paris Rive Gauche, il faut compter au moins une année ; la réalisation de nouveaux locaux poubelles est le point clé de mise en place et de réussite de la collecte sélective. Une fois cette étape franchie, le reste des démarches devrait pouvoir se faire dans des délais assez brefs : 20 semaines.

---

### **Conclusion**

---

Au cours de ce cas d'étude, nous avons pu réaliser les différentes étapes du travail à fournir pour mettre en place une collecte sélective du papier : recherche et choix du modèle de poubelles adaptées, organisation de la collecte du papier et des autres déchets par la société de ménage (ce qui suppose un avenant au marché), adaptation des locaux à containers, et enfin récupération des flux de papier par une société agréée (dans notre cas, la société déjà présente sur le site de PRG).

Au cours de notre étude, nous avons été très bien accueillis par l'ensemble des personnes qui pouvaient intervenir dans ce projet. Leur aide nous a permis de faire un bilan précis sur un bâtiment test qu'est le bâtiment des Grands Moulins. De plus, les agents qui vont être amenés à trier leur déchets et donc à modifier quelque peu leurs habitudes ont tous bien réagit lors de notre passage dans leur bureaux et semblent favorables à la mise en place d'une telle collecte. En conclusion, ce cas d'étude nous a permis d'étudier de façon concrète la mise en place d'une collecte sélective ainsi que l'ensemble des aménagements nécessaires à un tel dispositif.

## ANNEXE 4 : Déchets et tri du carton à la BnF

Lucile LE MEN et Alexandra LAURENT

Le « Grenelle de l'environnement » est une consultation qui a abouti en octobre à une quinzaine de projets marquant l'engagement de la France en faveur du développement durable. Cette notion s'applique dans plusieurs domaines, notamment les déchets : un secteur en plein essor. La Bibliothèque nationale de France (BnF) déploie ses collections et accomplit ses missions sur plusieurs sites (sept implantations, dont cinq en île de France). La BnF produit plusieurs types de déchets industriels qu'il est nécessaire d'éliminer. Pour cela, l'établissement a décidé de prendre de l'avance sur ce qu'il se fait déjà en France, et a donc choisi de trier ses déchets. Comment améliorer la gestion des déchets ? Le début de l'étude consiste à mettre en place le tri du carton sur le site François-Mitterrand. Puis nous nous sommes intéressés au sujet d'une manière plus globale, en considérant tous les types de déchets.

### 1. Le développement durable et la BnF

La notion de développement durable est apparue en 1980, lors du congrès avec l'*Union internationale pour la conservation de la nature* (Organisation Non Gouvernementale basée en Suisse). Ce concept est défini dans le rapport Brundland, rendu public en 1987, comme « un développement qui répond aux *besoins* des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Deux concepts sont inhérents à cette notion : le concept de " besoins ", et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité, et l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir ». Les quatre tours de la bibliothèque, à l'image de quatre livres ouverts, ont été conçues par l'architecte Dominique Perrault (30 millions de documents dont 14 millions de livres appartiennent à la BnF, rassemblant environ 2800 employés et 5000 visiteurs par jour).

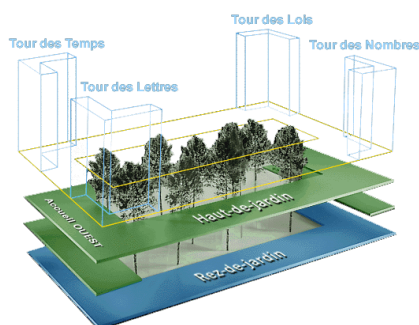
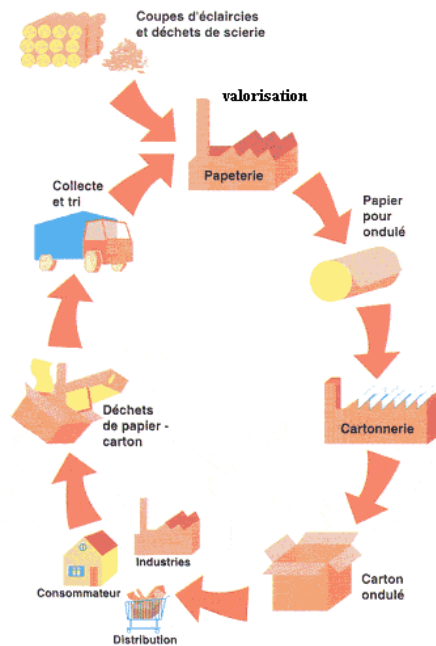


Image 1 : Bibliothèque nationale de France en trois dimensions

A l'arrivée de M. Bruno RACINE, le président de la BnF, le 2 avril 2007, le développement durable et la préservation de l'environnement sont devenus des axes majeurs de réflexion et d'actions. La vocation même de cette établissement qui s'emploie à collecter et à conserver la mémoire des temps pour la transmettre intacte aux générations futures le porte à promouvoir la notion de développement durable. Un comité, composé d'agents de la Bibliothèque, de représentants de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie), du ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables (MEDAD), et de l'Université Paris Diderot, partenaires de la BnF, s'est mis en place afin d'agir pour la préservation de l'environnement, et de développer les quatre grands types d'actions suivants : i) favoriser la réduction des émissions de CO2 et contribuer à la réduction de la pollution atmosphérique, ii) contribuer à la préservation des ressources en eau, iii) adopter une politique d'achat et de consommation responsable et iv) renforcer cette démarche par l'évolution des méthodes et des outils de travail et l'encouragement de comportements individuels responsables. Ces actions sont développées sur tous les sites de la BnF avec le soutien de la direction de l'administration et du personnel, le département des moyens. L'Université Paris Diderot agit quant à elle simultanément sur ces actions, grâce à huit étudiants qui étudient les possibilités d'économies d'énergies à travers les énergies renouvelables, d'économies d'eau au niveau des tours aéro-réfrigérantes, de réduction des émissions de gaz à effet de serre par la diminution des transports et de tri des déchets.

### 2. Recherches techniques

#### 2.1 Cycle du carton



**Image 2 : Le cycle du carton**

Plusieurs types de cartons existent : ondulés (simples, doubles ou triples cannelures), et plats. La chaîne de recyclage du carton commence dès la collecte des déchets. Cela se fait en trois grandes étapes :

**- Collecte et tri du carton**

*Contenants sur le site de production* : Tout d'abord, le carton peut être stocké dans des bennes (de différentes dimensions selon le gisement de déchets). De plus, il existe des compacteurs réduisant considérablement le volume occupé par le carton. En effet cet équipement compresse les cartons dans le bloc. Les dimensions du compacteur utilisé dépendent de la quantité de déchets. Il existe plusieurs types de compacteurs : monobloc et à poste fixe. Le monobloc n'est formé que d'un seul bloc, il faut donc prendre le compacteur entièrement pour le vider. Alors que le poste fixe est constitué de deux blocs distincts, cela signifie que le vidage se fait en prenant une seule partie du compacteur. Ensuite, il existe des presses qui forment des balles de cartons. Ces balles sont stockées sur palettes puis récupérées par la société responsable de la collecte. Les balles étant déjà formées sur le site, il n'y a pas de tri de fait a posteriori, contrairement au compacteur. Le contenant peut être loué par la société prestataire ou acheté à une société spécialisée.

*Rotation* : La rotation pour vider le compacteur ou la benne est prise en charge par le prestataire. La fréquence de rotation se fait à la demande du client ou alors elle est définie dans le marché. De plus, dans le cas d'une benne ou d'un compacteur à poste fixe, le camion arrive avec un contenant vide et repart avec le conteneur plein. Cela nécessite donc deux voyages. Alors que pour un compacteur monobloc, le prestataire vient pour prendre le compacteur, repart pour le vider et revient pour le déposer. Ainsi, cela nécessite quatre voyages. Finalement l'utilisation d'une benne ou d'un compacteur à poste fixe réduit les coûts de transport et l'émission de gaz à effet de serre.

*Tri* : Le tri des déchets est effectué par la société qui récupère les déchets. Le tri des DIB se fait à l'aide d'une pince (aimantée pour trier les métaux ferreux). Puis, un triage fin pour séparer le carton et les plastiques est fait à la main sur le sol dans certain centre de tri. Les déchets restant après ce tri sont envoyés en centre d'enfouissement.

*Coûts* : Le carton et l'écrit blanc sont achetés par la société prestataire selon les quantités. Ce coût de rachat dépend de la mercuriale qui fluctue au cours temps. Le cours mercuriale du carton est d'environ 40€/T de carton mis en balle et 20€/T de carton en vrac, tandis que celui de l'écrit blanc est de 75€/T. Les prestataires déduisent les coûts de transport à cette valeur de rachat. En mettant en place le tri du carton l'entreprise fait une économie qui correspond à la valeur de rachat du carton plus le coût actuel du traitement du carton.

**- Transformation**

Une fois les déchets triés, les cartons sont envoyés vers des usines de transformation. Leur objectif est de séparer les fibres qu'ils contiennent des autres produits éventuellement associés : encres, vernis... Les fibres seront utilisées pour refaire des papiers et des cartons neufs. Ces usines de transformation produisent des matières premières secondaires prêtes à l'emploi.

**- Commercialisation et consommation**

Une fois transformés, les produits finis issus du recyclage sont utilisés pour la fabrication de produits neufs qui seront à leur tour proposés aux consommateurs et consommés. Ces produits en fin de vie, sont de nouveaux jetés, récupérés et recyclés.

Les sacs de papier, cartons servent à produire des nouveaux emballages, principalement des papiers pour ondulés, destinés à la fabrication de caisses pour le regroupement et le transport des marchandises.

## 2.2 La réglementation

Cette partie fait référence à plusieurs textes de lois : Code de l'environnement, articles L 541-1 et suivants, Code général des collectivités territoriales, articles L 2224-14 et R 2224-28, Code pénal article L 121-2, Décret n°2002-540 du 18 avril 2002 relatif à la classification des déchets, JO du 20 avril 2002, Décret n°94-609 du 13 juillet 1994 modifié relatif aux déchets d'emballages dont les détenteurs ne sont pas les ménages, Circulaire du 27 juin 2002 relative à l'échéance du 1er juillet 2002 sur les déchets, non publiée au JO.

### 2.2.1 La nomenclature des déchets

La nomenclature des déchets est une liste unique des déchets qui figure à l'annexe II du décret du 18 avril 2002. Les déchets considérés comme dangereux sont signalés par un astérisque dans cette liste (Décret n° 2002-540 du 18 avril 2002 relatif à la classification des déchets, JO du 20 avril 2002.). La liste n'est pas exhaustive et est réexaminée périodiquement. L'inscription sur la liste ne signifie pas que la matière ou l'objet en question soit un déchet dans tous les cas. L'inscription ne vaut que si la matière ou l'objet répond à la *définition du terme "déchet"* figurant à l'article L 541-1 du Code de l'environnement. Les emballages papier/carton font parties du chapitre 15 de la nomenclature, intitulée: « emballages et déchets d'emballages, absorbants, chiffons d'essuyage, matériaux filtrants et vêtements de protection non spécifiés ailleurs ».

### 2.2.2 Le producteur de déchets

Le producteur de déchets est ici entendu comme la personne qui est à l'origine du déchet. Il se distingue en cela du détenteur de déchets qui peut tout aussi bien être le producteur de déchets que l'exploitant de l'installation de stockage intermédiaire ou encore le transporteur de déchets et qui vise un plus grand nombre d'acteurs de la filière d'élimination. Ainsi la BnF est considéré comme une personne morale productrice de déchets.

La responsabilité du producteur de déchets : Chaque entreprise est responsable de l'élimination de ses déchets. Elle doit s'assurer que leur élimination est conforme à la réglementation. (Article L541-2 du code de l'environnement). La responsabilité commence dès que le déchet est produit. Elle s'étend jusqu'à l'étape finale d'élimination du déchet, traitement ou mise en décharge. La responsabilité du producteur ne cesse pas au moment où il remet ses déchets à un tiers Elle reste engagée conjointement à celles des tiers qui assurent l'élimination.

Les obligations de la BnF : Le producteur de déchets doit vérifier que le collecteur auquel il fait appel a *déclaré son activité en préfecture* dès que sont dépassés les seuils par chargement de 100 kg de déchets dangereux, 500 kg de déchets non dangereux. L'élimination comporte les opérations de collecte, transport, stockage, tri et traitement. Toute installation d'élimination de déchets est soumise à la réglementation des *installations classées pour la protection de l'environnement*.

Les interdictions : Il est interdit d'abandonner des déchets, de brûler des déchets à l'air libre, de mélanger certains déchets (ainsi les huiles usagées, les PCB, les fluides frigorigènes, les piles, les pneumatiques, les déchets d'emballages doivent être séparés des autres catégories de déchets), d'enfouir des déchets non ultimes, de déverser, laisser écouler, rejeter, déposer des matières susceptibles de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux et la pollution des sols, de déverser, laisser écouler, rejeter dans les égouts un déchet qui peut perturber le fonctionnement du réseau d'assainissement ou de la station d'épuration ou présenter un risque pour le personnel d'assainissement.

Les sanctions encourues : Les sanctions sont applicables à tous ceux qui, chargés à un titre quelconque de la direction, de la gestion ou de l'administration d'une entreprise ou d'un établissement, ont sciemment laissé méconnaître par toute personne relevant de leur autorité ou de leur contrôle les dispositions indiquées ci-dessus. (Article L 541-48 du Code l'environnement.). Les personnes morales peuvent également être déclarées responsables pénalement. (Articles L 541-47 du Code l'environnement et L 121-2 du Code pénal.). La responsabilité du producteur de déchets peut être recherchée *en cas de pollution ou même de risque de pollution des sols*, ou si des déchets sont abandonnés, déposés ou traités contrairement aux prescriptions imposées par la réglementation.

### 2.2.3 La sécurité

Plusieurs mesures de sécurité sont à prendre en compte pour les déchets stockés sur le site : les déchets ne doivent pas être entreposés dans un lieu de passage, présence d'une détection incendie sur chaque lieu de stockage, présence d'extincteurs et d'une protection incendie (extinctions automatiques à eau). En ce qui concerne la mise en place du tri du carton, il faut tenir compte des mesures ci-dessus mais d'autres précautions sont nécessaires : la mise en place de conteneurs métalliques et anti-feu et l'interdiction de fumer près des conteneurs à carton. Pour trier le carton, la mise en place de nouveaux conteneurs ainsi qu'une benne ou un compacteur peut être envisagé. Ces nouvelles installations peuvent présenter un risque pour le personnel de nettoyage qui ramasse le carton. Or dans le cadre du développement durable, la sécurité des employés doit être pris en considération.

## 3. Déroulement de l'étude

### 4.1 Etat de la gestion des déchets

Les déchets sont triés selon leur nature puis collectés par la société SEPUR qui les transporte jusqu'à un centre de tri. La destination ultérieure du déchet diffère selon son type. Les DIB sont différenciés des DIS ou encore des DASRI, dû à leur nature très disparate. Les DIB comprennent les déchets non valorisés, c'est-à-dire les déchets non triés contenus dans le compacteur monobloc ou dans une benne pour les encombrants, et les déchets valorisés, comme l'écrit blanc, le pilon et les conteneurs

d'hygiènes féminines. Le carton, qui n'est pas encore trié, est actuellement jeté dans le compacteur monobloc. La destination du carton dépend donc de celle du compacteur monobloc (centre de tri d'Alfortville ou Thiverval-Grignon). Au centre de tri d'Alfortville, les DIB y compris le carton vont directement en centre d'enfouissement contrairement au centre de Thiverval-Grignon où le carton est séparé grossièrement des autres catégories de déchets pour être recyclé. Les DIS sont répertoriés dans le tableau ci-dessous :

DIS	nomenclature
Colles et mastics	08 04 09
Huile moteur	13 02 05
Solvants Diluants (ex :éthanol)	14 06 03
Emballages souillés plastiques	15 01 10
Emballages souillés divers (boîtes de Scalpel)	15 01 10
Emballages souillés métalliques	15 01 10
Chiffons absorbants	15 02 02
Tubes fluorescents	20 01 21
Lampe à décharge	20 01 21
Piles en mélange	20 01 33

Tableau 2 : Détail des DIS

Le tableau 3 montre diverses informations concernant les déchets produits par la BnF :

TYPE DE DECHETS	Points de collecte	Entreprise	Contenant	Enlèvement (en moyenne)	Mode de traitement
<b>DIB</b>					
Valorisés :					
pilon	local déchets	CRR*	15 bacs de 660L	1fois/jours (6 bacs)	valorisation matière
écrits blancs	rue intérieure	CRR	benne fermée de 15 m <sup>3</sup>	3 à 4 fois/an	valorisation matière
conteneurs hygiène	toilettes du personnel toilettes du public	MAJ (Sanigiène)	120 bacs 120 bacs	1 fois/mois 2 fois/mois	valorisation énergétique
Non valorisés :					
monobloc	local déchets	SEPUR	compacteur monobloc(20 m <sup>3</sup> )	2 à 3 fois/semaine	enfouissement
encombrants	rue intérieure	SEPUR	bennes de 15 et 30 m <sup>3</sup>	à la demande	enfouissement
<b>DIS</b>					
piles	local provisoire magasin DMT	EPUR*	bacs	4 fois/an	valorisation
autres	local provisoire	EPUR	bacs	4 fois/an	valorisation
cartouches d'imprimante	Tours et socle proche des imprimantes 70 points de collecte	Sygma Laser	bacs	1 à 2 fois/mois	tri puis valorisation énergétique
<b>DASRI</b>					
déchets médicaux	Service médical A2	Medicine	bacs	1 fois/mois	valorisation énergétique

Tableau 3 : Récapitulatif de la gestion des déchets sur le site François-Mitterrand

Ce tableau répertorie les différents points de collecte. Les deux principaux sont le local déchets, qui permet de stocker le pilon, les DIB (compacteur monobloc), et le local provisoire qui permet d'entreposer les DIS. Il indique que diverses entreprises interviennent dans la collecte et le transport des déchets. En effet la société SEPUR sous traite certaines collectes de déchets à des entreprises spécialisées. Par exemple EPUR est une société spécialisée dans le traitement des DIS. De plus, la gestion de certains déchets fait l'objet d'un autre marché tel que les DASRI qui sont pris en charge par la société Medycline. La destination des déchets est différente selon le déchet considéré. Ce dernier peut être valorisé (valorisation matière, agronomique, énergétique), traité s'il n'est pas valorisable ou encore stocké en centre d'enfouissement. La valorisation matière signifie que le déchet est trié, afin d'optimiser la récupération de la matière voulue, (par exemple le papier récupéré sera de bonne qualité s'il contient moins de 5% de déchets autres), puis recyclé et réutilisé ultérieurement. Il est ainsi appelé matière première secondaire. Un autre type de valorisation est appelé énergétique. Dans notre cas cela consiste à l'incinération des déchets. Les déchets alimentaires issus du restaurant du personnel et des cafés sont récupérés par la ville de Paris qui a mis à disposition des conteneurs. Ceux-ci sont placés dans la rue intérieure et sont vidés tous les jours.

#### 4.2 Estimation de la quantité de carton produite

Après avoir rencontré les différents services concernés, nous avons estimé la quantité de carton produite par mois sur le site François-Mitterrand. Les données sont récapitulées dans le tableau ci-dessous.

Lieux de consommation	Personnes rencontrées	Localisation des points de collecte	Quantité de carton (en m <sup>3</sup> )	Conteneurs de cartons	Sécurité (autour des cartons)		
					Détecteur de fumées	Présence Sprinkler	
Magasin DMT	M. Corlay	A1, T3	10	1 conteneur	Oui	Oui	
Gestion Centralisée des Acquisitions (déballage)	M. Bartel	A1	20	1 conteneur	Oui	Oui	
Dépôt légal (livres)	M. Martheli	A1, T1	20	2 conteneurs	Oui	Oui	
Restaurant du personnel (Société Avenance)	Mme Péan	A1	40	Local déchets	Oui	Non	
Cafés publics (Société Eliance)	M. Ruduzky	Café des Temps Café de l'Est	40	Local déchets			
Service informatique	M. Cario	L2, Est	10		Oui	Oui	
Service fournitures	M. Hafez	18 <sup>ème</sup> L4 A1	4	1 conteneur	Oui	Oui	
			4	1 conteneur 1 conteneur	Oui	Oui	
Ensemble des bureaux	fournitures	M. Manothas (GOM Propreté)	Pieds des tours niveau L1	40	4 conteneurs	Oui	Oui
	déménagement			35			
TOTAL			220 m <sup>3</sup>	11 nouveaux conteneurs			

**Tableau 4 : Récapitulatif des lieux de production et des points de collecte du carton**

La localisation des points de collecte est identifiable. Cela permet de visualiser l'emplacement des conteneurs pour le carton. Toutefois, nous n'avons pas prévu de conteneur pour chaque service. En effet les employés du restaurant du personnel et des cafés publics amènent actuellement leurs déchets, essentiellement du carton, au local déchets. Nous avons donc pensé inutile de mettre à leur disposition des conteneurs spécifiques au carton. Le service fourniture gère et réceptionne le matériel de bureau. Ce service est en cours de déménagement et occupe trois endroits au sein du site, c'est pourquoi il faut prévoir 3 conteneurs réservés au carton pour ce service. Le service de nettoyage récupère les déchets (y compris les cartons) de l'ensemble des bureaux et les entrepose au niveau L1 à chaque pied de tour. Ainsi un conteneur sera installé à ces endroits afin de collecter le carton des bureaux administratifs. Ces cartons sont issus des emballages de fournitures ou des déménagements. En prenant en considération toutes ces informations, nous proposons de disposer à différents points de collecte 11 conteneurs réservés aux cartons. A la suite de notre enquête sur le site, nous avons estimé la quantité de carton produite à environ 220 m<sup>3</sup>/mois.

#### 4.3 Formulation des hypothèses

Actuellement, le carton est déposé dans le compacteur monobloc avec l'ensemble des DIB. Le forfait compris dans le marché que détient la société SEPUR comprend 104 rotations par an pour vider le compacteur. Cela représente un coût de 31 800 €/an. En considérant qu'il y a 20% de carton dans le compacteur, la mise en place du tri du carton diminuera de 20% le coût

annuel du traitement des DIB. De plus, une simple opération suffit pour en déduire le coût actuel du traitement du carton, soit **6 400 €/an**. Tous les prix indiqués dans cette partie sont hors taxe, et ont été donnés par le milieu professionnel. Suite à l'estimation de carton produite sur le site de 4T/mois, nous avons émis plusieurs hypothèses pour le collecter.

#### 4.3.1 Mélange du carton avec l'écrit blanc

Les écrits blancs sont actuellement triés et collectés dans une benne fermée de 15m<sup>3</sup>. La proposition consiste à mélanger le carton et l'écrit blanc dans la même benne. Ajouter le carton à l'écrit blanc engendrerait une augmentation des enlèvements de la benne. Actuellement, celle-ci n'est enlevée que 4 fois par an. Ainsi, le nombre de rotation peut être augmentée, et le mélange carton, écrit blanc envisagé. Suite à cela, la fréquence de rotation peut être estimée, si les deux matières sont mélangées : Une benne de 15 m<sup>3</sup> peut contenir jusqu'à 650 kg de carton, or il y a 4T/mois de carton. En ne prenant en compte que le carton, il y aurait 6,5 rotations par mois. Par contre le nombre de rotations s'élève à 7 par mois si nous considérons le papier et le carton (ce nombre est majoré).

##### Avantages :

- pas d'investissement dans une nouvelle benne pour le stockage du carton.
- facilité d'application de cette proposition, puisqu'il n'y a qu'une nouvelle manipulation à effectuer, qui est le vidage des conteneurs de carton dans la benne.

##### Inconvénients :

- dévalorisation de l'écrit blanc, qui a une plus forte valeur de rachat (75€/T) que le carton (20€/Tcarton en vrac). Cela entraîne un faible coût de rachat du mélange papier/carton.
- coûts de triage par rapport à la benne contenant uniquement l'écrit blanc. En effet, lorsque les deux matières sont mélangées, elles sont triées suite à la récupération de la benne par la société de traitement des déchets. Cela augmente les dépenses de la BnF car actuellement la BnF ne paie pas de frais de triage pour le papier car il est directement recyclé après récupération de la benne.
- benne actuellement située dans la rue intérieure (lieu de passage).
- les cartons doivent être aplatis, pour réduire le volume occupé et ainsi minimiser le nombre de rotations.

##### Estimation des coûts sur 1 an :

Dépenses : rotations + enlèvements d'une benne de 15 m<sup>3</sup> :  $200 \times 7 \times 12 = 16\ 800$  €/an

Recettes : prix de rachat des 4T de carton pour un an :  $20 \times 4 \times 12 = 960$  €/an

Résultat :  $16\ 800 - 960 = 15\ 840$  €/an

Le coût de la collecte du papier et du carton s'élève à environ 15 800€/an. Cependant la BnF ne devra pas déboursier cette somme, puisqu'à cette valeur doit être soustrait le coût du carton actuel (6 400€/an) et le coût actuel de l'enlèvement de l'écrit blanc (800€/an). Donc la BnF devra ajouter au coût de traitement des déchets **8 600€/an**.

#### 4.3.2 Mise en place d'une benne

La seconde hypothèse consiste à mettre en place une nouvelle benne destinée au carton. Sachant que la production de carton est de 4T/mois, le nombre de rotations serait suffisant. Ce nombre est estimé à 6 par mois car une benne de 15 m<sup>3</sup> remplie contient approximativement 650 kg de cartons pliés. Les conteneurs une fois remplis seront vidés dans la benne et celle-ci sera récupérée par la société SEPUR dans le but de recycler le carton ultérieurement. Une telle benne devra être mise en place dans le local déchet. Cela nécessite un aménagement évoqué précédemment. Une benne de 15 m<sup>3</sup> serait mieux adaptée qu'une de 30 m<sup>3</sup> pour plusieurs raisons :

- Financière : la location d'une benne de 15 m<sup>3</sup> a un coût moins élevé qu'une benne de 30 m<sup>3</sup>.
- Pratique : une benne de 15 m<sup>3</sup> est plus accessible pour y jeter les cartons (cf. image 3).

L'installation d'une benne fermée est préférable afin d'éviter l'introduction d'autres déchets et le départ éventuel d'un feu. De plus une benne fermée de 15 m<sup>3</sup> est plus courante sur le marché qu'une de 30 m<sup>3</sup>.

##### Avantages :

- facilité de mise en place d'un point de vue technique.

##### Inconvénients :

- les conteneurs doivent être vidés à la main par la société de nettoyage, les cartons doivent être aplatis.
- coût de rotations élevé car le nombre d'enlèvements est important.

##### Estimation des coûts sur 1 an :

Dépenses : rotations + enlèvements d'une benne de 15 m<sup>3</sup> :  $200 \times 6 \times 12 = 14\ 400$  €

Recettes : prix de rachat d'une tonne de carton :  $20 \times 4 \times 12 = 960$  €

Résultat :  $14\ 400 - 960 = 13\ 440$  €/an

Le coût de la collecte des cartons dans une benne s'élève à environ 13 400€/an. Cependant la BnF ne devra pas déboursier cette somme, puisqu'à cette valeur doit être soustrait le coût du carton actuel (6 400€/an). Donc la BnF devra payer **7 000€/an** en plus du coût de traitement des déchets.

#### 4.3.3 Mise en place d'un compacteur

Un compacteur à poste fixe de 20 m<sup>3</sup> peut être mis en place pour stocker le carton. Le compacteur poste fixe est préféré au compacteur monobloc, car cela nécessite la moitié moins de voyages pour le pour changer le bloc. Le compacteur poste fixe diminue le volume occupé par le carton. En effet, les cartons sont compressés dans le bloc et ne doivent pas nécessairement être

pliés lorsqu'ils sont placés dans le compacteur. Une fois ce bloc rempli, il est récupéré par la société prestataire qui le remplace par un vide. Un compacteur de 20 m<sup>3</sup> peut contenir 6T de déchets. Ainsi, si le compacteur contient uniquement du carton, soit 4T/mois, il y aurait 1 rotation par mois. La mise en place d'une telle machine nécessite un aménagement du local déchets pour faciliter l'enlèvement du bloc. Cet aménagement est développé dans la première hypothèse.

Avantages :

- peu de maintenance, diminution des risques de feu, les cartons ne doivent pas nécessairement être aplatis.

Inconvénients :

- nécessite un tri après récupération du bloc par la société de traitement des déchets, dû à une intrusion éventuelle de déchets autres que le carton.

Estimation des coûts sur 1 an :

Dépenses : rotations + enlèvements d'un compacteur : 12 x 1 x 300 = 3 600 €

Recettes : prix de rachat d'une tonne de carton : 20 x 4 x 12 = 960 €

Résultats : 3 600 – 960 = 2 640 €/an

Le coût de la collecte du carton via un compacteur post fixe s'élève à environ 2 600€/an. Cependant la BnF ne devra pas déboursier cette somme, puisqu'à cette valeur doit être soustrait le coût du carton actuel (6 400€/an). Ainsi la BnF **économisera 3 800€/ans** sur le coût global du traitement des déchets.

4.3.4 Mise en place d'une presse à balles

La presse à balle compacte le carton, puis forme des balles. La capacité et la pression de compactage de la machine peuvent être choisis en fonction des besoins. En effet, il existe plusieurs types de presse, formant des balles allant de 70 à 250 kg. De plus, les balles ont des dimensions adéquates aux véhicules de transport. Le carton en balle à une valeur de rachat qui dépend du cours mercuriale (environ 40€/T). Ainsi, le carton mis en balle à une plus grande valeur de rachat que le carton en vrac. Le processus de compactage à commencer par la fermeture de la porte, se déroule automatiquement. Il y a un affichage textuel des informations détaillant le processus en cours. Une fois le compactage terminé, la porte coulissante s'ouvre automatiquement. La récupération des balles est facile, elles peuvent être aisément transportées sur palettes (à l'aide d'un transpalette) si leur poids excède 70 kg. Sinon, les balles sont déplacées à l'aide d'un diable. Enfin, les balles sont récupérées par le prestataire à l'aide d'un élévateur ou d'un grappin qui les place dans un camion. Cette presse permettra d'obtenir 16 balles par mois. Elles pourront être stockées dans le local déchets jusqu'à leur enlèvement par la société prestataire. Ainsi, il sera nécessaire de faire venir un professionnel pour déterminer la presse idéale selon les besoins.

Avantages :

- manipulation aisée, fréquence d'enlèvements faible

Inconvénients :

- peut nécessiter l'achat de palettes et d'un transpalette, précaution d'emploi vis-à-vis de la sécurité

Estimation des coûts sur 1 an :

Dépenses : location + maintenance de la presse à balle : 260 x 12 = 3 120 € (prix public)

rotation, enlèvement des balles : 300 x 12 = 3 600€

Recette : prix de rachat d'une tonne de carton : 40 x 4 x 12 = 1 920 €

Résultats : 3120 + 3600 – 1 920 = 4 800 €/an

Le coût de la collecte carton via une presse à balles s'élève à environ **4 800€/an** Cependant la BnF ne devra pas déboursier cette somme, puisqu'à cette valeur doit être soustrait le coût du carton actuel (6 400€/an). Ainsi la BnF **économisera 1 600€/an** sur le coût global du traitement des déchets.

4.3.5 Comparaison des hypothèses

Le tableau suivant récapitule les principales caractéristiques de chaque hypothèse :

Hypothèses	Avantages	Inconvénients	Economie
1-Mélange écrit blanc et carton	Facilité de mise en oeuvre	Dévalorisation de l'écrit blanc	- 8 600€
2-Mise en place d'une benne	Facilité de mise en place	Nombre de rotations élevé	- 7 000€
3-Mise en place d'un compacteur poste fixe	Les cartons ne doivent pas nécessairement être aplatis	Tri après récupération du compacteur	+ 3 800€
4-Mise en place d'une presse à balles	Faible fréquence d'enlèvement des balles	Achat de palettes et d'un transpalette	+ 1 600€

**4. Tableau 5 : Principales caractéristiques de chaque hypothèse**

Les hypothèses 1 et 2 sont éliminées, à cause de leur coût relativement important. Les hypothèses 3 et 4 sont a priori équivalentes, même si l'économie financière (approximative) dans le cas dz l'hypothèse 3 est plus importante. Cependant les prix de la 4<sup>ème</sup>

hypothèse sont publics et peuvent être minimisés dans le cadre d'un marché. L'écart entre les deux valeurs serait ainsi réduit. Une presse à balles est mieux adaptée qu'un compacteur poste fixe car elle permet une plus grande valeur de rachat du carton (40€/T au lieu de 20€/T). De plus, la presse à balles nécessite moins de surface dans le local déchet qu'un compacteur. Néanmoins une étude économique plus approfondie est indispensable pour différencier les deux dernières hypothèses Il est important de prendre en compte l'aménagement du local déchet nécessaire à la mise en place le tri du carton sur le site de François-Mitterrand.

#### 5. Elargissement de l'étude

Une étude sur l'ensemble des déchets s'est imposée sur le site. De plus, nous avons pris en compte l'ensemble des implantations de la BnF. Par manque de temps, ces études ne sont pas finalisées dans notre rapport. Nous avons fait un suivi de l'ensemble des déchets sur François-Mitterrand. Dans ce contexte nous avons visité un centre de tri, afin de suivre la destination des déchets (la BnF, en tant que producteur de déchets, est responsable de l'élimination de ses déchets). L'approfondissement de l'étude des déchets sur ce site a consisté à regrouper les données sur la production en masse des déchets, les entreprises qui les collectent et les transportent, ainsi que leur destination. Le tableau 5 indique la masse de déchets produite par le BnF Site de François-Mitterrand pour l'année 2007.

TYPE DE DECHETS	TOTAL	
	2007	2006
<b>Déchets Industriels Banals (DIB)</b>		
Valorisés : pilon (T)	171,45	170,10
écrits blancs (T)	9,34	8,80
Non valorisés : monobloc (T)	209,42	218,21
encombrants (T)	82,70	119,61
conteneurs hygiène (unité)	4320	4320
<b>Déchets Industriels Spéciaux (DIS)</b>		
piles (T)	0,40	0,46
autres (T)	18,07	5,44
cartouches d'imprimante (T)	1,07	0,98

**Tableau 6 : Statistiques de production de déchets pour les années 2006 et 2007**

#### 5.3 Visite de centres de tri

Dans le cadre de l'élargissement de l'étude et de la responsabilité du producteur de déchets de l'élimination des déchets, nous avons visité deux centres de tri, situés à Thiverval-Grignon et Alfortville. Les déchets non valorisés (issus du compacteur monobloc et les encombrants) produits à la BnF sont dirigés au centre d'Alfortville puis en centre d'enfouissement technique.

#### 4.4 Propositions

Quelques perspectives d'amélioration :

- Récolter puis rassembler les données concernant les déchets d'une façon plus rigoureuse, afin de faciliter les recherches et la compréhension des valeurs. Les données concernent le tonnage des déchets ou encore la nomenclature du déchet considéré. Archiver les bordereaux de suivi comportant des informations primordiales, notamment la destination des déchets.
- Prévoir le plus rapidement possible un local déchets sur le site de Richelieu à la suite des travaux.
- Améliorer le tri du papier. Informer et sensibiliser le personnel quant au tri des déchets et renouveler régulièrement l'information. Par exemple, une réunion de sensibilisation et d'informations concernant le fonctionnement du tri des déchets ou le développement durable doit être effectuée à l'arrivée chaque nouvel employé. Cela améliorerait notamment le tri du papier. Placer des affiches à proximité de chaque conteneur réservé au carton afin de mieux les identifier.

## CONCLUSION

Suite aux nouvelles actions de la BnF pour le développement durable, la mise en place du tri du carton est indispensable sur le site de François-Mitterrand. Ainsi, lors de notre projet industriel, nous avons estimé la quantité de carton produite puis, nous avons émis des hypothèses avant de déterminer la solution la plus adaptée. Ainsi, sur le site de François-Mitterrand, il y a 4 T/mois de carton destiné à l'abandon. Cette quantité approximative a été obtenue après avoir rencontré les différents services produisant du carton. Une estimation plus juste aurait pu être déterminée en suivant le compacteur monobloc, dans lequel est actuellement jeté le carton. En effet, de cette manière le pourcentage de carton peut être évalué lorsque le compacteur est vidé en centre de tri. Suite à cette estimation, nous avons émis quatre hypothèses. Les propositions les plus adaptées au site sont de mettre en place un compacteur à poste fixe ou une presse à balle réservée au carton. Ces deux solutions permettent à la BnF de faire des économies sur le coût global de traitement des déchets. Une étude plus approfondie des coûts permettrait de déterminer la solution la plus appropriée.

De plus, sachant que la BnF est responsable de ses déchets, nous avons étudié l'ensemble des déchets. Pour cela des statistiques des années 2006 et 2007 ont été réalisées ainsi qu'un tableau présentant les différentes sociétés intervenant dans la collecte des différents déchets ainsi que dans leur devenir. En outre, la visite de deux centres de tri nous a apportés des éléments essentiels pour compléter cette étude. En outre, l'information et la sensibilisation doivent être présent en compte de manière continue par la BnF. Enfin les actions menées en faveur du développement durable perdurent dans le temps (tri du papier)

## GLOSSAIRE

**Balle** : la presse à balles est utilisée en amont des opérations de recyclage des déchets, pour réduire le volume des matières traitées. Les déchets sont jetés dans une trémie, un vérin actionné par circuit hydraulique compacte la matière dans la chambre de compaction. Avant que le plateau pressant ne recule, les déchets sont ligaturés par du fil d'acier ou du feuillard textile créant ainsi une balle de déchets. Les balles sont plus ou moins grosses selon le type de presse utilisée.

**Centre Régional de Récupération (CRR)** : société qui collecte et tri un ensemble de déchets recyclables tels que le papier, le carton.

**Déchets** : « Est un déchet tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon ». (Article L. 541-1 du Code de l'environnement)

**Déchets d'activité de soins à risques infectieux (DASRI)**: les déchets d'activités de soins sont « les déchets issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif, curatif, ou palliatif, dans le domaine de la médecine humaine et vétérinaire » (*décret n° 97-1048 du 6 novembre 1997*). Parmi ces déchets, sont considérés comme DASRI « ceux qui présentent un risque infectieux, [...] qui peuvent causer des maladies chez l'homme ou chez d'autres organismes ». Cela regroupe les matériaux piquants ou coupants, les produits sanguins à usage thérapeutique, les déchets anatomiques humains non identifiables.

**Déchets industriels non dangereux ou banals (DIB)** : ensemble des déchets non inertes et non dangereux générés par les entreprises, industriels, commerçants, artisans et prestataires de services ; ferrailles, métaux non ferreux, papiers, cartons, verre, textiles, bois, plastiques, etc.

**Déchets industriels dangereux ou spéciaux (DIS)** : déchets contenant des éléments toxiques et qui représentent un réel danger pour la santé et pour l'environnement. Exemples : les piles, les solvants, les vernis, les colles, les goudrons, les bains d'électrolyses... Ils doivent suivre une filière de collecte et de traitement particulière du fait de la réglementation dont ils font l'objet.

**Déchets ménagers et assimilés** : déchets collectés et traités par les collectivités locales, qu'il s'agisse des déchets produits par les ménages, y compris les déchets « occasionnels » (encombrants, déchets verts et déchets de bricolage) ou des déchets industriels banals, à savoir ceux produits par les artisans, les commerçants et les activités diverses de service.

**Ecrit blanc** : déchet de type papier d'imprimante possédant de l'encre. Il s'agit d'un papier qui a une grande valeur de rachat. Après sa récupération, ce papier est recyclé.

**EPUR île de France (anciennement LIFMETAL)** : Société par Action Simplifiée qui gère la collecte globale, sélective des déchets industriels ; transport de déchets industriels ; valorisation matière ou énergétique.

**Mercuriale** : cours officiel des denrées vendues sur un marché public. Le prix de vente du papier ou encore du carton suit une mercuriale.

**Prestataire de services** : désigne toute personne physique ou morale ou entité publique ou groupement de ces personnes et/ou organismes qui offre, respectivement, la réalisation de travaux et/ou d'ouvrages, des produits ou des services sur le marché.

**SEPUR** : Société par Action Simplifiée qui collecte et traite des déchets ménagers et assimilés.

Flavien JACQUET Timothée VIAL

*"L'adoption de la charte de l'environnement a conféré au développement durable une valeur constitutionnelle. Il s'impose à tous et commande aux pouvoirs publics l'exemplarité. Aussi le développement durable constitue-t-il un axe important de l'action de la BnF pour l'avenir. Ce levier offre par ailleurs à l'établissement l'occasion d'une gestion raisonnée de ses moyens financiers et humains."* Bruno Racine, président de la Bibliothèque nationale de France, communiqué de presse du 03/11/2007

La notion de développement durable est au centre des préoccupations actuelles. Ainsi, les impacts du fonctionnement de l'État sur l'environnement, jusqu'alors peu pris en compte, doivent faire l'objet d'une véritable réflexion pour faire en sorte de convertir les administrations en établissements citoyens. La loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie de décembre 1996 et la loi Solidarité et Renouveau Urbain de décembre 2000 ont introduit les objectifs de maîtrise des déplacements et de la circulation automobile. Pour atteindre ces objectifs, l'un des moyens d'action des Plans de Déplacements Urbains est d'encourager les entreprises et les collectivités publiques à établir des plans de mobilité. En effet, d'après l'ADEME, ce sont les déplacements domicile/travail et professionnels les plus consommateurs de kilomètres pour les déplacements locaux. C'est dans ce contexte que s'est engagée une réflexion sur les pratiques de déplacement à la BnF. Notre étude a pour objectif de formaliser les solutions utiles à une utilisation plus rationnelle des déplacements générés par l'activité de la BnF.

## 1. Définition et intérêt

**En quoi consiste un Plan de Déplacements d'Entreprise ?** Un Plan de Déplacements d'Entreprise – ou plan de mobilité – consiste en un ensemble de mesures visant principalement à rationaliser les déplacements quotidiens des usagers du site d'emploi ou d'activités et allant dans le sens d'une réduction de l'usage individuel de la voiture au profit de modes de déplacements et usages plus respectueux de l'environnement : transports collectifs, vélo, marche, covoiturage, etc. Le Plan de Déplacements s'intéresse **aux déplacements des salariés et autres usagers du site : visiteurs, sous traitants, livreurs...**

Réduire les coûts liés à la sécurité des déplacements domicile / travail. Les accidents de circulation sont la première cause d'accidents mortels parmi les accidents du travail et de trajet (57%). Lorsqu'ils sont liés à un déplacement, la durée moyenne d'arrêt de travail est de deux mois. Chaque entreprise a un taux spécifique de cotisation pour les accidents du travail en fonction de son activité, cotisation à laquelle s'ajoute une majoration (majoration M1, égale à 0,36 % du salaire brut mensuel) qui s'applique aux accidents de trajet. L'adoption par les salariés l'usage de modes de transport autres que la voiture **limite les risques d'accidents de trajet**. Outre la réduction des gênes occasionnées par les arrêts de travail, la mise en place de mesures s'inscrivant dans une politique de prévention des risques peut permettre à l'employeur d'obtenir de sa Caisse Régionale d'Assurance Maladie **une réduction sur sa majoration M1**

Réduire les coûts liés aux déplacements professionnels. La mise en place de solutions autres que l'utilisation individuelle de la voiture pour les déplacements professionnels peut permettre de **réaliser des économies sur les déplacements des salariés**. Par exemple, il peut s'agir de mettre en place une navette de transports collectifs inter-sites, d'organiser le covoiturage, la téléconférence, etc. Ces solutions permettent de réduire les frais liés au remboursement d'indemnités kilométriques mais aussi de réduire la flotte de véhicules professionnels qui, outre les coûts qu'ils occasionnent, occupent des places de stationnement.

- Améliorer le climat social

Il permet de développer le dialogue social grâce à l'organisation de la concertation autour d'un projet novateur et dynamique. Pour les salariés, l'utilisation de modes de déplacements autres que la voiture individuelle et l'amélioration de l'accessibilité de leur lieu de travail peuvent avoir des conséquences très positives :

- **Réduction du stress et de la fatigue** liés aux déplacements quotidiens.
- **Participation à un projet fédérateur** et implication dans une démarche commune en faveur de l'environnement et du développement durable.
- Dans le cas d'une prise en charge financière du coût des transports en commun, **le salarié réalise d'importantes économies sur son budget transport**.
- Amélioration de la santé par une pratique régulière de la marche et du vélo.
- Économie sur le budget individuel « déplacements » en cas d'utilisation d'un autre mode que la voiture particulière en solo

- Améliorer l'accueil du public

Le PDE permet à terme de réduire l'espace réservé au stationnement des salariés : **cette place peut être récupérée pour mieux accueillir les autres usagers du site : visiteurs, livreurs, sous traitants etc.** Une motivation à laquelle peuvent être sensibles tous les établissements qui accueillent du public.

- Intégrer le PDE à une démarche de management environnemental

Dans le cas d'une procédure de certification ISO 14001 les objectifs retenus sont fixés par les entreprises, en fonction des impacts environnementaux significatifs identifiés suite à une étude de diagnostic. Possibilité qui peut se révéler un atout non négligeable

pour les entreprises ayant mis en place un PDE : selon l'activité de l'entreprise, **les déplacements quotidiens des salariés peuvent représenter jusqu'à 50 % de la consommation énergétique d'un site.**

<b>PHASE 1</b> Préparation et pilotage du projet	Choix des objectifs et des parties prenantes Définition du mode de pilotage
<b>PHASE 2</b> Réalisation d'un état des lieux	Annonce du projet Recueil et analyse des données internes Étude des pratiques des salariés Évaluation de l'impact environnemental Formalisation d'un diagnostic de la situation de l'entreprise. Concertation avec les partenaires transports
<b>PHASE 3</b> Élaboration des solutions	Élaboration des solutions. Test des solutions Chiffrage et décision. Formalisation finale
<b>PHASE 4</b> Mise en œuvre et suivi	Mise en œuvre des mesures Actions de communication directe. Suivi et évaluation

- Exemplarité de l'entreprise

Les collectivités locales ont, parmi leurs compétences, l'organisation des transports : elles sont donc parties prenantes pour inciter les entreprises implantées sur leur territoire à limiter l'usage individuel de la voiture.

## 2. Méthodologie

### I/ Préparation et pilotage du projet

#### 1. Choix des objectifs

Dans le cadre de sa nouvelle politique de développement durable, la bibliothèque nationale de France souhaite réduire l'impact de ses déplacements sur l'environnement. Trois types d'objectifs sont associés à ce projet :

- **Environnemental** : lutter contre le dérèglement climatique et les pollutions (voir zoom1).
- **Sociétal** : - Diminuer l'accidentologie due aux déplacements des utilisateurs du site, Améliorer les conditions de travail des salariés, Améliorer les conditions d'accueil du public
- **Économique** : Évaluer les possibilités de réaliser des économies grâce aux solutions de mobilité durable.

#### 2. Les parties prenantes concernées

**Les parties prenantes internes à la BnF** : Plusieurs services ont été sollicités afin de transmettre des informations indispensables à l'élaboration du PDE : Ressources Humaines, Logistique, Communication Interne, Service Mission

#### Les parties prenantes externes

<i>PARTENAIRE</i>	<i>TYPE DE DONNEES / SERVICE</i>
ADEME Ile-de-France	Expérience des PDE, guide pour la méthodologie, partenaire privilégié des entreprises/administrations pour les projets environnementaux (bilan carbone®, économie d'énergie, management environnemental...), aide financière.
Espace éco-transport	Favorise les transports respectueux de l'environnement (association de covoiturage, location de vélos). Actions de sensibilisation.
Syndicat des Transports d'Ile de France (STIF)	Organisation des transports, les développements dans l'avenir
Société d'Economie Mixte d'Aménagement de Paris (SEMAPA)	Interconnexions entre les différents responsables environnement du quartier, identification des besoins à l'échelle du quartier
Autres entreprises du quartier (Orange, Sanofi Aventis, Caisse des dépôts et consignation, Accenture...)	Remarques générales sur les transports au niveau du quartier, exemples d'actions déjà menées, idées d'amélioration.

### 3. Le pilotage du projet

Le management d'un tel projet doit se faire dans le respect de la culture de chaque établissement. Les expériences déjà réalisées montrent qu'une approche participative et transparente, associant autant que possible l'ensemble des salariés, offrira de meilleures garanties de succès. Dans le cas de la BnF, un appel à idées auprès des salariés à déjà été mené, et le groupe chargé d'y répondre, appelé « groupe de travail Transport », a tout naturellement piloté le projet de PDE. Ce groupe est constitué de membres de la

Direction de l'administration et du personnel, Communication Interne, Direction des Moyens Techniques, Délégation à la stratégie, Direction déléguée aux ressources humaines, Délégation aux relations internationales, Département des affaires juridiques et de la commande publique

## II/ L'État des lieux

### 1. Le contexte parisien

#### Intensité des échanges et variété des modes de déplacements

Chaque jour, à Paris, 10,5 millions de déplacements sont effectués, tous modes confondus et pour des motifs très variés : se rendre au travail ou à des activités de loisirs, effectuer des achats, suivre des cours, bénéficier de services publics ou privés, visiter ou tout simplement se promener. Les déplacements internes à Paris (environ 6,5 millions) se font majoritairement à pied.

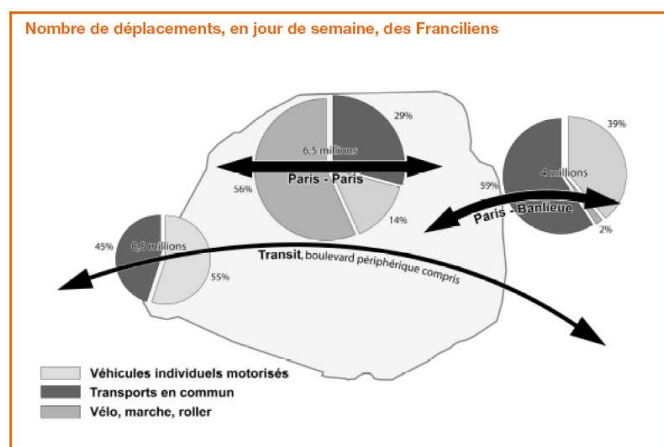


Image 1 : les flux de déplacement à Paris - Source : « Projet de plan de déplacements de Paris, 2007 »

La part d'utilisation de véhicules individuels motorisés est ainsi très réduite pour les déplacements dans Paris (14%), mais plus forte pour les déplacements Paris-Banlieue (39%), et majoritaire pour les déplacements en banlieue (55%). La BnF possédant plusieurs entités à la fois à Paris et en banlieue, les caractéristiques des déplacements sont différents d'un site à l'autre, tout comme le maillage en transport en commun et l'accessibilité. Notre étude s'est principalement portée sur le site « François Mitterrand », situé dans Paris (13<sup>e</sup> arrondissement). Signalons à ce sujet que, à Paris, les modes de transports alternatifs sont clairement favorisés, et toute facilité pour l'utilisation de la voiture est découragée. Ainsi, dans le quartier Paris Rive Gauche géré par la SEMAPA (Société d'économie Mixte d'Aménagement de Paris), le nombre de place de parking a été volontairement restreint. Le PDE engagé par la BnF est donc en parfaite adéquation avec l'état d'esprit qui anime les autorités concernées de la ville de Paris.

### 2. Accessibilité

Voies routières principales : A4 Quai de Bercy, Bd Périph. E50/ E15 entrée quai d'Ivry, Nationale 19

Les transports en communs : RER C, métro 14 et 5 bus RATP (62, 64, 89, 132, 325)

L'offre Vélib : 8 stations : 150 places de vélib dans un rayon de 400m :

La voie fluviale : Vogüé est le service public sur la Seine dont la mise en place est prévue pour le 1<sup>er</sup> juin 2008 entre la Gare d'Austerlitz à Paris et l'Ecole vétérinaire de Maisons Alfort. Six escales sont prévues.

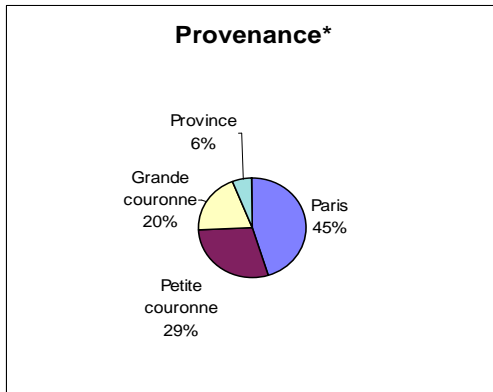
L'offre de parking pour les voitures : Pour les visiteurs : Durckheim: 250 places, Vincent Auriol: 603 places, Pour les employés : 375 places disponibles

L'offre de parking pour les vélos : Pour les visiteurs : Rue Emile Durckheim : 53 places, Rue Raymond Aron : 38 places. Néanmoins, le nombre de places disponibles pour les vélos des visiteurs est réduit par une proportion permanente de deux roues motorisées, s'élevant à environ 40%. Pour les employés : 73 places disponibles

Remplissage des parkings réservés au personnel : 212 voitures : 57%, et 70 vélos : 96%. Le remplissage du parking vélo peut atteindre 150% en période de grève des transports ou durant certaines périodes de l'année comme l'été. Les employés garent alors leurs vélos à coté des parkings, ou contre les murs de la rue intérieure.

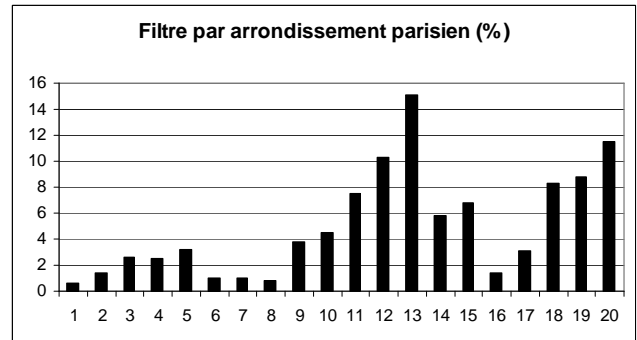
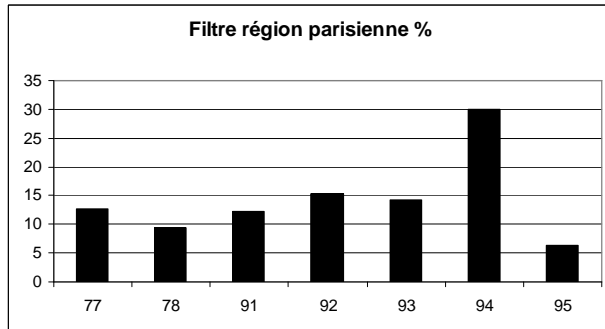
### 3. Pratique des salariés

A l'aide des données de la DRH, nous avons pu regarder la provenance de chaque salarié. Dans le diagramme ci-joint, les données correspondent à l'ensemble des agents de la BnF tous sites confondus.



Finalement, 80 personnes de l'effectif total travaillant sur le site de Tolbiac habitent hors Île de France. Si 20 personnes de ce groupe viennent du département de l'Oise, relativement proche de Paris, les 60 restants sont de toute la France : Rouen, Lyon, Lille ...

En faisant un zoom sur les personnes habitant la grande et la petite couronne, on remarque qu'une majorité de salariés habitent le 94 – département jouxtant le 13<sup>ème</sup>.



#### 4. Évaluation de l'impact environnemental

Afin de compléter l'état des lieux, une évaluation des émissions de CO2 dues aux déplacements a été programmée. La méthode utilisée est celle du bilan carbone<sup>®</sup> élaborée par l'ADEME. C'est une méthode de comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre à partir de données facilement disponibles. Dans le cadre du PDE, seule la partie « déplacements » du bilan carbone<sup>®</sup> est calculée. Le but : quantifier les émissions et identifier les principales sources pour agir plus efficacement. Cette évaluation ne comprend pas l'impact des fournisseurs en raison d'un manque de données

### III/ Élaboration des solutions et mise en œuvre

#### 1. Concertation avec les partenaires transport

Lors de la phase d'élaboration des solutions, une concertation des partenaires transports a été effectuée. Les deux principaux partenaires sont le STIF (Syndicat des transports d'Île de France) et l'Espace éco-transport de Paris, situé boulevard Vincent Auriol, tout proche de la BnF. Ces derniers ont pu ouvrir des portes et apporter des informations supplémentaires en ce qui concerne le covoiturage, la location de vélo, l'auto-partage ou encore le transport par voie fluviale.

#### 2. Axes d'améliorations

##### 2.1 Vélo

- Augmenter la capacité d'accueil pour les employés

La mise en place de 20 places supplémentaire est recommandée. Cette solutions à d'ores et déjà été validée par le groupe de travail Transport et est en cours de mise en œuvre. Deux râteliers à vélos seront installés dans la rue intérieure.

- Enlever les « vélos ventouse »

qui restent en permanence stationnés sur les râteliers, et qui sont parfois à l'abandon. En effet, certain utilisateurs peu scrupuleux utilisent la BnF pour garer leur vélo gratuitement toute l'année sans forcément l'utiliser. Cette pratique doit être découragée, et les « vélos ventouse » clairement identifiés (une vingtaine) doivent être retirés pour laisser la place aux utilisateurs réguliers.

- Aménagement du parking vélo (pompe, prises électriques)

peut être amélioré par des commodités comme une pompe mise à disposition, ou encore des prises électriques pour les utilisateurs de vélos électriques, qui pourraient ainsi recharger leur batterie.

- Distribution d'un kit intempéries & sécurité

Pour recevoir le Kit-Vélo (casque, vêtement de pluie, réflecteurs...), l'employé pourrait s'engager, en signant une charte, à utiliser au moins 3 jours par semaine son vélo.

- Mise à disposition de « vélos de services » achetés ou loués par la BnF

Il est possible d'acheter ou de louer des vélos, qui pourraient être mis gratuitement à disposition des employés, soit pour des déplacements professionnels, soit pour des déplacements personnels (domicile - travail, déjeuné, achat).

- Autoriser les contresens cyclables au niveau des entrées/sorties

Autoriser les contresens cyclables peut faciliter le quotidien des cyclistes, qui le font déjà dans la pratique et réaliser quelques aménagements pour garantir la sécurité.

- Proposer des formations « vélo » (amateurs et confirmés)

Ces formations s'adressent à tous les publics de cyclistes, confrontés à la difficulté et aux dangers de la circulation Parisienne. Elles sont proposées notamment par l'espace éco-transport.

## 2.2 Information

- Créer une fiche « mobilité » pour les nouveaux entrants et les lecteurs

regroupe l'ensemble des moyens d'accès du site, en particulier les transports en commun, stations vélib', ainsi que les informations utiles, personnes à contacter, etc.

- Sensibilisation (gazette, intranet) sur toutes les actions mises en oeuvre

Les campagnes de sensibilisation et de communication doivent donner envie aux employés de se renseigner, elles les rassurent sur certaines de leurs questions et les encouragent à participer.

## 2.3 Covoiturage

- Mettre en relation les personnes intéressées via l'intranet

Pour les personnes souhaitant faire du covoiturage, le plus difficile est parfois la mise en relation. Un espace réservé, accessible par tous sur l'intranet, est indispensable. Cette idée a été adoptée très rapidement par le groupe de travail, et les employés ont désormais une rubrique réservée au covoiturage sur le forum, accessible via le site intranet.

- Mettre en place un lien vers le site Internet de l'espace « éco-transport »

Pour améliorer l'offre de covoiturage qui est relativement rare, il est recommandé de mettre en place un lien vers le site de l'espace éco-transport, qui possède une base de données plus étendue grâce à l'association « voiture&co ».

[http://www.voitureandco.com/UPLOAD/article/pages/45\\_article.php](http://www.voitureandco.com/UPLOAD/article/pages/45_article.php)

- Réserver des places de parking

Favoriser le covoiturage s'accompagne généralement d'une garantie de stationnement, par l'intermédiaire de places de parking réservées. Dans le cas où le parking n'est pas saturé comme à la BnF, ces places peuvent néanmoins être créées afin d'avoir un impact visuel sur les usagers et de servir la démarche de mobilité durable.

## 2.4 Initiative à l'échelle du quartier

- Créer un groupe « développement durable » à l'échelle du quartier

Lorsqu'on parle de déplacement, il est difficile d'envisager cette question uniquement à l'échelle de la BnF. D'autres entreprises sont-elles intéressées par cette démarche ? Ont-elles déjà mis des choses en place ? Certaines engagent des certifications ISO 14001, des bilans carbone<sup>®</sup> : sans doute les questions relatives au développement durable, et aux transports alternatifs en particulier, sont aussi à envisager à une plus grande échelle. Une réunion rassemblant les responsables environnement des entreprises présentent sur la ZAC (ou responsables qualité, services généraux, etc ...) ainsi que tous les autres acteurs du développement durable du quartier, pourrait voir le jour pour apporter des réponses sur de nombreux sujets liés au transport :

- Covoiturage : possibilité de mettre en place un site Internet commun, ou plus simplement, diffuser systématiquement l'adresse du site Internet de l'espace éco-transport
- Auto-partage : Pour mettre en place une station d'auto-partage, 40 demandes sont nécessaires. Si ce chiffre ne peut être atteint individuellement, sans doute peut-il l'être collectivement.
- Nouveaux aménagements : dans le cadre de la construction du nouveau quartier recouvrant les voies SNCF, identifier les besoins de chacun.
- Navette fluviale : avoir plus de poids pour demander davantage de navettes, une fréquence plus soutenue, des aménagements spécifiques, etc. Possibilité d'organiser une collecte des déchets par cette voie, plus économique collectivement.

## 2.5 Transports en commun

- Communiquer sur l'offre de transports en commun

L'information sur les offres de transport en communs est un préalable essentiel pour réussir un changement modal. C'est pourquoi, lors de l'élaboration d'un PDE, il est toujours recommandé de fournir une bonne information sur les modes de déplacements durables indiquant comment accéder à la BnF en les utilisant. L'information doit être fournie de manière intégrée. Toutes les solutions envisageables doivent être incluses et présentées comme des options complémentaires. Cela donne un éventail de choix plus large à l'employé et lui permet, si nécessaire, de combiner l'utilisation de différents modes pour un même trajet. (cf. fiche de mobilité en annexe A)



#### **4. Formalisation finale**

L'État des lieux effectué sur le site François Mitterrand s'est révélé globalement positif: de nombreux arrêts de bus, deux stations de métro, un arrêt RER, 150 bornes Vélib... Même si ce constat d'accessibilité est plutôt flatteur, de nombreux efforts restent à fournir pour limiter l'utilisation de la voiture, accueillir mieux encore les cyclistes et continuer de faire évoluer les mentalités. Pour atteindre ces objectifs, il n'existe pas de solution « miracle », facile et rapide qui améliorerait de manière spectaculaire la situation. C'est en effet en additionnant un ensemble de petites mesures réfléchies et cohérentes que la BnF pourra réduire à moyen terme l'impact de ses déplacements sur l'environnement.

#### **CONCLUSION**

Le travail effectué sur le Plan de Déplacement à la BnF doit permettre d'améliorer les déplacements liés aux activités quotidiennes du site. Son élaboration a nécessité d'associer tous les acteurs concernés par les transports et les salariés eux-mêmes pour développer des solutions alternatives à l'utilisation de véhicules, adaptées à chaque site spécifique. L'étude, effectuée dans le cadre d'un projet industriel d'une quinzaine de jours s'est restreinte au site François Mitterrand, avec quelques axes d'améliorations évoqués pour le site de Bussy St Georges, qui a pu être visité. Cependant, pour être complète, cette dernière doit être poursuivie sur l'ensemble des sites de la Bibliothèque Nationale de France. Au-delà de cette étude, nous encourageons la poursuite des efforts réalisés par la BnF en matière de mobilité durable, et recommandons la réalisation d'un véritable PD d'Administration sur plusieurs mois, sur les bases de cette étude et en partenariat avec l'ADEME.

*" Il ne sert de rien à l'homme de gagner la Lune s'il vient à perdre la Terre."*  
François MAURIAC - écrivain français 1885 / 1970

#### **Les partenaires du quartier à associer :**

Monsieur Lescurieux, responsable environnement à la SEMAPA / 01 44 06 20 49  
Monsieur Farcis, responsable du site de la Caisse des dépôts et consignations / 01 58 50 74 64  
Monsieur Prieur, Sanofi Aventis / 01 53 77 43 53 ou [luc.prieur@sanofi-aventis.com](mailto:luc.prieur@sanofi-aventis.com)  
Madame Ballandras, Orange / 01 46 46 73 89

#### **Les professionnels de l'environnement à associer :**

Monsieur Marie-Rose, responsable transport de l'ADEME / 01 49 01 45 47 ou [jean-yves.marie-rose@ademe.fr](mailto:jean-yves.marie-rose@ademe.fr)  
Madame Rochette, espace écotransports de Paris / 01 45 82 14 25 ou [lrochette@voitureandco.com](mailto:lrochette@voitureandco.com)

#### **Les acteurs de l'autopartage :**

Monsieur Mignotte, Directeur de Caisse commune / 01 43 55 15 95 ou [l.mignotte@caisse-commune.com](mailto:l.mignotte@caisse-commune.com)  
Monsieur Marmillon, Directeur des opérations chez Okigo / 01 48 04 55 38  
Monsieur Lavallon, Mobizen / 01 72 09 06 75

## ANNEXE 6 : Énergies renouvelables à la BnF

Geoffrey QUINTAS NEVES et Jonas CHARBONNIER

La consommation des ressources fossiles entraîne l'augmentation du prix de l'énergie et de la concentration des gaz à effets de serre dans l'atmosphère, en partie responsable du réchauffement climatique. Dans ce contexte, il est important d'essayer de diversifier les origines de production de l'énergie en se tournant notamment vers les énergies renouvelables. C'est dans cette optique que nous soulignons l'intérêt d'étudier les potentiels éolien et photovoltaïque.

La BnF cherche à développer ses stratégies environnementales et envisage d'examiner toute solution d'énergie renouvelable.

### **1 Architecture de la BnF :**

Le bâtiment se compose d'un socle, enfoncé dans le sol et évidé dans sa partie centrale pour y loger un jardin, et de 4 tours hautes de 80 m. Ces tours, en forme d'équerres, sont composées d'acier, de verre, et derrière les vitres transparentes, de panneaux de bois. Par cette disposition, l'architecte, Dominique Perrault, a voulu représenter 4 livres ouverts. Le socle, à son niveau supérieur, forme une esplanade publique, accessible depuis le quai François Mauriac par de grands emmarchements. Sa grande surface en bois d'Ipé évoque le pont d'un bateau. Dans les niveaux inférieurs, il loge en lignes concentriques les salles de lecture, le stockage des ouvrages et documents, les ateliers de traitement des documents et de gestion du dépôt légal ainsi que la plupart des équipements techniques. Dans l'évidement central du socle, un jardin de plus d'un hectare est aménagé avec près de 250 arbres. Ils ont été préparés en forêt depuis plusieurs années. Les tours comportent 20 étages. Les 7 premiers sont des bureaux de l'administration protégés par des volets de bois mobiles. Les 11 suivants sont des magasins de stockage des livres avec des volets de bois fixes ; les deux derniers sont des étages techniques qui gardent le même visuel extérieur que les magasins de stockage. Afin de garantir une conservation à température et humidité maîtrisées, il a fallu, en outre une climatisation de l'air, aménager une isolation efficace pour les tours. On trouve successivement à partir de l'extérieur : 2 parois de verre, un espace libre, un volet fixe de bois derrière lequel se place une paroi de plâtre et 6 cm de laine de verre. Derrière cette paroi, se trouve le stockage des livres en atmosphère contrôlée en humidité et température.

### **2 Problématique et Méthodologie**

Notre problématique est d'examiner le potentiel de production d'énergie renouvelable (solaire et éolien) sur le site de François Mitterrand. Ces deux technologies ont pour but de produire de l'électricité, revendue directement à EDF. Les contrats de revente sont les suivants :

Photovoltaïque : Rachat pendant 20 ans à 30 c€/ le kWh si l'installation n'est pas intégrée au bâti et à 55 c€/ le kWh si elle l'est. L'installation est dite « intégrée au bâti » si elle joue un rôle propre dans la synergie du bâtiment, comme par exemple l'isolation. Cette propriété est au jugement d'EDF.

Eolien : Rachat obligatoire pendant 15 ans à 8.20 c€/le kWh si l'installation se trouve en Zone de Développement Eolien (ZDE).

La méthodologie à suivre doit répondre à deux questions : Quel est le gisement potentiel ? Quelles sont les solutions techniques envisageables ?

#### **2.1 Potentiel photovoltaïque :**

##### a. Le gisement

Le gisement solaire est assez aisé à identifier car il existe des cartes de gisement solaire de la France. Paris reçoit en moyenne 1 220 kWh /m<sup>2</sup>/an. Nous avons préféré calculer une valeur in situ, à partir de la réalisation du Comité de Liaison Energies Renouvelables (CLER) à Montreuil dite le « toit bleu ». Cette installation de 220m<sup>2</sup> pour 22 kWc avec des capteurs d'un rendement de 13% donne depuis 5 ans 22 000 kWh par an en moyenne :

⇒ Gisement solaire : 770 kWh /m<sup>2</sup>/an

Nous voyons que cette valeur est beaucoup plus faible que celle donnée par la carte. La carte donne peut être une valeur théorique mais nous préférons pour notre étude nous baser sur la valeur calculée in situ. Ainsi les gains engendrés sont donc minimisés et les risques de surévaluation des retombées économiques est écarté.

##### b. Pistes envisageables

Nous avons dans un premier temps listé les solutions envisageables pour pouvoir faire un comparatif de rentabilité :

- Capteurs sur les toits, inclinaison et orientation optimales ;

- Vitrage solaire sur les deux façades exposées sud-ouest ;
- Capteurs plans derrière les vitres à la place des panneaux décoratifs en bois ;
- Brises soleil solaire sur les deux façades sud-ouest ;
- Capteurs plans sur les deux grilles des escaliers de secours les mieux exposées.

Pour avoir « un indice total de rendement » (ITR) il faut prendre en compte :

- L'orientation du capteur ; L'inclinaison du capteur ; Le rendement de la cellule photovoltaïque ;
- L'emplacement choisi : devant ou derrière le vitrage ; Les effets de masque possibles.

L'orientation et l'inclinaison jouent un rôle important dans la quantité d'énergie reçue. Sous nos latitudes, l'orientation optimale est le sud et l'inclinaison optimale est de l'ordre de 40° par rapport à l'horizontale.

Nous pouvons ainsi définir pour chaque installation envisagée un coefficient « orientation -inclinaison ».

Le rendement propre (% d'énergie reçue convertie en énergie électrique) du capteur photovoltaïque est connu selon le type de panneaux installés : panneaux traditionnels (toiture, façade) : 13% ; vitrage photovoltaïque : 10%. Ces valeurs ont été obtenues par recoupement des fiches techniques, BP Solar notamment.

La quantité d'énergie reçue derrière la vitre est plus faible que le gisement réel car la vitre réfléchit et absorbe une partie de cette énergie. Nous avons recherché dans les plans de la BnF les propriétés des vitres installées et trouvé la valeur de la quantité d'énergie transmise à travers ces vitres : 63%.

En multipliant tous ces facteurs, nous obtenons notre « indice total de rendement ». Les facteurs apparaissent pour chaque critère entre parenthèses. Ainsi nous obtenons le rendement effectif en multipliant cet indice par la valeur du gisement.

Description de chaque solution et actions possibles :

#### **Vitrage solaire sur les deux façades exposées sud-ouest :**

Pour ce genre de technologie, le rendement du capteur est plus faible, soit de l'ordre de 10%. Comme les capteurs sont incorporés au vitrage, ils sont verticaux et non orientables ; ils seront donc orientés comme les façades : sud-ouest.

La surface disponible comporte les 13 étages supérieurs des deux façades exposées sud-ouest. Cela représente 2 171 m<sup>2</sup> par tour soit un total de 4 342 m<sup>2</sup>. Le coût d'un vitrage photovoltaïque est de 900€/m<sup>2</sup> (équivalent à 100 Wc d'installés). Cette technologie est récente et les exemples chiffrés d'installations introuvables ; il est donc impossible d'estimer le coût de l'installation des vitres. Il est facilement pensable que de remplacer l'ensemble des vitres concernées est un chantier énorme, engendrant donc des coûts très importants.

Gisement : 770 kWh/an/m<sup>2</sup> ; ITR : 7% ; Production par m<sup>2</sup> : 54 kWh/an ;

Surface disponible : 4342 m<sup>2</sup> ; Production totale : 234 000 kWh/an ;

Prix au m<sup>2</sup> : 900€ ; Prix total (hors installation) : 3.9 M€ ;

Gain de la revente à 55c€/le kWh : 128 700€/an ;

Retour sur Investissement : 30 ans ; Retour sur Investissement avec 40 % d'aides : 18 ans.

Le plus : aspect esthétique.

Le moins : coûts élevés.

#### **Capteurs plans derrière les vitres à la place des panneaux décoratifs en bois :**

Ici le capteur est de même nature qu'en toiture, donc d'un rendement de l'ordre de 13%. Les capteurs seront verticaux et orientés sud-ouest comme la façade. De plus, se trouvant derrière la vitre, l'énergie solaire qui leur arrivera sera diminuée de ce fait.

Gisement : 770 kWh/an/m<sup>2</sup> ; ITR : 5.5% ; Production par m<sup>2</sup> : 42 kWh/an ;

Surface disponible : 4342 m<sup>2</sup> ; Production totale : 184 000 kWh/an ;

Prix au m<sup>2</sup> : 700 € pose comprise ; Prix total : 3 040 000 €, pose comprise ;

Gain de la revente à 55 c€/le kWh : 101 000 €/an (55 000€/an à 30 c€/du kWh) ;

Retour sur Investissement : 30 ans ; Retour sur Investissement avec 40 % d'aides : 18 ans.

Le plus : technique éprouvée, facilité d'accès et donc de montage.

Le moins : moins d'énergie solaire incidente => faible gain, couleur sombre.

#### **Capteurs plans opaques sur les deux grilles des escaliers de secours les mieux exposées :**

Les capteurs seront verticaux, orientés selon la façade sur laquelle ils sont posés (sud-sud-est ou sud-sud-ouest selon la façade considérée). Ces « petits cotés » des tours où se trouvent les escaliers de secours ne sont pas éclairés par le Soleil en continu dans la journée ; il y a des effets de masque à prendre en compte. Ne pouvant réaliser une étude précise de ces effets de masque, nous avons pris, après un relevé sur une journée, pour valeur 60 % : les effets de masque font que ces grilles ne sont exposées aux rayons solaires que 60 % du temps de l'exposition normale. 3 grilles peuvent accueillir des capteurs de par leur orientation, chacune de 1 000 m<sup>2</sup>. Nous comptons utiliser seulement la moitié supérieure de chacune, soit au total : 1 500 m<sup>2</sup>.

Gisement : 770 kWh/an/m<sup>2</sup> ; ITR : 5 % ; Production par m<sup>2</sup> : 38.5 kWh/an ;  
Surface disponible : 1 500 m<sup>2</sup> ; Production totale : 58 000 kWh/an ;  
Prix au m<sup>2</sup> : 700€, pose comprise ; Prix total : 1 050 000 €, pose comprise ;  
Gain de la revente à 30c€/ le kWh : 17 400€/an ;  
Retour sur Investissement : 60 ans ; Retour sur Investissement avec 40 % d'aides : 36 ans.

Les plus : visuel, technique éprouvée.

Le moins : effets de masque.

### **Capteurs solaires en toiture :**

L'orientation et l'inclinaison sont optimales. Un bémol, cette technologie n'est pas considérée comme intégrée au bâti, l'énergie produite est donc rachetée par EDF à 30 c€/ le kWh.

La surface disponible en toiture, à Tolbiac, est d'environ 140 m<sup>2</sup> par tour, cela en tenant compte du projet d'installation de deux nouvelles tours aérofrigorifères.

Gisement : 770 kWh/an/m<sup>2</sup> ; ITR : 13 % ; Production par m<sup>2</sup> : 100 kWh/an ;  
Surface disponible : 560 m<sup>2</sup> ; Production totale : 56 000 kWh/an ;  
Prix au m<sup>2</sup> : 700 € pose comprise ; Prix total : 392000 €, pose comprise ;  
Gain de la revente à 30c€/ le kWh : 16 800 €/an ;  
Retour sur Investissement : 23 ans ; Retour sur investissement avec 40 % d'aides : 14 ans.

## **2 Potentiel éolien**

### **a. Le gisement**

Le gisement de vent est pour sa part beaucoup plus difficile à connaître. En effet, il est possible de trouver des valeurs énergétiques de vent moyennées sur l'année, mais cela ne suffit pas pour réaliser une étude technico-économique sérieuse en vue de l'implantation d'une éolienne. Météo France vend également des roses des vents ainsi que les données mesurées sur une année. Malheureusement dans le cadre de notre étude, et compte tenu de l'importance du projet, ces quelques données sont insuffisantes. En effet, les stations de mesures ne sont pas représentatives des lieux dans lesquels le projet éolien est envisagé. Par exemple, la station météo de Paris se trouve au Parc Montsouris à 10m de hauteur, et ce site est entouré d'arbres, qui causent donc un effet de masque. Les données de vent ne sont donc pas du tout exploitables pour le site de François Mitterrand qui se trouve en pleine canopée urbaine, à 80 mètres de hauteur. Il faut donc mettre en place une mini-station météo sur le toit de la BnF pour accéder aux courbes suivantes :

- Distribution des vents (fréquence du vent en fonction de la vitesse du vent)
- Répartition des vitesses de vent (probabilités que la vitesse soit inférieure à une certaine valeur. Elle représente la proportion de vent dont la vitesse mesurée est inférieure à une certaine vitesse)
- Vitesse-durée (permet de calculer la durée de fonctionnement de l'éolienne en fonction de ses caractéristiques, et donc l'énergie qui sera produite, puisque l'énergie produite est directement proportionnelle à la vitesse du vent et à la durée de fonctionnement de l'éolienne).

### **c. Solutions techniques**

#### **Eolienne à axe horizontal :**

Une éolienne à axe horizontal est une hélice perpendiculaire au vent, montée sur un mât. La hauteur est généralement de 20 m pour les petites éoliennes, et supérieure au double de la longueur d'une pale pour les modèles de grande envergure. Le rendement maximal théorique d'une éolienne est d'environ 59 %. Ce chiffre ne prend pas en compte les pertes d'énergie occasionnées lors de la conversion de l'énergie mécanique du vent en énergie électrique. C'est-à-dire que sur un gisement potentiel de 100 kWh/m<sup>2</sup>/an on ne produirait en réalité que moins de 59 kWh/m<sup>2</sup>/an. L'énergie électrique produite est directement fonction du rayon du rotor et du cube de la vitesse du vent, donc plus les pales de l'éolienne et la vitesse du vent sont grandes, plus la quantité d'énergie produite le sera aussi. Tout en sachant que la vitesse du vent est plus importante que le rayon des pales. Ce type d'éolienne doit être orientée par rapport à la direction du vent, il est donc tout à fait primordial de connaître la direction du vent du site. Ce type d'éolienne nécessite un certain espace au sol, et un environnement dégagé, il n'est potentiellement pas envisageable pour la BnF à François Mitterrand.

#### **Eolienne à axe vertical :**

Le principe est celui d'un rotor d'axe vertical qui tourne au centre d'un stator à ailettes. On distingue plusieurs déclinaisons autour de ce principe, depuis le simple rotor cylindrique - deux profils disposés de part et d'autre de l'axe - jusqu'au rotor parabolique où les profils sont recourbés et fixés au sommet et à la base de l'axe vertical. Ce type de solution réduit considérablement le bruit tout en autorisant le fonctionnement avec des vents supérieurs à 220 km/h et quelle que soit leur direction, ce qui en fait son principal avantage. L'encombrement total est plus faible aussi bien pour l'espace au sol que pour la hauteur. Pour une éolienne de 3 m de diamètre et 2 m de haut, une production de 8 000 kWh/an est annoncée (2007). Ces différentes caractéristiques en font donc la solution idéale pour de l'éolien urbain, donc une solution envisageable préférentiellement sur le site François Mitterrand. Pour

chacun de ces deux types, il existe de très nombreux modèles, mais il serait tout à fait inapproprié de faire une comparaison de ceux-ci sans connaître avec précision les données de vent.

## CONCLUSION

Pour l'éolien, il nous a notamment manqué certaines données de bases, nécessaires au calcul du gisement. Leur acquisition a été programmée et est en cours, toutes les données nécessaires seront accessibles d'ici un an. Néanmoins, le mois de données récoltées permet d'affirmer que le projet d'une éolienne sur le site de François Mitterrand n'est que très difficilement envisageable au regard du faible gisement de vent durant le mois de l'étude qui a été venteux.

Pour le solaire, nous avons conduit l'étude jusqu'à l'envoi des devis aux constructeurs : leurs retours permettront de confirmer ou d'infirmier notre analyse financière qui permet d'ores et déjà de faire quelques conclusions intéressantes. Le site de François Mitterrand semble de par son architecture peu enclin à accueillir la technologie photovoltaïque dans des rendements raisonnables, hormis en toiture. Ainsi il est possible d'installer des panneaux sur les toits, ce qui est même financièrement avantageux (amortissement sur 14 ans puis 6 années de bénéfices nets), mais la quantité d'énergie produite est infime par rapport à la consommation du site (de l'ordre de 0.1%).

## ANNEXE 7 : Audit eau et tours aéroréfrigérantes à la BnF

Marine SALAÜN et Eric MÜLLER

Le premier travail a consisté à réaliser une étude technique de remplacement des **adoucisseurs** actuellement en place. A savoir que l'eau adoucie produite alimente le circuit de refroidissement des tours aéroréfrigérantes. Deux possibilités ont été étudiées : le renouvellement à l'identique ou la mise en place d'**osmoseurs**. Pour le dernier cas, grâce à l'eau osmosée produite, une réduction des purges de déconcentration aurait permis d'alléger la facture d'eau. Cependant, les coûts d'exploitation élevés nous ont poussés à écarter ce procédé. Le remplacement des adoucisseurs par d'autres appareils du même type est donc préconisé. Le deuxième sujet de travail a concerné la réduction des consommations d'eau. Sur ce point, nous avons voulu innover en mettant en place des **filets à brouillard** sur les tours aéroréfrigérantes. L'idée est de récupérer une partie de l'eau contenue dans le panache de vapeur. Grâce à la mobilisation des équipes de la BnF et à notre persévérance, ce projet a pu aboutir par la pose de 3 toiles.

### I. L'économie d'eau

Dans cette partie, nous allons exposer les solutions qui ont été envisagées pour réduire la consommation d'eau de la BnF. Certaines idées ont tout de suite été écartées car irréalisables techniquement. Deux en particulier, plus prometteuses seront détaillées plus loin dans ce rapport.

#### 1) Circuit de refroidissement fermé

Tout d'abord, nous avons voulu connaître l'utilité des tours aéroréfrigérantes de type ouvert à voie humide par rapport au type fermé. L'avantage de ce dernier est l'absence de perte d'eau due à l'évaporation. Cependant, son inconvénient est sa capacité de refroidissement qui est étroitement liée à la température extérieure. Or à la BnF l'eau à la sortie des tours ne doit jamais excéder une température de 30°C sous peine de voir les compresseurs de l'ensemble climatisation / chauffage se mettre en défaut et s'arrêter. En été, en cas de canicule, il serait donc impossible à un système fermé de respecter cette consigne. Ainsi, le choix des tours aéroréfrigérantes ouvertes à voie humide est donc justifié puisque l'évaporation permet d'obtenir une température de l'eau inférieure à celle de l'extérieur. Cette voie d'économie d'eau est donc d'emblée écartée.

#### 2) Récupération des eaux pluviales

La bibliothèque François Mitterrand ainsi que son esplanade couvre une surface au sol d'environ 60 000 m<sup>2</sup>. A première vue, le potentiel pour récupérer de l'eau de pluie est donc énorme. Avec 600 mm de précipitations en moyenne par an, un calcul simpliste nous donne un volume à récupérer de 36 000 m<sup>3</sup>. Cependant, des pertes liées à l'évaporation et l'humidification des zones de collecte sont à prendre en compte. La BnF a déjà eu une réflexion sur ce sujet. Pour le stockage, des bâches souples pourraient être installées dans le vide sanitaire. Avant son injection dans le circuit de refroidissement, un traitement par filtration de l'eau de pluie serait toutefois à prévoir afin d'éliminer les matières en suspension et diverses particules. Un réseau de canalisations devra aussi être créé. Vu l'ampleur de la tâche, de telles études ne peuvent pas être menées durant un projet industriel mais peuvent faire l'objet d'un stage.

#### 3) Osmose inverse

L'osmose inverse est un système de purification de l'eau contenant des matières en solution par un système de filtrage très fin qui ne laisse passer que les molécules d'eau.

Ce système nous permettrait de faire des économies d'eau au niveau des purges de déconcentration. Les purges sont faites lorsque l'eau est trop chargée en minéraux, avec ce procédé l'eau sera pure, donc ne contiendra plus de minéraux, la nécessité de déconcentrer l'eau des tours sera donc réduite.

Cette voie d'économie d'eau a été retenue, son étude sera détaillée dans le chapitre suivant.

#### 4) Déminéralisation par résines anioniques et cationiques

L'objectif est identique aux osmoseurs : réduire la quantité de minéraux afin de limiter leur concentration dans les tours. Cette technique a tout de suite été écartée car se pose le problème du stockage au sein de la BnF d'acide chlorhydrique et de soude nécessaires à la régénération des résines.

#### 5) Filet à brouillard

Lorsque les tours aéroréfrigérantes sont en fonctionnement, l'excès de chaleur est évacué par le souffle d'air chargé de vapeur et de gouttelettes d'eau. Chaque année, environ 35 000 m<sup>3</sup> d'eau sont évacués par cette voie. L'idée est d'en récupérer une partie à l'aide de filet à brouillard en s'inspirant de la technique déployée au Chili. Celle-ci consiste à tendre des filets sur des flancs de montagnes en zones reculées dans le but de capter de l'eau destinée à la consommation humaine.



Filets à brouillard du Chili

## II. Etudes réalisées

### 1 REMPLACEMENT DES ADOUCISSEURS

La BnF dispose de trois adoucisseurs de marque CILLIT type Reflex C460-22 qui ont l'âge de la BnF c'est-à-dire environ 12 ans. Les adoucisseurs devront être remplacés à plus ou moins court terme.

La BnF consomme 50 000 m<sup>3</sup> d'eau par an pour leur réseau d'eau de process. Deux tiers de cette eau sont perdus par évaporation à la sortie des tours aéroréfrigérantes. Le tiers restant est perdu au niveau des purges de déconcentration. Le système d'adoucisseurs permet d'adoucir l'eau de la ville avant son utilisation dans le réseau d'eau des tours. Le principe de l'adoucissement de l'eau est de remplacer les ions calcium Ca<sup>+</sup> responsables de la dureté de l'eau par des ions Na<sup>+</sup> contenus dans les résines de l'adoucisseur. Les adoucisseurs fonctionnent sur un échange d'ions au niveau des résines. Cependant cette eau adoucie n'est pas pure, elle contient encore des minéraux, notamment du Na<sup>+</sup>. Cette concentration en minéraux dans l'eau du réseau joue sur les purges de déconcentration. La modification du système d'adoucisseurs, par un procédé physico-chimique permettant d'obtenir de l'eau pure, et non plus simplement adoucie, permettrait éventuellement de faire des économies de perte d'eau au niveau de la déconcentration des tours.

Le procédé étudié en remplacement des actuels adoucisseurs est l'osmose inverse.

Pour étudier, si le remplacement des adoucisseurs par un procédé d'osmose inverse s'avérerait rentable, nous allons comparer le coût de ces deux systèmes grâce aux informations fournies par la société PERMO. Nous avons pu envisager différents scénarii pour la mise en place d'osmoseurs inverses.

Celle-ci est envisageable à deux endroits sur les circuits d'eau :

- en remplacement des adoucisseurs : l'idée est d'injecter une eau quasiment pure dans le circuit de refroidissement. Ainsi, avec une eau exempte de minéraux, le phénomène de concentration dans les tours aéroréfrigérantes sera fortement diminué et de ce fait les purges de déconcentration seront par la même occasion réduites.
- au niveau des purges de déconcentration : tout en gardant les adoucisseurs en entrée de circuit, un osmoseur peut être mis en place au niveau des purges de déconcentration, le but étant de récupérer les eaux chargées en minéraux, de les filtrer et de les réinjecter dans le circuit. Actuellement, les eaux purgées vont directement à l'égout.

L'osmose inverse est actuellement utilisée dans des entreprises de pharmaceutique et d'agroalimentaire, car ces domaines nécessitent une eau pure. Ce qui n'est pas indispensable dans le cas de tours aéroréfrigérantes.

À l'heure actuelle, le système d'adoucisseurs est donc le plus rentable. Si la BnF veut faire des économies d'eau, il faut réfléchir à remplacer les tours aéroréfrigérantes, ou du moins une partie, par un autre système tel que des dry-coolers. Un tel changement permettrait de réduire la quantité d'eau utilisée.

### 2 FILET A BROUILLARD

Les tours aéroréfrigérantes évacuent les 2/3 de l'eau adoucie produite à la BnF ce qui représente un volume annuel d'environ 35 000 m<sup>3</sup>. La quantité d'eau perdue étant la plus importante à cet endroit, les efforts d'économie doivent donc se porter à ce niveau. Dans cette logique, nous avons proposé à la BnF la mise en place de filets à brouillard (voir échantillon en Annexe) dans le but de capter la vapeur d'eau et les micro-gouttelettes contenues dans le flux d'air évacué. Cette idée novatrice proposée par notre responsable M. Frangi a séduit la BnF qui nous a donné carte blanche pour la tester.

#### a) Méthodologie

Tout d'abord, il a fallu trouver un fournisseur pour la toile. En cherchant sur Internet, nous avons retrouvé la société qui a installé les filets à brouillard au Chili. Il s'agit de la S.A. BOUILLON, située à Caudry (59). Après avoir obtenu un échantillon et après maints échanges téléphoniques, une toile de 3 x 10 mètres nous a été gracieusement livrée à la BnF. Des critères d'installation se sont tout de suite imposés : pas de perte de la capacité de refroidissement de la tour donc pas de réduction du flux d'air par obstruction, résistance au vent, surface de contact maximale avec le panache de vapeur

En concertation avec le service climatisation, la solution de panneaux inclinés a été retenue.

Pour la réalisation des châssis destinés à recevoir et à tendre les toiles, nous avons tout d'abord pensé à une structure en bois, ce matériau étant facile à travailler. Mais pour cela nous avons besoin des services de la menuiserie de la BnF. Le chef-menuisier était prêt à collaborer avec nous, cependant, sa charge de travail ne lui permettait pas d'être disponible avant la fin de notre projet industriel. Nous devions trouver un autre moyen. L'acier ne nous convenait pas car trop cher à l'achat. La solution du PVC a ensuite été évoquée. Abordable d'un point de vue prix, facile à monter, nous avons donc opté pour ce matériau. IDEX, société de maintenance à la BnF, nous a donc fourni des tubes en DN 40, des coudes 45°, de la colle et des tasseaux en bois. Pour ce qui est de l'outillage, le magasin de la BnF nous a approvisionné en boulons, perceuse, scie et autre matériel de sécurité (gants, masque facial contre la légionnelle).

C'est donc durant notre dernière semaine à la BnF que nous avons réalisé trois châssis en PVC de 2x2 mètres sur lesquels nous avons tendu un filet à brouillard. Avec l'aide d'un technicien IDEX, ces toiles ont ensuite été montées dans une des quatre tours aéroréfrigérantes de la T1, la fixation ayant été réalisée latéralement à l'aide de bastaings 60x80 mm eux-mêmes vissés sur la tuyère d'évacuation. Un renfort a été réalisé à l'aide de câbles d'acier pour assurer une meilleure résistance au vent. Afin de quantifier l'eau susceptible d'être récupérée, chaque toile a été équipée d'une gouttière raccordée à un bac. Les photos ci-après illustrent la réalisation et la mise en place des toiles :



Détail gouttière de récupération



Filet à brouillard sur châssis



Hissage d'une toile sur le toit



Tour aéroréfrigérante sans et avec filet à brouillard

#### b) Bilan de fonctionnement

En sept jours, 20 litres d'eau ont été collectés par filet pour un temps de fonctionnement total de la tour aéroréfrigérante de 32 heures ce qui fait une récupération de 0.625 l/h. Ce chiffre est à comparer au débit d'évaporation des tours qui avoisine les 2000 l/h (35 000 m<sup>3</sup> évacués par an en 17 600 heures de fonctionnement). Imaginons maintenant la pose de 6 filets sur chacune d'entre elles (8 au total), nous pourrions espérer récupérer sur une année:  $0.625 \times 6 \times 17\ 600 = 66\ 000$  litres soit 66 m<sup>3</sup> ce qui représente un peu moins de 0.2 % de la quantité d'eau évaporée. Autant dire que c'est négligeable. Une analyse de conductivité a aussi été faite sur l'eau récupérée. Elle est de 915 µS/cm or celle de l'eau qui circule dans les circuits de refroidissement est de 1600 µS/cm. Quant à l'eau évaporée, sa conductivité est d'environ 50 µS/cm. Cela signifie donc que l'eau récupérée par les toiles provient approximativement à 60 % d'un entraînement vésiculaire et que les 40 % restants sont issus de l'évaporation. Sur ce dernier point, l'air évacué par les tours qui a une saturation en eau proche de 100 %, atteint donc son point de rosée lorsqu'il arrive au contact des filets à brouillard.

Il est trop tôt pour tirer des conclusions définitives sur cette expérience. De l'eau a été récupérée mais pas en quantité suffisante pour espérer pour le moment un déploiement à grande échelle. Le test mériterait d'être prolongé pour voir si les toiles réagiraient de la même façon dans d'autres conditions climatiques et avec des inclinaisons différentes. Mais au-delà du fait que les filets à brouillard retiennent de l'eau, cette étude et plus particulièrement les mesures de conductivité nous ont permis de mieux comprendre le mécanisme de diffusion de la bactérie Légionnelle. Comme n'importe quelle particule, celle-ci serait restée dans les circuits d'eau si l'évaporation avait été le seul phénomène rencontré. Or nous avons constaté, grâce à la conductivité, que de l'eau sous forme liquide était aussi évacuée. Et c'est justement dans ces aérosols que la Légionnelle peut gagner l'atmosphère environnante des tours aérofrigorifères et contaminer d'éventuelles personnes fragilisées si ses populations étaient mal maîtrisées.

## Conclusion

Concernant l'étude sur les adoucisseurs, cette technique de traitement de l'eau reste encore la plus adaptée aux particularités de la climatisation de la BnF car moins onéreuse à l'achat et en maintenance que les osmoseurs. C'était l'hypothèse de départ de Monsieur Bonandrini et nous l'avons conforté sur ce point. Il a par ailleurs obtenu une étude chiffrée pour l'achat de nouveaux adoucisseurs. Au cours de cette étude, nous n'avons donc pas fait de réelle avancée sur les économies d'eau en terme de quantité. Toutefois, en analysant les factures d'eau, nous espérons avoir fait diminuer leur montant. En effet, nous avons signalé que la BnF paye actuellement la taxe assainissement sur l'eau qui est évaporée. Un coefficient de minoration peut être appliqué et une convention est en cours de signature entre la BnF et le SIAAP. Une économie de 0.87 € HT/ m<sup>3</sup> est à prévoir sur les 35 000 m<sup>3</sup> évaporés soit environ 30 500 € par an. Pour ce qui est des filets à brouillard, des tests supplémentaires permettraient peut-être d'améliorer le rendement des toiles. Nous restons donc en contact avec la BnF qui décidera de l'éventuelle poursuite de l'expérience.

## Annexe : Contacts

- **Bibliothèque Nationale de France François Mitterrand**

*Quai François Mauriac 75706 Paris Cedex 13*

M. Bruno BONANDRINI, Chef du service de climatisation  
Téléphone : 01.53.79.40.94 ; courriel : [bruno.bonandrini@bnf.fr](mailto:bruno.bonandrini@bnf.fr)



- **IUP Génie de l'Environnement**

*Université Denis Diderot - Paris 7, Case Postale 7071  
2 place Jussieu 75251 Paris Cedex 05*

M. Jean-pierre FRANGI, Directeur de l'IUP  
Téléphone : 01.44.27.55.98 ; courriel: [jean-pierre.frangi@univ.paris.diderot](mailto:jean-pierre.frangi@univ.paris.diderot)



- **Société PERMO**

*103, rue Charles-Michels 93206 Saint Denis Cedex*

M. Jean VASSEUR Téléphone : 02.32.63.32.32 ; courriel: [jean.vasseur@permo.tm.fr](mailto:jean.vasseur@permo.tm.fr)



- **Société CILLIT**

*15 a, Avenue de l'Europe  
Schiltigheim - B.P. 80045 67013 STRASBOURG CEDEX*

M. Josselin BLAY Téléphone : 01.43.90.64.20



- **Société CIBA**

*Cité Internationale  
44 Quai Charles de Gaulle 69463 Lyon Cedex 06*

M. Jean-Pierre DE LEECK Technico-commercial  
Téléphone : 01.30.30.20.88 ; courriel : [jean-pierre.de\\_leeck@ciba.com](mailto:jean-pierre.de_leeck@ciba.com)



- **Société INFILCO**

*23 rue du professeur Victor Pauchet 92420 VAUCRESSON – France*

M. Marc DUCHAMP  
Téléphone : 01.47.95.88.24 ; Courriel : [marc.duchamp@infilco.com](mailto:marc.duchamp@infilco.com)



- **Société BOUILLON S.A**

*226, rue de la République  
BP 90003 59541 CAUDRY Cedex - France*

M. Arnaud BOUILLON  
Téléphone : 03.27.85.22.66 ; courriel : [contact@bouillon-sa.fr](mailto:contact@bouillon-sa.fr)

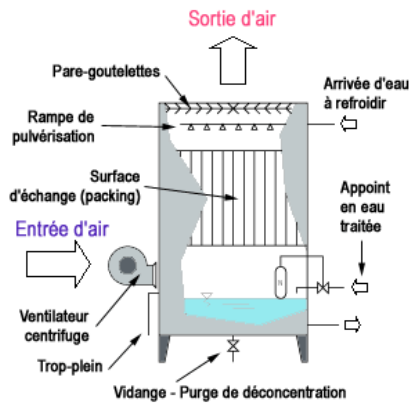


## Annexe : Tours aéroréfrigérantes

Les tours aéroréfrigérantes ont pour fonction d'évacuer vers le milieu extérieur la chaleur issue de systèmes de *refroidissement* (climatisation ou procédé industriel) en pulvérisant de l'eau chaude dans un flux d'air. Cette circulation d'air permet de refroidir l'eau par *vaporisation* d'une partie de l'eau pulvérisée. Cette vapeur d'eau est parfois visible sous la forme d'un panache au dessus de la tour. Dans le cas de la BnF, il existe deux réseaux de tours aéroréfrigérantes qui assurent le refroidissement des condenseurs de la production thermofrigorifique. Chaque réseau est équipé de quatre tours aéroréfrigérantes de type ouvert à contre courant et à tirage forcé.

Principe de fonctionnement d'une tour aéroréfrigérante à voie humide, de type ouvert à contre courant.

Une tour aéroréfrigérante humide est un échangeur de chaleur « air/eau » dans lequel l'eau à refroidir est en contact direct avec l'air ambiant. L'eau chaude est pulvérisée en partie haute de la tour aéroréfrigérante et ruisselle sur un corps d'échange. L'air traverse le système de ruissellement et est rejeté dans l'atmosphère. Le refroidissement s'effectue principalement par évaporation de l'eau ; l'efficacité du système est liée à la conception et à l'entretien de la tour aéroréfrigérante ainsi qu'aux conditions atmosphériques (température et humidité). Les tours aéroréfrigérantes classiques sont constituées de différents éléments. Elles contiennent un système de distribution d'eau (**rampe de pulvérisation**) dont le rôle est de disperser de manière uniforme l'eau sous forme de gouttelettes sur le **packing**, ou corps d'échange, qui est un ensemble de feuille obtenu par collage et sur lequel se fait le transfert thermique entre l'air et l'eau (il permet d'augmenter les échanges air/eau). Elles contiennent aussi un **pare-gouttelettes** installé en sortie d'air de la tour pour retenir l'entraînement des gouttelettes d'eau par l'air. Le **ventilateur** (tirage forcé) assure un écoulement continu d'air à contre-courant pour refroidir l'eau. Il peut être situé en partie haute ou basse de la tour. Les tours ont dans leur partie basse un **bassin** pour récupérer l'eau refroidie avant de retourner vers le procédé à refroidir.



Appoint et purge de déconcentration : La réfrigération humide est basée sur le contact direct entre l'air et l'eau à refroidir. Ce contact conduit une partie de l'eau à l'évaporation, tandis que l'autre partie est réinjectée vers le procédé à refroidir. L'évaporation de l'eau dans la tour entraîne la concentration en sels minéraux dans l'eau en recirculation. Les purges de déconcentration sont indispensables, afin d'éviter la tendance à la corrosion, à la formation de dépôt par précipitation et de permettre aux réactifs chimiques injectés d'être efficaces.

Le risque de légionelle : La *Legionella* est une bactérie d'origine hydrotellurique de la famille des *Legionellaceae* dont la plus connue est *Legionella pneumophila* qui est à l'origine de la maladie infectieuse : la légionellose. La bactérie se développe dans des eaux réchauffées et dans un milieu organique favorable à leur développement (station thermale etc.) riche en fer, zinc, aluminium.

Les tours aéroréfrigérantes peuvent être à l'origine de la prolifération de *legionella* car les circuits utilisés en climatisation sont des milieux favorables au développement de la bactérie compte tenu de la température de l'eau et du contact avec l'air.

Les bactéries *legionella* peuvent coloniser l'eau des tours puis être véhiculées dans l'air extérieur via l'entraînement de l'aérosol de micro-gouttelettes.

L'air saturé de vapeur d'eau crée un nuage visible à la sortie des tours aéroréfrigérantes par voie humide. Ce nuage appelé « panache » est constitué :

- De vapeur d'eau : quantité d'eau évaporée pour assurer le refroidissement.
- De gouttes entraînées ou entraînement vésiculaire : l'entraînement vésiculaire est défini comme étant de fines particules d'eau entraînées dans l'atmosphère par la circulation de l'air dans la tour.

Ce sont ces gouttelettes entraînées qui possèdent la même composition que l'eau du circuit, et donc sont susceptibles de véhiculer les bactéries.

Il existe différentes actions correctives en fonction du seuil de concentration en légionelles (UFC/l soit Unités Formant Colonie par litre d'eau) :

- si >1 000 UFC/l (ou présence de flore bactériologique interférente empêchant la détermination de la concentration en légionelles), il faut mettre en œuvre des actions correctives pour abaisser la concentration en légionelles et vérifier sous deux semaines que la concentration est revenue sous le seuil d'action.
- Si > 100 000 UFC/l, il faut arrêter immédiatement le fonctionnement du système de refroidissement, vidanger, nettoyer et désinfecter l'ensemble du circuit, informer l'inspection des installations classées et effectuer des contrôles tous les quinze jours pendant 3 mois (en cas de dépassement du seuil de 10.000, nouvel arrêt de l'installation)

Cependant pour éviter le dépassement de ces seuils, il existe à l'heure actuelle des traitements de l'eau permettant d'endiguer le phénomène (même s'il existe un risque que les bactéries deviennent résistantes à ceux-ci), tels que les chocs chlorés ou thermiques, les ultraviolets, l'ozone, l'ionisation par cuivre argent, etc.