



---

**Ingénieur du Génie Sanitaire**

Promotion : 2009 - 2010

Date du Jury : **octobre 2010**

---

**Etude de faisabilité pour l'évaluation d'impact  
sur la santé d'un projet d'assainissement  
intégré de Bamako, MALI**



---

**Albane BEAUPOIL**

Référent scientifique EHESP :  
Michèle LEGEAS, professeure au DSET

Référent AFD Bamako:  
Hervé BOUGAULT, directeur AFD Bamako

## Remerciements

J'apporterai tout d'abord mes remerciements à Monsieur Hervé BOUGAULT, directeur de l'agence de l'AFD à Bamako, pour son accueil et pour les excellentes conditions de travail dont il m'a permis de disposer.

Je tiens à y associer Mme Michèle Legeas, professeure à l'EHESP et responsable scientifique qui m'a apporté un appui précieux tout au long de cette étude : merci d'avoir permis cette belle et surprenante rencontre avec l'Afrique et Bamako et de m'avoir soutenue sans relâche pour ce travail, sur place et à distance, à la découverte des facettes de l'ingénieur du génie sanitaire d'ici et d'ailleurs.

Je remercie par ailleurs Mlle Mai Linh CAM, chef de projet à la division collectivités locales et développement et M. Ousmane Traoré, chargé de mission assainissement pour les échanges tenus avec eux et pour leurs éclairages dans la compréhension du projet d'Assainissement.

A tous les acteurs des services d'assainissement et de santé qui ont contribué au bon déroulement de cette étude, pour la collecte des données, la compréhension des organisations et des enjeux, et pour avoir rendu possible toutes ces déambulations, sans numéro ni adresse, dans cette capitale effervescente : I ni ce !

Et enfin merci à Pierre pour avoir partagé cette expérience, pour ta patience et ta relecture.

## Résumé

L'Agence Française de Développement (AFD) au Mali, projette l'assainissement intégré (eaux usées, eaux pluviales, voirie, déchets) de plusieurs quartiers pilotes de la capitale, Bamako. Cette intervention couvrirait environ 30 000 habitants sur les 2 millions que comptera la ville d'ici un an ou 2 pour un budget de l'ordre de 20 M€.

Une évaluation d'impact sur la santé de ce programme a été envisagée. Mais est-elle seulement faisable dans le contexte bamakois ? Quels indicateurs et quels protocoles peut-on envisager ? Comment palier les nombreuses difficultés méthodologiques associées à ce type d'évaluation ?

Pour répondre à cette problématique, la présente étude de faisabilité a souhaité tester les indicateurs mis à disposition par le Système Local d'Information Sanitaire malien (SLIS) dont l'usage est soutenu et discuté pour les atouts méthodologiques qu'il présente dans le cadre d'une étude d'impact. Les résultats d'une collecte de données de santé et l'élaboration d'un classement de salubrité couvrant 3 communes de Bamako ont été mis en relation pour discuter de la qualité, de la fiabilité et de la pertinence des indicateurs de santé construits. L'étude propose de ne pas s'attacher à la population générale des sous-quartiers qui seront impactés par le projet mais uniquement à celle qui consultera dans le Centre de Santé Communautaire du quartier avant et à l'issue des interventions. Elle ne serait représentative que d'une partie de la population qu'elle juge par ailleurs plus sensible aux effets potentiels de l'intervention.

Les grands types de protocoles d'évaluation d'impact sur la santé et les biais qu'ils introduisent ont été présentés. Leur usage dans le contexte spécifique de Bamako et du projet AFD a été discuté et critiqué mais l'étude de faisabilité à ce stade de l'analyse n'est pas en mesure de se prononcer sur le ou les choix les plus pertinents pour pallier les nombreuses difficultés méthodologiques soulevées.

L'ensemble de ces travaux devra être poursuivi et affiné d'ici à la fin 2010.

**Mots-clés : assainissement, évaluation d'impact sur la santé, aide au développement,**

**Bamako, Mali**

## **Abstract**

The French development assistance has initiated a sanitation project, on a local scale, aiming to deal simultaneously with rain waters, wastewaters, solid waste and streets paving. This intervention would cover approximately 30.000 inhabitants out of the 2 millions possibly living in the city in the next two years to come, for an average budget of 20 Million Euros.

A health impact assessment of this program has been considered. But is this assesement at least feasible in the Bamako area? Which indicators and which protocols are we to consider? How to cope with numerous methodological difficulties we face with such kind of evaluation?

To answer those issues, this feasibility study aims to test the indicators available by the Malian Local Sanitary Information System. This way of collecting data is supported and discussed for its methodological assets in impact studies. The results of a health data collect and the development of a salubrity classification lead in three Bamako's towns have been linked to discuss the quality, the feasibility and the relevancy of our health indicators.

The study suggests not to focus on the whole population of sub-areas impacted by the project but to focus only on the population which will consult in the community health center of its area before and after the interventions. Thus, the study would be representative of just a part of the population which is probably more sensitive to potential effects of the intervention.

The main types of impact assessment protocols on health and the bias they generate have been introduced. Their use in the specific context of Bamako and the AFD project has been discussed and criticized but the feasibility study at this point of advancement is not able to state clearly one option better than another to overcome the numerous methodological difficulties raised.

All this work has to be continued and precised from now until the end of 2010.

**Keywords : sanitation, health impact assessment, development assistance, Bamako, Mali**

## Table des matières

REMERCIEMENTS .....	1
RESUME .....	2
ABSTRACT .....	3
TABLE DES MATIERES .....	4
LISTE DES TABLEAUX.....	6
LISTE DES FIGURES .....	6
INDEX DES SIGLES UTILISES .....	7
INTRODUCTION.....	8
1. LE CONTEXTE .....	10
1.1 <i>Le Mali et le district de Bamako</i> .....	10
1.1.1 Généralités .....	10
1.1.2 Le bilan sanitaire au Mali et à Bamako .....	11
1.1.3 L'assainissement de Bamako.....	13
1.1.3.1 Etat des lieux.....	13
1.1.3.2 Le projet AFD d'assainissement intégré de quartiers pilotes de Bamako .....	19
1.2 <i>L'évaluation d'impact sur la santé</i> .....	22
1.2.1 Généralités sur les risques pour la santé liés à l'eau et à un environnement insalubre et les mesures préventives efficaces .....	22
1.2.2 Les grands schémas d'études épidémiologiques utilisables pour évaluer les gains de santé suite à un programme d'aménagement.....	25
2. UN PREMIER CLASSEMENT DE SALUBRITE DES QUARTIERS DANS 3 COMMUNES DE BAMAKO.....	29
2.1 <i>Les modalités de collecte et la qualité des données obtenues</i> .....	29
2.2 <i>Le zonage</i> .....	30
2.2.1 Le choix des indicateurs de salubrité de l'environnement et leur évaluation .....	30
2.2.2 Les différentes classes de salubrité .....	32
2.2.3 Cartographie des résultats obtenus .....	33
2.3 <i>Discussion : classification de salubrité, démographie et contraintes pour le projet AFD</i>	35
3. LA RECHERCHE DE DONNEES DEMOGRAPHIQUES ET SANITAIRES UTILISABLES POUR LA CONSTRUCTION D'INDICATEURS DE SANTE .....	36
3.1 <i>Le système d'information sanitaire malien</i> .....	37
3.2 <i>La collecte pilote de données de santé dans 3 communes de Bamako: méthodologie</i> .	39
3.2.1 Au préalable : une réflexion sur le lien entre CSCOM et taux de consultation.....	39
3.2.2 Sources de données et modalités de collecte.....	39

3.2.3	Sélection des aires de santé pour la collecte de données .....	39
3.2.4	Choix des données collectées.....	40
3.3	<i>Discussion de l'usage des données pour l'établissement d'indicateurs</i> .....	42
3.3.1	Discussion autour des dénominateurs disponibles .....	42
3.3.2	Discussion autour des données de morbidité .....	43
3.3.3	Discussion autour des données de mortalité .....	48
4.	LES INDICATEURS DISPONIBLES A L'ISSUE DE LA COLLECTE PILOTE DE DONNEES : CARACTERISTIQUES, PREMIERES ANALYSES STATISTIQUES ET MISE EN RELATION AVEC LA SALUBRITE DES MILIEUX.....	48
4.1	<i>Caractéristiques générales des indicateurs</i> .....	48
4.2	<i>But, principe et éléments théoriques d'une ACP pour l'interprétation des résultats</i> .....	50
4.3	<i>Le tableau de données et la réalisation des ACP</i> .....	51
4.4	<i>Résultats et discussion</i> .....	51
5.	DISCUSSION : REFLEXION SUR LA FAISABILITE D'UNE ETUDE D'IMPACT SUR LA SANTE DU PROJET AFD .....	55
5.1	<i>Avantages et contraintes liées au projet</i> .....	56
5.2	<i>Les indicateurs mis à disposition par le système d'information sanitaire malien</i> .....	56
5.3	<i>La maîtrise des biais</i> .....	57
5.4	<i>Du point de vue opérationnel</i> ... ..	59
6.	CONCLUSION .....	60
	ANNEXE 1A : CARTES DU MALI ET DU DISTRICT DE BAMAKO .....	61
	ANNEXE 1B : LES ACTEURS DE L'ASSAINISSEMENT AU MALI ET LE CADRE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE .....	62
	ANNEXE 1C : LES PROJETS PORTES PAR LA COOPERATION DECENTRALISEE OU AUTRES BAILLEURS	64
	ANNEXE 2 : LES OBJECTIFS DU MILLENAIRE POUR LE DEVELOPPEMENT (OMD) : APPLICATION AU CAS DE BAMAKO .....	65
	ANNEXE 3 : DONNEES DEMOGRAPHIQUES ET SANITAIRES A BAMAKO ET AU MALI .....	67
	ANNEXE 4 : ETUDE D'IMPACT SUR LA SANTE DE PROGRAMMES D'EAU-ASSAINISSEMENT-HYGIENE: ... DESIGNS ET BIAIS LES PLUS COURANTS.....	70
	ANNEXE 5 : LE CLASSEMENT DE SALUBRITE .....	73
	ANNEXE 6 : LA CARTE SANITAIRE DES COMMUNES II, III ET V DE BAMAKO .....	76
	ANNEXE 7 : INDICATEURS DE RESULTATS D'ACTIVITES DES CSCOM ET INDICATEURS DE SANTE .....	78
	ANNEXE 8 : ANALYSE EN COMPOSANTE PRINCIPALE (ACP) .....	84
	BIBLIOGRAPHIE .....	88

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Typologie des solutions d'assainissement existantes à Bamako .....	17
Tableau 2 : Niveau de malnutrition selon la méthode des z-scores conseillées par l'OMS : application pour Bamako (EDS 2006).....	46
Tableau 3 : Estimation haute, moyenne et basse de la taille des populations des sous-quartiers d'intervention de l'AFD.....	56

## Liste des figures

Figure 1 : Projet d'assainissement de Bamako : propositions d'intervention en Commune V et descriptifs des quartiers ciblés.....	20
Figure 2 : Voies de transmission fécale-oral.....	23
Figure 3: D'un programme à la mesure de son impact.....	26
Figure 4 : Cartes des Communes II, III et V de Bamako représentant le classement de salubrité des quartiers pour la période 2005-2010.....	35

## **Index des sigles utilisés**

ACP : Analyse en Composante Principale

AEP : Adduction d'Eau Potable

AFD : Agence Française de Développement

ASACO : Association de Santé Communautaire

ASS : Annuaire Statistique Sanitaire

CLSP : Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté

CPS : Cellule de Planification et de Statistique

CSCOM : Centre de Santé Communautaire

CSREF : Centre de Santé de Référence

DNS : Direction Nationale de la Santé

DNSI : Direction Nationale de la Statistique et de l'Information

DRACPN : Direction Régionale de l'Assainissement et du Contrôle des Pollutions et des Nuisances

DRPSIAP : Direction Régionale de la Planification, de la Statistique et de l'Information, de l'Aménagement du territoire et de la Population

DRS : Direction Régionale de la Santé

EDM : Energie du Mali

EDS : Enquête Démographique de Santé

EHESP : Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique

FELASCOM : Fédération Locale des Association de Santé Communautaire

FENASCOM : Fédération Nationale des Association de Santé Communautaire

GIE : Groupement d'Intérêt Economique

IRA : Infections Respiratoires Aigües

OMD : Objectifs du Millénaire pour le Développement

PDSEC : Plan de Développement Social Economique et Culturel

PDSU : Plan de Développement Social Urbain

PEV : Programme Elargi de Vaccination

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat

RTA : Rapport Trimestriel d'Activité

SDAB : Schéma Directeur de l'Assainissement de Bamako

SLIS : Système Local d'Information Sanitaire

## Introduction

Le Joint Monitoring Program (JMP, WHO/UNICEF) pour l'accès à l'eau et l'assainissement estime que dans le monde, en 2010 2,6 milliards de personnes n'ont pas d'accès à des infrastructures d'assainissement améliorées et 886 millions à une source améliorée d'eau potable (JMP 2010).

L'eau, l'assainissement et l'hygiène font l'objet d'un triple enjeu : de santé, de préservation de l'environnement et de réduction de la pauvreté. Dans les pays en développement, plus du quart du fardeau des maladies serait attribuable à des facteurs de risques environnementaux (manque d'hygiène, pollution atmosphérique, contaminations chimique ou biologique) (WHO 2006).

C'est seulement depuis 2003, avec le sommet de Kyoto qu'il a été reconnu que les efforts ne devaient pas se concentrer uniquement sur le problème de la qualité de l'eau mais également sur ceux de l'hygiène et de l'assainissement plus délaissés (ACF 2007). La menace d'épidémies à grande échelle pèse sur les grands centres urbains se densifiant. Assainissement autonome, semi-collectif ou collectif, drainage des eaux pluviales, gestion des déchets : quelles solutions techniques sont les plus appropriées au contexte local ? Sont-elles durables et suffisamment efficaces pour pallier le retard accumulé face à des populations de plus en plus dense ? Comment agir sur les comportements ?

Depuis plus de 20 ans des études d'impact sur la santé de programmes portant sur l'eau, l'assainissement et l'hygiène ont été menées. Elles montrent des réductions substantielles des diarrhées chez les enfants de moins de 5 ans (Waddington, Snilstveit et al. 2009). Mais récemment, des critiques portant en particulier sur les méthodologies employées, soutiennent que trop de biais fausseraient les résultats, affaiblissant les argumentaires pourtant nécessaires face à l'insuffisance des ressources allouées dans les domaines de l'assainissement et de l'hygiène.

L'Agence Française de Développement (AFD) au Mali, projette l'assainissement intégré (eaux usées, eaux pluviales, voirie, déchets) de plusieurs quartiers pilotes de la capitale Bamako. Cette intervention couvrirait environ 30 000 habitants sur les 2 millions que comptera la ville d'ici un an ou 2 pour un budget de l'ordre de 20 M€.

Une évaluation d'impact sur la santé de ce programme a été envisagée. Mais est-elle seulement faisable dans le contexte bamakois ? Quels indicateurs et quels protocoles peut-on envisager ? Comment pallier les nombreuses difficultés méthodologiques associées à ce type d'évaluation ?

La présente étude de faisabilité se devra de répondre au maximum à ces questions. Elle a été commandée par l'AFD en partenariat avec l'Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique-Département Santé Environnement Travail (*Legeas 2010*).

Il a été décidé, pour cette étude « santé », de prendre prioritairement en compte les zones d'intervention de l'AFD, mais de les inclure dans des zones géographiques plus larges aux niveaux d'assainissement, de qualité de l'habitat, de salubrité et d'accès aux ressources en eau, les plus homogènes possibles. Une première partie de l'étude a consisté à définir les critères de classement utilisables pour caractériser ces zones, puis le mettre en œuvre pour :

- d'une part, tester si d'ores et déjà à l'échelle de Bamako il était possible d'observer des variations cohérentes des indicateurs de santé disponibles d'une zone de salubrité à l'autre,
- d'autre part, conserver une vision plus générale du contexte dans lequel sont placées ces zones d'intervention et maîtriser les éventuels liens qu'elles partagent avec les quartiers voisins à la fois en termes d'assainissement et de santé.

Dans un deuxième temps, des collectes de données de santé pilotes ont été organisées afin de :

- se familiariser, expérimenter et juger de la pertinence de l'utilisation du système d'information sanitaire malien pour le suivi futur de santé des populations impactées par le projet d'assainissement (échelle de quartier voire de sous-quartier),
- mettre en évidence les indicateurs de santé disponibles et juger de leur qualité et de leur pertinence pour une étude d'impact,
- comparer les aires de santé enquêtées et les mettre en relation avec la typologie des quartiers de Bamako, identifiée dans le classement de salubrité : une aire de santé couvre-t-elle une zone de salubrité plutôt homogène ou plutôt hétérogène ? deux aires dites homogènes sont-elles comparables et si oui comment ? est-il possible de tester la cohérence des indicateurs de santé d'une aire de salubrité à une autre ?

Pour apporter des éléments de réponse à ce dernier point une Analyse en Composante Principale (ACP) a ensuite été réalisée.

La dernière partie du travail a consisté en l'apport d'éléments de réflexion sur les protocoles envisageables au regard de l'ensemble des informations précédemment citées.

# 1. Le contexte

## 1.1 Le Mali et le district de Bamako

### 1.1.1 Généralités

#### Le Mali

La république du Mali, vaste pays sahélien enclavé, couvre une superficie de 1,2 millions de km<sup>2</sup> dont 60% sont désertiques. Elle est située au nord-ouest de l'Afrique, avoisinant l'Algérie, le Niger, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, la Guinée, le Sénégal et la Mauritanie. Le Mali est subdivisé en 8 régions administratives, plus 1 district : Bamako.

Deux fleuves traversent le Mali : le fleuve Niger et le fleuve Sénégal.

Pays essentiellement à vocation agricole, son économie est caractérisée par sa vulnérabilité. Ses principaux produits d'exportation sont l'or, le coton et le bétail sur pied.

Le Mali est un carrefour de civilisations avec ses nombreux groupes ethniques et linguistiques. L'islam est la principale religion pratiquée (90%), suivi de l'animisme (9%).

Sa population atteignait selon les résultats provisoires du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) 14,5 millions d'habitants en 2009. Multipliée par 4 depuis l'indépendance en 1960, elle pourrait être à nouveau multipliée par 3 ou 4 d'ici à 2050 et si les tendances actuelles se poursuivent (« La Croissance démographique au Mali », Direction Nationale de la Population, 2010). Cette forte croissance démographique, surprenante et toujours discutée pourrait en partie s'expliquer par une baisse de la mortalité non compensée par un déclin de la fécondité. Le taux de mortalité infantile (avant 1 an), toujours élevé, est passé au dessous de la barre des 100 avec 96 décès pour 1000 naissances vivantes en 2006 contre 129‰ en 2001 (EDS 2006). L'indice synthétique de fécondité, estimé à 6,6 enfants par femme, parmi les plus élevés au monde, n'a pas varié depuis 1995. La majorité de la population du pays réside encore en milieu rural (70 %).

En termes de développement, le Mali se place au 178<sup>ème</sup> rang mondial sur 182 en 2009 selon l'IDH<sup>1</sup> du PNUD (rapport de 2009) et au 133<sup>ème</sup> rang selon l'IPH-1<sup>2</sup>. L'espérance de vie est estimée à 48 ans (49% de la population a moins de 15 ans, d'après l'Enquête Démographique et de Santé, EDS 2006), le taux d'alphabétisation des adultes est de moins de 30% et le taux de scolarisation de moins de 50%.

---

<sup>1</sup> IDH : Indice de développement humain

<sup>2</sup> IPH : Indice de pauvreté humaine

Les indicateurs de santé restent eux aussi préoccupants, et d'importants écarts persistent entre milieu urbain et rural, régions et groupes socio-économiques. La surmortalité des groupes les plus pauvres reste largement due à des affections évitables (infections, maladies hydriques). L'insuffisance de l'accès à l'eau potable et à des installations d'assainissement des populations comptent parmi les principales raisons des niveaux élevés de la morbidité et de la mortalité.

Avec la réélection d'Amadou Toumani Touré pour un deuxième mandat en 2007, un climat de paix et de stabilité politique favorable à la mise en œuvre des stratégies de réduction de la pauvreté s'est installé.

### **Le district de Bamako**

La district de Bamako, capitale du Mali, est implanté sur les rives du fleuve Niger et compte 6 communes.

Encore qualifiée de « grand village » cette ville a su conserver un habitat horizontal et traditionnel avec une activité sociale importante dans la rue, privilégiant les contacts directs par rapport à d'autres médias d'information. Elle compterait en 2009, près de 1,8 millions d'habitants. Sa population aurait quasiment doublé en 10 ans et continuerait sa forte progression poussée par un exode rural important.

Des cartes du Mali et de Bamako sont disponibles en annexe 1a.

#### **1.1.2 Le bilan sanitaire au Mali et à Bamako**

**La surveillance épidémiologique en place au Mali** concerne 24 maladies prioritaires dont plus de 50% liées à l'eau et aux conditions d'hygiène (DNS 2007):

- les maladies à potentiel épidémique : choléra (4 cas en 2007, régions de Mopti et Kayes, 153 en 2008 dans la région de Kayes), fièvre jaune (88 cas en 2007 sur l'ensemble du territoire dont 7 à Bamako, 92 cas en 2008 dont 7 à Bamako), paludisme, shigelloses, dracunculose, dengue (109 cas en 2008)
- les maladies à éradiquer : poliomyélite, ver de Guinée (perdure dans les régions du Nord du Mali)
- les maladies à éliminer : filarioses lymphatique, lèpre (439 cas au Mali, dont 57 cas à Bamako en 2007, 410 en 2008 dont 63 à Bamako)
- les maladies posant problème de santé publique : onchocercose, schistosomias, paludisme, trypanosomias (maladie du sommeil), diarrhées chez les enfants de moins de cinq ans, Noma.

**Des programmes de lutte** contre l'onchocercose et la filariose lymphatique (traitement par ivermectine), les schistosomiasis et les helminthiases (traitement au praziquantel) sont en place et essaient de se maintenir au Mali. Ces traitements ont concerné plus de 3000 villages en 2008 pour l'onchocercose. Ils ne cessent de décroître dans la couverture des 5-15 ans sur l'ensemble du territoire pour la schistosomiasis et les helminthiases pour laquelle il est préconisé d'atteindre les 75%. De 80% en 2006 et 2007, elle a chuté à 56% en 2008 et couvre de manière inégale le territoire. Malgré les bons résultats nationaux, Bamako n'atteignait pas les 75% en 2007.

**Le Programme National de Lutte contre le Paludisme (PNLP)** dans son initiative de gratuité mise en application en 2007 prévoit : les Tests de Diagnostic Rapide (TDR) associés avec les Combinaisons Thérapeutiques à base d'Artémisinine (CTA) gratuits pour les enfants de 0 à 5 ans, le kit de prise en charge gratuite des cas de paludisme grave chez les enfants de 0 à 5 ans et les femmes enceintes, le Traitement Préventif Intermittent (TPI) à la Sulfadoxine Pyriméthamine (SP) chez la femme enceinte, la distribution gratuite de moustiquaires imprégnées (MII) pour les femmes enceintes en Consultation Périnatale (CPN) et les enfants vaccinés de moins d'un an ou moins de 5 ans.

**Le programme Elargi de Vaccination (PEV)** couvre les enfants lors de leur première année contre la tuberculose, la rougeole, la poliomyélite, la diphtérie, le tétanos, la coqueluche et la fièvre jaune : 59% des enfants bamakois avaient suivi l'ensemble du programme lors de l'enquête en 2006 (EDS).

D'après les Annuaires Statistiques Sanitaires (ASS) de 2007 et 2008 au Mali (DNS 2007; DNS 2008), **la fièvre palustre** était le 1<sup>er</sup> motif de consultation médicale concernant 35 à 40% de l'ensemble des consultations selon les classes d'âge. La population des moins de 5 ans, plus touchée, atteignait des incidences annuelles de 20% contre 10% en population générale.

**Les diarrhées présumées infectieuses** hors choléra constituent le 3<sup>ème</sup> motif de consultation chez les moins de 5 ans (10%) après les Infections Respiratoires Aigües (IRA) basses de type pneumonies. Elles atteignent des incidences de 5 à 7 % contre seulement 1,5 à 2% en population générale où elle ne constitue que le 5<sup>ème</sup> motif de consultation après les IRA basses et hautes et les traumatismes et plaies contractés hors accidents de la voie publique.

L'ensemble de ces informations est rapporté en annexe 3b.

On suppose que le paludisme, les infections respiratoires, les diarrhées et la malnutrition sont les principaux responsables de la surmortalité infanto-juvénile (avant 5 ans) au Mali estimée en 2006 à 191‰ (EDS 2006). Le système de recensement des décès et des causes de mortalité spécifiques, très lacunaire, ne nous permet pas de chiffrer et de nuancer cette hypothèse.

**Les vers intestinaux et la bilharziose** sont les maladies liées à l'eau les plus fréquentes après le paludisme et les diarrhées. Elles constituent chacune un peu moins de 1% des motifs de consultation. Les vers intestinaux touchent 0,25 à 0,35 % de la population selon les classes d'âge et la bilharziose 0 à 0,25%.

A Bamako les motifs principaux de consultation présentent le même classement qu'au Mali avec cependant une part plus importante pour les IRA hautes et légèrement moindre pour le paludisme. Pour autant, les incidences observées dans la capitale sont plus importantes pour l'ensemble des maladies citées ci-dessus. Ce résultat est très probablement faussé par un biais de notification des cas (Bamako présente un taux de consultation de 0,40/an/hab contre 0,30 au Mali) et **par les difficultés importantes rencontrées dans l'établissement de statistiques démographiques dans le pays.**

### 1.1.3 L'assainissement de Bamako

#### 1.1.3.1 Etat des lieux

##### **Définition de l'assainissement et Plan National d'Assainissement (PNA) au Mali**

L'assainissement est inclus dans le Cadre Stratégique de lutte contre la pauvreté II (CSLP) de 2007, soulignant sa dimension économique et son caractère incontournable dans la lutte contre la pauvreté. La DNACPN, direction nationale de l'assainissement et du contrôle des pollutions et des nuisances a été créée en 2004, sous tutelle du Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement (MEA).

Le terme assainissement dans la politique nationale est employé dans un sens très large. Il recouvre l'ensemble de ces problématiques :

- **les déchets liquides** : eaux vannes et eaux grises<sup>3</sup>, eaux usées artisanales et industrielles
- **les déchets solides** : ordures ménagères, déchets industriels banals et ferraille
- **les déchets spéciaux ou dangereux**
- **les eaux pluviales**
- **les actions et mesures de sensibilisation à l'hygiène**

De multiples acteurs interviennent de manière plus ou moins directe dans le champ de l'assainissement au Mali et la concertation entre l'ensemble de ces institutions et organisations reste difficile : les services centraux d'Etat, les organismes techniques, les collectivités territoriales,

---

<sup>3</sup> Les eaux grises sont les eaux usées issues de la douche, de la cuisine, du ménage... Elles sont à distinguer des eaux vannes contenant les excréta.

la société civile (ONG et associations) et les secteurs privé et informel dont les membres actifs principaux et les rôles respectifs sont détaillés en annexe 1b.

Concernant les cadres législatifs et réglementaires, le PNA souligne les insuffisances malgré l'abondance de textes adoptés : les difficultés d'application, le manque de cohérence entre les différents départements ministériels, la confusion dans l'identification des autorités compétentes, la méconnaissance des textes par la population et certains pouvoirs publics eux-mêmes. Les textes importants actuellement en vigueur sont en annexe 1c.

### **Le schéma directeur d'assainissement de Bamako, SDAB (Kittelberger Consult, Uniconseil et al. 2007)**

Dans le cadre des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) (voir annexe 2) et du CLSP I, le Schéma Directeur d'Assainissement de Bamako, SDAB, financé par la banque africaine de développement, a été réalisé par les bureaux d'études Kittelberg Consult et SETA en 2008 et il propose un état des lieux complet de l'assainissement.

Le SDAB a fait l'objet de la rédaction de divers rapports institutionnel, technique et financier proposant la réalisation des premiers aménagements sur une tranche prioritaire couvrant 35% de la ville de Bamako d'un réseau conventionnel séparatif à l'horizon 2010. La couverture s'étendrait en 2017 (avec 2 ans de retard sur les OMD à 2015), sur 55% de la ville.

Les financements nécessaires n'ont cependant pu être mobilisés face aux montants évalués pour la tranche prioritaire à 22 Md FCFA soit 340 M€.

Bien qu'approuvé par les diverses autorités compétentes, aucune application du SDAB n'a pour l'instant été mise en œuvre. Il est parfois même remis officieusement en cause pour le coût et la fragilité du collectif préconisé et plus particulièrement des stations d'épuration.

### **Le milieu physique**

Pour décrire au mieux l'assainissement du district et plus particulièrement dans le cadre de l'étude de faisabilité et de la description des milieux concernés par le projet, ces éléments devront retenir notre attention :

- **le climat et les effets de saisonnalité** : une saison sèche de novembre à avril et une saison pluvieuse dit « hivernage » de mai à octobre. Les températures mensuelles moyennes varient entre 25 et 33°C sur l'année avec des écarts parfois considérables entre les températures maximales et minimales : jusqu'à 17°C pendant la saison sèche. Les risques d'inondations, d'apparition d'eaux stagnantes ou de dégradation des ressources en eau potables sont accrus en saison pluvieuse.

- **la nature des sols** : les zones rocheuses et les zones imperméables argileuses devront être distinguées des zones d'infiltration pour le classement des zones de salubrité et la critique des méthodes d'assainissement. La ville de Bamako est située sur les plaines du Niger. La plupart des sols sont constitués de matières fines, constitués soit d'argile limoneuse, soit de limon sablonneux. Plus loin des rives, les sols sont gréseux ou latéritiques.
- **hydrogéologie et hydrogéochimie**: la nappe superficielle, parfois affleurante, est particulièrement exploitée par les bamakois prioritairement pour un usage domestique. La dégradation de la qualité des nappes souterraines semble préoccupante et variable sur l'ensemble du bassin : l'usage de l'eau des puits au sein des concessions reste donc problématique.
- **hydrographie** : les zones à proximité de marigots<sup>4</sup> ou de grands collecteurs devront être spécifiées dans les zones d'intervention ainsi que les zones facilement inondables ou sujettes à la stagnation des eaux (faible ruissellement, faible infiltration).

### **Les ressources en eau**

Le réseau d'eau potable de Bamako est alimenté par une station de pompage et de traitement située à Djicoroni Para, sur la rive gauche au bord du fleuve Niger, où l'eau y est pompée. L'exploitation et la gestion de la station et du réseau sont confiées à l'opérateur Energie du Mali (EDM). Les ménages reliés disposent d'un accès à des bornes fontaines publiques proches de leur domicile (réseau de bornes fontaines) ou de robinet directement dans la concession. Les bornes fontaines sont très souvent « exploitées » par des distributeurs informels qui transportent l'eau dans des bidons à l'aide de charrette de la fontaine au domicile des particuliers.

Malgré des opérations de renforcement des capacités de la station, elle ne suffit pas à couvrir la population de Bamako. La production a ainsi été complétée par des adductions d'eau sommaires, AES. D'autres mesures d'urgences récentes ont vu le jour avec la construction de deux stations compactes de potabilisation. **La capacité de production cumulée pour Bamako est portée à 170 000m<sup>3</sup>/j. Elle est jugée insuffisante face à une demande estimée à plus de 210 000m<sup>3</sup>/j et qui ne cesse d'augmenter.**

**Un projet de station de pompage et de traitement en rive droite au niveau de Kabala devrait voir le jour à l'horizon 2015** pour pallier ces déficits et notamment pour répondre aux besoins accrus en périphérie sud ouest, au delà du district administratif, où la ville commence à s'étendre.

Des traitements classiques sont opérés dans la station de Djicoroni Para. Des non conformités sont observées essentiellement pendant l'hivernage. A priori, l'eau issue des adductions sommaires

---

<sup>4</sup> Un marigot est un collecteur naturel, ruisseau souvent stagnant.

serait seulement chlorée : sa qualité reste donc entièrement dépendante de la qualité de l'eau de la nappe souterraine.

**Nous ne sommes pas en possession de données fiables pour affirmer que l'ensemble des bamakois consomment une eau potable.** Mais il est notoire que **des solutions alternatives** à l'accès direct à l'eau d'EDM sont employées, comme :

- l'achat d'eau en sachet, qui peut être minérale ou issue du robinet. Cette ressource à elle-seule ne peut être considérée comme un accès amélioré<sup>5</sup>, tant au niveau de sa quantité que de sa qualité dont on peut douter ;
- les puits privés : le pompage direct dans la nappe superficielle vraisemblablement contaminée et trop souvent à l'aval hydraulique des latrines<sup>6</sup> ne peut être considéré comme une ressource en eau potable ; des avis contradictoires évoquent l'habitude des ménages à se méfier de la consommation de ces eaux, qu'elles portent à ébullition pour d'éventuels besoins de consommation mais qu'elles réservent essentiellement à un usage d'entretien domestique.

### **Eaux usées des ménages et eaux industrielles**

**A Bamako, les eaux usées des ménages sont généralement séparées en eaux vannes (excrétas) et eaux grises (douche, lessive, cuisine, ménage).** Cette séparation est fermement ancrée dans les habitudes de la population. **La latrine sèche** permet le recueil des excréta et **le puisard d'infiltration extérieur ou intérieur** à la concession, celui des eaux de douche et parfois de cuisine, de lessive et de ménage.

Les fosses et les latrines sont rarement vidangées, du fait des coûts induits. Les matières de vidanges sont : abandonnées lorsqu'une seconde fosse est constructible, enfouies, jetées dans les marigots ou les caniveaux du pluvial, utilisées comme fertilisant pour le maraîchage en dépit de leurs fortes charges microbiologiques. **Il n'existe pas actuellement de décharge ni de sites de traitement de ces matières sur le district.**

Des puisards apparaissent sur tout type de terrain : les eaux stagnantes au niveau de ces installations sont récurrentes sur sols rocheux, Les eaux grises restent également largement déversées dans le caniveau du pluvial, lorsqu'il existe, ou dans la rue directement, en particulier lorsqu'elle n'est pas revêtu. . Ce mode de rejet serait utilisé par 60% des ménages interrogés lors de l'enquête du SDAB.

---

<sup>5</sup> L'accès amélioré à une source d'approvisionnement en eau potable est défini par les OMD. Voir annexe 2.

<sup>6</sup> Latrine : trou dans le sol destiné à recevoir les déjections humaines. Une latrine peut être plus ou moins aménagée : couverte, ventilée...

Dans quelques parties de la ville des mini-égouts en PVC ont été installés pour recevoir les eaux grises, et les conduire vers un dispositif sommaire (type fosse sceptique) pour être traitées avant le rejet dans le fleuve : réseaux comme dispositifs sont souvent hors d'usage moins de 10 ans après leur mise en place notamment par colmatage des regards et absence d'entretien. Cette solution est cependant de plus en plus préconisée dans les grands centres urbains : adaptée à la problématique des sols peu perméables, son coût est également réduit face à un engagement sur du tout collectif. Elle est préconisée dans le projet AFD.

D'anciens réseaux collectifs disséminés dans la ville existent mais ne sont pas nécessairement reliés entre eux et déversent directement dans le fleuve ou dans les marigots, même si certains des établissements bénéficiaires se sont munis de fosses sceptiques, conscients de leur impact sur l'environnement.

La seule station d'épuration actuellement en fonctionnement, **la station d'épuration de Sotuba** fonctionnant par lagunage, reçoit depuis moins de 2 ans les effluents (environ 2000 m<sup>3</sup>) de la zone industrielle du même nom. Sa capacité de 5000 m<sup>3</sup> ouvre des possibilités de raccordement à des réseaux collectifs ou semi-collectifs. Un site de dépôt des boues de vidange sur le site de la STEP serait actuellement en projet.

Les eaux industrielles traitées ou non traitées à Bamako peuvent provenir de divers types d'activités : les teintureries, les papeteries et imprimeries, l'alimentaire, la chimie...

L'ensemble des solutions d'assainissement, des eaux usées des ménages ou des établissements recevant du public utilisées à Bamako sont résumées dans le tableau 1 :

Type d'eaux usées	Solutions d'assainissement individuel	Solutions d'assainissement collectif
Eaux vannes	Latrine	Latrines publiques
	Fosse septique + puisard	Réseau d'égout conventionnel
Eaux grises	Puisards	Mini-réseau d'égout, avec ou sans traitement
		Caniveau (ou voie publique)
Eaux pluviales		

Tableau 1 : Typologie des solutions d'assainissement existantes à Bamako

### Réutilisation des eaux usées pour le maraîchage

L'ensemble du district de Bamako est concerné par **la pratique du maraîchage**, profitant généralement d'un point d'eau pour s'installer : proches des marigots, de certains grands collecteurs d'eaux pluviales ou du Niger, dans les espaces vides où cohabitent les dépôts anarchiques de déchets, les camps de pêcheurs bozos, les garages d'une station service...etc.

Des eaux usées non traitées sont utilisées pour arroser, des épandages de boues non prétraitées ou de compost de qualité médiocre issus des dépôts de déchets ménagers non triés, pour fertiliser.

**La production alimentaire généralement les marchés de Bamako ou des villages proches.**

### **Eaux pluviales**

Les dispositifs de drainage des eaux pluviales à Bamako sont dimensionnés pour répondre aux 85 jours de pluie moyenne annuelle concentrés pendant l'hivernage (3 à 4 mois). **Presque systématiquement obstrués par des déchets, les écoulements y sont quasiment nuls sur certains tronçons où les eaux stagnent, voire débordent quand il pleut.** Le plus généralement à ciel ouvert, quelques dalles sont retrouvées sporadiquement pour favoriser le passage ou l'installation d'une échoppe.

Leur sous-dimensionnement est par ailleurs critiqué. Leur couverture est préconisée par les nombreux projets en cours pour éviter les rejets de déchets solides. A l'origine le choix de l'ouverture, outre le coût, devait permettre de faciliter leur entretien. Mais leur curage, dont la tâche incombe très généralement à des groupes privés, soutenus parfois par l'initiative de certains ménages, est peu fréquent voir absent dans de nombreux quartiers. Des campagnes plus générales de curage sont lancées avant la saison des pluies, mais les moyens à disposition et l'absence de solutions pour l'évacuation des boues restent limitant.

Exutoires des caniveaux urbains, Bamako est traversé par 14 grands collecteurs naturels ou « marigots ». Ces marigots, dont la gestion devrait être à la charge de la DRACPN, n'ont pas meilleure figure : des volumes importants de déchets s'y accumulent, à proximité des parcelles de maraîchage et des puits d'alimentation en eau pour leur arrosage.

### **Lotissement, voirie**

Une couverture inégale de la ville est observable à **Bamako qui est constituée en majeure partie de quartiers lotis orthogonaux mais également de quartiers spontanés.** Le revêtement des grands axes est fait de goudron et certaines traversantes des quartiers sont pavées ou éventuellement dallées. Le reste des rues, en terre (rouge, latéritique), parfois aménagées de caniveaux, ne sont pas donc **ni revêtues ni aménagées** pour faciliter l'écoulement des eaux de pluie ou des eaux grises.

Les projets de voirie sont à associer à ceux de l'assainissement : ils assurent la pérennité des équipements de viabilisation enterrés, facilitent l'écoulement des eaux de pluie vers les caniveaux, mais semblent également motiver l'entretien et la préservation de la salubrité des rues dont l'aspect visuel change radicalement et dont l'accès est facilité pour le ramassage des ordures.

### **Déchets**

La pré-collecte de ces ordures ménagères relève de la compétence des communes mais faute de moyens, elle est presque exclusivement gérée par les GIE : groupement d'intérêt économique, en contrats directs avec les ménages.

En 2007 selon le SDAB, 40% des ménages étaient desservis par les GIE à Bamako. Les densités de GIE et la fréquence de leur passage est particulièrement inégales selon les quartiers voire même les communes. Ils se chargent donc de l'acheminement, à l'aide de charrette et d'âne ou de véhicule motorisé (plus rare) vers les dépôts de transit lorsqu'ils existent ! Rares sont les communes qui disposent de dépôts de transit aménagés. Aucune n'en a en quantité suffisante ; les conflits d'ordre foncier freinent les démarches.

**Il s'en suit une prolifération des dépôts anarchiques disséminés dans la ville, parfois même en zone inondable et proche du Niger, qui sont sources de très importantes nuisances pour les riverains : rats, mouches, odeurs et présence d'animaux (vaches, ânes)...**

Ces tas d'ordures sont particulièrement « exploités » par une partie de la communauté : pour le recyclage, le compostage.

Les communes recensent ces sites et tentent de les organiser ou d'y mettre un terme. Mais l'absence de décharge finale et de camions au tonnage suffisant pour transférer toutes ces masses de déchets accumulés bloquent actuellement la situation. **Ce dernier acheminement est de la compétence du district, la gestion finale des déchets étant de la compétence de l'Etat.**

Une partie des déchets est tout de même évacuée hors de la ville, pour être déposée dans des espaces vides périphériques ou dans les champs comme compost, sans nécessairement de tri préalable, à la demande des particuliers. **Il faut signaler qu'une décharge finale est en construction à Noumoubougou** dans la commune rurale de Tienfale sur la route de Koulikouro à 25km de Bamako.

### **1.1.3.2 Le projet AFD d'assainissement intégré de quartiers pilotes de Bamako**

Début juin 2010, la thèse professionnelle de Stéphane Bost (Master en Action Publique, Ecole des Ponts, ParisTech (Bost 2010)) a défini les quartiers cibles et élaboré les scénarios de faisabilité d'un projet d'assainissement intégré à Bamako dont l'enveloppe budgétaire prévisionnelle est estimée à 19M€.

Ce rapport préconise de **ne pas intervenir, ou de manière très limitée, sur les latrines sèches** existantes, qui présentent un fonctionnement théoriquement satisfaisant en matière de collecte des excréta. De plus, l'équipement en puisards nécessite une qualité de sol adaptée à l'infiltration. Les quartiers identifiés sont peu appropriés au développement de ce système. **Il est également préconisé de ne pas viser à développer l'assainissement par puisards.**

Le projet proposé consistera en **une approche intégrée de l'assainissement, par l'équipement complet de secteurs en pavage de voirie, en système semi collectif de mini égouts (ne**

prenant en charge que les eaux grises) et station de traitement décentralisée, par la réalisation d'un réseau pluvial couvert et de dépôts de transit pour la collecte des déchets solides.

Un volet social est intégré au projet par le biais d'une maîtrise d'œuvre sociale (enquêtes socio économiques préalables, communication et sensibilisation, coordination entre acteurs techniques et populations, pilotage des contributions en nature et l'après projet).

Les communes initialement ciblées par le projet étaient les communes II et V. **En ce mois d'Août 2010, il semblerait que seule la commune V soit finalement retenue.** La commune V est située en rive droite du Niger. Sa population est en forte expansion sur la période récente. Elle comprend de nombreux quartiers populaires, bâtis de manière spontanée, avec des besoins importants de rattrapage, en particulier en voirie et réseau pluvial. Ils n'ont généralement pas accès à un réseau d'Adduction d'Eau Potable (AEP) complet mais sont équipés en bornes fontaines dont le maillage peut être insuffisant.

**3 à 4 sous-quartiers de Baco-Djicroni « populaire » et Sabalibougou pourraient être concernés :** voir la carte ci-dessous et le descriptif des quartiers. **Deux autres projets d'assainissement, ORIO (initiative hollandaise) et celui de la Sadev94 interfèreront peut être avec celui de l'AFD** (voir annexe 1b).



**Figure 1 :** Projet d'assainissement de Bamako : propositions d'intervention en Commune V et descriptifs des quartiers ciblés

#### **Quartier de BacoDjicoroni :**

« **Fitribougou** » ou « **plateau** »: ce quartier populaire est très enclavé, non équipé en AEP<sup>7</sup> complet (mais couvert en bornes fontaines) ou pluvial. Il se situe en limite du projet ORIO et à proximité du dépôt de transit projeté par la fondation SADEV Mali. Le sol y est rocheux et impropre à l'infiltration. **Population estimée à 14700 habitants (en 2007).**

« **Bandiagara** » : en limite de Fitribougou, il présente une trame orthogonale, des voies plus circulables (mais non revêtues) mais la même absence d'équipements (pas de réseau AEP complet). **Population estimée à 5000 habitants.**

« **Socoura** » : ce quartier, situé dans la continuité des deux précédents, est inclus dans le périmètre du projet ORIO. Il est doté d'un réseau de mini égouts, mais qui est ancien et hors d'usage. Le projet pourrait offrir une possibilité de reprise de ce réseau, dans l'attente de la réalisation du projet ORIO. Ce quartier est situé en limite de bassin versant, donc traversé par les eaux pluviales des deux secteurs ci-dessus. Pas de réseau AEP complet. **Population estimée à 2500 habitants.**

**Quartier de Sabalibougou** : (rive gauche du marigot) : il accueille le même type d'habitat que le secteur Fitribougou, et ne dispose pas de réseau AEP. **Population estimée à 5000 habitants.**

**La réalisation du projet Kabala de production d'eau potable, devrait déboucher à moyen terme sur une adduction d'eau potable sur ces quartiers non encore desservis.** La pose du réseau pourrait provoquer des détériorations des travaux réalisés dans le cadre du projet assainissement (en particulier pour ce qui concerne les revêtements de voiries). Ce point sera pris en compte dans la définition finale des scénarios d'équipement d'assainissement soutenus par l'AFD.

**Pour ces quatre quartiers il existe une possibilité d'implanter le système de traitement décentralisé** à proximité du fleuve, sur le site de traitement des mini égouts existants mais hors d'usage. Ce même site est identifié pour une station de relevage dans le projet ORIO, donc à terme le raccordement de l'ensemble de mini égouts réalisés sur ces quartiers à la STEP prévue en rive droite, prévue par le projet ORIO, en serait facilité.

A ce stade, **un calendrier prévisionnel optimiste** envisagerait le début des travaux pour 2012. Nous ne disposons pas de précisions sur un éventuel phasage des travaux.

---

<sup>7</sup> Sur ce point, Fitribougou serait équipé en bornes fontaines dont le maillage placerait chaque ménage à moins de 100m d'une borne selon CHARPENTIER, Pierre ; METAIS, Mathilde. 2009. *Diagnostic architectural et urbain du [sous] quartier Fitribougou de Baco Djicoroni à Bamako - Mali*. Bamako. Nous ne disposons pas de cette information pour Bandiagara et Socoura.

## 1.2 L'évaluation d'impact sur la santé

### 1.2.1 Généralités sur les risques pour la santé liés à l'eau et à un environnement insalubre et les mesures préventives efficaces

Les facteurs de risques pour la santé liés au complexe « eau-assainissement-hygiène » sont nombreux et influencés par de nombreux autres facteurs liés à l'environnement social, économique et démographique (Montgomery and Elimelech 2007). Ils sont responsables directs de pathologies infectieuses ou parasitaires « liées à l'eau », elles mêmes impliquées dans une dégradation plus globales de l'état de santé des populations.

Une classification des maladies liées à l'eau a émergé dès les années 70 dont le but premier était d'aider à la priorisation des interventions en matière d'eau, d'assainissement et d'hygiène et à la prévention des maladies infectieuses. La plus récente, DOW II classe les infections selon 4 modes de transmission (DOW, *Drawers of water*)(Heller 1998; White, Bradley et al. 2002; ACF 2007):

- Transmission « Water-washed » (strictement): infections résultant d'une quantité d'eau insuffisante pour l'hygiène domestique. Ce qui est important ici c'est la quantité et non la qualité. Il s'agit des maladies dermatologique (abcès, ulcères, gale, lèpre) ou ophtalmiques (trachome, conjonctivite) ; des maladies transmises par les poux et les tiques par manque d'hygiène corporelle et de lavage des vêtements (rickettsioses ou typhus).
- Transmission « Faecal-oral »: infections en lien avec le « péril fécal » (contamination de l'environnement par l'émission de fèces ou d'urines) pouvant résulter d'une quantité ou d'une qualité de l'eau insuffisante. Elles correspondent aux causes classiques des épidémies liées à l'eau. En Afrique sub-saharienne il s'agira du choléra (bactérie *Vibrio cholerae*) et de la typhoïde qui se transmettent à « faible dose infectieuse<sup>8</sup> » par la consommation d'une eau contaminée ; mais également aux maladies infectieuses « à forte dose » comme les diarrhées amibiennes, bactériennes (*Shigelle*, *Campylobacter*, *Escherichia coli*) et virales (*Rotavirus*, *Adenovirus*), les parasitoses intestinales provoquées par des vers (ascaridioses, ankylostome), les hépatites (virus de l'hépatite A ou E), la poliomyélite (entérovirus)...

Les voies de transmission fécales-orales sont complexes et peuvent se résumer comme sur la figure 1. Le portage des mains, les insectes, le sol et l'eau sont les principaux véhicules

---

<sup>8</sup> La dose minimale infectieuse (DMI) est la dose minimale d'un agent pathogène donné permettant la contamination et le développement de la maladie

des pathogènes présents dans les excréments jusqu'aux produits de consommation ou directement à la bouche.

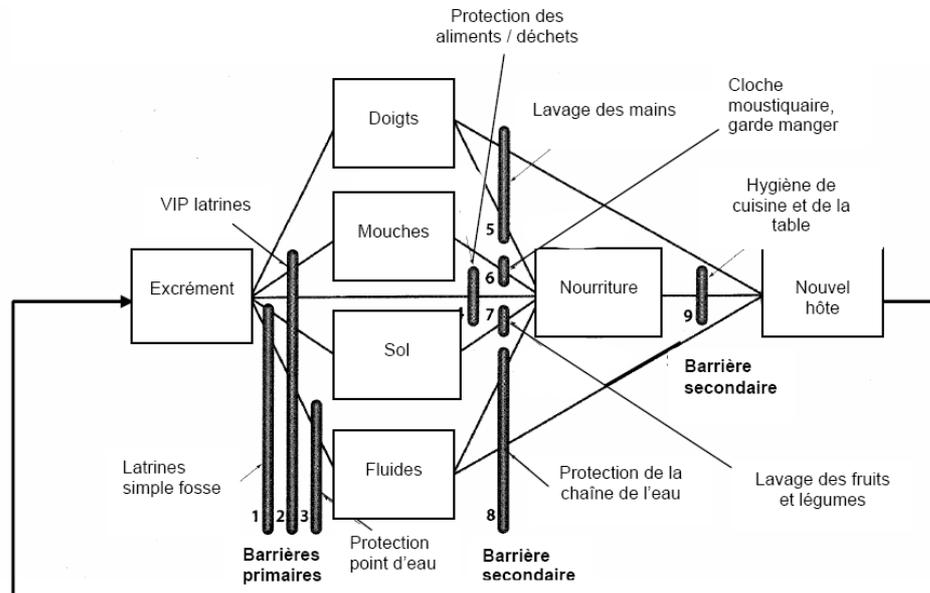


Figure 2 : Voies de transmission fécale-oral

(Source : LSTHTM – UNICEF – ODA – INFDC)(ACF 2007)

- Transmission « Water-based » : infections dues à des pathogènes véhiculées pendant une partie de leur cycle de développement par des organismes aquatiques type crustacés ou gastéropodes, d'eaux douces et stagnantes.

**La schistosomiase ou bilhaziose** se contracte par contact prolongé avec une eau contaminée lors d'un bain ou du lavage de vêtements et pénétration transcutanée. Le parasite responsable est réémis dans l'environnement via l'urine ou les fèces du malade mais n'est infectant qu'après une phase de développement dans son hôte d'eau douce.

La dracunculose ou maladie du vers de Guinée se contracte par ingestion d'eau douce contaminée. Les larves sont réintroduites dans l'environnement directement par le point d'émergence du vers (souvent au niveau du pied).

- Transmission « Water-related insect vectors » : maladies disséminées par les insectes (moustiques, mouches...) qui se développent ou se nourrissent grâce à l'eau. Les moustiques notamment peuvent être porteurs de virus ou de parasites responsables de la dengue et de la fièvre jaune (« arboviroses » transmises pour le moustique diurne du genre *Aedes*) ou encore du **paludisme** (maladie parasitaire liée à 5 espèces possibles du *Plasmodium* véhiculées par un moustique nocturne du genre *Anopheles*) qu'ils transmettent par piqûres. Ces maladies sont généralement **favorisées en saison des pluies** et lors

d'inondations, propices à la formation de gîtes larvaires à moustiques dans les flaques et les eaux « propres » stagnantes.

### **De plus l'ensemble de ces maladies n'est pas sans conséquence sur l'état global de santé :**

la revue d'ACF de 2004, soutenu par un article de Humphrey (Humphrey 2009) et de Schmidt (Schmidt, Boisson et al. 2009), très complets sur la question, insistent sur les dynamiques des interactions qu'il peut exister entre malnutrition, eau, assainissement, hygiène et infections. La diarrhée pourrait être considérée comme cause et conséquence de la malnutrition : elle empêche les enfants de rattraper un retard de croissance et la malnutrition augmente la fréquence et la durée des épisodes diarrhéiques, entraînant ainsi un cercle vicieux.

De même un accent doit être placé sur la santé des femmes et particulièrement des femmes enceintes : leur affaiblissement par les maladies hydriques et leur plus grande sensibilité (immunodéficiência, maigreur) sont des facteurs aggravants aux troubles liés à la grossesse, à l'accouchement, à la qualité de l'allaitement et à la taille des bébés.

### **Les mesures préventives classiques**

Les mesures préventives sont nombreuses et se doivent d'être conjointes qu'elles concernent plus directement l'eau, l'assainissement ou l'hygiène.

L'approvisionnement d'eau en quantité est primordial et la préservation de sa qualité est régie par la préservation des milieux sources, son traitement et son mode de transport.

Les mesures préventives classiques de la transmission oro-fécale sont proposées dans la figure 1 précédente. Elles prévoient l'installation de latrines, la protection de la qualité de l'eau depuis sa source à son point d'usage, la protection des aliments vis-à-vis des déchets et des insectes, le nettoyage des fruits et légumes, l'hygiène des mains, du corps et des vêtements...

### **Le programme AFD permet un certain nombre de ces actions préventives des maladies liées à l'eau, en particulier celles associées au péril fécal et le paludisme:**

- L'évacuation et le traitement des eaux usées grises permettant : **une réduction des contacts avec les eaux souillées** (réutilisables pour la toilette, le linge ou pour le maraichage), mais pas nécessairement exemptes du péril fécal ; **la préservation des sols et des milieux hydriques** (puits, marigots, caniveaux du pluvial, nappe, Niger) ; **la limitation des eaux stagnantes** dans la rue et dans les caniveaux ;
- Le drainage des eaux pluviales et couverture de caniveaux **favorisant l'écoulement des eaux stagnantes et une diminution des rejets de déchets et de boues de vidange illicites dans l'espace public.**

- Une amélioration des voies de communication s'accompagnant d'une facilitation des transports et de l'évacuation des déchets vers les nouveaux dépôts de transit.

Il faut cependant rappeler que le projet ne prévoit pas certaines actions qui pourraient avoir également un impact sur la santé :

- Pas d'action supplémentaire ou d'amélioration des latrines, pour la plupart traditionnelles et déjà installées dans la majorité des concessions : **les mouches restent un vecteur de transmission important ; la qualité des installations et la nature des sols n'assurent pas nécessairement une protection de la nappe sous-jacente et du milieu hydrique.**
- Pas d'aide au renforcement des vidanges des latrines, mais l'amélioration des voies de circulation pourrait y contribuer par facilitation de l'accès par les camions.
- Pas de campagnes de promotion de l'hygiène supplémentaires (à moins qu'elles ne soient incluses dans le volet accompagnement social ?) : **le portage des mains et l'alimentation restent des voies prépondérantes de contamination !**
- **Pas d'action concernant la gestion des eaux rejetées : cadre pour leur réutilisation dans conditions plus hygiéniques.**

Enfin, le projet pourra interférer avec :

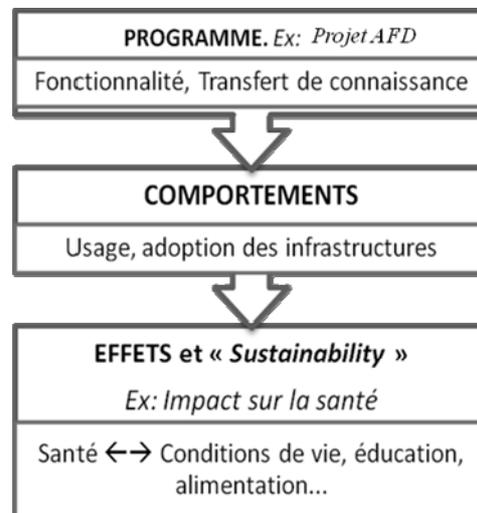
- **Les nouvelles adductions en eau potable prévues par le projet Kabala** impliquant un usage d'eau en plus grande quantité et éventuellement de meilleure qualité. : ceci pourrait avoir des effets sur les maladies liées au manque d'eau et au manque d'hygiène ainsi que sur les maladies liées au péril fécal.
- **Les projets ORIO et Sadev** et leurs éventuels impacts sur les zones ciblées par l'AFD.

### **1.2.2 Les grands schémas d'études épidémiologiques utilisables pour évaluer les gains de santé suite à un programme d'aménagement**

Différentes mesures permettent l'évaluation d'un programme (aménagement, politique publique...) : sa cohérence, son efficacité, son efficience...La plus globale est l'impact car elle doit permettre d'apprécier les effets et ainsi l'empreinte globale d'un programme par rapport aux objectifs généraux fixés initialement : un gain de santé de x% directement associé à la mise en place d'un programme peut non seulement récompenser les efforts engagés mais surtout fournir un argumentaire solide auprès des décideurs pour le maintien de ces efforts ou leur renforcement.

Dans le cadre du projet AFD, le souhait d'amélioration des conditions de vie et du contexte sanitaire s'est décliné en différents objectifs opérationnels : gérer les eaux usées grises et les eaux pluviales, favoriser l'évacuation des déchets, mobiliser les acteurs locaux et les usagers.

Les effets potentiels sur la santé, intimement liés aux effets sur les conditions de vie, l'alimentation, l'éducation associables à un tel projet représentent l'aboutissement d'un processus comme nous le représentons dans la figure 3 depuis sa conception, sa mise en place, l'assurance de sa fonctionnalité à son utilisation et son adoption par les populations.



**Figure 3:** D'un programme à la mesure de son impact

Dès les années 80, l'évaluation d'impact sur la santé de programmes d'amélioration des ressources en eau, d'assainissement et d'hygiène dans les pays en développement a été pensée et réalisée en veillant au meilleur respect des contraintes suivantes :

- **La nécessité d'indicateurs et de données répondant à de multiples critères** de qualité : leur validité, leur sensibilité, leur représentativité, leur fiabilité, leur reconnaissance scientifique, leur durabilité ; mais aussi de faisabilité grâce à des indicateurs établis sur des données facilement accessibles ou disponibles, une production de données à un coût raisonnable ; et enfin de pertinence avec des indicateurs répondant aux besoins, simples et faciles à interpréter, fournissant une réponse rapide-sensible aux déviations, permettant des comparaisons à des échelons national ou international.

- **La nécessité de protocoles adaptés** : les enquêtes épidémiologiques permettent d'étudier la relation entre une exposition à certains facteurs de risques (ici, une eau contaminée, des déchets...) et une maladie (maladies liées à l'eau, état plus global de santé). Plus particulièrement une intervention en eau-hygiène-santé permet de limiter une partie de l'exposition en jeu. Un lien causal entre l'exposition et la maladie est *a priori* admis : l'ingestion d'eau contaminée par des

excréta présente de forte probabilité de provoquer des diarrhées (lien causal probabiliste<sup>9</sup>). **La mesure de l'impact de cette intervention correspond donc à la mesure des effets sur la santé permis par la minimisation de l'exposition d'une population à certains facteurs de risques : on s'attend alors à la diminution de la morbidité de telle ou telle maladie.** Cependant, même si cette exposition est en partie maîtrisée par le traitement de l'eau de consommation, il n'exclut pas le risque de diarrhées par ingestion d'aliments contaminés, accru pendant la saison des pluies. On introduit alors **les notions de manque de spécificité de la maladie par rapport à l'exposition et celle de facteur de confusion.**

En pratique on utilise des études aux designs variables : avant-après, traité-contrôle. La double différence, plus complexe, reste la moins utilisée. **L'annexe 4 reprend les designs possibles et les procédures employées pour mesurer ces impacts et minimiser les biais les plus courants, à savoir les biais de confusion, de sélection, de classement et d'information.**

Beaucoup ont considéré que la mesure de l'incidence (nombre de nouveaux cas recensés pendant une période donnée) ou de la prévalence longitudinale (nombre de jours où le patient a présenté la maladie pendant une période donnée) associées à la « diarrhée » chez les enfants de moins de 5 ans étaient les indicateurs les mieux adaptés. Maladie fréquente, elle est décelée assez facilement. Une méta-analyse de l'I3E (International Initiative for Impact Evaluation) de 2009 incluant plus de 60 études proposent les résultats suivants (Waddinton, Snilstveit et al. 2009) :

- Un impact substantiel avec une diminution de 30 à 40% des diarrhées pour des interventions visant la qualité de l'eau, l'assainissement, l'hygiène ou des actions conjuguées en eau-assainissement-hygiène,
- Une absence d'impact significatif pour les interventions ne concernant que les ressources en eau.

La majorité de ces études a été menée en zones rurales, dispersées, pour une raison principale : les programmes d'assainissement à grande échelle sont particulièrement coûteux. **Leur évaluation suggère de longues périodes de suivi : les études de qualité retenues par la méta-analyse ont été menées en moyenne durant 2 ans ½ après l'intervention** alors que des effets sont visibles moins d'un an après l'achèvement de programmes d'interventions sur la qualité de l'eau ou l'hygiène. Des suivis plus longs ont montré la pérennité des effets liés aux programmes d'hygiène. En revanche une diminution des effets est observée après 12 mois, lorsqu'elle fait suite à des interventions multiples ou exclusivement sur la qualité de l'eau.

---

<sup>9</sup> En épidémiologie, les critères de causalité d'après Bradford Hill sont : l'existence d'une association statistique (condition nécessaire), une forte intensité de l'association (n'est pas un argument contre), existence d'une relation dose-effet entre l'exposition et la maladie (les sujets les plus exposés ont un risque plus élevé de développer la maladie), éventuellement la spécificité de la relation exposition-maladie (rarement présente), une absence d'ambiguïté temporelle (l'exposition précède la maladie), une plausibilité biologique

Il existe deux études à Téhéran, Iran (traité/contrôle)(Kolahi, Rastegarpour et al. 2009) et à Salvador, Brésil (avant-après sur échantillons randomisés) (Barreto, Genser et al. 2007) portant sur des programmes importants et comparables à celui prévu à Bamako. La première a été confrontée à de nombreux facteurs de confusion : son groupe contrôle présentait d'importantes réductions de la diarrhée infantile. Elle reste donc critique sur les méthodologies employées à l'heure actuelle. La seconde a utilisé un modèle multivarié (identification des facteurs de confusion, distinction des variables explicatives : intervention directe dans le foyer, indirecte via le domaine public, comportement d'hygiène) et stratifiée (zones à haut risque ou faible risque de diarrhée). Les 23% de baisse de l'incidence de la diarrhée sont expliqués par une baisse de 43% dans les zones à haut risque et une baisse non significative dans les zones à plus faible risque initial (moins de 8 diarrhées par jour).

Mais les études d'impact sur la santé de programmes d'eau, d'assainissement et d'hygiène menées ces 30 dernières années sont critiquées :

- Selon Cairncross en 2003 (ACF 2007), **l'évaluation des programmes d'eau et d'assainissement est impossible pour des raisons méthodologiques, éthiques et politiques.** De plus pour lui, seule l'hygiène apporte un réel impact sur la santé : elle accompagne la plupart des interventions évaluées par le passé (Cairncross 1998).

- **Beaucoup de biais et de facteurs sont invoqués dans les études.**

**Les voies de transmission des pathogènes** responsables des maladies hydriques sont multiples, sources de confusion et difficiles à neutraliser : des latrines fonctionnelles associées à des eaux stagnantes dans la rue ne réduiront que partiellement le risque diarrhée, indicateur de fait assez peu spécifique qui affaiblit les études d'impact.

**Les biais de déclaration** (définition d'une diarrhée variable selon les pays, les enquêtes) et **de mémorisation** sont récurrents.

Contrairement aux études expérimentales des tests cliniques avec groupes traités (en aveugle) et témoins tirés au hasard parmi une seule et même population, qui permettent de minimiser les **biais de sélection** et de rendre compte d'éventuels effets placebo, la plupart des interventions en eau-assainissement-hygiène ne permettent pas d'atteindre un tel niveau de contrainte des protocoles. **Il n'est pas éthiquement concevable de traiter aléatoirement les membres d'un même quartier et généralement impossible de vérifier l'effet placebo.**

Schmidt et Cairncross en 2009 et 2010 (Schmidt, Boisson et al. 2009) remettent ainsi en question nombre de résultats positifs d'études d'impact et préconisent des alternatives aux cas rapportés par les patients eux-mêmes: « Judgement-free data are a myth » fut leur conclusion en 2010.

Ils proposent également l'utilisation **des z-scores appliqué aux indices anthropométriques de malnutrition**, dont ils démontrent une association forte avec les maladies diarrhéiques : indicateur cependant moins spécifique et nécessitant de plus grandes puissances statistique (augmentation de la fréquence de collecte de données et de la taille des échantillons).

D'autres indicateurs de santé que la réduction de la diarrhée infantile tels que **la schistosomiase** (Esrey, Potash et al. 1991) ou **des indicateurs plus globaux** tels que : la méthode des z-scores appliquée aux mesures anthropométriques et leur association à la diarrhée, l'état de santé des mères, la consultation des centres de soin, l'absentéisme scolaire ou au travail n'ont donc que rarement voire jamais été utilisés pour ce type d'évaluation.

Cette analyse bibliographique associée aux caractéristiques propres de Bamako a conduit à une réflexion méthodologique en deux temps : 1) regarder s'il existe déjà des contrastes forts dans les contextes d'assainissement de quelques communes du district ; 2) confronter ces éventuels contrastes contextuels aux données de santé disponibles, qui auront été préalablement corrigées et discutées.

## **2. Un premier classement de salubrité des quartiers dans 3 communes de Bamako**

### ***2.1 Les modalités de collecte et la qualité des données obtenues***

En plus des communes II et V initialement concernées par le projet AFD, la rencontre avec les services de l'assainissement et de l'hygiène en commune III, motivés par l'objet de l'étude et la santé environnementale, nous a amené à inclure cette commune centrale, ancienne et la mieux pourvue en installations d'assainissement intégré sur Bamako. Elle semble être un modèle intéressant de part ses hétérogénéités : avec des quartiers centraux favorisés sur les plans de l'assainissement et de la salubrité face à des quartiers périphériques bien moins équipés.

**Les données utilisées ont été tirées d'études contextuelles type diagnostic territorial participatif auprès des populations** : généralement les seuls documents amenant un degré de précision à l'échelle des quartiers. Les diagnostics les plus récents ont concerné 20% des concessions tirées aléatoirement en 2004 en commune III, 11% des concessions en 2004 en commune V, un nombre indéterminé en commune II en 2005.

En commune II et V, les données exploitées étaient quantitatives (pourcentage de concessions possédant un puisard, nombre et longueur des caniveaux, pourcentage de la population accédant à une source proche d'eau potable...etc). En commune II, le diagnostic ne présente que des données

qualitatives type présence/insuffisance/absence. Des études aussi conséquentes n'ont, à notre connaissance, pas été réalisées depuis. Il est difficile avec le peu d'information dont nous disposons de juger de la qualité de ces données (non discutées dans les études elles mêmes). Nous nous sommes cependant attachés à vérifier leur cohérence par rapport à d'autres documents produits plus récemment par les collectivités (2005, 2007 et 2009) type PDSEC (Plan de Développement Social Economique et Culturel), monographie communale, plan d'assainissement communal. **L'analyse de ces données a été rediscutée avec les services de l'assainissement et de l'hygiène de chacune des mairies. Si des incohérences, ou une indisponibilité, affectaient certaines données, les indicateurs n'ont pas été renseignés par la suite.**

**Les protocoles d'enquêtes** semblent assez homogènes sur les 3 communes : des équipes pluridisciplinaires constituées de représentants techniques, de représentants de la collectivité et de la population elle-même visitent chacune des concessions « tirées au sort ». En l'absence de recensement et d'adressage, **la représentativité de l'échantillonnage** est forcément limitée, le tirage semblant s'effectuer directement sur le terrain par la visite d'une concession sur 5 ou plus ! Les équipes peuvent faire appel au chef de quartier, au leader religieux, à la radio pour informer les populations de la conduite de l'enquête. Elles réalisent un diagnostic couvrant diverses thématiques : l'amélioration des conditions d'hygiène et d'assainissement, la viabilisation des milieux, l'accès aux services sociaux de base, les problèmes d'insécurité, etc.

## **2.2 Le zonage**

### **2.2.1 Le choix des indicateurs de salubrité de l'environnement et leur évaluation**

Sur l'ensemble des 3 communes, **11 indicateurs communs**, permettant de couvrir un panel de problématiques influant sur la salubrité des milieux de vie des habitants de Bamako, ont été évalués à l'échelle des quartiers. A savoir : le type d'habitat, la gestion des déchets, la gestion des eaux grises et pluviales, la voirie et les spécificités liées à certains quartiers, en zone rocheuse ou inondable, à forte densité de population ou dont les activités commerciales sont importantes (présence de grands marchés). La gestion autonome des excréta, largement répandue dans Bamako, n'a pas été incluse comme critère de comparaison, pas plus que la fréquence d'élimination des boues de vidange qui reste mal renseignée pour de nombreux quartiers.

Les indicateurs choisis permettent de juger de la présence/accès, insuffisance ou absence des infrastructures en question. Ils ont été associé à un codage à 1 ou 3 niveaux selon le type d'indicateur : graduations possibles de l'indicateur (3 niveaux), ou seulement présence/absence

(niveau 3 seulement), en ne renseignant que les quartiers concernés par une contrainte identifiée. Lorsque l'information n'était pas disponible nous le notifions par NR pour Non Renseigné.

(1) lotissement LOT : niveau 3 (quartiers spontanés, non lotis), niveau 1 (quartiers lotis). Un quartier est considéré comme loti si le foncier et les voiries y sont stabilisés. **Cet indicateur est fiable**, renseigné sur l'ensemble des quartiers et sans doute corrélé avec le type d'habitat, le niveau d'infrastructures et la viabilisation qui découlent de cette étape.

(2) habitat HAB : niveau 3 (banco), niveau 2 (semi-dur ou mixte), niveau 1 (dur)

Le banco utilisé au Mali mélange très souvent la terre crue, latéritique et rouge à de la paille. Il est utilisé plus particulièrement dans la construction des villages maliens mais est encore présent dans les quartiers récents ou périphériques de Bamako. Basée sur une observation visuelle simple, **cet indicateur est fiable**.

(3) couverture en caniveaux CAN: niveau 3 (absence), niveau 2 (forte insuffisance), niveau 1 (présence)

Difficile à évaluer, nous nous sommes basés sur la couverture relative quartier à quartier en commune III où le nombre et la longueur de caniveaux étaient précisés. En commune II, il s'agissait d'un diagnostic quantitatif. **Il n'a pas été renseigné en commune V**. De plus l'état des caniveaux est souvent à déplorer mais ces données n'étaient disponibles qu'en commune III.

**Cet indicateur est moyennement informatif et fiable.**

(4) puisard PUI: niveau 3 (absent majoritairement), niveau 2 (couverture partielle), niveau 1 (présent majoritairement)

La commune III est la mieux renseignée suivie de la commune V. **La commune II n'a pu être renseignée.**

(5) voirie, pavage VOI: niveau 3 (absence), niveau 2 (couverture insuffisante), niveau 1 (couverture suffisante)

**Des chiffres précis sont absents des diagnostics territoriaux.** Cet indicateur a été renseigné en commune II et V de manière pénalisante pour l'absence ou l'insuffisance de voiries observées dans certains quartiers.

(6) collecte des déchets, existence de GIE couvrant le quartier DEC: niveau 3 (absence)

Évalué de manière pénalisante, seule l'absence totale de prise en charge des déchets par des services type GIE est considérée. **L'information reste limitée sur cet indicateur** : l'insatisfaction ou l'insuffisance de ces services lorsqu'ils existent n'est pas renseignée.

(7) densité de population POP en 2007: niveau 3  $>20\ 000\text{hab}/\text{km}^2$ , niveau 2  $>10\ 000\text{ hab}/\text{km}^2$

Les projections démographiques utilisées sont celles produites par la DNSI pour 2007. La superficie des quartiers a été extraite d'une couche SIG. **Indicateur moyennement fiable**, plus particulièrement en commune V où la poussée démographique est importante ces dernières années.

(8) présence importante de marchés MAR: niveau 3.

**La proximité de grands marchés participe fortement à l'insalubrité des milieux** : rejet important de déchets, densification de la population en journée, absence ou mauvais entretien des latrines publiques, présence d'animaux...

(9) eau potable EAU: niveau 3 (insuffisance déclarée par les diagnostics), niveau 1 (accès à l'eau potable via robinet ou borne fontaine à moins de 100 m).

**Indicateur pénalisant moyennement fiable.** La finesse des maillages des bornes fontaines qui s'est amélioré dans certaines zones déficitaires ces dernières années, aurait pu être d'avantage approfondi avec un accès aux données d'EDM.

(10) zone inondable INO: niveau 3

(11) zone rocheuse ROC : niveau 3

**Indicateurs pénalisants fiables.**

D'autres indicateurs auraient pu être envisagés mais n'étaient disponibles que dans une seule commune tels que : la qualité de la nappe, NAP évalué en commune II ou le curage des caniveaux, CAN2, l'état des puisards PUI2 et la satisfaction du service des GIE, DEC2 évalués en commune III.

L'évaluation des 11 indicateurs quartier par quartier est disponible en annexes 5a et 5b.

### 2.2.2 Les différentes classes de salubrité

Un taux de complétude des données<sup>10</sup> moyen par commune a été calculé. Nous obtenons respectivement pour les communes II, III et V, 82%, 92% et 68%. Ils seront jugés comme suffisants pour la poursuite de l'étude malgré leur faiblesse en commune V.

Des scores ont été calculés pour chacun des quartiers : bilan des indicateurs au niveau 1, 2 ou 3. Lorsque des quartiers présentent une majorité d'indicateurs au niveau 1, ils sont placés dans la classe de salubrité de niveau 1. De même, pour les classes 1-2, 2 et 3. L'ensemble des résultats sous format tableau est disponible en annexe 5c.

Ainsi 4 classes de salubrité sont distinguées et associées à ces 4 typologies de quartier :

- Quartiers de classe 1 (indicateurs de niveau 1 majoritaire) : quartiers lotis ayant accès à l'eau potable. Ils possèdent généralement un réseau de caniveaux assez dense (pas nécessairement entretenu) permettant un drainage des eaux suffisant dans ces zones non inondées et non rocheuses. L'habitat reste mixte et présente une couverture en puisards assez importante. Ils sont desservis par les GIE

---

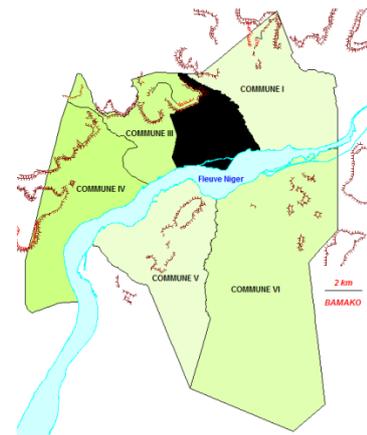
<sup>10</sup> Le taux de complétude équivaut au nombre d'indicateurs non renseignés NR / nombre d'indicateurs total (11) rapporté au nombre de quartier par commune

(Groupement d'Intérêt Economique, en charge de la collecte des déchets et éventuellement de l'entretien des caniveaux).

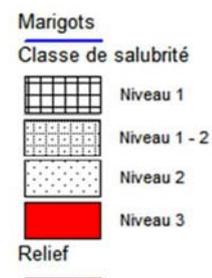
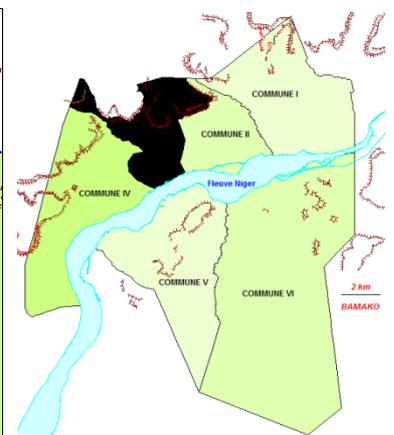
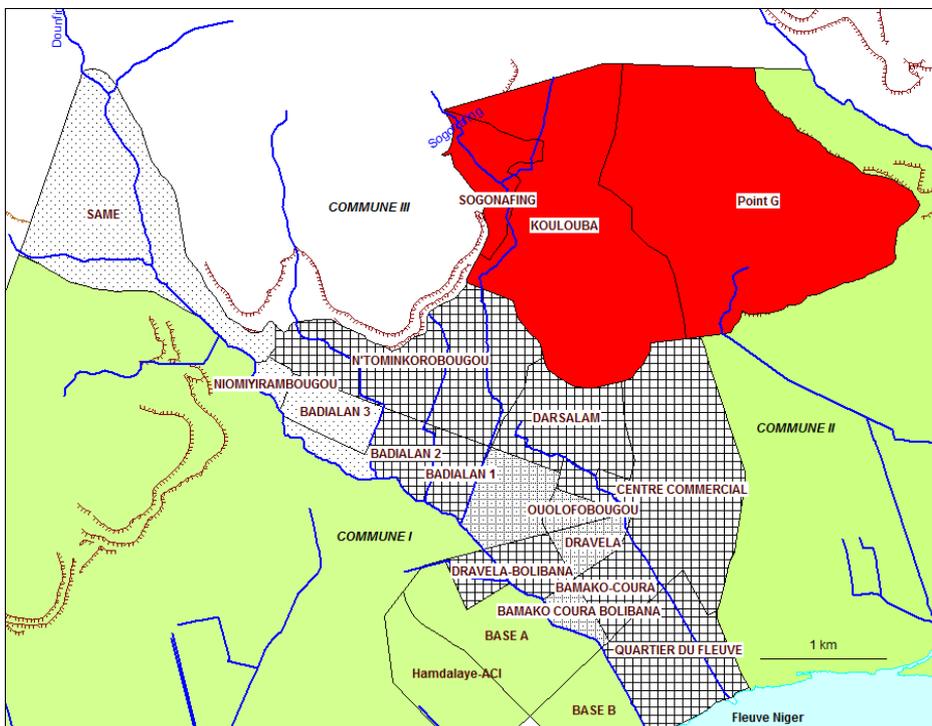
- Quartiers de classe 1-2 intermédiaires : lotis, ces quartiers en dehors de zones rocheuses ou inondables, possèdent des accès à des infrastructures d'assainissement des eaux usées ou de gestion des eaux pluviales ainsi que l'eau potable mais présentent quelques déficits par rapport à la catégorie « niveau 1 ».
- Quartiers de classe 2 : loti mais également non lotis, ces quartiers ne sont que très partiellement équipés et couverts par les infrastructures d'assainissement, de drainage des eaux pluviales ou les services de collecte de déchets. Ils sont souvent en zones rocheuses ou inondables mais ont généralement accès à l'eau potable.
- Quartiers de classe 3 : non lotis, n'ayant quasiment aucun accès à des infrastructures d'assainissement, de drainage des eaux pluviales, à des services de collecte des déchets, ces quartiers défavorisés, sont presque systématiquement situés en zone rocheuse ou inondables. Leur accès à l'eau potable peut être insuffisant voir nul dans certains sous quartiers.

### **2.2.3 Cartographie des résultats obtenus**

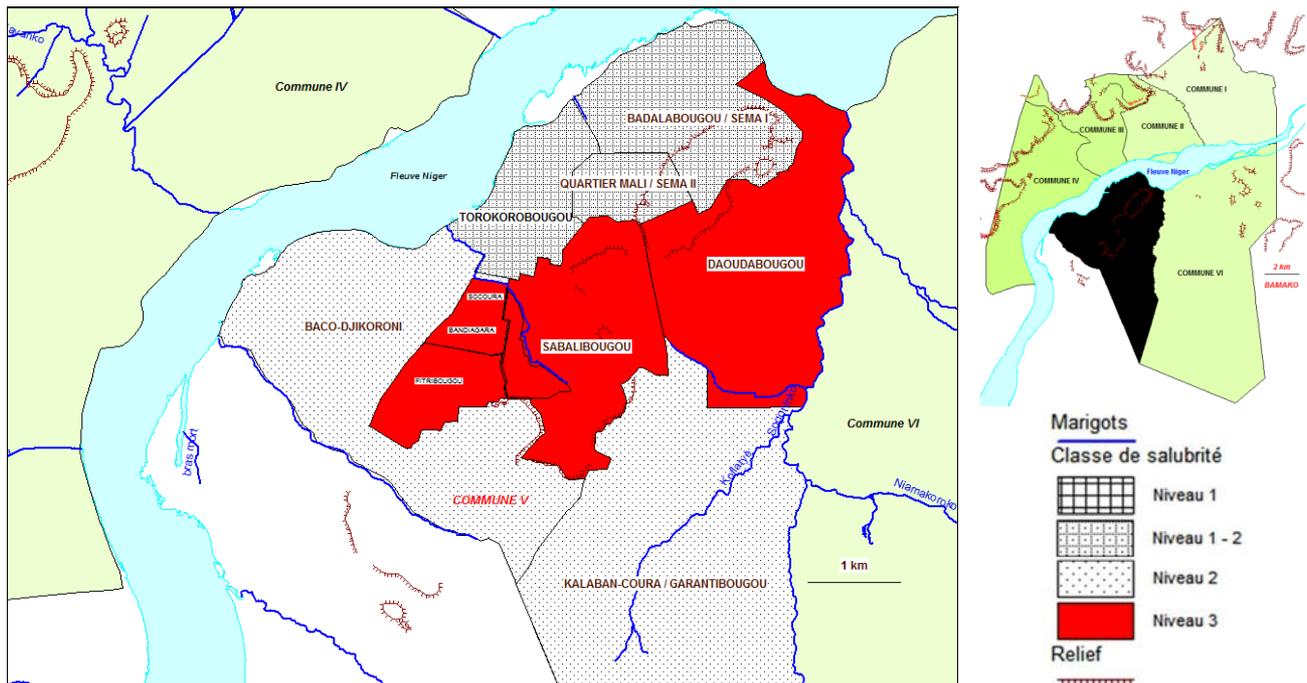
Les résultats ont été cartographiés à l'aide du logiciel Mapinfo pour une meilleure lisibilité. Les données SIG utilisées ont été mises à disposition par la DNDS (Direction Nationale du Développement Social). Cette démarche SIG avait été mise en place dans le cadre du PDSU (Plan de Développement Social Urbain, 2005) mais n'a été poursuivie qu'en commune III.



En commune II, à part le quartier périphérique Hippodrome extension en classe 3, l'ensemble des quartiers est en niveau 1 ou 2. En bordure du Niger, les quartiers bien qu'anciens et stabilisés sont pour la plupart placés en zone inondables. Les conditions de vie et les installations y restent précaires contrairement aux quartiers plus centraux.



La commune III est la commune la mieux dotée de Bamako en infrastructures d'assainissement. Les quartiers centraux pour la majorité de classe 1 sont cependant sujets à des pressions démographiques importantes notamment pour les quartiers commerciaux accueillant le grand marché de Bamako et ses nombreuses extensions. Les quartiers périphériques en zone rocheuse présentent des déficits particulièrement importants en assainissement et parfois même en eau potable : ils sont classés 3.



La commune V, plus jeune, avec des quartiers très récents, parfois spontanés et non lotis « derrière les collines » présentent des déficits importants en infrastructures d'assainissement et parfois d'eau potable. Les quartiers les plus favorisés et les plus équipés bordent le fleuve.

Figure 4 : Cartes des Communes II, III et V de Bamako représentant le classement de salubrité des quartiers pour la période 2005-2010

### 2.3 Discussion : classification de salubrité, démographie et contraintes pour le projet AFD

Concernant les communes II et III, anciennes, enclavées et beaucoup plus stabilisées que la rive droite de Bamako, les classifications de salubrité considérées pour la période 2005-2010 semblent toujours assez représentatives de la situation actuelle : des données bien qu'anciennes (2004-2005) ont été « rediscutées avec les services compétents ». De plus, même mal entretenus, les caniveaux, les voiries, les puisards restent des infrastructures à longue durée de vie. Des puisards et de points d'accès à l'eau potable ont cependant pu être apportés mais aucun programme plus « radical » n'aurait *a priori* modifié la situation exceptée peut être la campagne de pavage en commune II dans le cadre du PDSU, prise en compte dans l'état des lieux. La croissance démographique est en moyenne de 2-2,5%, entre le recensement de 1998 et le dernier de 2009, avec un taux de progression estimé à 0-1% entre les projections de 2007 et 2009 (chiffres DNSI, Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique, voir annexe 3a) : signe d'une surestimation probable des chiffres 2007 et d'une stabilisation voir d'une diminution du taux

d'accroissement démographique dans ces communes (limitée de fait par la disponibilité en espaces).

**La commune V, en revanche, connaît en revanche une poussée démographique fulgurante** estimée à 7,5% en moyenne entre les deux recensements de 1998 et 2009 (voir annexe 3a), du fait de l'exode rural très important et des disponibilités en surfaces libres dans la capitale. Le calcul du taux d'accroissement entre les projections officielles de 2007 et les chiffres annoncés par le recensement de 2009 mène à 30% : signe clair d'une forte sous-estimation ces dernières années des taux d'accroissement de la population en commune V. **La principale question est de savoir si les quartiers d'interventions projetés par l'AFD seront concernés par ce boom démographique. Mais la croissance démographique bamakoise est d'abord considérée comme une croissance géographique et concernerait principalement les quartiers périphériques des communes V et VI : les quartiers d'intervention de l'AFD, relativement plus anciens et centraux, ne devraient pas être touchés ou modérément.** Mais un entretien avec les services secondaires de l'état civil dans le quartier de Baco Djicoroni précise que **les sous secteurs populaires visés par l'AFD abritent encore des constructions souvent inachevées encore non habitées dans ces quartiers partiellement lotis.**

Ainsi, de nombreux quartiers en commune V, y compris les quartiers d'intervention de l'AFD, plus anarchiques, plus jeunes et moins équipés qu'en rive gauche, parfois même difficile à cartographier, sont susceptibles d'évoluer et en particulier de **se dégrader rapidement sur les plans de l'assainissement et de la salubrité si les logiques de rattrapage entreprises par la commune V tardent.** Nous rappelons que cette commune accueillerait également 2 autres projets (ORIO et SADEV 94) pouvant tout à fait interagir avec le projet AFD.

### **3. La recherche de données démographiques et sanitaires utilisables pour la construction d'indicateurs de santé**

Nous rappelons que des collectes de données démographiques et sanitaires pilotes ont été organisées afin de:

- se familiariser, expérimenter et juger de la pertinence et de la faisabilité de l'utilisation du système d'informations sanitaires malien pour le suivi futur de santé de populations impactées par le projet d'assainissement à l'échelle de quartier voire de sous-quartier,
- mettre en évidence les indicateurs de santé disponibles et juger de leur qualité et de leur pertinence pour une étude d'impact,

- comparer les aires de santé enquêtées et les mettre en relation avec la typologie des quartiers de Bamako, identifiée dans le classement de salubrité (une aire de santé couvre-t-elle une zone plutôt homogène ou plutôt hétérogène sur les plans de l'assainissement, des aménagements et des ressources en eau ? deux aires dites homogènes sont-elles comparables et si oui comment ? est-il possible de tester la cohérence des indicateurs de santé d'une aire de niveau 1, 2, 3 ou 4 à une autre ?)

### **3.1 Le système d'information sanitaire malien**

La politique sectorielle de santé du Mali, adoptée en 1990, bâtie sur une structure pyramidale de santé, est basée sur la décentralisation du recours aux soins et la participation communautaire. Ses objectifs généraux sont l'extension de la couverture sanitaire et l'accès aux médicaments pour toutes les couches de la population.

#### **Le système sanitaire repose sur 3 niveaux.**

- Le premier niveau opérationnel est composé de deux échelons :

- ✓ **Le Centre de Santé Communautaire (CSCOM)**, dont la gestion est assurée par les Association de Santé Communautaire (ASACO), à but non lucratif, liée à l'Etat par une convention de service public. Ces associations sont regroupées en fédération locale FELASCOM (pour chaque commune à Bamako) et en une fédération nationale, la FENASCOM. A Bamako, chaque ASACO couvre une aire de santé pouvant intégrer un ou plusieurs quartiers au sein d'une même commune. En 2007, on comptait 57 aires de santé et 52 CSCOM fonctionnels au Mali (DNS 2007). Quasiment 100% de la population se trouvait en 2007 à moins de 5km d'un CSCOM dans la capitale. Les populations peuvent adhérer aux ASACO de leur aire de santé pour bénéficier de tarif de consultation préférentielle. Cette pratique semble cependant loin d'être adoptée par l'ensemble des populations, réticentes au principe même de l'adhésion, et ce malgré son faible coût : généralement une adhésion de l'ordre de 1,5€/an/ménage permet d'abaisser le ticket de consultation de 1€ à 0,5€.

- ✓ **Le Centre de Santé de Référence (CSREF)**. Il s'agit d'une structure hospitalière où la plupart des spécialités existent et où sont normalement référés les cas les plus graves. Bamako compte 6 centres de santé de référence : un par commune.

- Le deuxième et le troisième niveau de référence sont respectivement **les hôpitaux régionaux et nationaux**.

**Les activités des CSCOM** offrent le PMA (Paquet Minimum d'Activités) de même que les structures de santé para-publiques, confessionnelles, services de santé des armées, dispensaires et autres établissements de santé privées. Le PMA couvre **le curatif** (consultations médicales et accouchements), **le préventif** (consultations prénatales, vaccination, planning familial et consultations des enfants sains) et **le promotionnel** (IST, VIH...). En général un CSCOM dispose de son propre laboratoire pour les analyses standards : bilan sanguin, paludisme, bilharziose, etc.

**La concurrence des autres centres de soin** (cliniques privées, centres de référence, hôpitaux) tout particulièrement en centre urbain tel que Bamako, limite le recours plus systématique aux CSCOM observé dans les milieux ruraux.

D'après l'EDS 2006, **le niveau d'éducation des femmes et la pauvreté des populations**, de fait moins informées des comportements favorables à la santé, **peut influencer sur le recours aux centres de santé** qui se limite souvent aux cas les plus préoccupants, et ce même à proximité d'un CSCOM (surtout en milieu rural).

La médecine traditionnelle reste encore largement pratiquée en premier recours.

Bamako présente les meilleurs résultats du pays avec 60% des ménages qui auraient recours aux formations sanitaires de premier ou second échelon en cas de blessure ou de maladie.

**Le système local d'information sanitaire (SLIS)** malien produit chaque année un Annuaire Statistique Sanitaire (ASS), comportant des données agrégées des structures sanitaires de premier niveau : les CSCOM et les CSREF. **Au premier échelon, les CSCOM collectent, enregistrent et analysent les données sous format papier. Ainsi à partir des registres de consultations (curatives, prénatales, enfants sains) les données sont agrégées par mois puis par trimestre et font l'objet d'un Rapport Trimestriel d'Activité (RTA) transmis au CSREF** où elles sont regroupées avec le RTA du CSREF lui-même et certains rapports des structures parapubliques (PMI, CMIE, Mutec...) et privées. Les données sont saisies informatiquement, vérifiées et analysées avant d'être transmises à la Direction Régionale de la Santé. La Direction Nationale de la Santé centralise l'ensemble des données finalement transmises à la Cellule de Planification et de Statistiques en charge de la production de l'ASS.

**La dernière version du RTA date de 2007** : réajusté, il a été complété et clarifié courant 2006. Les sections qui nous intéresseront sont : le paquet minimum d'activités (PMA) pour la population de l'aire, le PMA de la population hors aire et le rapport de mortalité et de morbidité pour une cinquantaine de pathologies. **Les rapports de mortalité sont peu notifiés** (cas graves plus généralement transférés au CSREF).

## **3.2 La collecte pilote de données de santé dans 3 communes de Bamako: méthodologie**

### **3.2.1 Au préalable : une réflexion sur le lien entre CSCOM et taux de consultation**

Nous avons rencontré les membres de la FENASCOM et le président de la FELASCOM en commune III pour traiter des questions de gestion des ASACO/CSCOM, des modalités d'adhésion, de **la problématique des bassins de populations consultantes dans un centre de soin, résidant dans l'aire ou hors de l'aire de santé**. Ces entretiens ont permis de mettre en évidence **la variabilité importante des taux de consultation dans l'aire ou hors de l'aire de santé qui peut exister d'un centre de soin à un autre** pour les raisons évoquées suivantes :

- la situation d'un CSCOM : centrale ou périphérique,
- la proximité d'autres établissements de soins publics (hôpitaux, CSREF, CSCOM voisin), para-publics ou privés : les données des centres privés remontent difficilement par le circuit d'information sanitaire local,
- « les vieilles habitudes » : par exemple l'ancien dispensaire devenu CSCOM de Dravéla en commune III prend en charge 2 fois plus de malades ou de blessés vivant hors de son aire de santé que dans son aire de santé,
- la performance d'un CSCOM : liées à ses équipements, son personnel,
- le statut socio-économique des populations des aires de santé : **nous ne possédons pas à l'heure actuelle de données socio-économiques fiables à l'échelle des quartiers ou d'une aire de santé.**

Ainsi **le taux de consultation, ainsi que d'autres indicateurs de résultats de l'activité du CSCOM, devra venir éclairer les comparaisons de santé entre aires** : un CSCOM peu fonctionnel accueille moins de cas associés à son aire qu'un CSCOM mieux placé ou plus performant.

### **3.2.2 Sources de données et modalités de collecte**

Les données du CSCOM reçues chaque trimestre sous format papier sont saisies sous DESAM, application d'ACCESS au niveau du CSREF: cette base de données est facilement interrogeable ; cependant les fichiers d'archives semblent se perdre facilement ! De plus, le manque de disponibilité des ordinateurs déjà particulièrement sollicités par le personnel du service, nous a conduit à faire **la saisie manuelle des données** sur un ordinateur personnel.

### **3.2.3 Sélection des aires de santé pour la collecte de données**

Les collectes ont été réalisées en commune II, III puis V pour **un total de 16 aires de santé**. La collecte, manuelle, a été inégale selon les communes : la commune V sera la plus représentée.

**Toutes les aires de santé prévues par la carte sanitaire ne sont pas couvertes par un centre de santé communautaire fonctionnel** (voir annexe 6).

Ainsi en 2007, la **commune III** compte 8 CSCOM fonctionnels. Ils couvrent l'ensemble de ses habitants, soit environ 100 000 selon les estimations du SLIS (125 000 à la DNSI) avec **un échelon de 4 000 à 25 000 selon les aires. Les données de 5 aires sur les 8 disponibles ont été recueillies**. L'aire Asacobakon a été exclue, jugée trop hétérogène sur le plan de l'assainissement (2 quartiers de niveau 1 et 3 quartiers de niveau 3) (annexe 6) pour la poursuite de l'étude. L'aire du centre commercial n'a pas été retenue, car elle présentait un taux de consultation particulièrement bas et un risque trop élevé de consultation « hors aire », de même que l'Asaco Oulofobougou, dont le taux de consultation était le plus faible (voir annexe 7a).

**La commune II** compte 5 CSCOM fonctionnels sur les 8 prévus. Ils couvrent environ 100 000 habitants sur les 145 000 estimés selon le SLIS (160 000 à la DNSI) avec **un échelon de 12 à 28 000 selon les aires**. Les quartiers non couverts, amenés à consulter dans les CSCOM voisins, sont ceux de Missira, Quinzambougou et Bagadji. **Les données de 4 aires sur les 5 disponibles ont été recueillies** : AsacoHi (quartier Hippodrome) n'a pas été retenu, présentant des sous-quartiers de niveau 2 de salubrité et des sous-quartiers de niveau 4 (voir annexe 7a).

**La commune V** compte 9 CSCOM fonctionnels sur les 14 prévus. Ils couvrent environ 270 000 habitants sur les 290 000 estimés selon le SLIS (240 000 à la DNSI) **avec un échelon de 25 000 à 45 000 habitants selon les aires !** Le quartier de Baco-Djicoroni n'est couvert que par un seul CSCOM pour près de 45 000 habitants. Badalabougou et Sema I ne sont pas couverts. **Les données de 7 aires sur les 9 disponibles ont été recueillies**, excluant l'un des quartiers les plus éloignés de la zone d'intervention AFD, Daoudabougou.

Depuis 2007, seule une nouvelle CSCOM s'est créée en commune V dans le quartier de Daoudabougou (2009).

### **3.2.4 Choix des données collectées**

**Pour l'ensemble des aires de santé** des 3 communes, les données suivantes, relatives à l'activité des CSCOM, ont été extraites des RTA sur les 4 trimestres de 2005, 2006 et 2007, pour éventuellement percevoir des modifications de leur activité dans le temps :

- la taille de la population de l'aire de santé,

- le nombre total de nouvelles consultations curatives par tranche d'âge (0-11 mois, 1-4 ans, 5-9 ans, 10-14 ans, 15-24 ans, 25 ans et plus) dans l'aire.

**Dans les aires sélectionnées uniquement**, les éléments suivants ont été collectés sur les 4 trimestres 2007 (date à partir de laquelle la mise à jour du RTA a été mise en application) :

- **les résultats de l'activité du CSCOM**, avec :
  - ✓ le nombre de nouvelles consultations curatives par tranche d'âge (0-11 mois, 1-4 ans, 5-9 ans, 10-14 ans, 15-24 ans, 25 ans et plus) hors aire,
  - ✓ le nombre de nouvelles consultations prénatales dans l'aire,
  - ✓ le nombre d'accouchements dans l'aire,

- **les maladies infectieuses présentant a priori un lien causal avec le niveau d'assainissement** : elles sont spécifiques du manque d'eau, d'assainissement ou d'hygiène.

Le nombre de cas dans l'aire et hors aire (déjà agrégés) et par tranche d'âge (0-11 mois, 1-4 ans, 5-9 ans, 10-14 ans, 15-24 ans, 25 ans et plus) a été collecté pour :

- ✓ les diarrhées présumées infectieuses hors choléra,
- ✓ le paludisme simple et le paludisme grave,
- ✓ la bilharziose urinaire et les vers intestinaux,

- **les maladies présentant un lien causal suspecté et moins spécifique avec le niveau d'assainissement** : elles reflètent un état plus global de la santé des populations et sont influencées par de nombreux autres facteurs que ceux du manque d'eau, d'assainissement ou d'hygiène.

Le nombre de cas dans l'aire et hors aire (déjà agrégés) et par tranche d'âge (0-11 mois, 1-4 ans, 5-9 ans, 10-14 ans, 15-24 ans, 25 ans et plus) a été collecté pour :

- ✓ la santé de l'enfant : insuffisance pondérale, retard de croissance, malnutrition sévère chez l'enfant de moins de 5 ans,
- ✓ la santé des mères : troubles liés à la grossesse et troubles liés à l'accouchement,

- **Les maladies ne présentant pas a priori de lien causal avec le niveau d'assainissement** : elles pourraient être envisagées comme « indicateurs témoins » du niveau socio-économique pour lequel les données sont rares.

Le nombre de cas dans l'aire et hors aire (déjà agrégés) et par tranche d'âge (0-11 mois, 1-4 ans, 5-9 ans, 10-14 ans, 15-24 ans, 25 ans et plus) a été collecté pour :

- ✓ les ulcérations génitales

- ✓ la syphilis endémique.

### **3.3 Discussion de l'usage des données pour l'établissement d'indicateurs**

#### **3.3.1 Discussion autour des dénominateurs disponibles**

- a) Les données relatives à la taille de la population de l'aire de santé

Pour la présente étude, les données démographiques par aire de santé ont été complétées avec la répartition par tranche d'âge, considérée par les rapports nationaux comme identique sur les 6 communes de Bamako (SLIS/ASS 2007). Cependant ces estimations démographiques, normalement basées sur les projections officielles, présentent parfois des différences allant jusqu'à 20% en 2007 avec les chiffres de la DNSI en commune III et V (annexe 3a).

**Ainsi les données démographiques jugées trop peu fiables devront être utilisées avec précaution. Il faudra cependant s'en contenter pour les estimations des taux de consultation et éventuellement d'autres indicateurs de résultat d'activités des CSCOM.**

Pour un suivi futur et plus généralement en épidémiologie, **il est nécessaire de disposer d'un dénominateur fiable et stable pour calculer des taux d'incidence<sup>11</sup> des maladies**; ici, les données démographiques seront-elles de qualité suffisante avec l'actualisation du recensement pour être envisagées dans la construction d'indicateur ? A priori, non. D'autant plus que **l'état civil est particulièrement lacunaire et ne permet pas d'estimation fiable du taux d'accroissement naturel**. Quant à la qualité du recensement de 2009 qui tarde à être publié, les débats ont à peine démarré.

- b) Les données relatives au nombre de nouvelles consultations curatives par tranche d'âge (0-4 ans, 5-9 ans, 10-24 ans, 25 ans et plus) dans l'aire

Les « nouvelles consultations » ne prennent pas en compte les visites supplémentaires pour le suivi d'un même cas d'une pathologie. Elles pourraient être envisagées comme dénominateur **en imaginant un suivi de l'évolution des motifs de consultation d'une population consultante et captive d'un CSCOM/ASACO**. Cette population ne serait pas nécessairement représentative de l'ensemble de la population de l'aire de santé, en particulier en répartition par âge, sexe et statut socio-économique. En effet, à Bamako ce sont généralement **les catégories de population les plus modestes qui consultent dans les CSCOM, les catégories les plus aisées préférant les centres privés**. De même les enfants de moins de 5 ans consultent d'avantage que les classes d'âge supérieures.

---

<sup>11</sup> L'incidence : nombre de nouveaux cas dans une population donnée pour un pas de temps donné

### 3.3.2 Discussion autour des données de morbidité<sup>12</sup>

#### a) Lieu de résidence et recensement des cas

Un biais important peut d'ores et déjà être signalé : les données de morbidité ne sont pas distinguées dans les RTA, selon que le patient réside dans l'aire de santé ou hors de l'aire de santé. Leur réaffectation sur les unités géographiques définies sur leur niveau de salubrité sera partiellement faussée.

**Ce biais pourra être éclairé par le calcul de la part des consultations hors aire sur l'ensemble des consultations dans l'aire et hors aire.**

Pour un suivi futur, des données désagrégées (sous) quartier par (sous) quartier ne seront disponibles que dans les registres de consultation (curative, prénatale, accouchement, enfant sain) au niveau des ASACO/CSCOM et donc sur support papier. L'ASACO de Baco-Djicoroni, interrogée sur ce point, nous a confirmé que les lieux de résidence n'étaient pour l'instant pas notifiés lors des interrogatoires de consultation à l'échelle des sous-quartiers tels que Socoura, Bandiagara et Fitriougou, concernés par le projet AFD, mais uniquement notifiés comme habitant à BacoDjicoroni ou hors de l'aire de santé. Les autres quartiers de BacoDjicoroni, plus aisés ou plus éloignés du CSCOM, sont par ailleurs et sans doute moins représentés parmi les consultants : notamment les quartiers ACI et golf. De plus, certains habitants des 3 sous-secteurs visés par l'AFD consulteraient dans l'aire de santé voisine : Sabalibougou 2. Elle couvre de manière homogène des quartiers populaires et spontanés similaires à ceux de Baco-Djicoroni Est : la couverture d'une partie de ces quartiers, frontaliers avec ceux de BacoDjicoroni est d'ailleurs envisagée par le projet AFD.

#### b) Les données de morbidité

- Remarques générales

La disponibilité des données et la notification des cas est très variable selon la maladie : quand certaines semblent systématiquement renseignées, de diagnostic simple, d'autres apparaissent sous notifiées par rapport aux données de l'EDS 2006.

De plus, **il faut veiller à ce que l'incidence de base d'une maladie ne soit ni trop élevée ni trop faible pour son suivi lors d'une étude d'impact**. En effet une maladie trop rare, même spécifique d'une exposition, ou au contraire une maladie trop fréquente et souvent peu spécifique d'une exposition, ne peuvent pas être utilisées dans ce type d'étude au risque de ne percevoir aucun effet : dans un cas, l'effet existe mais la fréquence des cas est tellement faible que quelques

---

<sup>12</sup> La morbidité correspond au nombre de personnes souffrant d'une maladie donnée pendant un temps donné, en général une année, dans une population. L'incidence (nouveaux cas) ou la prévalence (la somme de tous les cas) sont deux façons d'exprimer la morbidité d'une maladie.

années de suivi ne suffiront pas à le démontrer (puissance statistique insuffisante), dans l'autre cas, l'effet existe mais il est très faible par rapport à la valeur initiale (puissance statistique insuffisante due à un manque de spécificité ou à la faiblesse de l'association).

**L'ensemble des données de santé ont été objectivées au maximum au travers d'entretiens menés directement auprès de 3 médecins** (aires de santé : Asacodar, Asacome et AsacoBacoDji) pour traiter : de la définition d'un cas, de la faisabilité et de la spécificité/sensibilité du diagnostic.

- **Les maladies présentant un lien causal *a priori* avec l'assainissement**

- ✓ Diarrhées présumées infectieuses hors choléra

Les cas de diarrhées sont définis comme « un malade présentant des selles molles >3 fois /jour avec ou sans signe(s) de déshydratation : yeux enfoncés, pleurs sans larmes, bouche sèche, soif, pli cutané persistant » d'après le RTA.

Le diagnostic est basé sur un examen médical standard et un interrogatoire des mères lorsqu'il s'agit des enfants en bas âge. Un examen des selles n'est pas systématique.

**Les maladies diarrhéiques sont suffisamment fréquentes et leur diagnostic plutôt fiable. Elles souffrent cependant d'un défaut de spécificité : de multiples expositions dans le complexe eau-hygiène-assainissement peuvent en être à l'origine** (voir partie risque pour la santé).

- ✓ Paludisme « simple » et « grave »

La distinction d'un paludisme simple et d'un paludisme grave selon le RTA est la suivante ; pour le paludisme simple « malade présentant une fièvre supérieure à 38°C en rectal (38,5° axillaires) associée à l'un des signes suivants : céphalées, frissons répétés, douleur musculaire, courbature, nausée, vomissement et sueurs » et pour le paludisme grave « malade présentant un ou plusieurs des signes suivants : prostration (faiblesse extrême, incapacité à se tenir debout ou à marcher), convulsion répétée, céphalées, ictère (coloration jaune des conjonctives), urine Coca Cola ou de couleur foncée, perte de conscience (sommolence, obnubilation ou coma), détresse respiratoire (difficulté de respirer, respiration rapide), collapsus cardio-vasculaire ou choc (pouls faible/refroidissement des extrémités), hémorragie spontanée, anémie sévère (pâleur des conjonctives ou des extrémités)».

**En pratique les distinctions sont moins aisées !** D'après les témoignages, plus ou moins concordant des médecins interrogés :

- un paludisme grave est déclaré lorsqu'un signe de gravité est détecté,
- un paludisme grave est confirmé par une analyse sanguine,

- une femme enceinte ou un enfant de moins de 5 ans, représentant les 2 populations les plus sensibles, sont systématiquement classifiés en paludisme grave<sup>13</sup>,
- le test de diagnostic rapide, gratuit pour les femmes enceintes et les enfants<sup>13</sup>, est peu fiable (excès de faux négatifs),
- la goutte épaisse, test plus fiable, serait plus ou moins systématique selon les moyens financiers du patient (coût de l'ordre de 700 FCFA soit environ 1 euro) ; s'ils sont insuffisants, il pourra par exemple préférer l'achat de médicaments au test.

Pour l'ensemble de ces raisons, la donnée qui nous semblera la plus fiable sera **le nombre de cas de « fièvre présumée palustre »**, soit la somme des cas de paludisme simple et grave par tranche d'âge. Cette maladie est suffisamment fréquente et relativement spécifique en termes d'exposition (gites larvaires constitués d'eaux stagnantes propres et à proximité du domicile).

- ✓ Bilharziose urinaire et vers intestinaux

**La bilharziose**, sous sa forme urinaire, est facilement diagnostiquée puisque le patient présente du sang dans les urines. Lorsque les moyens du patient le permettent, un examen sanguin vient confirmer.

Un cas de **vers intestinaux** est défini par le RTA comme « Tout patient se plaignant de prurit anal, nausée, vomissements ou d'une présence de vers dans les selles ». Il semble diagnostiqué assez facilement, associé ou non à un examen de selles.

Ces 2 pathologies font l'objet du programme national de lutte contre les schistosomiasés et les goahelminthiasés : nous ne disposons pas des résultats d'activité aire de santé par aire de santé de ce programme en 2007. **Le biais engendré pour la présente étude n'est donc pas maîtrisable, il pourrait l'être dans un suivi futur.**

- **Les maladies présentant avec un lien causal suspecté avec l'assainissement**

- ✓ Santé de l'enfant : l'insuffisance pondérale, le retard de croissance et la malnutrition sévère de l'enfant de moins de 5 ans

Nous avons déjà évoqué les liens étroits qui existeraient entre les diarrhées et la malnutrition (voir partie risques sur la santé). Trois indicateurs du développement de l'enfant et de son état nutritionnel sont généralement utilisés : le rapport taille pour âge spécifique du retard de croissance, le rapport poids pour taille spécifique de la maigreur et de l'émaciation et le rapport poids pour âge, reflet de l'état nutritionnel global de l'enfant qui ne permet cependant pas de distinguer l'émaciation du retard de croissance. **L'utilisation suggérée par l'OMS des z-score : écarts à la médiane des**

---

<sup>13</sup> Voir programme de lutte contre le paludisme PNLP en partie

**normes internationales de la croissance de l'enfant** (*WHO Multicenter Growth Reference Study Group, 2006*) (voir tableau 3) **n'est pas appliquée par le recueil de données sanitaires du SLIS**. En pratique, les médecins semblent d'avantage se fier à **des signes cliniques de malnutrition sévère**, sans passer par la mesure de la taille et du poids de l'enfant systématique lors de consultations curatives. De plus, ce type de pathologies apparaîtrait d'avantage comme **motif secondaire de consultation, parfois inscrit dans le registre, parfois non, mais non comptabilisé parmi les cas dans les statistiques de morbidité**.

Ainsi 9 des aires collectées n'ont recensé aucun cas en 2009, les 7 autres ont recensé entre 2 et 40 cas. L'ASS 2007 déclarait une incidence de la malnutrition sévère chez les enfants de moins de 5 ans de 8 à 9‰ au Mali en 2007 contre 5,2% par l'EDS en 2006 (z-score de l'indice poids pour âge). Bamako était alors considéré d'un niveau moyen de malnutrition des enfants de moins de 5 ans.

Niveau de malnutrition				
	Faible	Moyen	Élevé	Très élevé
Taille-pour-âge	<20 %	≥2 % et <10 %	≥10 % et <20 %	≥20 %
Poids-pour-taille	<5 %	≥5 % et <10 %	≥10 % et <15 %	≥15 %
Poids-pour-âge	<1%	≥10 % et <20 %	≥20 % et <30 %	≥30 %
Niveau de malnutrition à Bamako selon l'EDS 2006				
	Pourcentage en dessous de -3ET (malnutrition sévère)	Pourcentage en dessous de -2ET (malnutrition)	Niveau de malnutrition	
Taille-pour-âge	9,9	23,2	Moyen	
Poids-pour-taille	4,7	14,3	Élevé	
Poids-pour-âge	5,2	19,4	Moyen	

**Tableau 2** : Niveau de malnutrition selon la méthode des z-scores conseillées par l'OMS : application pour Bamako (EDS 2006)

**Le programme de consultation de l'enfant sain**, associé à un registre spécifique, pourrait être envisagé comme seconde source de données (non exploitée dans ce travail) : le poids et la taille y sont systématiquement notifiés ; mais les données ne sont disponibles que pour les enfants âgés de moins de 1 an (taux de consultation estimé à 102% en 2007 par le SLIS) bénéficiant du Programme Elargi de Vaccination (PEV). Le taux de consultation chute à 5,8% pour les enfants de 1 à 5 ans.

- ✓ Santé des mères : les troubles liés à la grossesse et à l'accouchement, consultations prénatales et IMC

**Les troubles liés à la grossesse** sont définis par le RTA comme « fausses couches, avortements, hémorragies génitales, hypertension artérielle et/ou œdèmes chez une femme enceinte ». Recensées lors des consultations curatives ou prénatales (2 registres distincts), 13 aires de santé sur les 16 collectées ont présenté des cas en 2007.

En revanche, **les troubles liés à l'accouchement sont rarement notifiés** (ou peu fréquents dans les CSCOM ?). Ils sont définis par le RTA comme « Dystocie, infection génitale et/ou hémorragie pendant et/ou après l'accouchement et jusqu'à 40 jours après l'accouchement ».

**Ces données pourraient être complétées par des données sur l'état nutritionnel des femmes enceintes via le calcul de l'IMC** (rapport du poids et de la taille élevée au carré, en kg/m<sup>2</sup>). La taille et le poids des femmes sont systématiquement notifiés lors des consultations prénatales.

**En effet, et selon l'EDS 2006, il existe une relation étroite entre les niveaux de fécondité et de morbidité, et l'état nutritionnel des mères.** Bien que la taille puisse varier dans les populations à cause de facteurs génétiques, elle est néanmoins **un indicateur indirect du statut socio-économique de la mère** dans la mesure où une petite taille peut résulter d'une malnutrition chronique durant l'enfance.

En outre, d'un point de vue anatomique, la taille des mères étant associée à la largeur du bassin, les femmes de petites tailles sont plus susceptibles d'avoir des complications pendant la grossesse et surtout pendant l'accouchement. Elles sont aussi plus susceptibles que les autres de concevoir des enfants de faible poids.

**Le faible poids d'une femme avant une grossesse est un facteur de risque important pour le déroulement et l'issue de la grossesse.** Cependant, le poids étant très variable selon la taille, il est préférable d'utiliser un indicateur tenant compte de cette relation, l'IMC. Les femmes dont l'IMC se situe à moins de 18,5 sont considérées comme atteintes de déficience énergétique chronique. À l'opposé, un IMC supérieur à 25 indique un surpoids.

A Bamako (EDS 2006), 59% des femmes présentaient un IMC normal, 10% un IMC traduisant une maigreur et 31% un surpoids ou de l'obésité. La prévalence de maigreur étant plus importante dans les quintiles les plus pauvres et inversement pour le surpoids.

- **Maladies *a priori* sans lien causal avec l'assainissement**

**Les ulcérations génitales et la syphilis** avaient été envisagées pour la construction d'indicateurs témoins de pauvreté, *a priori* sans lien direct avec l'assainissement et la salubrité des milieux. Cependant les infections sexuellement transmissibles seraient assez méconnues des populations et largement sous-déclarées.

Selon l'EDS 2006, 20% des femmes et 5% des hommes interrogés à Bamako auraient déclarés des infections sexuellement transmissibles (IST), plaies ou ulcères dans les 12 mois précédant l'enquête. Parmi eux 40% auraient consulté, soit une prévalence déclarée de 8% des femmes prises en charge pour une IST/plaie/ulcère (pertes, écoulements anormaux non pris en compte)

bien loin des 2‰ (syphilis + ulcérations génitales) annoncés dans l'ASS 2007, par ailleurs non représentatifs de l'ensemble des aires de santé. En effet, ces 2 indicateurs ne semblent pas renseignés dans chacune des aires : sur l'année 2007 beaucoup n'ont présenté aucun cas, bien que couvrant des bassins de population d'au minimum de 4000 personnes.

Ces données ne pourront être utilisées pour la construction d'indicateurs.

### **3.3.3 Discussion autour des données de mortalité**

Aucune donnée fiable de mortalité spécifique aux maladies n'est disponible au Mali : qu'il s'agisse des données émanant du système d'information sanitaire (très incomplètes) ou des registres d'état civil : le certificat de décès n'est employé que dans certains cas particuliers pour les fonctionnaires ou la gestion d'un héritage.

## **4. Les indicateurs disponibles à l'issue de la collecte pilote de données : caractéristiques, premières analyses statistiques et mise en relation avec la salubrité des milieux**

### **4.1 Caractéristiques générales des indicateurs**

A l'issue de la collecte, les données recueillies ont été compilées et traitées avec Excel.

Deux types d'indicateurs ont été construits : **des indicateurs de résultats de l'activité du CSCOM** et **des indicateurs de santé** exprimés par le nombre de cas d'une maladie sur une année rapporté au nombre de nouvelles consultations curatives total ou par classe d'âge, agrégés sur l'aire et hors aire. La liste des indicateurs est disponible en annexe 7b.

**Nous choisissons de ne pas être représentatifs de la population générale d'une aire de santé** (en particulier en répartition par âge et genre) mais seulement de la population qui a consulté au moins une fois dans l'année dans un CSCOM : **nous parlerons alors d' « incidence apparente »**. Les « nouvelles consultations » utilisées au dénominateur ne prennent pas en compte les visites supplémentaires pour le suivi d'un même cas d'une pathologie.

**La validité et la fiabilité des indicateurs** sont régies par celles des données exploitées pour leur construction (qualité des diagnostics et des données démographiques). Ces aspects ont été discutés au paragraphe précédent.

Ils nous ont amené à exclure de l'étude l'incidence des maladies en population générale (faiblesse des données démographiques) et à **ne conserver que les pathologies jugées les mieux représentées et diagnostiquées : paludisme, diarrhées, bilharziose, vers intestinaux et les**

**troubles liés à la grossesse.** Elles conservent cependant des défauts : **manque de spécificité plus ou moins accentué** (troubles liés à la grossesse, diarrhées), **incidence apparente faible** (bilharziose, vers intestinaux et troubles liés à la grossesse).

Les indicateurs retenus dans la présente étude ont été établis sur des données de morbidité facilement accessibles à l'échelle des aires de santé en 2007 et *a priori* dans les années à venir (système d'information sanitaire relativement stabilisé, voir les taux de consultation sur 2005-2006-2007 en annexe 7a). Elles sont cependant biaisées par la part des consultations hors aire. Leur réaffectation géographique est faussée. **La faisabilité de la collecte des données à l'échelle de sous-secteurs pour l'étude d'impact est donc remise en question pour une étude future. Elle dépendra de la coopération des centres de santé communautaire et de son maintien dans le temps pour une notification plus précise du lieu de résidence des patients dans les différents registres de consultation (échelle du sous-quartier).** Une extraction spécifique pour l'étude des données relatives aux quartiers concernés sera alors rendue possible et sans doute à un coût raisonnable.

**Les valeurs brutes, moyennes, écart type et valeurs centrées réduites** et quelques représentations graphiques de ces 27 indicateurs (avec la répartition par classe d'âge) pour 16 aires de santé et pour l'année 2007 sont présentées en annexe 7c, 7d et 7e.

Tous les indicateurs n'ont pu être renseignés :

- la part des consultations hors aire n'a pu être renseignée pour BacoDjicoroni,
- Asacosab2 n'a présenté aucun cas de bilharziose et de vers intestinaux, quelle que soit la classe d'âge : ces indicateurs n'ont pas été renseignés,
- les troubles liés à la grossesse n'ont pas été renseignés pour 3 aires sur les 16.

Les valeurs moyennes calculées sont cohérentes avec celles de Bamako district, calculées à partir de l'ASS 2007 (voir annexes 3b et 7c). Attention cependant, dans l'ASS les données des CSREF et des CSCOM sont agrégées.

Sur une première lecture des données brutes et centrées réduites, **2 aires se distinguent** :

- Benkady, qui présente le plus bas taux de consultation et la plus forte incidence apparente de diarrhées ; elle est distante de plus de 3 fois l'écart type de la moyenne sur toutes les aires ;
- Asacodrab, qui se distingue avec plus de la moitié de ses consultations dispensée à des individus résidant hors de l'aire (mesurée par la variable HA, Hors Aire).

En plus d'Asacodrab la plus touchée, certaines aires présenteront **un biais de réaffectation géographique des indicateurs de santé plus important** (HA>25% avec plus d'1/4 des consultations qui sont hors aire). Il s'agit de Boniaba, Benkady, AsacoSab2 et AsacoTom.

**Un indicateur pertinent pour l'étude d'impact devra fournir une réponse rapide et sensible à l'intervention** : la maladie ne doit donc être ni trop rare ni trop fréquente et présentée une association suffisamment forte et si possible spécifique avec le facteur d'exposition. Nous avons en partie discuté de cet aspect précédemment. **Afin de tenter de sélectionner les variables candidates pour être des indicateurs les plus intéressantes une Analyse en Composante Principale a été testée ; elle avait pour objectif de vérifier :**

- les éventuelles corrélations entre les 27 indicateurs disponibles (informations redondantes « inutilement ») ou au contraire leur indépendance,
- la capacité des indicateurs à discriminer les différentes aires de santé en sous-groupes éventuellement rattachables à un niveau de salubrité ou à un certain type d'exposition,
- la force de l'information portée par les indicateurs les plus discriminants.

#### **4.2 But, principe et éléments théoriques d'une ACP pour l'interprétation des résultats**

La présentation synthétique d'un grand ensemble de données résultant de l'étude de plusieurs caractères quantitatifs ou qualitatifs sur une population n'est pas facile.

Les procédés classiques de la statistique descriptive à une seule dimension permettent de résumer l'information recueillie sur chaque caractère (variable, indicateur) pris isolément. En revanche, ils ne permettent pas de **décrire l'information globale** dont on dispose quand on considère les caractères étudiés dans leur ensemble (nos 27 indicateurs pour 16 aires de santé). Les interrelations entre les caractères et leurs effets sur la structuration de la population risquent alors d'échapper à l'utilisateur qui n'a pas *d'a priori* sur les corrélations à rechercher.

L'Analyse en Composante Principale (ACP) et l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) ont pour but de révéler ces interrelations entre caractères et de proposer une structure de la population.

Un des intérêts majeurs de ces analyses est de fournir **une méthode de représentation d'une population décrite par un ensemble de caractères** dont les modalités sont quantitatives (mesures continues) pour une ACP ou qualitatives pour une AFC. Dans notre cas il s'agira d'une ACP. Quelques éléments théoriques simplifiés pour l'interprétation des résultats sont disponibles en annexe.

### 4.3 Le tableau de données et la réalisation des ACP

Le tableau de données utilisées est basé sur celui de l'annexe 7d. Cependant, la variable « troubles de la grossesse » (TG), ainsi que l'aire de santé AsacoSab2 n'ont pas pu être prises en compte car elles n'étaient pas systématiquement renseignées.

De même, AsacoBadji n'est pas renseignée pour sa part de consultation hors aire (HA) : selon les ACP elle sera ou non prise en compte.

Les différentes ACP, dont nous ne sommes pas spécialistes, ont été réalisées avec le logiciel R par Kévin Jean, collègue IGS.

### 4.4 Résultats et discussion

Tous les diagrammes résumant les résultats des ACP sont en annexes 7 f, g et e.

La liste des indicateurs et les codifications utilisées sont en annexe 7b.

- Recherche des aires particulières

ACP n°=1 : 14 aires de santé / 16 (exclusion de AsacoSab2 et AsacoBadji) et 26 indicateurs (exclusion des Troubles Liés à la Grosses, TG). 55% de la variabilité est expliquée par les 2 composantes principales (assez bonne représentation de l'information globale)

ACP n°=2 : 14 aires de santé / 16 (exclusion de AsacoSab 2 et Benkady) et 25 indicateurs (exclusion de TG et HA). 50% de la variabilité est expliquée par les 2 composantes principales (assez bonne représentation de l'information globale)

Dans l'ACP 1, nous confirmons que 2 aires se distinguent anormalement : Benkady « tire » l'ensemble de l'analyse avec une incidence apparente de diarrhées particulièrement élevée et son très faible taux de consultation, écrasant l'ensemble des autres aires. Asacodrab se distingue également avec une forte incidence apparente de la bilharziose chez les 0-4 ans ayant consulté au moins une fois dans l'année, mais surtout avec une part de consultation hors aire très élevée : ces 2 variables sont peu informatives pour les autres aires.

Dans l'ACP 2, **Benkady a été supprimée** ainsi que la variable hors aire HA pour permettre de faire entrer l'AsacoBacoDjicroni. **Asacodrab** se distingue toujours, plus sujette que les autres aires à la bilharziose chez les 0-4 ans. Elle **a été supprimée des ACP suivantes pour son manque de représentativité (HA trop élevé) et le peu d'information qu'elle semble apporter à l'analyse.**

- Analyse séparée des indicateurs de résultats d'activités des CSCOM

ACP n°=3 : 12 aires de santé / 16 (exclusion de AsacoSab 2, Benkady, Asacodrab, AsacoBadji) et 6 indicateurs de résultats d'activité des CSCOM. 70% de la variabilité est expliquée par les 2 composantes principales (bonne représentation de l'information globale)

ACP n°=4 : 13 aires de santé / 16 (exclusion de AsacoSab 2, Benkady, Asacodrab) et 5 variables indicateurs de résultats d'activité des CSCOM (exclusion de HA). 92% de la variabilité est expliquée par les 2 composantes principales (très bonne représentation de l'information globale)

Dans l'ACP 3, avec le retrait d'Asacodrab, l'indicateur HA n'explique quasiment plus du tout la variabilité de l'information : ce qui signifie que l'ensemble des aires de l'ACP 3 est relativement homogène par rapport à cette variable. **Les écarts de la part des consultations hors aire par rapport aux consultations totales selon les aires sont minimisés.**

Ce qui est confirmé dans l'ACP 4, avec le retrait de HA et l'introduction de l'AsacoBacoDji : la disposition des aires n'est pas modifiée.

Sur le diagramme résumant l'ACP 4, **les niveaux de salubrité associables à chaque aire de santé ont été superposés** (voir la partie classification de salubrité et l'annexe 6) : lorsque celle-ci est homogène elle est notée 1, 1-2, 2 ou 3 (du plus salubre au moins salubre). BacoDjicoroni est la plus hétérogène notée 2-3.

Concernant le taux annuel de nouvelle consultation, Abosac semble surreprésenté (par une éventuelle sous estimation de la population de l'aire couverte) et Asacosab3 sous représenté : la FELASCOM de la commune V nous a confirmé que ce CSCOM peinait à attirer la population (manque de moyens, manque de personnel, mauvaise situation géographique).

L'ensemble des autres aires se distinguent peu par rapport à leur taux de consultation.

Ce qui les distingue par contre davantage ce sont les taux de consultation prénataux et d'accouchements calculés de 2 manières différentes : soit rapporté à la taille de la population de l'aire soit rapporté au nombre de consultations curatives. Dans les 2 cas, et logiquement, consultation prénatale et accouchement semblent relativement bien corrélés. CPN1 et A1 peuvent être biaisés par une sous-estimation/surestimation de la population inégale selon les aires. **CPN2 et A2 seraient vraisemblablement plus fiables.**

**Les 4 aires présentant les meilleurs niveaux de salubrité (1 ou 1-2) ont toutes des taux de consultation curative moyens et de faibles taux de consultation prénatale ou d'accouchement.** Cela pourrait s'expliquer de 2 manières : soit par la proximité ou la préférence dans ces quartiers centraux (Darsalam, Tomokorobougou et MédinaCoura en commune II et III) ou proche du fleuve (Torokorobougou et quartier Mali, parmi les quartiers les mieux desservis de la commune V) de centres de santé de référence, d'hôpitaux ou encore d'autres types de maternité ; soit par un taux de natalité supérieur dans les quartiers périphériques.

- Analyse séparée des indicateurs de santé

ACP n°=5 : 13 aires de santé / 16 (exclusion de AsacoSab 2, Benkady, Asacodrab) et 20 indicateurs de santé (exclusion de TG). 54% de la variabilité est expliquée par les 2 composantes principales (assez bonne représentation de l'information globale)

**Les incidences apparentes calculées pour chaque maladie (chez les 0-4 ans, 5-9 ans, 10-24 ans, 25 ans et plus) se sont bien regroupées par maladie dans l'ACP.**

**Le paludisme** semble toucher assez indifféremment les diverses classes d'âge (annexe 7c) et particulièrement l'aire de Torokorobougou (voir le diagramme de l'ACP 5), qui est également au bord du fleuve ou encore AsacoSab1 qui couvre la partie ouest de Sabalibougou et longeant le marigot. Cependant Abosac et son voisin Boniaba (quartiers de Bozola et Niaréla en commune II) également en bordure de fleuve, mais rive gauche, présentent des incidences apparentes hétérogènes, respectivement très faibles et moyennes-hautes par rapport aux autres aires. Ils étaient classés dans le même niveau de salubrité. L'ensemble des autres quartiers est plus éloigné du fleuve. Nous rappelons que la proximité d'eau « peu polluée » favorise l'installation des gîtes larvaires et des moustiques vecteurs de la maladie.

**Les diarrhées, la bilharziose ou encore les vers intestinaux** toucheraient plus différemment les classes d'âge que le paludisme selon les aires.

**Les diarrhées** touchent d'avantage les 0-4 ans par rapport à d'autres classes d'âge en moyenne pour l'ensemble des aires (annexe 7c), mais en distinguant les aires sur le diagramme de l'ACP il semblerait que la classe des plus de 25 ans se détache des moins de 25 ans. Ce phénomène peut être rattaché à une surreprésentation du bruit introduite par l'ACP. D'autre part, les agents responsables des diarrhées sont variés ainsi que leur type d'exposition. Il est donc difficile, avec ce genre d'étude, de mettre en avant un facteur de risque plutôt qu'un autre qui permettrait d'éclairer cette distinction.

**5 des 7 aires classées de niveau de salubrité 3-4 ou 4 sont les plus touchées par les diarrhées d'après le diagramme.**

Les diarrhées sont indépendantes du paludisme : les modalités d'exposition sont différentes et peuvent être rattachées à la prépondérance du manque d'hygiène ou d'une alimentation saine d'une part et la prépondérance de la proximité de milieux aquatiques de l'autre. Bien sur ces 2 types d'exposition peuvent se superposer !

**La bilharziose** est plus spécifique d'un contact prolongé avec l'eau : lessive, baignade. Les classes d'âge en moyenne les plus touchées sont les 5-25 ans pour des raisons que nous ignorons (annexe 7c). Selon les aires sur le diagramme, 2 groupes d'âge semblent se séparer : d'une part les 5-25

ans et d'autre part les moins de 5 ans et les plus de 25 ans. Cet effet est sans doute dû à **une amplification du bruit par l'ACP**, les incidences apparentes de la bilharziose sont particulièrement faibles dans ces dernières classes d'âge. Notons qu'il n'y a pas de groupes d'aires éventuellement plus spécifiques d'une exposition à la bilharziose se détachant vraiment. **Les indicateurs de la bilharziose chez les 5 – 25 ans sont relativement indépendant des autres maladies.**

**Les vers intestinaux** touchent en moyenne davantage les 5-9 ans. La distinction des classes d'âges 5-9 ans d'une part et les autres semblent encore une fois davantage rattachables au bruit introduit par l'analyse. **Les aires de niveau de salubrité 1-2 semblent pour autant plus touchées : elles sont par ailleurs en dessous de la moyenne à la fois pour le paludisme et les diarrhées. Difficilement interprétable en terme d'exposition**, pourrait-on imaginer qu'une diminution conjointe des diarrhées et du paludisme donne un poids plus important, proportionnellement à l'ensemble des motifs de consultation, aux vers intestinaux ? Leur diagnostic serait-il meilleur, désormais plus prioritaire ? Quels facteurs de risques pourraient se maintenir ?

- Analyse groupée des indicateurs de résultats d'activités des CSCOM et des indicateurs de santé

ACP n°=6 : 13 aires de santé / 16 (exclusion de AsacoSab 2, Benkady, Asacodrab) et 25 indicateurs de résultats d'activité des CSCOM et de santé (exclusion de HA et TG). 51% de la variabilité est expliquée par les 2 composantes principales (assez bonne représentation de l'information globale)

Une analyse globale de l'ensemble des indicateurs modifie peu le diagramme de représentation des aires ou les corrélations déjà observées entre indicateurs : le taux de consultation semble plus indépendant des données de santé que les indicateurs d'accouchement ou de consultation prénatal. **CPN2 et A2, a priori les plus fiables** (rapportés au nombre de consultations curatives plutôt qu'à la taille de la population) **sont assez bien corrélés avec les indicateurs de diarrhées, ce qui pourrait suggérer que des aires de santé plus périphériques consultent davantage pour des diarrhées que pour d'autres motifs par rapport à des aires plus centrales** (voir les hypothèses posées pour CPN2 et A2 dans l'ACP 4).

Pour conclure sur l'ensemble de ces résultats d'ACP, il est important de souligner que les représentations obtenues ne sont qu'**une simple description des données**, et ne peuvent servir de base à l'élaboration d'hypothèses **sur des relations causales**.

Beaucoup d'indicateurs peu informatifs semblent bruyant l'analyse : la distinction entre le bruit et une part d'explication réelle de la variabilité entre les aires est délicate. **Les interprétations proposées ne sont donc que des hypothèses.**

De plus **les risques d'auto-corrélation spatiales** n'ont pas été pris en considération : par exemple quelle influence les communes voisines peuvent-elles avoir sur les communes étudiées ?

**Il sera intéressant d'approfondir la cohérence apparente de certaines données de santé et de salubrité** pour juger de la fiabilité et de la pertinence des indicateurs d'ores et déjà mis en avant (diarrhées, paludisme, bilharziose, vers intestinaux).

## 5. Discussion : réflexion sur la faisabilité d'une étude d'impact sur la santé du projet AFD

Il s'agit à ce stade de faire le bilan des éléments apportés au cours de l'étude, qu'ils facilitent ou entravent l'étude d'impact sur la santé envisagée pour l'évaluation du projet AFD.

Nous rappelons que le projet concernera 3 à 4 sous-quartiers populaires de la commune V couvrant l'ensemble d'un sous-bassin versant du quartier de BacoDjicoroni : du sous-quartier le plus haut et également le plus vaste et le plus peuplé, Fitribougou jusqu'à Bandiagara puis Socoura, le plus proche du fleuve et le moins peuplé. Le sous-bassin versant voisin du quartier Sabalibougou pourrait être également concerné. Ces deux sous-bassins sont séparés par un marigot.

Nous avons réalisé des estimations hautes, moyennes et basses de la taille de la population dans ces quartiers d'ici à 2018 avec des taux d'accroissement respectivement de 7%, 4% et 2%. Les résultats sont dans le tableau suivant, accompagné du planning « glissant » des travaux envisagés.

Planification du projet AFD/Données démographiques	Si suivi, 1 an mini		Début et fin des travaux ?			Suivi minimum 2.5 ans				
	2007	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
	+	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>Scénario haut taux 7 %</i>	Fitribougou	<b>15000</b>	19662	21038	22511	24087	25773	27577	29507	31573
	Bandiagara	<b>5000</b>	6554	7013	7504	8029	8591	9192	9836	10524
	Socoura	<b>2500</b>	3277	3506	3752	4014	4295	4596	4918	5262
	Sabalibougou	<b>5000</b>	6554	7013	7504	8029	8591	9192	9836	10524
	+	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>Scénario moyen taux 4 %</i>	Fitribougou	<b>15000</b>	17548	18250	18980	19739	20529	21350	22204	23092
	Bandiagara	<b>5000</b>	5849	6083	6327	6580	6843	7117	7401	7697
	Socoura	<b>2500</b>	2925	3042	3163	3290	3421	3558	3701	3849
	Sabalibougou	<b>5000</b>	5849	6083	6327	6580	6843	7117	7401	7697
	+	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>Scénario bas taux 2 %</i>	Fitribougou	<b>15000</b>	16236	21038	22511	24087	25773	27577	29507	31573
	Bandiagara	<b>5000</b>	5412	5520	5631	5743	5858	5975	6095	6217
	Socoura	<b>2500</b>	2706	2760	2815	2872	2929	2988	3047	3108
	Sabalibougou	<b>5000</b>	5412	5520	5631	5743	5858	5975	6095	6217

Tableau 3 : Estimations haute, moyenne et basse de la taille des populations des sous-quartiers d'intervention de l'AFD.

(Source 2007 : couche démographique SIG)

### **5.1 Avantages et contraintes liées au projet**

☺ Le projet AFD d'assainissement intégré de quartier de Bamako est en cours de lancement et malgré les difficultés notamment institutionnelles soulevées, les perspectives de réalisation à l'horizon 2012-2013 sont bonnes.

⚡ ☺ Un planning particulièrement glissant et imprévisible.

### **5.2 Les indicateurs mis à disposition par le système d'information sanitaire malien**

☺ L'incidence « apparente » de certaines maladies comme le paludisme, les diarrhées, la schistosomiase ou les vers intestinaux est disponible à l'échelle des aires de santé grâce au système d'information sanitaire malien.

☺ La réaffectation géographique des indicateurs évalués pour 2007 sur les zones de salubrité identifiées dans 3 communes de Bamako laisse présager de leur pertinence pour l'étude : les analyses devront cependant être approfondies.

⚡ ☺ Les données à l'échelle de sous-quartiers (comme Fitribougou, Bandiagara...) ne sont pas immédiatement disponibles. Elles pourront l'être via les registres de consultation (support papier) au niveau du CSCOM de BacoDjicoroni et éventuellement de son voisin, Sabalibougou 2 à condition de notifier expressément le lieu de résidence des patients à cette échelle. L'aire de Sabalibougou 2 n'a cependant pu être testée : en 2007 les cas de bilharziose et de vers intestinaux, s'il y en a eu, n'avaient pas été notifiés.

⚡ ☺ D'autres indicateurs de santé plus globaux, relatifs à la santé des mères ou des enfants, n'étaient pas disponibles à l'échelle de la collecte pilote menée dans cette étude. Ils n'ont donc pu être testés. Ils seraient cependant disponibles directement au niveau des CSCOM dans les registres de consultation : il pourra s'agir des troubles liés à la grossesse, de l'IMC des femmes via les consultations prénatales ou encore d'indicateurs de malnutrition des enfants (cependant uniquement disponibles chez les moins de 1 an).

⚡😊 Les taux de consultation spécifique aux sous-quartiers visés par l'AFD sont difficiles à estimer à ce jour : les données désagrégées n'ont pas été exploitées et les données démographiques sont très discutables.

La stabilité des taux de consultation des aires de santé dans le temps semble davantage dépendre de la structure de santé et de ses performances que d'aléas temporels d'après les comparaisons effectuées pour l'ensemble des aires de santé enquêtées sur 2005-2006-2007 : l'Asacobacodjicoroni et l'Asacosab 2 semblent stabilisées sur 2006-2007. Une sous-estimation des données démographiques pourraient expliquer les écarts importants cependant en 2005. Mais leurs performances se maintiendront-elles avec la vraisemblable poussée démographique dans ces quartiers ? Un nouveau CSCOM à Bacodjicoroni ACI « en projet » (sans financement à ce jour) pourrait venir désengorger la partie ouest de BacoDjicoroni. La partie est resterait vraisemblablement, car plus proche, fidèle au CSCOM déjà en place.

De plus il semblerait que les populations plutôt défavorisées aient un recours plus systématique au CSCOM que des populations plus aisées. De même les enfants de moins de 5 ans consultent en moyenne davantage. Ces populations sont également les plus sensibles à l'intervention.

### **5.3 La maîtrise des biais**

- **Quel que soit le protocole envisagé**

😊 Une collecte de données rétrospective via le système d'information sanitaire permettra de minimiser les biais de mémoire et d'augmenter la puissance de l'étude en permettant des durées de suivi plus longues sans trop de distorsion de l'information. Ces durées de suivi peuvent être estimées à 2 ans et demi minimum après l'intervention, et minimum 1 an avant l'intervention si un design avec une composante avant-après est choisi: le calendrier est plus contraint avec le démarrage des travaux (voir tableau 5 ci-dessus).

Le choix d'indicateurs de diagnostic courant et relativement fiable minimise les biais de classification et d'information.

⚡ Les fluctuations éventuelles des populations ne sont pas maîtrisables et induisent un biais de non réponse : la population de suivi ne répond plus au processus de sélection (ne consulte plus dans le CSCOM). Elle peut même être modifiée et remplacée par une nouvelle population, différente de la première.

- **Les protocoles envisageables sont basés sur des études épidémiologiques individuelles. Les 3 principaux engendrent plus ou moins de biais de différents types selon qu'il s'agisse :**

⚡ D'un « simple » protocole traité-contrôle après l'intervention : dans ce cas la population recevant l'intervention est comparée à une population « différente », en âge, genre et statut socio-économique, résidant dans un lieu différent et soumis à des contraintes environnementales différentes. Ces facteurs de confusion, très nombreux pour l'études des liens existant entre la santé, l'eau, l'assainissement et l'hygiène sont difficilement maitrisables dans l'analyse *a posteriori* (méthodes d'ajustement) ou *a priori* dans la conception même du groupe contrôle (via des méthodes d'appariement). Le choix d'un contrôle « ressemblant » est vivement critiqué et ne permettrait pas d'obtenir une qualité d'étude suffisante : malgré les efforts, la mesure des impacts ne reflèteraient pas la réalité.

Pour minimiser ces biais, les contrôles envisageables pourraient être les populations initialement prévues par le projet (diagnostic des contraintes environnementales similaires) et finalement non équipés, ou équipés de manière décalée avec les premières (approche « pipeline ») : par exemple le sous-bassin de Sabalibougou s'il n'est pas équipé, comme contrôle de Fitribougou, Bandiagara et Socoura. Ou encore « les plus petits d'abord » (Socoura puis Bandiagara) puis Fitribougou, comme contrôle en attendant d'être lui-même équipé (plus haut dans le bassin versant). Cette dernière hypothèse un peu alambiquée permet-elle seulement d'assurer une période de contrôle suffisamment longue (notion de puissance statistique) ? De plus elle est entièrement dépendante des aléas du projet !

😊 L'avantage des données enregistrées à l'échelle des sous-quartiers sera éventuellement de tester ces différentes hypothèses !

⚡ D'un « simple » protocole avant-après : les personnes bénéficiant de l'intervention suivies avant et après ont conservé vraisemblablement le même lieu de résidence, avec les mêmes contraintes environnementales « excepté celles liées à l'intervention » et n'ont a priori pas changé leurs habitudes d'hygiène.

Les facteurs confondants majeurs sont cette fois liés au temps. Si la saison des pluies a été plus forte avant ou après l'intervention, les incidences apparentes seront bien plus le reflet des aléas climatiques que de réels effets de l'intervention.

De même la mise en place de nouveaux programmes comme celui d'adduction d'eau potable Kabala ou d'assainissement d'ORIO et de la SADEV s'ils interfèrent ne pourront pas être distingués comme « nouvelle variable explicative » des effets.

L'appariement avant-après (d'un traité à lui-même) existe, encore appelé *case cross over* (cas croisés), il a été utilisé pour l'étude de facteur de prédisposition immédiat avant l'occurrence d'une maladie : par exemple un pic de pollution et une crise d'asthme (Redelmeier and Tibshirani 1997; Viboud, Boelle et al. 2001; Haegebaert, Duche et al. 2003; Wang, Schneeweiss et al. 2004; Lu and Zeger 2007; Maclure and Mittleman 2008; Peggy and Schumacher 2009). Il permet d'être sûr que l'on compare 2 populations identiques (en âge, sexe et statut socio-économique notamment) mais à un faible intervalle de temps l'une de l'autre.

☺ Pourrait-on seulement imaginer une application de ce type de procédure dans la durée par un suivi des quartiers de proche en proche (sur plusieurs années)?

⚡☺ D'une approche par « double différence » : elle allie les 2 méthodes. Les groupes traités et contrôlés sont suivis avant et après l'intervention, des corrections sont alors envisageables. On minimise cette fois les facteurs confondants liés au temps et à l'espace. La problématique du choix du contrôle reste cependant entière et controversée dans ce type d'étude : 2 populations peuvent se ressembler mais en aucun cas être identiques. L'âge, le sexe, le statut socio-économique, éventuellement certaines habitudes d'hygiène, les distinguent forcément et peuvent agir comme facteurs de confusion. Cela suppose également que les 2 populations soient touchées de la même manière par des projets extérieurs à l'intervention pendant la durée de l'évaluation (Kabala par exemple qui équiperait le contrôle et pas le traité et vice versa !). Voir traité-contrôle.

#### **5.4 Du point de vue opérationnel...**

Si cette étude d'impact voit le jour et qu'elle exploite le système d'information sanitaire en place : une notification des sous-quartiers concernés devra être expressément réalisée lors de chaque consultation. Cette requête a été soulevée auprès des médecins qui semblaient répondre positivement.

Un recensement des cas, agrégé pour l'aire de santé et hors de l'aire de santé est effectué au moins chaque mois à BacoDjicoroni et Sabalibougou 2 : une extraction spécifique des cas qui intéresseront l'étude pourrait être confiée au CSCOM lui-même ou à une personne extérieure, chargée alors de centraliser les informations (BacoDjicoroni seulement ou, BDJI et Sabalibougou 2). En parallèle, et avec des pas de temps réguliers, cette personne pourrait rapporter l'état d'avancement des travaux, sans doute différentiel d'un sous-quartier à l'autre.

Un état des lieux de salubrité peut être plus approfondi de ces sous-quartiers pourraient également lui être confiés pour aider au choix du ou des protocoles d'évaluation d'impact rétrospective parmi les options précédemment citées.

## 6. Conclusion

La présente étude de faisabilité pour l'évaluation d'impact sur la santé du projet AFD d'assainissement intégré de quartiers de Bamako soutient l'intérêt de l'usage du Système Local d'Information Sanitaire malien (SLIS) par le recours aux registres de consultation médicale. Les résultats des examens et les diagnostics médicaux sont jugés plus fiables et plus riches d'information que des interrogatoires auprès des populations, mal cadencés par rapport à l'occurrence des maladies et plus subjectifs. De plus, par un recours rétrospectif à l'information de santé, le SLIS offre une liberté beaucoup plus grande pour la gestion des temps de suivi de l'état de santé, très contraints par les protocoles d'évaluations d'impact. Bien que ce système puisse être qualifié de lacunaire, l'étude propose de ne pas s'attacher à la population générale des sous-quartiers qui seront impactés par le projet mais uniquement à celle qui consultera dans le Centre de Santé Communautaire du quartier. La population ciblée, plutôt défavorisée, surreprésente la classe d'âge des 0-5 ans et pourrait être impactée par le projet plus sensiblement que la population générale.

Une approche de terrain grâce à une collecte pilote de données (environnementales et sanitaires) et la réalisation des premières analyses statistiques ont permis de discuter de la pertinence d'un panel d'indicateurs disponibles et envisageables.

Les grands types de protocoles d'évaluation d'impact et les biais qu'ils introduisent ont été présentés. Leur usage dans le contexte spécifique de Bamako et du projet AFD a été discuté et critiqué mais l'étude de faisabilité à ce stade de l'analyse n'est pas en mesure de se prononcer sur le ou les choix les plus pertinents pour pallier les nombreuses difficultés méthodologiques soulevées.

L'ensemble de ces travaux devra être poursuivi et affiné d'ici à la fin 2010.

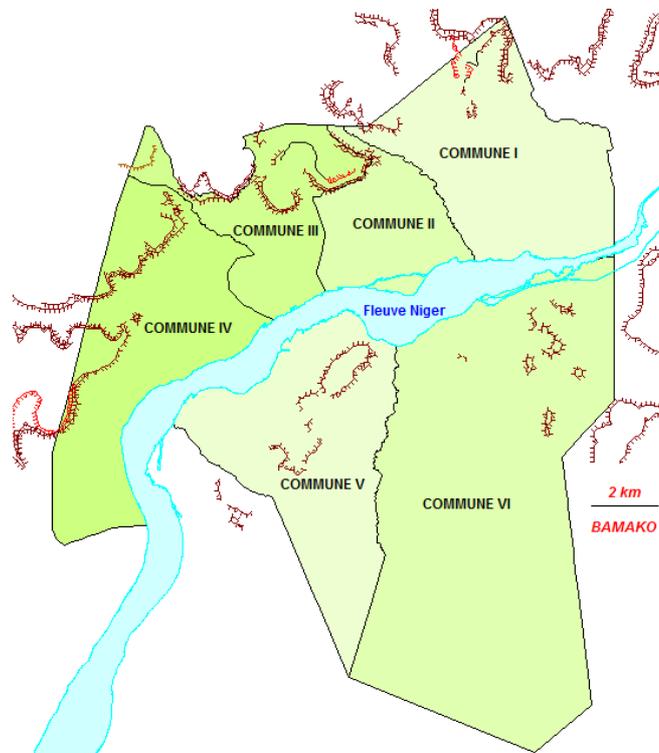
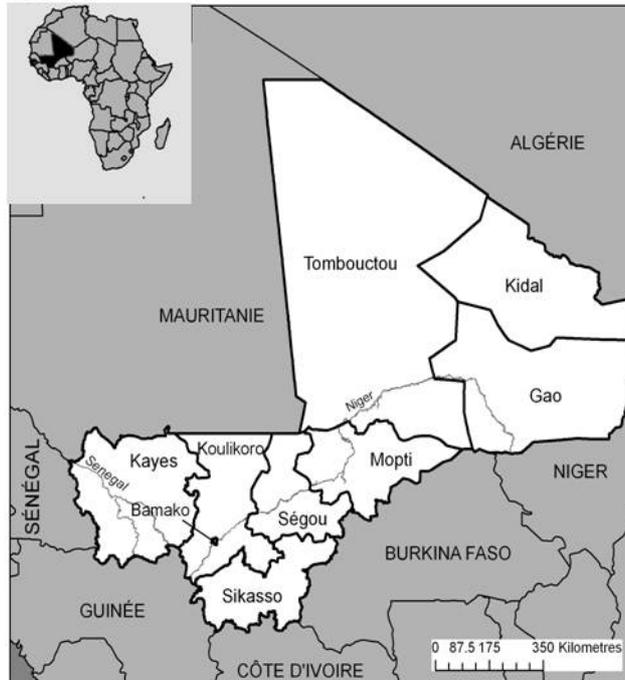
Enfin je conclurais plus personnellement en témoignant du plaisir que j'ai eu à travailler auprès des maliens pour une étude qui je le souhaite contribuera à faire avancer et vulgariser les enjeux encore sous-estimés en santé environnementale.

La découverte d'un pays sous-développé n'est pas sans heurt : je ne connaissais ni l'Afrique, ni le Mali. Néanmoins je repars avec l'envie de revenir pour mieux apprendre de cette culture orale et positive, si naturellement empreinte d'histoire, de volontarisme et de solidarité.

## ANNEXE 1a : Cartes du Mali et du district de Bamako

(sources : EDS 2006 et couches SIG)

### MALI



## **ANNEXE 1b : Les acteurs de l'assainissement au Mali et le cadre législatif et réglementaire**

De multiples acteurs interviennent de manière plus ou moins directe dans le champ de l'assainissement au Mali, engagé par ailleurs depuis 1992 dans un processus de décentralisation.

La concertation entre l'ensemble de ces institutions et organisations qui ne possèdent pas toujours les ressources ou les compétences suffisantes, restent difficile. Nous citerons notamment :

### *Les services centraux*

- le Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement (MEA) et la Direction Nationale de l'Assainissement et du Contrôle des Pollutions et des Nuisances (DNACPN), sa composante régionale (DRACPN) et le service déconcentré, le Service d'Appui (SACPN)
- l'Agence Nationale de Gestion des Stations d'Épuration du Mali (ANGESEM) sous tutelle du MEA, actuellement à la gestion de la station d'épuration de la zone industrielle de Sotuba, la seule de Bamako
- le Ministère de l'Énergie, des Mines et de l'Eau (MEME) et la Direction Nationale de l'Hydraulique (DNH)
- le Ministère de la Santé et la Division Hygiène Publique et Salubrité (DHPS) de la Direction Nationale de la Santé (DNS)
- le Ministère de l'Administration Territoriale et des Collectivités Locales

### *Les organismes techniques*

- l'AGETIPE : agence d'exécution des travaux publics d'intérêt public pour l'emploi (maîtrise d'ouvrage déléguée des projets d'utilité publique pour le compte de l'état ou des collectivités)

### *Les collectivités territoriales : le district de Bamako et les 6 communes de Bamako*

- au niveau du district : la Direction des Services Urbains de Voirie et d'Assainissement (DSUVA) est chargée du transfert des déchets des dépôts de transit à la décharge finale. La Cellule Technique d'Appui aux Collectivités (CTAC) est un bureau d'étude travaillant pour le compte de la mairie du district notamment comme maître d'œuvre dans le cadre de projets d'assainissement.
- au niveau des communes : elles sont théoriquement dotées des compétences et chargées de l'assainissement mais leurs moyens sont souvent très restreints. L'entretien des voiries et la collecte des déchets sont par conséquent délégués aux GIE, aux associations ou groupes informels (cf. société civile).

### *La société civile (associations et ONG)*

Acteurs de la maîtrise d'œuvre sociale pour l'information, l'éducation et la sensibilisation (IES) : CDQ, comités de quartier (retours positifs du PDSU), ONG, équipes pluridisciplinaires dont sociologues, UNICEF...

Elle peut jouer un rôle parfois clé dans la maîtrise d'ouvrage et l'accompagnement.

Exemple: l'ONG JIGI dans le cadre du Plan de Développement Social Urbain (PDSU) (cf. PDSU)

### *Le secteur privé formel et informel*

- les GIE : groupement d'intérêt économique, association de particuliers adhérant via une cotisation. Ils se chargent de la collecte à domicile des déchets, parfois de la vidange des latrines et des fosses et peuvent participer à la construction d'ouvrages d'assainissement
- bureaux d'études privés : assez rares et intervenant souvent en partenariat avec des bureaux étrangers
- groupes informels : collectifs privés qui se créent face au déficit de couverture par les GIE et à la demande croissante

### *Cadre législatif et réglementaire*

Concernant les cadres législatifs et réglementaires, le PNA souligne les insuffisances malgré l'abondance de textes adoptés : les difficultés d'application, le manque de cohérence entre les différents départements ministériels, la confusion dans l'identification des autorités compétentes, la méconnaissance des textes par la population et certains pouvoirs publics eux-mêmes.

Nous pouvons citer parmi les textes importants actuellement en vigueur :

#### *Loi n° 01-20 du 30 mai 2001 relative aux pollutions et nuisances*

Article 11 : il est interdit d'incinérer des déchets domestiques solides en plein air à l'intérieur de toute agglomération

Article 12 : il est interdit d'entreposer ou d'enfouir les déchets domestiques solides dans des lieux autres que ceux prévus par l'autorité compétente

Article 13 : il est interdit de déverser dans les cours d'eau dans les caniveaux ou autres lieux publics ou privés les déchets domestiques liquides non conformes aux normes de rejet.

Infractions punies d'amendes de 3000 à 18 000 francs CFA.

Infractions constatées par agents de la DNACPN.

#### *Décret n°01-395/PRM du 6 septembre 2001 fixant les modalités de gestion des eaux usées et des gadoues*

Article 8 : les habitations situées dans une zone pourvue d'égouts publics et d'un réseau d'adduction d'eau sont obligatoirement raccordées à ces égouts. Les frais de raccordement sont à la charge des bénéficiaires.

Article 9 : les habitations situées dans une zone non pourvue d'égouts publics doivent être obligatoirement équipées d'installation individuelles de traitement d'eaux usées.

## **ANNEXE 1c : Les projets portés par la coopération décentralisée ou autres bailleurs**

Extrait (Bost 2010)

### *Projet ORIO*

ORIO (financement pour le développement d'infrastructures) est un mécanisme de prêt financé par le ministère hollandais des affaires étrangères, sous la responsabilité du ministre de la coopération et du développement. ORIO contribue au développement, à l'exécution (construction et/ou rénovation), à l'exploitation et à l'entretien des infrastructures publiques dans les pays en voie de développement.

Un projet actuellement à l'étude dans ce cadre prévoit la réalisation d'une partie du système collectif tel que prévu par le SDAB dans sa tranche prioritaire. Il comprend notamment la réalisation d'une station de traitement des eaux usées en rive droite, de type boues activées. Une requête de financement est en préparation, pour un montant d'environ 40 M€, et devrait être soumise au gouvernement néerlandais avant la fin de l'année 2010.

### *Projet de la Fondation SADEV Mali*

Ce projet financé par la coopération décentralisée (la SADEV 94 est une SEM du Val de Marne dont la fondation SADEV Mali est une émanation) est situé en commune V, sur les quartiers Baco Djicoroni ACI et Fitribougou. Le projet envisage à ce jour la réalisation d'un réseau pluvial, d'un réseau de mini égouts et du pavage des voiries correspondantes. Des études préliminaires sont en cours, toutefois les financements correspondants ne sont pas encore mobilisés. Le budget affiché est de l'ordre de 9 M €. Un Avant Projet Sommaire a été réalisé par la CTAC pour alimenter la réflexion.

## ANNEXE 2 : Les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) : Application au cas de Bamako

Le sommet mondial de Johannesburg de 2002 a engagé la communauté internationale à réduire de moitié, au plus tard en 2015, la proportion de la population qui n'a pas accès à des dispositifs d'assainissement améliorés.

De plus, pour être efficaces, les installations doivent être bien construites et correctement entretenues : les vidanges par exemple des installations autonomes doivent être prises en compte.

Ces objectifs spécifiques relatifs à l'assainissement s'intègrent à des objectifs plus généraux tels que :

- Assurer un environnement durable
- Réduire de moitié, d'ici à 2015, le pourcentage de la population qui n'a pas accès de façon durable à un approvisionnement en eau potable

Les définitions des sources d'approvisionnement en eau potable et des installations d'assainissement améliorées et non améliorées, critères d'atteinte des OMD, sont les suivantes :

Installations d'assainissement améliorées	Installations d'assainissement non améliorées	Sources d'approvisionnement en eau potable améliorées	Sources d'approvisionnement en eau potable non améliorées
<b>COLLECTIF</b> Raccordement au tout-à-l'égout <b>AUTONOME</b> Raccordement à une fosse sceptique Latrines à chasse d'eau rudimentaire <b>Latrines à fosse simple</b> Latrines à fosse, améliorées et autoventilées	Latrines publiques ou communes Latrines en plein air Tinette	Raccordement des habitations au réseau Borne-fontaine Puits foré Puits creusé protégé Source protégée Citerne d'eau de pluie	Puits non protégé Source non protégée Rivière ou étang Eau fournie par un vendeur Eau en bouteille Approvisionnement par camion citerne

Tableau 1 : Accès à l'eau potable et aux infrastructures d'assainissement améliorés et non améliorés selon les OMD, OMS-UNICEF 2004 (WHO/UNICEF 2004)

Mais certaines limites des indicateurs utilisés pour mesurer l'atteinte de ces OMD doivent être soulignées :

- la controverse autour de la définition de l'accès à un système d'assainissement amélioré et des méthodes d'évaluation, variables d'un pays à l'autre
- l'insuffisance de l'accès qui n'assure pas l'usage approprié d'une installation
- la non prise en compte des bénéfices sur des populations avales à celles traitées, bien que n'ayant pas elles-mêmes accès aux infrastructures d'assainissement

De plus, la couverture en assainissement au sens des OMD ne semble pas couvrir :

- la gestion des eaux grises des ménages : s'il y a séparation eaux vannes/eaux grises via des puisards ou des solutions type semi-collectives (mini-égouts) doivent être présentes
- l'évacuation des déchets
- la gestion des eaux de pluie
- la notion d'installations « bien construite et bien entretenue » qui semble également se perdre au fil des calculs

Les résultats de l'enquête du Schéma directeur d'assainissement de Bamako, SDAB (Kittelberger Consult, Uniconseil et al. 2007) sur un échantillon de 1043 ménages « représentatif », intégrant à la fois les composantes excréta/eaux grises s'il y a séparation et préservation du puits privé, estiment à 7,7% des ménages interrogés qui bénéficieraient d'une couverture en assainissement, soit une hausse de 46% nécessaire pour l'atteinte des OMD d'ici 2015/2017.

	Type de couverture			Total
	non	oui	oui	
Raccordée à l'égout?	non	oui	oui	
Raccordée au réseau d'eau potable?	non	-	-	
Séparation eaux grises – excréta?	-	non	oui	
Assainissement individuel conforme?	oui	-	oui	
Moyenne pondérée	6.1%	1.4%	0.3%	7.7%

Tableau 2 : population assainie au niveau des ménages, SDAB  
Assainissement conforme : latrine VIP à moins de 10 mètre du puits et puisard ou fosse sceptique

## ANNEXE 3 : Données démographiques et sanitaires à Bamako et au Mali

a)

**Données démographiques du district de Bamako, 1998, 2005, 2007 et 2009. Source:** DRPSIAP (Direction Régionale de la Planification, de la Statistique et de l'Information, de l'Aménagement du territoire et de la Population). Ex-DNSI : Direction nationale de la statistique et de l'information.  
**Données démographiques de l'ASS (annuaire statistique sanitaire) de 2007. Source:** SLIS (Système local d'information sanitaire Annuaire statistique sanitaire)

District Bamako	1998	2005	2007	2009	Calcul du taux d'accroissement utilisé 2005-2007	Estimations du taux d'accroissement 2007-2009	Estimation du taux d'accroissement 1998-2009	District Bamako	ASS 2007	% population générale
	(RGPH)	(project)	(project)	(RGPH)						
Commune I	195081			335407			5,1	0-11 mois	62384	4,00
Commune II	126353	151125	159562	159805	2,8	0,1	2,2	6-11 mois	19339	1,24
Commune III	99753	119300	125960	128872	2,8	1,1	2,4	6-59 mois	238305	15,28
Commune IV	186200			300085			4,4	0-4 ans	264506	16,96
Commune V	187567	224300	236817	414668	2,8	32,3	7,5	1-4 ans	218966	14,04
Commune VI	221342			470269			7,1	5-9 ans	258736	16,59
<b>Total District</b>	<b>1016296</b>			<b>1809106</b>			<b>5,4</b>	10-24 ans	480510	30,81
								15-49 ans	669376	42,92
								25 ans et plus	555838	35,64
								<b>Total</b>	<b>1559590</b>	<b>100,00</b>

Commune II	1998	2005 (projection RGPH 1998)			2007 (projection RGPH 1998)			Calcul du taux d'accroissement utilisé 2005-2007	Commune II	ASS 2007	% population générale
	(RGPH)	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total				
Bakaribougou		2942	2660	5602	3106	2808	5914	2,7	0-11 mois	5807	4,00
Bougouba		2062	1993	4055	2177	2105	4282	2,8	6-11 mois	1800	1,24
Bozola		6637	6498	13135	7008	6861	13869	2,8	6-59 mois	22181	15,28
Hippodrome		15153	14896	30049	15999	15727	31726	2,8	0-4 ans	24620	16,96
Médina-Coura		10994	10982	21976	11607	11595	23202	2,8	1-4 ans	20381	14,04
Missira		9042	9179	18221	9547	9692	19239	2,8	5-9 ans	24083	16,59
Niaréla		8726	8589	17315	9213	9068	18281	2,8	10-24 ans	44725	30,81
Quizambougou		5667	5698	11365	5984	6016	12000	2,8	15-49 ans	62304	42,92
TSF		4526	4235	8761	4779	4471	9250	2,8	25 ans et plus	51736	35,64
ZI		3762	3622	7384	3972	3824	7796	2,8	<b>Total</b>	<b>145164</b>	<b>100,00</b>
Bagadgi		6528	6734	13262	6893	7110	14003	2,8	Erreur relative DNSI-ASS(%)	9,02	
<b>Total</b>	<b>126353</b>	<b>76039</b>	<b>75086</b>	<b>151125</b>	<b>80285</b>	<b>79277</b>	<b>159562</b>	<b>80272</b>	<b>79533</b>	<b>159805</b>	

Commune III	1998	2005 (projection RGPH 1998)			2007 (projection RGPH 1998)			Calcul du taux d'accroissement utilisé 2005-2007	Commune III	ASS 2007	% population générale
	(RGPH)	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total				



## ANNEXE 3

**b) Données sanitaires extraites de l'Annuaire Statistique Sanitaire (ASS) en 2007 et 2008 au Mali et à Bamako**, produit par la Cellule de Plannification et de Statistique de santé (CPS) et le Système Local d'Information Sanitaire malien SLIS

Principales pathologies et maladies infectieuses liées à l'eau les plus fréquentes : classement des motifs de consultation et incidences

NC: Nombre de nouvelles consultations

**Motif de consultation:** nombre de nouveaux cas recensés pour une pathologie sur le nombre total de nouvelles consultations

**Incidence:** nombre de nouveaux cas pour une pathologie sur le nombre d'habitants de l'aire de santé couverte

**IRA:** infection respiratoire aigüe

**Trauma:** plaies, traumatismes hors accidents de circulation

**1,2,3...et a,b,c :** classement des pathologies par importance du motif de consultation

NC/hab/an	2007		2008	
	< 5ans	Tout âge	< 5ans	Tout âge
Bamako	0,56	0,38	0,59	0,38
Mali	0,46	0,29	0,48	0,29

Bamako		Motifs de consult. (%)		Incidences (‰)			
		2007	2008	2007	2008		
1	Fièvre Palustre	< 5ans	31,8	31,4	1	190,3	197,0
2	IRA Basse	< 5ans	13,5	13,0	2	81,1	81,3
3	Diarrhées	< 5ans	11,5	11,2	3	68,9	70,2
4	IRA Haute	< 5ans	10,3	10,5	4	61,6	65,7
5	Trauma	< 5ans	3,8	3,5	5	22,8	21,8

Mali			Motifs de consult. (%)		Incidences (‰)		
			2007	2008	2007	2008	
1	Fièvre Palustre	< 5ans	42,6	42,7	1	200,0	203,4
2	IRA Basse	< 5ans	15,1	13,4	2	71,1	63,8
3	Diarrhées	< 5ans	10,5	10,4	3	49,4	49,4
4	IRA Haute	< 5ans	5,6	5,5	4	26,3	26,4
5	Trauma	< 5ans	2,7	2,5	5	12,5	12,1
a	Malnutrition	< 5ans	1,8	2,0	a	8,2	9,5
b	Vers intestinaux	< 5ans	0,8	0,7	b	3,8	3,3
c	Bilharziose	< 5ans	0,0	0,1	c	0,0	0,6

Bamako		Motifs de consult. (%)		Incidences (‰)			
		2007	2008	2007	2008		
1	Fièvre Palustre	tout âge	33,5	32,2	1	128,5	123,1
2	IRA Basse	tout âge	7,3	7,4	2	28,2	28,2
5	Diarrhées	tout âge	5,2	5,2	5	20,0	19,7
4	IRA Haute	tout âge	5,5	5,5	4	21,0	21,1
3	Trauma	tout âge	6,1	5,7	3	23,5	21,8

Mali			Motifs de consult. (%)		Incidences (‰)		
			2007	2008	2007	2008	
1	Fièvre Palustre	tout âge	37,5	35,9	1	105,0	105,1
2	IRA Basse	tout âge	9,3	8,3	2	26,0	24,4
5	Diarrhées	tout âge	5,4	5,0	5	15,0	14,5
4	IRA Hautes	tout âge	3,8	3,4	4	10,6	10,1
3	Trauma	tout âge	4,5	4,2	3	12,6	12,3
b	Vers intestinaux	tout âge	1,0	0,8	b	2,7	2,4
c	Bilharziose	tout âge	0,9	0,6	c	2,4	1,7
a	Malnutrition	tout âge	0,6	0,7	a	1,7	1,9

## ANNEXE 4 : Etude d'impact sur la santé de programmes d'eau-assainissement-hygiène: designs et biais les plus courants

Sources: Impact Evaluation Glossary, I3E, Décembre 2009 [http://www.3ieimpact.org/userfiles/doc/Impact\\_Evaluation\\_Glossary-1.pdf](http://www.3ieimpact.org/userfiles/doc/Impact_Evaluation_Glossary-1.pdf) (consulté le 14 août 2010). Méta-analyse I3E 2009 (Waddington, Snilstveit et al. 2009); Cours IGS *Les biais en épidémiologie* 2008-2009 Rémy Demillac EHESP.

### 1) Format d'étude

Méthode	Principe	Effets confondants temps/espace majeurs
<i>Etude individuelle</i>	L'unité d'observation est l'individu	
<i>Etude écologique</i>	L'unité d'observation est un groupe d'individus	
<i>Evaluation d'intervention et mesure d'impact</i>	<u>Avant-après/ Single différence 1</u> : Les indicateurs de suivis après l'intervention (cohorte de la population traitée, après) sont comparés aux valeurs des indicateurs de suivi avant l'intervention (cohorte de la population sur le point d'être traitée, avant). Cette 1ère cohorte constitue une baseline (niveau de référence) de données antérieure à l'intervention.	<b>Temps</b>
Estimation de la force de l'association entre une intervention et une maladie via le risque relatif, RR (si accès à l'incidence) avec relation causale <i>a priori</i> admise.	<u>Traités-contrôles sans baseline/ Single différence 2</u> : Les indicateurs de suivis après l'intervention sur un groupe ayant bénéficié de l'intervention (cohorte de la population traitée, après) sont comparés aux valeurs des indicateurs de suivi après l'intervention sur un groupe contrôle (cohorte contrôle, après), le plus semblable possible au groupe traité, mais n'ayant pas bénéficié de cette intervention.	<b>Espace</b>
Estimation de la proportion des cas évitables grâce à l'intervention.	<u>Traités-contrôles avec baseline/Double différence</u> : Groupe traité et groupe témoin sont suivis avant et après l'intervention (4 cohortes). Les différences observées après l'intervention entre traités et contrôles peuvent être corrigées par les différences déjà présentes avant l'intervention.	<b>Minimisation des effets temps et espace</b>

### 2) Origine des données pour la construction des indicateurs de suivi de la santé

Principe de collecte	Biais majeurs/ avantages
Enquête directe auprès des populations	<b>Biais d'information, classification</b>
Exploitation des données produites par des systèmes d'information de santé: enquêtes rétrospectives facilitées sur des durées et des échantillons plus longs. En quête <i>a priori</i> moins coûteuse.	<b>Biais d'information, classification</b>

### 3) Sélection des groupes. Nécessité de comparabilité des groupes: le groupe non traité doit être représentatif de la population d'étude, traitée.

<i>Etudes expérimentales et RCT: randomized control trial</i>	<b>Design traité-contrôle</b> : Tirage aléatoire des 2 groupes au sein d'une même population afin de garantir des caractéristiques identiques des groupes contrôles et traités et s'assurer que la différence des effets sur les traités par rapport au contrôle sont entièrement attribuables à l'intervention : <b>un programme d'assainissement ne peut traiter aléatoirement les personnes d'un même quartier !</b> <b>Design avant-après</b> : méthode possible et recommandée mais biais de confusion toujours possible, ajustable <i>a posteriori</i>
---	---

<i>Etudes quasi-expérimentales : Pipeline approach et PSM, Propensity Score Matching</i>	<b>Design traité-contrôle : Groupe contrôle choisi parmi les populations qui bénéficieront du programme mais avec un délai sur le groupe traité :</b> on utilise « la probabilité de participer à l'intervention » comme variable d'appariement (probit regression.. ;-)...)	<b>Minimisation du biais de sélection</b>
<i>Contrôle Placebo - Simple aveugle et double aveugle</i>	Par définition pour l'étude des bénéfices associés à la mise en place d'infrastructures d'assainissement, difficile de faire semblant ! De rares interventions sur la qualité de l'eau ont utilisé des contrôles placebo.	<b>Minimisation de l'effet placebo</b>
<i>Choix d'un groupe contrôle apparié</i>	<b>Design traité-contrôle :</b> Voir 6) Appariement	<b>Minimisation du biais de confusion a priori.</b>
<i>Case-cross over</i>	<b>Design avant-après :</b> Voir 6) Appariement	<b>Minimisation du biais de confusion a priori</b>

#### 4) Détermination de la taille des échantillons (en personne-année)

**Dépend du taux d'incidence de base de la maladie**

**Dépend des Risques alpha de première espèce** (le seuil du test d'hypothèse utilisé): 5%. **Risque bêta:** 20%. Puissance 1 - bêta: 80%. (valeurs les plus couramment utilisées)

**Dépend de l'impact minimum détectable :** plus l'effet est grand (dépend de la force et de la spécificité de l'association entre l'exposition et la maladie) plus la taille de l'échantillon peut être réduite (estimé généralement en personne-année pour prendre en considération les « entrées » et les « sorties » de membres de la population suivie). **Attention à mener l'étude sur une durée suffisante: en moyenne 2 ans et demi pour de l'assainissement (source I3E).**

#### 5) Biais: erreur qui fausse de façon systématique l'estimation de l'impact en le surestimant ou en le sous-estimant: elle peut toucher le groupe traité et/ou le groupe contrôle.

Les biais de sélection affectent la constitution de l'échantillon d'enquête, c'est à dire le processus par lequel les sujets sont choisis au sein de la population. Ils sont à craindre chaque fois que l'échantillon d'enquête n'est qu'une sélection de la population d'étude.

Les principales sources de biais de sélection sont :

*Sélection*

- la constitution d'un échantillon par un autre moyen que le tirage au sort ;
- les non-réponses à une enquête : impossibilité de recensement de l'ensemble de la population éligible, de la contacter ou de l'identifier complètement
- le recrutement de témoins en centres médicaux qui ne sont pas représentatifs de la population générale (biais de Berkson);
- les sujets perdus de vue dans les enquêtes « exposé / non-exposé » : par exemple si les populations suivies durant ou à l'issue de l'intervention déménagent

*Classification, information*

Biais différentiel: biais lié à une erreur de mesure survenant dans des proportions différentes chez les traités et les non traités.

**Eviter les erreurs de classement différentielles:**

- capacités de recours à la mémoire ou à la surveillance médicale comparable dans les deux groupes
- diagnostic de la maladie à l'aveugle du statut contrôle/traité
- standardisation des conditions de recueil de l'information sur la maladie
- **augmenter la taille des études**

**Biais non différentiel:** Si la maladie est rare: un défaut de spécificité de la méthode de mesure (diagnostic) diminue plus le RR (force de l'association exposition-maladie) qu'un défaut de sensibilité. Si la maladie est fréquente (>50%), un défaut de sensibilité ou de spécificité affecte tout autant le RR

**Réduire les erreurs de classement non différentielles:**

- tenir compte des mécanismes biologiques éventuels
- tenir compte de la période critique d'exposition
- **augmenter la taille des études**

**Biais d'information lié à la qualité des données**

Tiers facteur qui déforme l'association entre l'exposition et la survenue d'une maladie: associé à la maladie, indépendamment de l'exposition (facteur de risque ou facteur protecteur) ou associé à l'exposition sans en être une conséquence. Un facteur de confusion n'est pas une étape de la chaîne causale entre l'exposition et la maladie.

Solutions de neutralisation:

Dans la conception de l'étude: si FC connu, **restriction de l'étude à un sous-groupe du facteur de confusion ou appariement sur le facteur de confusion.**

*Confusion*

**Les facteurs de confusion classiques sont l'âge, le sexe, le statut socio-économique, l'immunité...**

**En eau-hygiène-assainissement, le niveau d'équipements et de pratiques déjà en place ou leurs modifications par d'autres types d'intervention peuvent entrer comme facteurs de confusion (liés à l'exposition). Le type de saison sèche ou pluvieuse est également un facteur de confusion.**

Dans l'analyse: stratification, ajustement. En fonction de la stratification, vérifier si association significative ou non existe dans chaque strate: si même résultat pour chaque strate, utiliser le RR ajusté de Mantel-Haenszel (pas d'interaction)

6) *Intéactions, modification de l'effet*

Un tiers facteur modificateur d'effet déforme l'association entre l'exposition et la survenue de la maladie de manière différente selon ses modalités. Ne pas confondre avec un facteur de confusion. **Des facteurs d'interaction prévisible en eau-assainissement-hygiène?**

Si variabilité de l'association en fonction des strates: il y a interaction. Travailler en stratifié.

7) *Appariement*

De nombreux facteurs de confusion obstruent les études d'impact en eau-assainissement-hygiène qui ont souvent recours à des méthodes d'appariement dès la conception de l'étude. On considère alors que si les traités et les contrôles sont rendus semblables pour les facteurs de confusion potentiels (variables d'appariement) alors les différences doivent s'expliquer autrement...Le groupe contrôle n'est plus représentatif de population d'étude pour la ou les variable(s) d'appariement. **Il est nécessaire de connaître les facteurs de confusions a priori.**

Méthode	Principe	
<i>Appariement de fréquence</i>	Témoins en proportion des cas dans chaque catégorie du FC. L'analyse est stratifiée sur la variable d'appariement de fréquence.	
<i>Appariement simple ou multiple</i>	Simple paire (1 témoin apparié à 1 cas). Analyse des séries appariées, stratifiée par paire. Tests statistiques spécifiques. OU triplet, nplet: n fois plus de témoins que de cas pour plus de puissance statistique.	
<i>Cas-croisés/ Case Cross-Over</i>	Design avant-après : chaque traité est son propre contrôle	Applicabilité pour une étude d'impact??? Jamais réalisé à notre connaissance!!

## ANNEXE 5 : Le classement de salubrité

### a) Evaluation des indicateurs de salubrité de l'environnement pour les quartiers de 3 communes de Bamako. Classification de salubrité

N°	Nom	Code
1	Lotissement	LOT
2	Habitat	HAB
3	Présence de caniveaux	CAN
4	Puisards	PUI
5	Voirie, pavage	VOI
6	Déchets	DEC
7	Densité population	POP
8	Présence importante de marchés	MAR
9	Eau potable	EAU
10	Zone inondable	INO
11	Zone rocheuse	ROC
-	Qualité de la nappe	NAP
-	Curage des caniveaux	CAN2
-	Etat des puisards	PUI2
-	Satisfaction du service des GIE	DEC2

Tableau 1 : Liste des indicateurs utilisés

Tableau 2 : Evaluation de l'indicateur POP (densité de population en nb hab/km<sup>2</sup>)

Légende	
NR	Non renseigné
	Niveau 1
	Niveau 2
	Niveau 3
**	Habitat mixte non distingué par secteur sur Baco Dji

Quartiers	DNSI 2007 Hab	Superficie SIG km2	Densité pop hab/km2	POP
<b>Commune II</b>				
Bakaribougou	5914	0,1738	34028	
Bougouba	4282			
Bozola	13869	0,4812	28822	
Hippodrome	31726	4,054	7826	
Médina-Coura	23202	0,7975	29093	
Missira	19239	1,356	14188	
Niaréla	18281	2,305	7931	
Quizambougou	12000	0,6581	18234	
TSF	9250	0,6449	14343	
Zone Industrielle	7796	3,172	2458	
Bagadgi	14003	0,6261	22365	
<b>Commune III</b>				
Badialan I	10377	0,2592	40035	
Badialan II	2501	0,2978	8398	
Badialan III	7452	0,315	23657	
Bamako-Coura	12477	0,3278	38063	
Bamako-Coura Bolivana	14446	0,1478	97740	
Centre Commercial	3924	1,825	2150	
Darsalam	10732	0,742	14464	
Dravéla	5923	0,2034	29120	
Dravéla Bolibana	3749	0,3918	9569	
Kodabougou	5724	0,1458	39259	
Koulouba	5056	2,801	1805	
Niomirambougou	3932	0,0877	44835	
N'Tomikorobougou	14376	1,586	9064	
Oulofobougou	3823	0,1306	29273	
Oulofobougou Bolibana	10191	0,4571	22295	
Point G	4456	3,691	1207	
Samé	3001	1,886	1591	
Sogonafing	1593			
<b>Commune V</b>				
Baco Djicroni	35416	8,05	4400	
Badalabougou/SEMA I	17938	2,976	6028	
Daoudabougou	51935	4,987	10414	
Kalaban				
Coura/Garantibougou	44778	10,58	4232	
Quartier Mali / SEMA II	12560	0,8216	15287	
Sabalibougou	56043	3,385	16556	
Torokorobougou	18079	1,66	10891	

## ANNEXE 5

b) Tableau 3 : Evaluation des indicateurs de salubrité pour les 3 communes à l'échelle des quartiers et légende

Commune II												
Quartier	LOT	HAB	CAN	PUI	VOI	DEC	POP	MAR	EAU	INO	ROC	NAP
Bakaribougou				NR	NR	1						
Bougouba				NR	NR	2	NR			SUD		
Bozola			NR	NR	NR	4				SUD		
Hippodrome				NR					?			
Hippodrome ext				NR	NR	6						
Médina-Coura				NR		7						
Missira			NR	NR		5					NORD	
Niaréla				NR	NR	3				SUD		
Quinzambougou				NR		1						
T.S.F				NR	NR	1				SUD		
Zone Industrielle (ZI)		NR		NR	NR	2						
Bagadadji				NR		3						
N Goni				NR	NR		NR					

Commune III														
Quartier	LOT	HAB	CAN	PUI	VOI	DEC	POP	MAR	EAU	INO	ROC	CAN2	PUI2	DEC2
Badialan 1					NR									
Badialan 2					NR									
Badialan 3					NR									
Bamako coura					NR									
Bko coura Bolibana					NR									
Centre commercial					NR									
Darsalam					NR									
Dravéla			NR		NR							NR		
Dravéla bolibana					NR									
Kodabougou														
Koul/ koulouba village														
Koulouniko														
Niomniranbougou														
NTomikorobougou					NR									
Ouolofobougou					NR									
Ouolofobougou Bolib					NR									
Point G	NR				NR									
Samé					NR									
Sirakoro Dounfing														
Sogonafing/minko														

Commune V												
Quartier	LOT	HAB	CAN	PUI	VOI	DEC	POP	MAR	EAU	INO	ROC	
Badalabougou					NR	NR		NR			SUD	
SEMA I				NR	NR	NR		NR				
Daoudabougou								NR			NORD	
Quartier Mali SEMA II			NR	NR	NR	NR		NR				
Torokorobougou			NR	NR	NR	NR		NR				
Kalaban Coura								NR				
Baco-Djicoroni ouest		**	NR	NR		NR		NR	NR	NORD ouest		
Baco-Djicoroni sud		**	NR	NR		NR		NR	NR			
Baco-Djicoroni est		**	NR	NR		NR		NR				
Sabalibougou						NR		NR				

Légende	
NR	Non renseigné
	Niveau 1
	Niveau 2
	Niveau 3
**	Habitat mixte non distingué par secteur sur Baco Dji

## ANNEXE 5

c) Tableau 4 : Scores et Classification de salubrité des quartiers

Commune II					
Quartier	NR				Typologie
Bakaribougou	2	2	1	2	
Bougouba	3	0	1	4	
Bozola	3	2	1	3	
Hippodrome	1	3	1	1	
Hippodrome extension	2	0	0	5	
Médina-Coura	1	4	1	2	
Missira	2	3	2	2	
Niaréla	2	3	1	2	
Quinzambougou	1	4	2	0	
T.S.F	2	2	2	2	
Zone Industrielle (ZI)	3	1	1	1	
Bagadadji	1	4	1	2	
N Gomi	3	0	0	6	
Score Moyen		2,0	1,0	2,3	
Complétude Moyenne (%)	81,8				

Commune III					
Quartier	NR				Typologie
Badialan 1	1	4	1	1	
Badialan 2	1	4	1	1	
Badialan 3	1	3	1	2	
Bamako coura	1	4	1	1	
Bko coura Bolibana	1	4	0	2	
Centre commercial	1	5	0	1	
Darsalam	1	4	2	0	
Dravéla	2	2	1	1	
Dravéla bolibana	1	4	1	0	
Kodabougou	0	2	2	4	
Koul/ koulouba village	0	1	0	7	
Koulouniko	0	0	1	7	
Niomniranbougou	0	2	1	4	
NTomikorbougou	1	4	1	0	
Ouolofobougou	1	4	0	2	
Ouolofobougou Bolibana	1	4	0	2	
Point G	2	1	0	4	
Samé	1	3	1	2	
Sirakoro Dounfing	0	2	0	6	
Sogonafing/minko	0	0	0	8	
Score Moyen		2,85	0,7	2,75	

Commune V					
Quartier	NR				Typologie
Badalabougou	3	3	2	2	
SEMA I	4	4	0	0	
Daoudabougou	1	0	5	4	
Quartier Mali, SEMA II	5	2	2	1	
Torokorbougou	5	3	1	1	
Kalaban Coura	1	2	1	4	
Baco-Djicoroni ouest	5	1	2	1	
Baco-Djicoroni sud	5	1	2	0	
Baco-Djicoroni est	4	0	2	3	
Sabalibougou	2	0	2	6	
Score moyen		1,6	1,9	2,2	
Complétude moyenne (%)	68,2				

Légende	
NR	Non renseigné
	Niveau 1
	Niveau 2
	Niveau 3
**	Habitat mixte non distingué par secteur sur Baco Dji

## ANNEXE 6 : La carte sanitaire des communes II, III et V de Bamako

1/2

Sources: FELASCOM, mairies II, III, V et SLIS 2007.

<b>Commune II</b>					
Aire de santé	Quartier	Typologie du quartier	ASACO/ Population de l'aire estimée en 2007 (RTA 2007)	CSCOM	
1	Bakaribougou		BENKADI (24449)	F	
	Bougouba				
	T.S.F				
	Zone Industrielle (ZI)				
2	Bozola		ABOSAC (12448)	F	
3	Hippodrome		ASACOH (28476)	F	
	Hippodrome extension				
4	Médina-Coura		ASACOME (20826)	F	
5	Niaréla		BONIABA (16419)	F	
6	Missira		?	NF	
7	Quinzambougou		?	NF	
8	Bagadadji		?	NF	
?	N Gomi		?	?	
Estimation de la population totale (SLIS 2007)			145164		
Estimation de la population totale couverte par un CSCOM (RTA 2007)			102618		
Pourcentage de la population couverte (%)			<b>70,69</b>		
<b>Commune III</b>					
Aire de santé	Quartier	Typologie du quartier	ASACO/ Population de l'aire estimée en	CSCOM	
1	Badialan 1		ASAKOBAKON (24178)	F	
	Badialan 2				
	Badialan 3				
	Kodabougou				
	Niomigniranbougo				
2	Bamako coura		ASACOM (24851)	F	
	Bko coura Bolibana				
	Centre commercial				
3	Darsalam		ASACODAR (8653)	F	

<b>Légende</b>	
NR	Non renseigné
	Niveau 1
	Niveau 2
	Niveau 3
**	Habitat mixte non distingué par secteur sur Baco Dji

## ANNEXE 6 : La carte sanitaire des communes II, III et V de Bamako

2/2

Sources: FELASCOM, mairies II, III, V et SLIS 2007.

4	Dravéla Dravéla bolibana		ASACODRAB (7820)	F			
5	Koul/ kouloub Point G Sogonafing/minko		ASAKOUL Point (8954)	F			
6	Samé Sirakoro Dounfing Koulouniko		ASACODES (4218)	F			
7	N'Tomikorobougou		ASACOTOM (11591)	F			
8	Ouolofobougou Ouolofobougou Ba		ASACOB ouol (11298)	F			
Estimation de la population totale (SLIS 2007)			99157				
Estimation de la population totale couverte par un CSCOM (RTA 2007)			101563				
Pourcentage de la population couverte (%)			<b>102,43</b>				

### Commune V

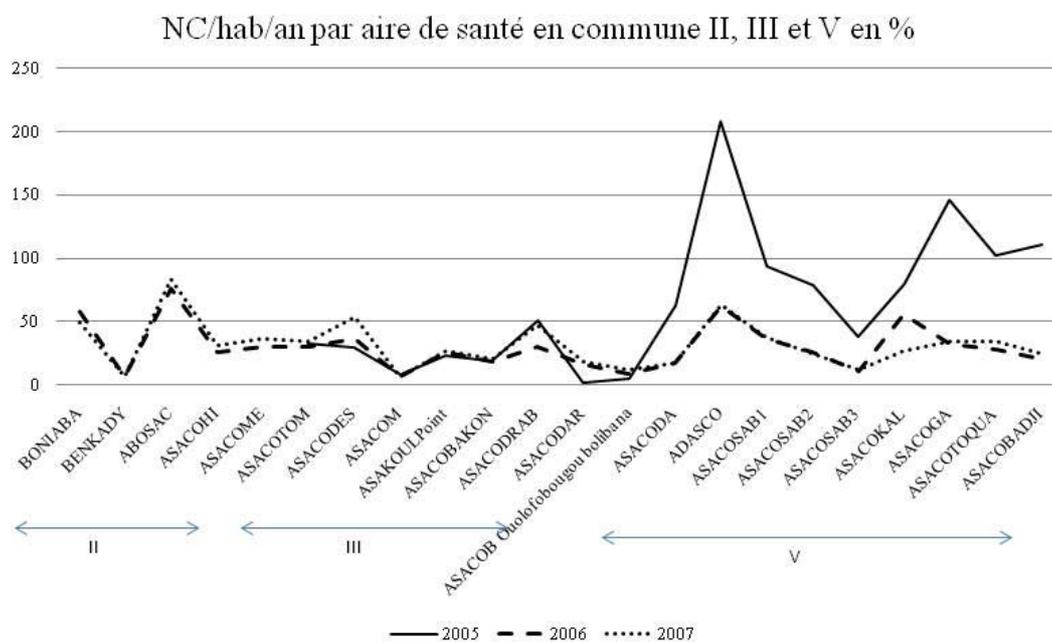
Aire de santé	Quartier	Typologie du quartier	ASACO/ Population de l'aire estimée en 2007 (RTA 2007)	CSCOM			AF D
1	Badalabougou SEMA I		ASACO BADALA/SEMA	N C			
2,3,4	Daoudabougou		ASACODA (32186), ADASCO (32186), ASCODA*	F	F	F	
5	Quartier Mali, SEMA II Torokorobougou		ASACOTOQUA (34824)	F			
6,7,8,9	Kalaban Coura/Garantibougou		ASACOKAL (27820), KALCO (NA), KALA Aci (NA), ASACOGA (27820)	F	N C	N C	F
10,11	Baco-Djicoroni Baco-Djicoroni sud Baco-Djicoroni est		ASACOBadji (43889), ASACOBadji Aci (NA)	F	N C	N C	
12,13,14	Sabalibougou		ASACOSAB 1 (23151), 2 (23151), 3 (23151)	F	F	F	
*ASCODA Fonctionnel depuis 2009 seulement. Population couverte?							
Estimation de la population totale (SLIS 2007)			290468				
Estimation de la population totale couverte par un CSCOM (RTA 2007)			268178				
Pourcentage de la population couverte (%)			<b>92,33</b>				

Légende	
NR	Non renseigné
	Niveau 1
	Niveau 2
	Niveau 3
**	Habitat mixte non distingué par secteur sur Baco Dji

## ANNEXE 7 : Indicateurs de résultats d'activités des CSCOM et indicateurs de santé

a) Graphique Nombre de consultations par an et par habitant en 2005, 2006 et 2007 dans les CSCOM des communes II, III et V.

Source de données : RTA/SLIS



## ANNEXE 7

### b) Liste des indicateurs d'activité des CSCOM et de santé construits pour l'étude de faisabilité : formule et code

N°	Formule	CODE
1	NC/hab/an de l'aire(%)	NC
2	NC hors aire/(NC aire + NC hors aire) (%)	HA
3	Cas diarrhées 0-4 ans /(NC 0-4 ans aire + hors aire)	D04
4	Cas diarrhées 5-9 ans/ (NC 5-9 ans aire + hors aire)	D59
5	Cas diarrhées 10-24 ans / (NC 10-24 ans aire + hors aire)	D1024
6	Cas diarrhées 25 ans et plus / (NC 25 ans et plus aire + hors aire)	D25
7	Cas diarrhées /(NC aire + NC hors aire)	D
8	Cas paludisme 0-4 ans /(NC 0-4 ans aire + hors aire)	P04
9	Cas paludisme 5-9 ans / (NC 5-9 ans aire + hors aire)	P59
10	Cas paludisme 10-24 ans / (NC 10-24 ans aire + hors aire)	P1024
11	Cas paludisme 25ans et plus / (NC 25 ans et plus aire + hors aire)	P25
12	Cas paludisme /(NC aire + NC hors aire)	P
13	Bilarziose 0-4 ans/(NC 0-4 ans aire + hors aire)	B04
14	Bilarziose 5-9 ans / (NC 5-9 ans aire + hors aire)	B59
15	Bilarziose 10-24 ans / (NC 10-24 ans aire + hors aire)	B1024
16	Bilarziose 25ans et plus / (NC 25 ans et plus aire + hors aire)	B25
17	Bilarziose/(NC aire + NC hors aire)	B
18	Vers intestinaux 0-4 ans/(NC 0-4 ans aire + hors aire)	VI04
19	Vers intestinaux 5-9 ans / (NC 5-9 ans aire + hors aire)	VI59
20	Vers intestinaux 10-24 ans / (NC 10-24 ans aire + hors aire)	VI1024
21	Vers intestinaux 25ans et plus / (NC 25 ans et plus aire + hors aire)	VI25
22	Vers intestinaux/(NC aire + NC hors aire)	VI
23	CPN /hab/an de l'aire (%)	CPN1
24	CPN/(NC aire + NC hors aire) (%)	CPN2
25	Nombre d'accouchements/hab/an de l'aire (%)	A1
26	Nombre d'accouchements/ (NC aire + NC hors aire) (%)	A2
27	Nombre troubles liés à la grossesse/ CPN NC (%)	TG1
28	Nombre troubles liés à la grossesse/ NC curatives (%)	TG2
29	Cas malnutrition 0-5ans/ NC curatives 0-5ans (1/1000)	M

## ANNEXE 7

### c) Valeurs des indicateurs d'activités des CSCOM et des indicateurs de santé produits lors de l'étude de faisabilité: résultats pour l'année 2007

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Aire/Variable	NC	HA	D04	D59	D1024	D25	D	P04	P59	P1024	P25	P	B04	B59
1	BONIABA	49,98	36,68	13,60	1,57	1,76	1,70	3,72	38,61	39,42	43,43	47,52	43,92	0,14	1,16
2	BENKADY	6,24	25,01	21,10	10,40	5,30	3,14	10,91	14,78	29,70	25,83	37,89	25,95	0,13	0,50
3	ABOSAC	83,97	1,72	9,85	1,30	1,09	1,71	3,30	25,49	32,58	33,37	31,13	30,74	0,13	1,73
4	ASACOME	36,42	7,04	8,36	2,34	1,89	1,91	3,36	27,99	35,45	28,18	29,67	29,43	0,00	0,45
5	ASACOTOM	34,72	24,53	10,08	2,41	1,40	1,75	3,39	40,67	41,12	34,83	31,05	35,11	0,09	1,00
6	ASACODRAB	47,02	64,39	9,98	4,18	2,57	2,32	3,83	20,81	30,52	26,90	25,60	25,83	0,61	1,45
7	ASACODAR	18,57	0,00	7,14	0,63	2,18	2,31	3,17	34,29	38,61	38,32	16,17	26,76	0,00	1,90
8	ASACODES	54,17	1,93	7,84	1,31	1,16	2,02	3,52	33,52	49,81	47,59	35,54	40,34	0,14	0,33
9	ASAKOULPOINT	27,06	9,35	12,95	2,61	1,70	3,95	6,06	26,48	34,31	30,68	31,85	30,04	0,00	0,37
10	ASACOSAB1	37,19	8,47	7,52	3,37	2,50	2,06	3,90	55,27	36,90	65,76	52,72	53,64	0,08	0,70
11	ASACOSAB2	21,85	24,61	2,10	2,79	7,61	4,27	3,92	10,22	15,86	50,52	33,67	25,23	NA	NA
12	ASCOSAB3	11,69	18,30	13,77	3,69	1,68	2,65	6,70	27,39	47,95	35,50	34,96	33,18	0,08	0,41
13	ASACOGA	34,32	17,99	10,95	2,82	2,82	3,11	5,33	48,81	53,95	44,96	37,60	45,18	0,03	0,72
14	ASACOTOQUA	34,69	4,44	11,37	2,42	1,87	1,72	4,38	41,81	55,39	58,58	59,21	54,07	0,12	1,08
15	ASACOBADJI	25,08	NA	6,29	0,91	1,80	1,69	3,09	22,84	37,35	47,75	31,37	34,00	0,00	0,00
16	ASACOKAL	27,26	10,34	10,69	3,20	2,14	2,21	4,81	34,41	35,29	34,71	30,84	33,65	0,08	0,21

MOYENNE	34,39	16,99	10,22	2,87	2,47	2,41	4,59	31,46	38,39	40,43	35,43	35,44	0,11	0,80
ECART TYPE	18,57	16,90	4,16	2,24	1,68	0,81	1,99	11,94	9,93	11,52	10,37	9,41	0,15	0,57
MIN	6,24	0,00	2,10	0,63	1,09	1,69	3,09	10,22	15,86	25,83	16,17	25,23	0,00	0,00
MAX	83,97	64,39	21,10	10,40	7,61	4,27	10,91	55,27	55,39	65,76	59,21	54,07	0,61	1,90

		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	Aire/Variable	B1024	B25	B	VI04	VI59	VI1024	VI25	VI	CPN1	CPN2	A1	A2	TG2
1	BONIABA	1,34	0,51	0,78	1,55	1,40	0,42	0,62	0,79	4,12	5,22	4,28	5,42	2,22
2	BENKADY	0,00	0,00	0,10	0,27	3,96	1,77	0,31	0,98	1,58	19,02	2,00	24,03	0,15
3	ABOSAC	1,17	0,24	0,66	0,96	0,97	0,92	1,02	0,97	5,96	6,98	3,86	4,51	3,35
4	ASACOME	1,68	0,26	0,71	1,91	3,34	1,64	0,49	1,51	1,64	4,18	1,56	3,98	1,26
5	ASACOTOM	1,10	0,09	0,49	1,11	5,82	1,58	0,28	1,37	0,99	2,16	0,78	1,69	3,51
6	ASACODRAB	0,56	0,05	0,47	2,80	2,91	0,99	0,23	1,20	0,82	0,62	1,20	0,91	5,05
7	ASACODAR	2,49	0,00	0,68	0,00	3,80	0,93	0,64	0,87	0,38	2,05	0,36	1,93	NA
8	ASACODES	2,17	0,67	0,90	1,22	2,95	2,89	1,35	1,97	5,81	10,52	5,43	9,83	4,08
9	ASAKOULPOINT	0,39	0,13	0,19	0,47	1,86	0,26	0,38	0,52	3,25	10,89	5,00	16,76	3,82
10	ASACOSAB1	1,48	0,04	0,55	0,67	0,91	0,78	0,00	0,56	7,03	17,31	5,07	12,48	NA
11	ASACOSAB2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5,32	18,36	2,71	9,36	NA
12	ASCOSAB3	0,48	0,71	0,39	0,00	0,00	0,00	0,10	0,03	2,74	19,14	2,88	20,14	2,66
13	ASACOGA	1,20	0,13	0,52	0,17	0,48	0,18	0,07	0,18	3,95	9,45	3,11	7,42	3,44
14	ASACOTOQUA	1,13	0,35	0,61	0,09	0,18	0,05	0,15	0,10	2,81	7,75	2,89	7,95	1,47
15	ASACOBADJI	0,58	0,23	0,23	0,14	0,69	0,13	0,06	0,18	4,83	19,24	4,26	16,98	0,94
16	ASACOKAL	0,76	0,00	0,30	0,92	2,56	0,98	0,40	0,98	2,98	9,79	4,82	15,84	1,61

MOYENNE	1,10	0,23	0,51	0,82	2,12	0,90	0,41	0,81	3,39	10,17	3,14	9,95	2,58
ECART TYPE	0,68	0,24	0,23	0,81	1,67	0,80	0,38	0,56	2,02	6,62	1,62	7,07	1,43
MIN	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,38	0,62	0,36	0,91	0,15
MAX	2,49	0,71	0,90	2,80	5,82	2,89	1,35	1,97	7,03	19,24	5,43	24,03	5,05

## ANNEXE 7

### d) Valeurs centrées réduites des indicateurs d'activités des CSCOM et des indicateurs de santé produits lors de l'étude de faisabilité: résultats pour l'année 2007

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Aire/Variable	NC	HA	D04	D59	D1024	D25	D	P04	P59	P1024	P25	P	B04	B59
1	BONIABA	0,84	1,17	0,81	-0,58	-0,42	-0,87	-0,44	0,60	0,10	0,26	1,17	0,90	0,20	0,63
2	BENKADY	-1,52	0,48	2,62	3,35	1,68	0,91	3,18	-1,40	-0,87	-1,27	0,24	-1,01	0,18	-0,54
3	ABOSAC	2,67	-0,90	-0,09	-0,70	-0,82	-0,85	-0,65	-0,50	-0,59	-0,61	-0,41	-0,50	0,12	1,64
4	ASACOME	0,11	-0,59	-0,45	-0,24	-0,34	-0,62	-0,62	-0,29	-0,30	-1,06	-0,55	-0,64	-0,73	-0,62
5	ASACOTOM	0,02	0,45	-0,04	-0,21	-0,63	-0,80	-0,60	0,77	0,28	-0,49	-0,42	-0,04	-0,10	0,36
6	ASACODRAB	0,68	2,81	-0,06	0,58	0,06	-0,11	-0,38	-0,89	-0,79	-1,17	-0,95	-1,02	3,37	1,15
7	ASACODAR	-0,85	-1,01	-0,74	-1,00	-0,17	-0,12	-0,71	0,24	0,02	-0,18	-1,86	-0,92	-0,73	1,93
8	ASACODES	1,07	-0,89	-0,57	-0,70	-0,78	-0,47	-0,54	0,17	1,15	0,62	0,01	0,52	0,18	-0,83
9	ASAKOULPOINT	-0,39	-0,45	0,65	-0,12	-0,45	1,89	0,74	-0,42	-0,41	-0,85	-0,34	-0,57	-0,73	-0,75
10	ASACOSAB1	0,15	-0,50	-0,65	0,22	0,02	-0,43	-0,34	1,99	-0,15	2,20	1,67	1,93	-0,19	-0,18
11	ASACOSAB2	-0,68	0,45	-1,95	-0,04	3,06	2,29	-0,34	-1,78	-2,27	0,88	-0,17	-1,08	NA	NA
12	ASCOSAB3	-1,22	0,08	0,85	0,36	-0,47	0,30	1,06	-0,34	0,96	-0,43	-0,04	-0,24	-0,19	-0,69
13	ASACOGA	0,00	0,06	0,17	-0,02	0,21	0,86	0,37	1,45	1,57	0,39	0,21	1,03	-0,53	-0,13
14	ASACOTOQUA	0,02	-0,74	0,28	-0,20	-0,36	-0,85	-0,10	0,87	1,71	1,58	2,29	1,98	0,08	0,49
15	ASACOBADJI	-0,50	NA	-0,95	-0,87	-0,40	-0,89	-0,75	-0,72	-0,10	0,64	-0,39	-0,15	-0,73	-1,41
16	ASACOKAL	-0,38	-0,39	0,11	0,15	-0,19	-0,24	0,11	0,25	-0,31	-0,50	-0,44	-0,19	-0,19	-1,03

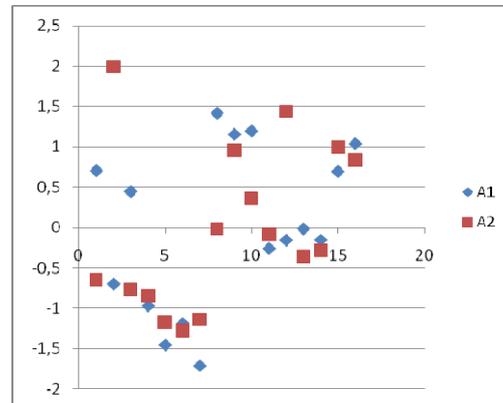
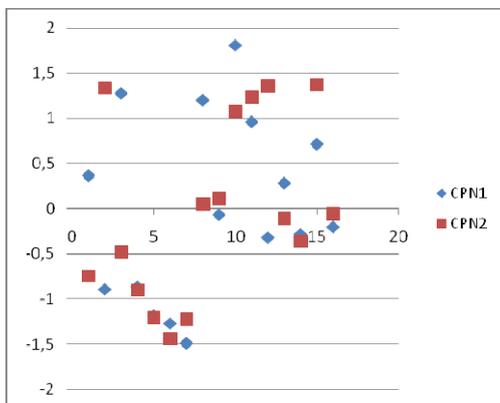
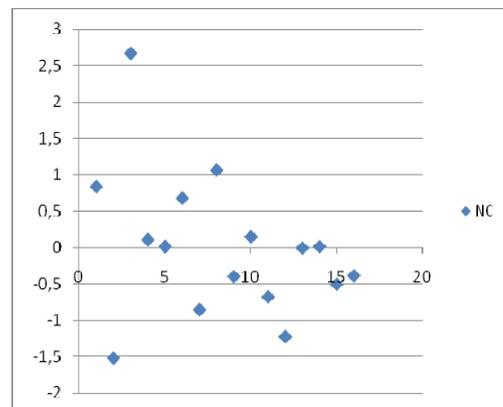
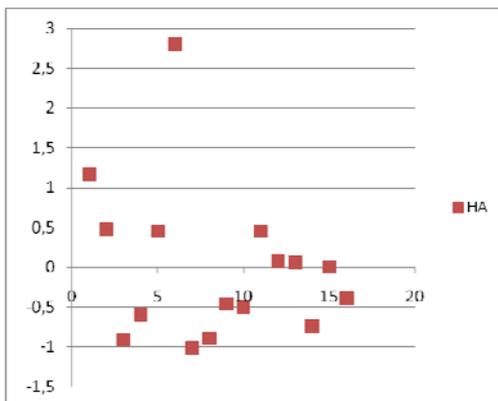
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	Aire/Variable	B1024	B25	B	VI04	VI59	VI1024	VI25	VI	CPN1	CPN2	A1	A2	TG2
1	BONIABA	0,35	1,18	1,19	0,91	-0,43	-0,60	0,57	-0,05	0,36	-0,75	0,70	-0,64	-0,25
2	BENKADY	-1,63	-0,96	-1,76	-0,68	1,10	1,07	-0,25	0,30	-0,89	1,34	-0,70	1,99	-1,70
3	ABOSAC	0,11	0,05	0,66	0,18	-0,69	0,03	1,62	0,27	1,27	-0,48	0,44	-0,77	0,54
4	ASACOME	0,85	0,14	0,89	1,35	0,73	0,92	0,21	1,23	-0,87	-0,90	-0,97	-0,84	-0,92
5	ASACOTOM	-0,01	-0,56	-0,08	0,36	2,21	0,85	-0,33	0,98	-1,19	-1,21	-1,45	-1,17	0,65
6	ASACODRAB	-0,80	-0,74	-0,13	2,46	0,47	0,11	-0,46	0,69	-1,27	-1,44	-1,19	-1,28	1,72
7	ASACODAR	2,06	-0,96	0,78	-1,01	1,00	0,04	0,62	0,10	-1,49	-1,22	-1,71	-1,13	NA
8	ASACODES	1,58	1,88	1,72	0,49	0,49	2,48	2,50	2,06	1,20	0,05	1,41	-0,02	1,04
9	ASAKOULPOINT	-1,05	-0,42	-1,38	-0,44	-0,15	-0,80	-0,07	-0,52	-0,07	0,11	1,15	0,96	0,86
10	ASACOSAB1	0,56	-0,80	0,21	-0,18	-0,72	-0,15	-1,08	-0,45	1,81	1,08	1,19	0,36	NA
11	ASACOSAB2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,96	1,24	-0,26	-0,08	NA
12	ASCOSAB3	-0,92	2,05	-0,49	-1,01	-1,27	-1,12	-0,81	-1,39	-0,32	1,36	-0,16	1,44	0,05
13	ASACOGA	0,14	-0,40	0,08	-0,80	-0,98	-0,90	-0,91	-1,13	0,28	-0,11	-0,02	-0,36	0,60
14	ASACOTOQUA	0,04	0,51	0,45	-0,90	-1,16	-1,06	-0,69	-1,26	-0,28	-0,36	-0,15	-0,28	-0,77
15	ASACOBADJI	-0,77	0,00	-1,21	-0,84	-0,86	-0,96	-0,91	-1,12	0,71	1,37	0,69	0,99	-1,15
16	ASACOKAL	-0,50	-0,96	-0,91	0,12	0,26	0,10	-0,02	0,30	-0,20	-0,06	1,04	0,83	-0,68

## ANNEXE 7

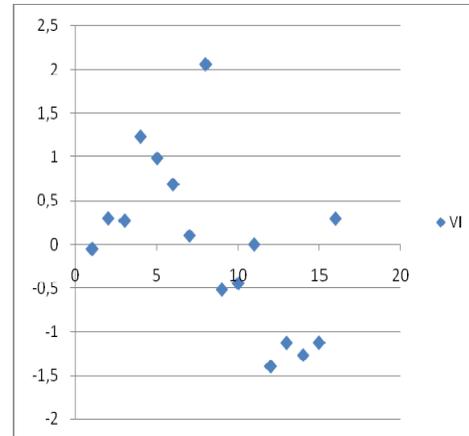
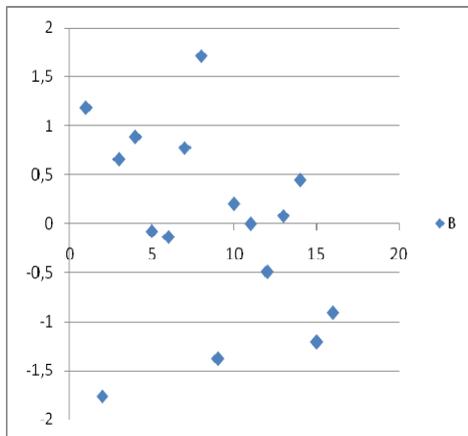
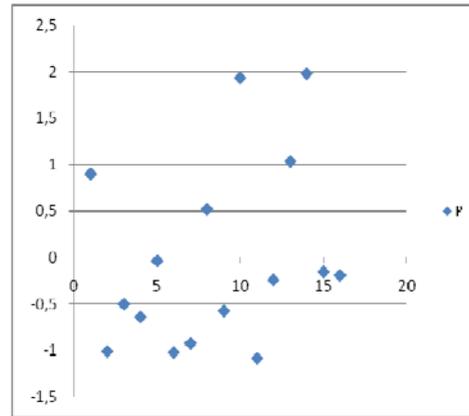
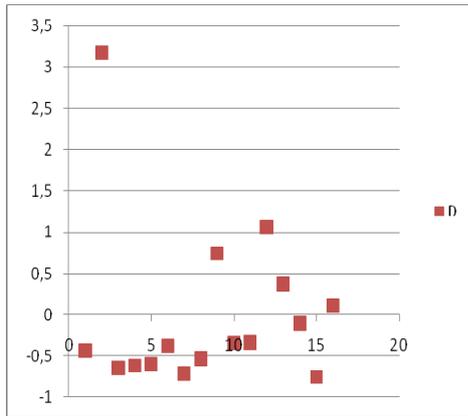
e)

1/2

Représentation des valeurs centrées réduites des indicateurs principaux de résultats d'activité des CSCOM en 2007 à l'issue de la collecte pilote (en abscisse apparait le n° de l'aire de santé – voir annexe 7b)



Représentation des valeurs centrées réduites des indicateurs principaux de santé en 2007 à l'issue de la collecte pilote  
 (en abscisse apparait le n° de l'aire de santé – voir 7b)



## **ANNEXE 8 : Analyse en composante principale (ACP)**

### Eléments pour l'interprétation d'une ACP

Les données initiales sont centrées, réduites puis « simplifiées » par ajustement matriciel (<http://www.cnam.fr/math/IMG/pdf/Compos-princip.pdf>, consulté le 19 août 2010) : on remplace un grand nombre de variables par un plus petit nombre de variables explicatives.

Deux composantes principales sont le plus généralement retenues : elles sont des combinaisons linéaires de plusieurs variables avec des poids différents pour chacune. Les variables qui discriminent le mieux les individus sont celles qui apportent le plus de variabilité : elles seront prépondérantes dans chacune des composantes calculées par l'ACP. C'est pour cela que l'on travaille généralement sur des données centrée réduites : on évite qu'une variable à trop forte variance « tire » tout l'effet de l'ACP à elle, mais avec un risque cependant : si la variable n'est qu'un bruit, elle se retrouvera avec une variance apparente égale à une variable informative.

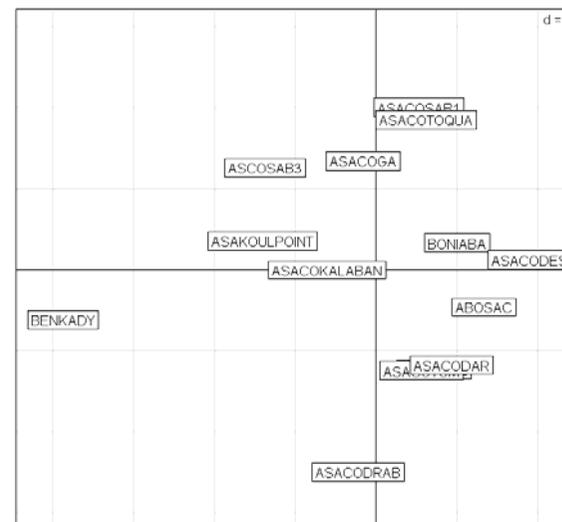
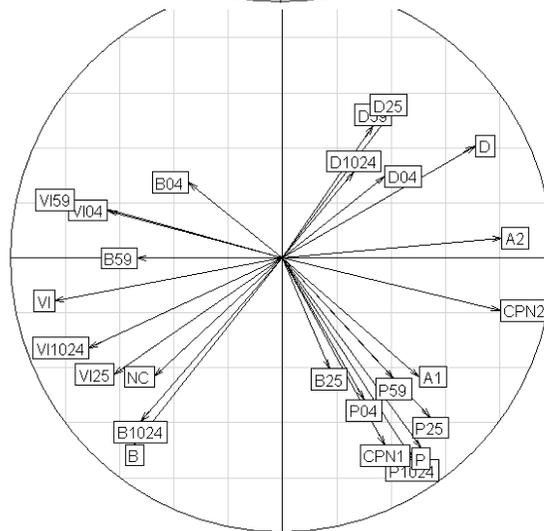
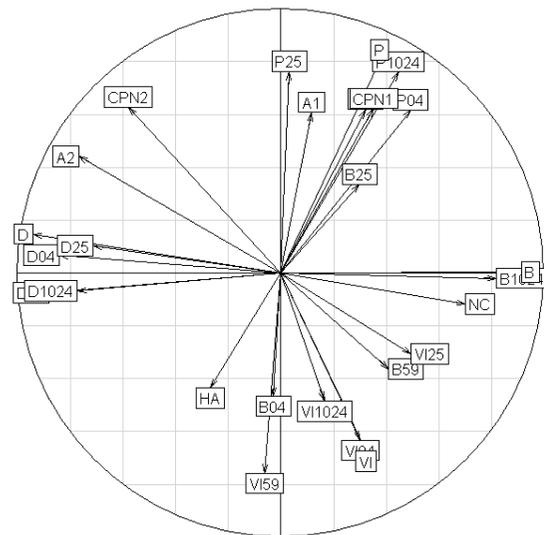
Ces 2 composantes sont indépendantes et sont représentées par les 2 axes principaux (perpendiculaires) des diagrammes résumant les résultats.

On obtient 3 types de digramme avec les caractéristiques suivantes:

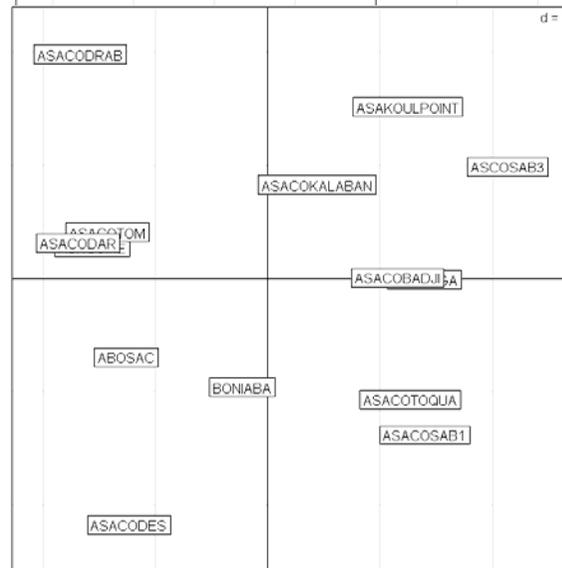
- Le centre des diagrammes correspond à la moyenne de chacune des variables centrées réduites (0)
- Le diagramme de type 1 représente le cercle de corrélation des variables. Un vecteur représente une variable. Sa projection orthogonale sur chacun des deux axes principaux donne sa contribution à l'axe. Un long vecteur parallèle à l'axe y contribue beaucoup (soit positivement soit négativement). La contribution de chacun est calculée et rapportée dans un tableau. 2 vecteurs parallèles entre eux sont corrélés (positivement ou négativement selon le sens des flèches) et 2 vecteurs orthogonaux démontrent de l'indépendance des variables.
- Le diagramme de type 2 dispose les individus (les aires de santé) dans le nouveau repère et permet de visualiser leurs regroupements éventuels.
- Le diagramme de type 3 résume l'information et superpose les 2 diagrammes précédant.

# ANNEXE 8a

Résultats des ACP 1 et 2



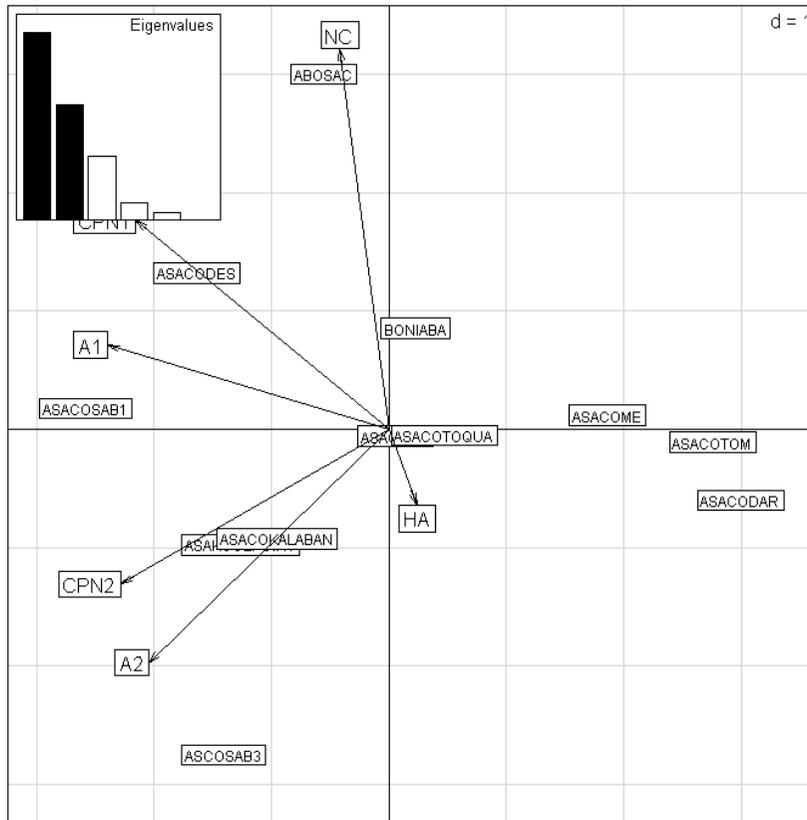
ACP N°= 1  
VE : 55%



ACP N°= 2  
VE : 50%

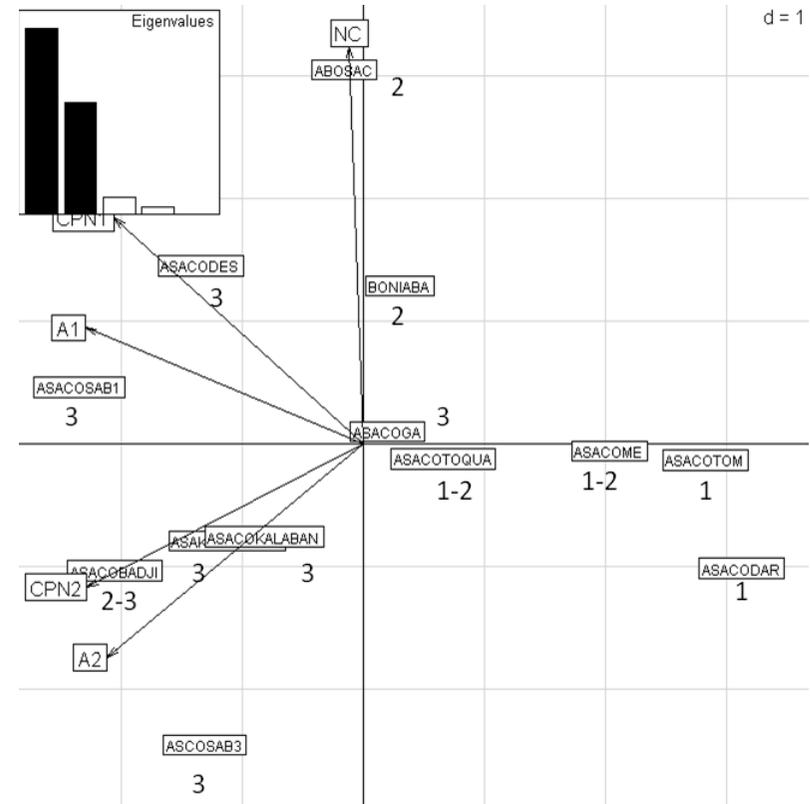
## ANNEXE 8b

Résultats des ACP 3 et 4



ACP N°= 3

VE : 77%

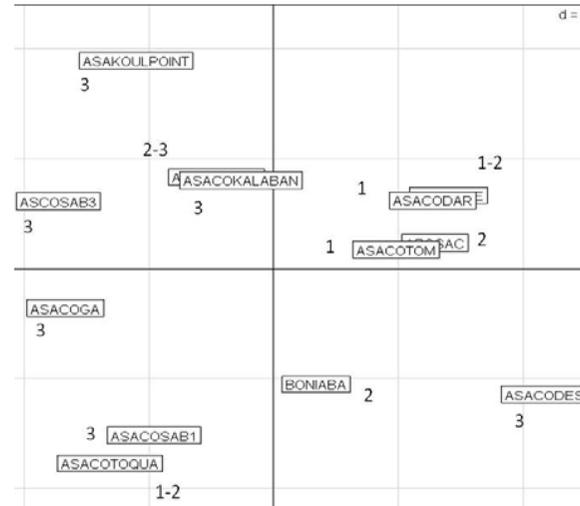
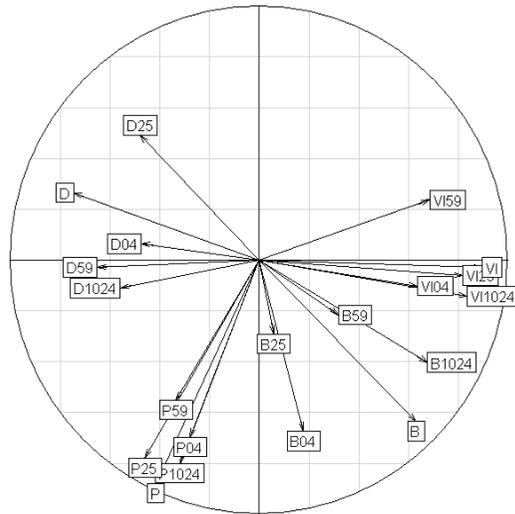


ACP N°= 4

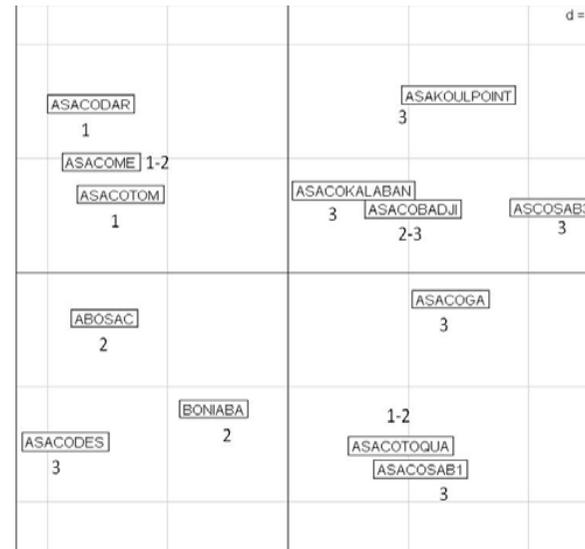
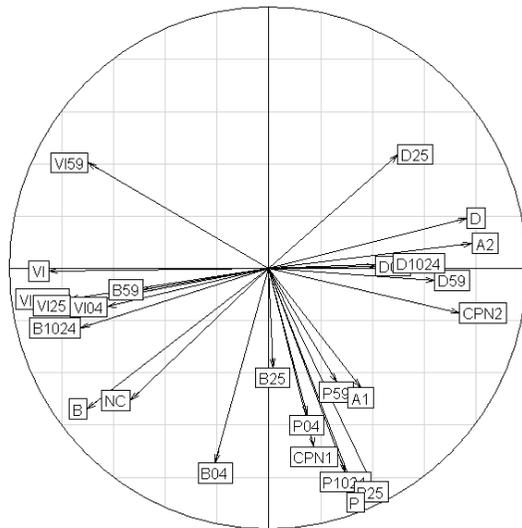
VE : 92% (avec niveau de salubrité 1, 1-2, 2 ou 3)

# ANNEXE 8c

Résultats des ACP 5 et 6



ACP N°= 5  
VE : 54%  
(niveaux de salubrité  
1, 1-2, 2 ou 3)



ACP N°= 6  
VE : 51%  
(niveaux de salubrité  
1, 1-2, 2 ou 3)

## Bibliographie

ACF (2007). "Dynamiques des interactions: Malnutritions, Eau Assainissement Hygiène, Infections." Action Contre la Faim.

Barreto, M. L., B. Genser, et al. (2007). "Effect of city-wide sanitation programme on reduction in rate of childhood diarrhoea in northeast Brazil: assessment by two cohort studies." Lancet **370**(9599): 1622-8.

Bost, S. (2010). "Projet d'assainissement intégré de quartiers de Bamako. Elaboration de scénario de faisabilité."

Cairncross, S. (1998). "Measuring the health impact of water and sanitation."

DNS (2007). "Annuaire Système Local d'Information Sanitaire 2007." Direction nationale de la santé,

DNS (2008). "Annuaire Système Local d'Information Sanitaire 2007." Direction nationale de la santé.

EDS (2006). Enquête Démographique et de Santé du Mali, République du Mali.

Esrey, S. A., J. B. Potash, et al. (1991). "Effects of improved water supply and sanitation on ascariasis, diarrhoea, dracunculiasis, hookworm infection, schistosomiasis, and trachoma." Bull World Health Organ **69**(5): 609-21.

Haegebaert, S., L. Duche, et al. (2003). "The use of the case-crossover design in a continuous common source food-borne outbreak." Epidemiol Infect **131**(2): 809-13.

Heller, L. (1998). "Environmental determinants of infectious and parasitic diseases." Mem Insi Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro **93**(1): 7-12.

Humphrey, J. H. (2009). "Child undernutrition, tropical enteropathy, toilets, and handwashing." Lancet **374**(9694): 1032-5.

JMP (2010). Estimates for the use of improved sanitation facilities. WHO / UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation.

Kittelberger Consult, Uniconseil, et al. (2007). "Rapport de collecte et d'analyses des données, Schéma directeur de l'assainissement de Bamako (2007)."

Kolahi, A. A., A. Rastegarpour, et al. (2009). "The impact of an urban sewerage system on childhood diarrhoea in Tehran, Iran: a concurrent control field trial." Trans R Soc Trop Med Hyg **103**(5): 500-5.

Legéas, M. (2010). "Grandes lignes d'un protocole pour l'évaluation des gains de santé pour la population à la suite de la mise en oeuvre du schéma d'assainissement de Bamako."

- Lu, Y. and S. L. Zeger (2007). "On the equivalence of case-crossover and time series methods in environmental epidemiology." Biostatistics **8**(2): 337-44.
- Maclure, M. and M. A. Mittleman (2008). "Case-crossover designs compared with dynamic follow-up designs." Epidemiology **19**(2): 176-8.
- Mairie de la commune II, Gouvernorat du district de Bamako, et al. (2005). "Plan de Développement Social Economique et Culturel (PDSEC) 2005-2009."
- Mairie de la commune II, ONG Jigi, et al. (2005). "Rapport de la monographie du quartier de Médina Coura."
- Mairie de la commune II, ONG Jigi, et al. (2005). "Rapport diagnostic territorial participatif, Commune II."
- Mairie de la commune II and SNV (2007). "Monographie de la commune II du district de Bamako."
- Mairie de la commune III (2005). "Etude de contexte dans le domaine de l'assainissement."
- Mairie de la commune III and Gouvernorat du district de Bamako (2007). "Plan de développement économique social et culturel, PDSEC 2005-2009."
- Mairie de la commune III and SNV (2007). "Monographie de la commune III du district de Bamako."
- Mairie de la commune V and SNV (2004). "Rapport d'étude sur l'état des lieux des ouvrages/équipements individuels et collectifs d'assainissement en Commune V."
- Mairie de la commune V and SNV (2005). "Plan de développement social et économique, PDSEC 2005-2009."
- Mairie de la commune V and SNV (2010). "Plan Triennal d'Assainissement de la commune V 2010-2012."
- Montgomery, M. A. and M. Elimelech (2007). "Water and sanitation in developing countries: including health in the equation." Environmental Science & Technology **2007**(Yale University).
- Peggy, S. and M. Schumacher (2009). "Risk assessment based on case series - the case-crossover method." Institute of Medical Biometry and Medical Informatics, University Medical Center, Freiburg, Germany.
- Redelmeier, D. A. and R. J. Tibshirani (1997). "Interpretation and bias in case-crossover studies." J Clin Epidemiol **50**(11): 1281-7.
- Schmidt, W. P., S. Boisson, et al. (2009). "Weight-for-age z-score as a proxy marker for diarrhoea in epidemiological studies." J Epidemiol Community Health.
- Viboud, C., P. Y. Boelle, et al. (2001). "Comparison of the statistical efficiency of case-crossover and case-control designs: application to severe cutaneous adverse reactions." J Clin Epidemiol **54**(12): 1218-27.
- Waddington, H., B. Snilstveit, et al. (2009). "Water, sanitation and hygiene interventions to combat childhood diarrhoea in developing countries." International initiative for impact evaluation.
- Wang, P. S., S. Schneeweiss, et al. (2004). "Use of the case-crossover design to study prolonged drug exposures and insidious outcomes." Ann Epidemiol **14**(4): 296-303.

White, G. F., D. J. Bradley, et al. (2002). "Drawers of water (Domestic water use in East Africa). Reproduced by permission of the university of Chicago Press." 63-73.

WHO/UNICEF (2004). "Atteindre les OMD en matière d'eau potable et d'assainissement, évaluation des progrès à mi-parcours."