

RAPPORT FINAL

SECURISATION DE L'ALIMENTATION ELECTRIQUE DANS LES HOPITAUX DE DISTRICT DU CAMEROUN

PROJET CROSS 2013

Michael Gonin¹

Nicolas Gachet¹

Bertrand Klaiber²

Guy Ngounou³

Nicolas Crettenand²

30 avril 2014

¹ Faculté des Hautes Etudes Commerciales (HEC) et Faculté des Sciences Sociales et Politiques (SSP)
Université de Lausanne (UNIL)

² Centre de Coopération et Développement (CODEV/EssentialTech)
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)

³ Centre Universitaire de Recherche sur l'Energie pour la Santé (CURES)
Ecole Nationale Supérieure Polytechnique, Yaoundé I (ENSPY)

Table des matières

1	Description du projet	4
1.1	But et résumé du projet	4
1.2	Démarche et méthodologie	4
1.3	Résultats	6
2	Article soumis pour la Conférence Tech4Dev (en anglais)	8
2.1	Introduction and Purpose	8
2.2	Design and Methods	9
2.2.1	The Problem Tree Analysis Method	9
2.2.2	Research Method	10
2.3	Results	10
2.3.1	Characterization of Technical Problems	10
2.3.2	Socio-Institutional and Economic Factors Related to Hospital Electric Instability	13
2.3.3	The Complex Problem Tree of Electric Instability within Hospitals	14
2.3.4	Consequences	15
2.4	Conclusions and Solutions Perspectives	16
2.4.1	Core Issues and Potential Solutions	16
2.4.2	Limitations and Further Studies	20
3	Compléments à l'article	22
3.1	Détails de la solution technique	22
3.2	Les ébauches de modèles d'affaires possibles	24
3.2.1	De multiples modèles et combinaisons possibles	25
3.2.2	Le cas extrême 1 : Privatisation maximale de la solution	25
3.2.3	Le cas extrême 2 : Inclusion maximale dans les structures existantes	28
4	Suite du projet	30
4.1	Au niveau technique	30
4.1.1	Formation en Audits énergétiques et projets d'études CURES	30
4.1.2	Formation sur la sécurité et fiabilité des réseaux électriques	30
4.1.3	Sujet de doctorat CURES	31
4.2	Au niveau de la gestion	31
4.2.1	Limites de la formulation théorique d'un modèle d'affaires	31
4.2.2	Le rôle central de l'hôpital	32
4.2.3	Un marché pour des conseillers et ingénieurs	32
4.2.4	En conclusion : Un besoin de formation et des hôpitaux engagés	33
5	Résultats du projet	35
5.1	Publications	35
5.2	Solution technique	35
5.3	Dépôts de projets / recherche de financement	36
5.4	Développement d'une collaboration UNIL-EPFL autour de l'entrepreneuriat	36
6	Annexes	37
6.1	Synthèse du rapport Manilec sur le contexte économique et entrepreneurial	37
6.2	Synthèse du rapport de Yves Bertrand Djouda Feudjio sur le contexte socio-institutionnel	38
7	Bibliographie	43

Table des illustrations

Figure 1 :	Séances de travail et workshop à Yaoundé avec des entrepreneurs, ingénieurs, médecins, sociologues, etc.....	6
Figure 2 :	Inappropriate electrical wirings or unbalanced/overcharges phases are causing many fire in electrical installation like on the picture taken in one of the audited hospitals.....	11
Figure 3 :	Small UPS (Uninterruptible Power Supplies) are frequently used to provide emergency power to a load when the main power fails. Many of them are damaged by electrical surges like the one on the picture above.....	12
Figure 4 :	Average generator power and loads during power cut [KW]	13
Figure 5 :	Distribution of the annual energy budget (20 000 Euros)	13
Figure 6 :	Problem tree of the energy supply in district hospitals in Cameroon (bottom part).....	15
Figure 7 :	Problem Tree – top part (consequences).....	16
Figure 8 :	Preliminary solution tree.....	17
Table 1 :	Load segmentation according to the types of medical needs and the types of technologies.....	18
Figure 9 :	Diagram of the proposed power backup and electricity stabilization.....	19
Table 2 :	Puissance totale des équipements à protéger en fonction de chaque hôpital	23
Table 3 :	Offre budgétaire indicative pour une installation typique de 5 KW et exploitation sur 10 ans.....	23
Table 4 :	Matrice des acteurs pouvant prendre en charge les différents coûts / revenus (un 'x' dans une case signifie que l'entité mentionné en tête de colonne assume les coûts / profite des revenus mentionné en tête de ligne).....	26
Table 5 :	Matrice de la solution où un maximum des charges et revenus sont privatisés.	27
Table 6 :	Matrice en cas d'internalisation du tout au sein de l'hôpital.....	29
Figure 10 :	Prototype de la solution testée au centre CURES.....	35
Figure 11 :	Types de prestataires de soins au Cameroun (source: Yves Bertrand Djouda Feudjio).....	39
Figure 12 :	Structure hiérarchique du système de santé Camerounais (source: Yves Bertrand Djouda Feudjio).....	40

1 Description du projet

1.1 But et résumé du projet

Le système de santé du Cameroun, représentatif d'une grande partie des pays en voie de développement, souffre lourdement du manque de fiabilité du réseau et des infrastructures électriques. Le projet présenté dans ce rapport se propose ainsi d'étudier un système d'approvisionnement de secours et de stabilisation de l'électricité dans les hôpitaux de districts.

Ce projet consiste à élaborer une technologie appropriée au contexte local ainsi que des modèles d'affaires basés sur l'entrepreneuriat plutôt que l'aide humanitaire sous forme de don pour le déploiement, la maintenance et l'exploitation durable des installations dans les hôpitaux. Il est envisagé que les résultats soient applicables à d'autres types d'organisations ou d'entreprises souffrant des mêmes lacunes du réseau primaire. Ce projet est le fruit d'une collaboration entre le Centre Coopération & Développement (CODEV) de l'EPFL, le Laboratoire d'Analyse des Politiques Sociales, de la Santé et du Développement (LAPSSAD) de l'Université de Lausanne (UNIL) et le département de Stratégie de HEC à l'UNIL

Le Cameroun est considéré comme marché pilote pour une solution qui réponde à un besoin plus global. Le projet profitera des infrastructures d'un laboratoire conjoint entre l'EPFL et l'Ecole Polytechnique de Yaoundé dont le champ d'études est précisément l'électricité dans les hôpitaux. L'EPFL a envoyé début 2013 un de ses employés s'établir au Cameroun pour coordonner la création du centre CURES¹ à Yaoundé – ce qui permettait d'assurer un lien permanent entre les deux continents. Le projet CROSS est à vrai dire le premier projet de ce centre CURES et a permis d'y démarrer les premières activités de recherche.

1.2 Démarche et méthodologie

Les particularités du projet, notamment le fait de travailler aussi bien avec des aspects techniques que des aspects de management et de culture locale, ont conduit au choix d'une approche interdisciplinaire. En effet, de nombreuses études sur le développement en Afrique montre que les problèmes tels que celui de la sécurisation de l'approvisionnement électrique en Afrique résultent non seulement d'un manque de technologie, mais également et parfois surtout de problèmes de structure organisationnelle et de gestion ainsi que d'une prise en compte limitée de la réalité socioculturelle locale.

¹ Centre Universitaire de Recherche sur l'Energie pour la Santé (<http://www.energie-cures.org>).

Pour cette raison, le projet allie des ingénieurs (EPFL et CURES), des chercheurs en gestion (UNIL-HEC) ainsi que des chercheurs en sociologie (UNIL-SSP). En intégrant ces trois perspectives, nous espérons pouvoir mieux cerner les contributions possibles ainsi que les limites des apports de chaque perspective. De plus, il s'agit également de mieux comprendre comment les contributions des différents domaines peuvent se soutenir réciproquement lors de la mise en œuvre des solutions proposées.

Cette importance d'une bonne compréhension du contexte institutionnel, économique, et socioculturel de la région a de plus poussé les responsables du projet à chercher une collaboration active avec des chercheurs du Cameroun. Ainsi, une grande partie du développement technique a été confié à un ingénieur du Cameroun qui a conduit des audits d'hôpitaux au Cameroun et travaillé au développement d'une solution au Cameroun ainsi qu'à l'EPFL lors d'un séjour de 3 mois. Pour l'aspect économique et entrepreneurial, un mandat d'expertise a été confié à une entreprise locale avec pour mission d'identifier les caractéristiques essentielles du contexte camerounais ainsi que les soutiens privés et publics pour le démarrage d'une entreprise telle que prévue par le projet dans le domaine de la sécurisation de l'alimentation électrique dans le domaine de la santé. Pour l'aspect socio-institutionnel, un chercheur de l'Université de Yaoundé I a reçu mandat de décrire le contexte du système sanitaire camerounais, afin de bien comprendre non seulement le fonctionnement interne des hôpitaux de district, mais également leurs liens formels et informels avec les Ministères concernés, les autorités locales et la société civile.

Cette multitude d'acteurs de disciplines diverses et localisés sur deux continents a impliqué un déroulement de projet spécifique. La première étape a consisté en l'audit détaillé, technique et organisationnel, d'une sélection de 4 hôpitaux de districts dans différentes régions du pays. En parallèle, un appel d'offre a été lancé pour trouver les 2 mandataires pour les études économiques et sociologiques.

Les résultats des audits ont ensuite permis de développer la solution technique pendant que les premières réflexions sur les différents modèles d'affaires possibles pour le développement d'une entreprise au service de la sécurisation électrique des hôpitaux étaient menées. De plus, au travers de workshop et de séances de brainstorming, un premier arbre à problèmes (et son pendant, l'arbre à solution) a pu être développé en Suisse. Un séminaire a été organisé en juillet à l'EPFL, réunissant des personnes d'ONG, d'universités et de compagnies qui ont eu des projets relatifs à la problématique de l'accès à l'énergie électrique dans les hôpitaux des pays pauvres². Les résultats des audits CROSS ont été présentés lors de ce séminaire qui a permis de mettre l'accent sur les problèmes techniques typiques, mais aussi et surtout les problèmes de compétences, de différences culturelles, d'organisation, de modèles d'affaire, etc. Un focus groupe fut ensuite organisé au Cameroun avec les mandataires ainsi que des représentants d'entreprises et d'hôpitaux pour critiquer et affiner l'arbre à problème et les possibles solutions envisagées.

² <http://actu.epfl.ch/news/rencontre-essentialtech-4>

Finalement, les rapports finaux des mandataires et les retours des discussions et workshop au Cameroun ont permis la rédaction de ce rapport et des recommandations pour la suite du projet.

Tout au long du processus, des séances de coordination ont été organisées entre les partenaires de l'UNIL et de l'EPFL, avec l'inclusion par skype du collaborateur de Yaoundé lorsque cela était nécessaire.



Figure 1 : Séances de travail et workshop à Yaoundé avec des entrepreneurs, ingénieurs, médecins, sociologues, etc.

1.3 Résultats

La méthodologie choisie a permis de mettre en lumière qu'une solution technique est possible à condition d'opérer des changements organisationnels et stratégiques importants au sein des hôpitaux de district. Un prototype de la solution est actuellement

en test et ce rapport présente les éléments de réflexion concernant un possible modèle d'affaires autour de cette problématique.

Au-delà des résultats directs des recherches et de leur publication lors de la conférence UNESCO à l'EPFL en juin 2014, plusieurs contributions indirectes importantes sont à signaler. D'une part, le projet a contribué au renforcement des connaissances et des contacts pour le nouveau centre CURES à Yaoundé, issu du partenariat entre l'EPFL, l'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique de Yaoundé (ENSPY) et l'Ecole Polytechnique de Montréal, avec pour mission de développer la formation, la recherche et l'entrepreneuriat autour de la problématique de l'énergie dans les hôpitaux. D'autre part, les contacts entre l'UNIL et l'EPFL sur le thème de l'entrepreneuriat social se sont renforcés et d'autres collaborations sont envisagées, notamment pour la recherche de fonds pour la création d'un incubateur de jeunes sociétés toujours en lien avec la mission du centre CURES. Finalement, ce projet a permis de soumettre une proposition de formation à la KFPE³ sur les aspects de sécurité des réseaux électrique. Proposition qui a été acceptée à hauteur de 25'000 CHF et la formation aura lieu en fin d'année 2014.

³ <http://www.kfpe.ch/fundings/learning-events.php>

2 Article soumis pour la Conférence Tech4Dev (en anglais)

Ci-dessous, nous proposons de prendre l'article que nous avons soumis à la conférence UNESCO de juin 2014 à l'EPFL comme base de notre rapport. En effet, cet article contient les principales analyses et conclusions de notre projet de recherche (en anglais). Les chapitres suivants complèteront certains points avec davantage de détails ou avec des informations rassemblées après le délai de soumission de l'article.

2.1 Introduction and Purpose

While health technologies have shown constant improvements in industrialized countries, developing countries are not yet able to benefit fully from this evolution. Among others, unstable power supplies, inappropriate technologies, and lack of maintenance cause many electric medical devices to malfunction (see e.g., Adair-Rohani et al. 2013). Regarding power supply in particular, regular blackouts cause frequent unavailability of medical devices and health services, while many devices are even damaged by electrical surges and transients. According to vast study based on data collected from 33 hospitals in 10 developing countries (cf. Malkin 2007), from a total of 975 pieces of broken equipment "*the most common single cause of failure was the power supply (29.9%)*", Therefore, the global slogan "Health for All in the Third Millennium" involves a reliable and sustainable electricity supply.

Despite this observation, most projects aiming at enhancing hospital infrastructure in developing countries have focused either on medical equipment or on providing some electricity generating systems for those *not* connected to the national electricity network. In the same vein, most of the few studies about electricity supply in Sub-Saharan hospitals focus on the number of hours with access to energy and do not deal with electricity quality and reliability. This is problematic as electricity supply failure impacts the sustainability and reliability of medical care and hence population health and well-being. This, in turn, indirectly impacts school attendance (and hence education level) as well as the national economy through the reduction of working population capacity.

In this paper, we consider the context in which electric medical equipment is used, that is, the technical and socio-economic characteristics of electricity supply within hospitals. We contend that a thorough understanding of this multi-dimensional context is a requirement for developing the power backup and electricity stabilization system necessary for high quality medical care.

From a technical perspective, we discuss a hospital-specific network design as well as device-specific electricity need across time. From a socio-economic perspective, we discuss the impact of organizational culture, hierarchy, and professional education on

the way technical equipment is installed, maintenance ensured, and supply failures addressed. Furthermore, we present preliminary reflections about solutions that would secure electric power in hospitals without necessarily increasing costs.

From an empirical perspective, our study focuses on district hospitals in Cameroon, a country that is often considered as “little Africa”, suggesting that solutions developed there might work, with some adaptations, to many other developing and emerging countries, especially sub-Saharan countries.

Chapter 2 presents the problem tree analysis method as a way to study complex issues and identify the core issue, its consequences, and its root causes. In chapter 3, we discuss the technical, respectively socio-economic factors impacting electric power in hospitals and then integrate them into a problem tree that highlights their complex interconnections, pointing toward some specific root causes that need to be tackled. In the conclusion, we sketch out potential solutions and discuss the limitations and further research.

2.2 Design and Methods

Due to the limited attention paid in the literature to the relations between technical and engineering dimensions electricity breakdowns on the one hand and socio-institutional, medical, and managerial ones on the other, a holistic approach of electricity failure requires (a) a thorough analysis of the existing technical situation in district hospitals, and (b) a participative approach involving local practitioners and scholars to better grasp the impact of the socio-institutional environment. Therefore, a multidisciplinary approach has been chosen to integrate insights from various disciplines in a single holistic framework, based on the problem tree analysis method [PTAM].

2.2.1 The Problem Tree Analysis Method

The PTAM is widely used by international development actors and represents an effective participatory tool to identify and structure problems faced by a community or an institution (e.g., Anyaegbunam et al. 2004; GTZ 1988, 1991). A main assumption underlying the PTAM is that the main issue is always interconnected with others issues. Through the PTAM, the causal links between these various issues are to be identified to (1) highlight the core problem, (2) define root causes to this problem, and (3) understand the multiple consequences of the problem. The causes are identified by asking the simple question 'Why does this problem occur?', while the effects stem from the question 'What does the problem lead to?'. As a result of this analysis, a kind of mind map which looks like a tree can be drawn. The main problem represents the trunk, the causes are illustrated through the roots and their multiple ramifications, and the consequences are found in the branches with numerous multiple ramifications. This presentation highlights the root causes that need to be addressed to obtain a more profound impact. To take into account as many related issues as possible, the PTAM ideally requires a participative approach. Brainstorming and a focus group often allow for the identification of 'hidden' issues and links.

2.2.2 Research Method

Following the PTAM, we conducted a three-step study of the quality and reliability of electricity supply in district hospitals in Cameroon. In the first step, information was gathered as regards technological and socio-institutional issues related to electricity supply in district hospitals. A Cameroonian engineer visited various district hospitals to analyze the situation as regards electric components, wiring, and management. The audit was conducted in four representative hospitals located in different regions of Cameroon (public and confessional): a district hospital based in an urban area, two district hospitals based in a rural area and a district hospital developing its activities with the help of international actors. These hospitals were selected because they all have enough electric equipment and electro-medical devices. They have between 70 and 120 beds, employ 40 to 90 people and receive patients from all social classes.

The study used an audit protocol inspired from tools developed by the USAID (2009) PoweringHealth initiative. We interviewed key actors such as directors, heads of service, doctors, mayors, nurses, and technicians. The questions asked referred to the exploitation and the management of the electric infrastructures, the equipment, the processes, the perceived quality of the electricity, and the impact of this quality. As no electric diagram was available, we also produced comprehensive electric schemas for all hospitals. In addition, two Cameroonian experts – an engineer from an energy-efficiency service company and a sociology professor – provided important background information through their analysis of the socio-institutional and managerial factors impacting electricity supply in district hospitals.

In the second step, meetings were organized with the research team as well as with external partners. In particular, a focus group was held in Yaoundé, involving various persons representing the medical staff, the Ministry of Public Health, foreign companies which install and insure the maintenance of medical equipment, and the staff in charge of electric installation in hospitals. As a result, a problem tree defining the main problem and proposing multiple root causes for the problem was drawn.

In the final stage, a tentative solution tree was developed that points to potential solutions for the main root causes of the problem. These solutions do not necessarily directly address the main problem (the trunk of the tree) but rather target root problems that will in turn impact the main issue.

2.3 Results

2.3.1 Characterization of Technical Problems

Quality of the electric installation

The first important observation is that nobody seems interested in the electricity flow from the delivery point in the hospital to the use point. If a lamp can be lit, electricity is considered to be present – regardless of its quality. When an electric extension has to be made, no consideration is given to the maximum load capacity of existing cables.

Consequently, 12 inappropriate extensions were followed by fires in the audited hospitals. 19 buildings out of 41 do not have earth connectors, 30% of plugs are not sealed to the wall, and 17 cables lack insulation. In addition, the main electrical panel and the different departures of 3 hospitals audited contain intermingled cables, making it very difficult to look for the causes of an electrical problem. 90% of the medical devices in the audited hospitals are connected to plugs by the intermediary of small ups or small voltage regulators, yet these devices are overloaded. They regularly break down and are not replaced until the financial service grants the necessary funds. Furthermore, the absence of an overall electric diagram of the installation does not allow for suitably balancing the loads between the phases in the case of an electric extension – sparks were observed on the principal departure of a phase in one of the hospitals audited because of an overload while the other two phases were almost unused. Finally, no protection against overvoltage has been observed in all these hospitals.

In addition to technical misconceptions, the technical staff seems to lack knowledge about the earthing system used. Safety devices such as circuit breakers are placed randomly and the lack of spare parts regularly forces the staff to short-circuit damaged circuit breakers – 7 such cases of short-circuiting circuit breakers have been observed, 2 of which involved general circuit breakers. As a consequence of these technical misconceptions and maintenance problems, medical devices as well as patients and staff are insufficiently protected against overloads, short circuits, and insulation defects.



Figure 2 : Inappropriate electrical wirings or unbalanced/overcharges phases are causing many fire in electrical installation like on the picture taken in one of the audited hospitals.

Quality of the Electric Power Provided and Consequences

The national Cameroonian electrical energy supply is insufficient and not reliable with recurring power cuts ranging from 1 hour to 3 days⁴. In all services audited, people complained about the frequent destruction of medical instruments because of bad electricity quality. 60% of the interviewees affirm that there is one power cut lasting from 10 minutes to 3 hours every day. Furthermore, each recovery of the supply network is followed by overvoltage responsible for 70% of device breakdowns. An anecdotic illustration of this recurring problem is the destruction of 50% of the electric equipment of one hospital visited due to overvoltage coming from the grid in 2011. At peak hours, the equipment, such as sterilizers, remains unavailable due to lack of energy, especially in rural areas, forcing the medical staff to use fire to sterilise equipment. Two hospitals which have mortuary refrigerators also complained about the putrefaction of bodies resulting from longer power cuts – a situation that disappoints many bereaved families.



Figure 3 : Small UPS (Uninterruptible Power Supplies) are frequently used to provide emergency power to a load when the http://en.wikipedia.org/wiki/Mains_electricity fails. Many of them are damaged by electrical surges like the one on the picture above.

Analysis of Energy Needs

Not only is the electrical energy supply insufficient and not reliable, it is also used without planning in the hospitals. The audit allowed for establishing a power budgeting of all devices, taking into account the coefficient of utilization and simultaneity. Among others, it is to be noted that in case of power cuts, only generators ensure electricity production, covering 69% of daily energy needs on average for the 4 hospitals.

Further, the consumption load of the radiology device is largely above the capacity of the generator (Figure 4). This overload causes additional voltage drops in the hospital and submits the generators to hard conditions eventually leading to damage. This is the case

⁴ <http://isnblog.ethz.ch/development/cameroon-electric-dreams-for-development-by-2035>

in three out of the four audited hospitals. Furthermore, the generator can function no more than an average of 10 hours per day due to the lack of fuel.



Figure 4 : Average generator power and loads during power cut [KW]

2.3.2 Socio-Institutional and Economic Factors Related to Hospital Electric Instability

The shortcomings mentioned above however cannot be explained merely from a technical perspective. They also result from a lack of interest shown by the hospital directors for the management and the maintenance of the electric infrastructure and equipment. There is no exploitation and/or maintenance plan and often, one single (unqualified) person is in charge of all the maintenance within the hospital – yet without any formal authority. Furthermore, there is a lack of financial resources and of spare parts. For instance, in one of the hospitals audited, the two motors of a Caterpillar generator offered by the Swiss army were destroyed because the oil was not replaced.

In the same vein, the absence of incentives as regards energy use can lead to an inefficient use of that energy. For instance, as the national grid electricity bill is paid directly by the Ministry of Public Health, there is no incentive to switch lights off during the day. As a result, external lights are systematically lit during the day in all hospitals audited. In the eventuality of power cuts, the hospitals however have to buy the fuel for the generator using funds from their own budget. The data collected during the audit allowed us to sketch the distribution of the annual energy budget, with the biggest part being paid directly by the Ministry (Figure 5).

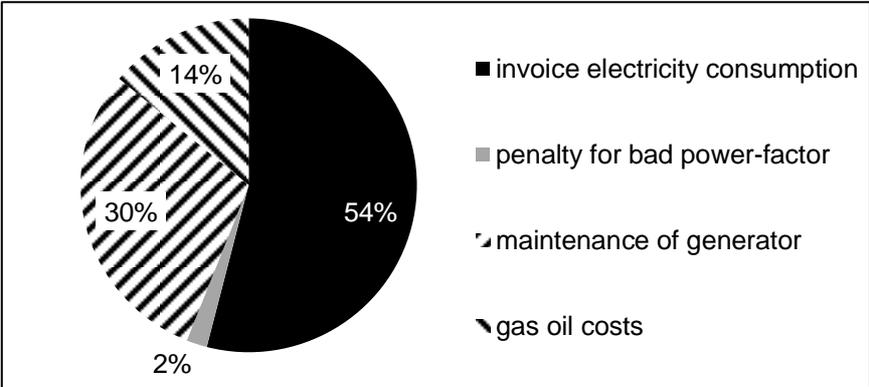


Figure 5 : Distribution of the annual energy budget (20 000 Euros)

By implementing adequate measures to monitor energy use coupled with some changes in equipment and process management, not only could medical equipment availability be improved but also energy use could be drastically reduced, leading to major savings for the hospitals. As regards the socio-institutional factors, multiple causes have been identified that contribute to the current deficiencies, but also show potential for developing novel solutions.

Such changes are however often difficult to implement as they go against established organizational structure and culture. As mentioned, technical issues are often considered as secondary by the top management and technical staff is limited to a (unqualified) minimum. Furthermore, the technician seems often disconnected from the rest of the hospital team, including administrative staff. His sphere of influence is therefore highly limited and he lacks the capacity to make appropriate decisions and to implement new routines and processes as regards the use of the hospital's electric installation. Further, the absence of an incentive scheme and of clear responsibility definition as regards energy use and installation maintenance is also valid for the entire administrative and medical staff. This leads to situations in which no organizational member feels responsible for the problem and, if one does, this person often lacks the capacities and authority to tackle the issue effectively. More broadly, the regional culture encourages people to avoid intervening on issues they are not fully sure to solve in order to avoid being held responsible for the problem. Finally, fatalism prevents pro-active 'insurrection' against specific dramatic problems; a rage that sometimes gives motivation to find new and innovative solutions.

In the broader context of the hospital, preliminary studies suggest that the government is willing to support SME and new initiatives – a factor that might be relevant to the potential solutions that will be discussed below. It is also noteworthy that patients often pay for additional services in hospitals – a point that might open an avenue for additional revenues in relation to additional, comfort-related electricity consumption (e.g., the use of light for comfort or of television in the patient rooms).

2.3.3 The Complex Problem Tree of Electric Instability within Hospitals

Causes

Figure 6 presents the problem tree resulting from the studies, brainstorming, and focus group. It shows that the core problem is the non-satisfactory coverage of electric power needs. While the different boxes of the figure have been addressed in the previous sections, a few important points as regards their interconnections deserve attention at this stage. First, there are some specific technological problems that need to be addressed as regards the conception and installation of electric equipment to ensure that electricity supply is sufficient in terms of quantity and quality.

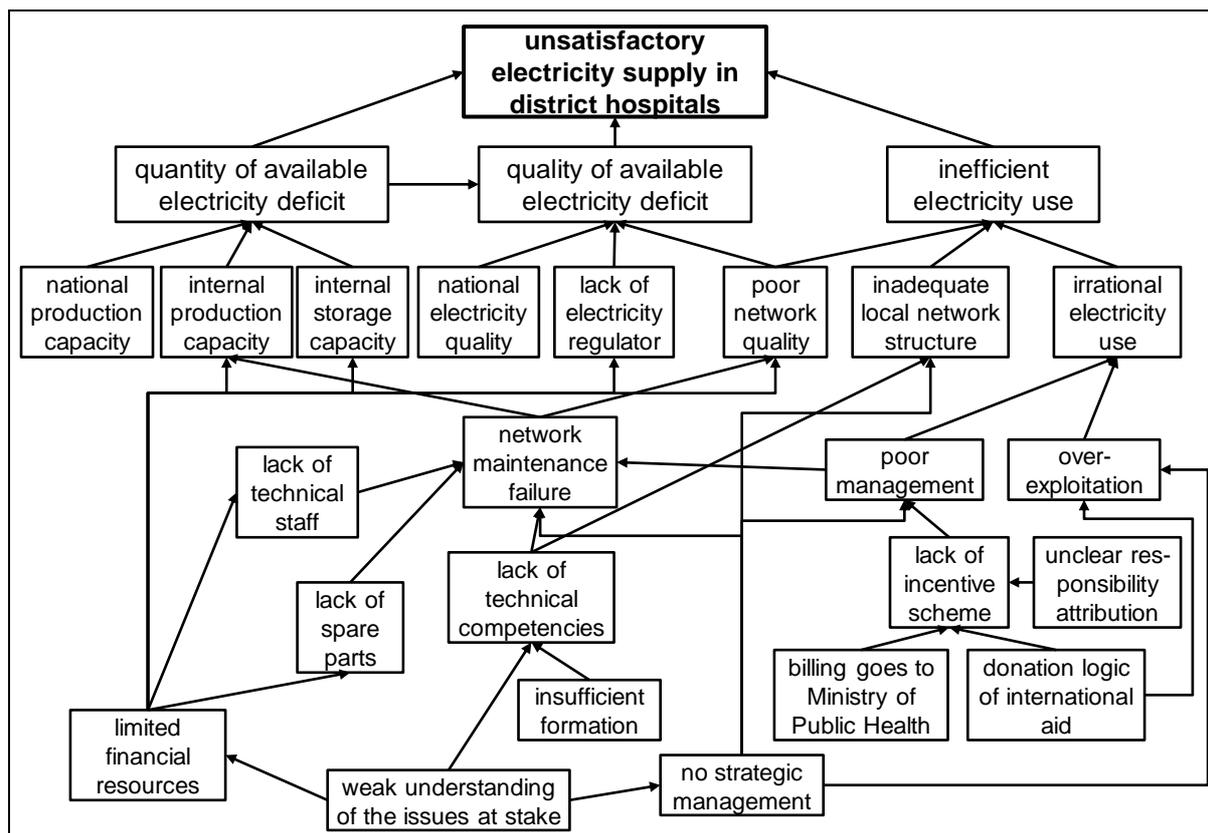


Figure 6 : Problem tree of the energy supply in district hospitals in Cameroon (bottom part)

However, the second observation is that there are various socio-institutional and managerial factors that lead to unsatisfactory energy supply and that interact with the technical dimensions. Among others, the absence of strategic planning as regards the importance of the various devices and the possibility to connect them simultaneously to the network compared to wire and generator capacity seem to play an important role. In the same vein, the absence of clear responsibility delegation (and corresponding capacity and authority to act) leads to an inefficient use of energy and to the absence of maintenance planning. In most structures, no plan, routine, or roadmap exists that would guide the medical and administrative staff in the way and priorities to use, connect, and switch on/off specific electric devices, especially in times of shortage.

At a more general level, education and vocational training programs might be lacking for the staff to acquire the required competencies. In addition, the donation logic prevailing within many public or private international organizations tends to prevent a systematic reflection about the total electric capacity of the hospital as well as about the development of incentives as regards the careful and parsimonious use of the devices. This contributes to the overexploitation of the electric capacity as well as to poor operational management – regularly leading to the breakdown of the sponsored devices.

2.3.4 Consequences

The main problem as regards electricity supply in Cameroonian district hospitals, identified as non-satisfactory coverage of electric power needs, has not only multiple

causes. It also impacts in various ways the processes and performance of the hospitals. This causes damage to medical devices such as radiography devices and the lack of light in operation rooms as well as in patients' rooms results in the impossibility to work at night but also an increase of mosquitos and hence of malaria risks. All these problems in turn decrease the quality and reliability of the services provided by hospitals. It might also discourage people from seeking medical help before their injury or illness becomes too severe to be treated (Figure 7).

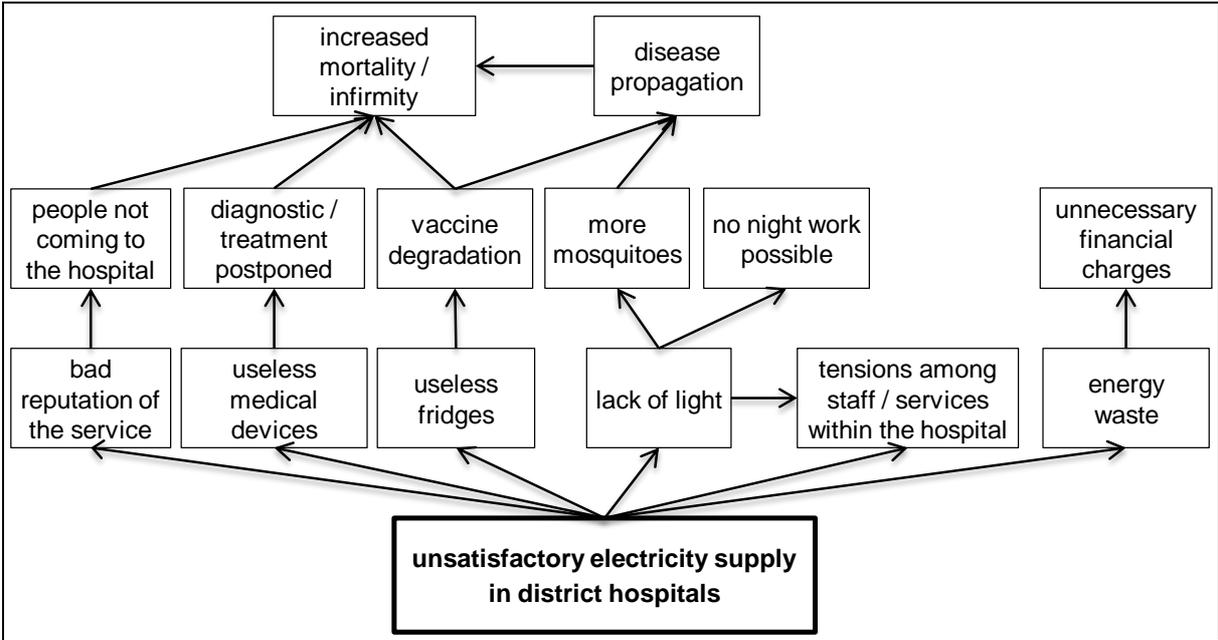


Figure 7 : Problem Tree – top part (consequences)

In addition, the non-satisfactory coverage of electric power needs might lead to tensions among the staff or between staff and patients resulting in reduced motivation and hence lower quality of the services provided. Finally, the inefficient use of energy leads to additional and unnecessary energy expenses – a situation especially problematic in a context in which financial resources are often lacking even for very basic medical care. Combined together, these consequences can lead to irremediable medical outcomes for patients and even to the loss of human lives, particularly in operating rooms and neonatal services, as well as the destruction and uselessness of reagents, vaccines, and blood banks if they cannot be refrigerated properly.

2.4 Conclusions and Solutions Perspectives

2.4.1 Core Issues and Potential Solutions

By combining technical and socio-institutional factors leading to unsatisfactory electricity supply in Cameroonian district hospitals, the problem tree developed in section 3 offers new insights pointing toward new potential solutions. Among others, it highlights that most of the roots also contain factors that relate to managerial and socio-

institutional dimensions. Consequently, the solution tree must include both technical and socio-institutional dimensions (see Figure 8).

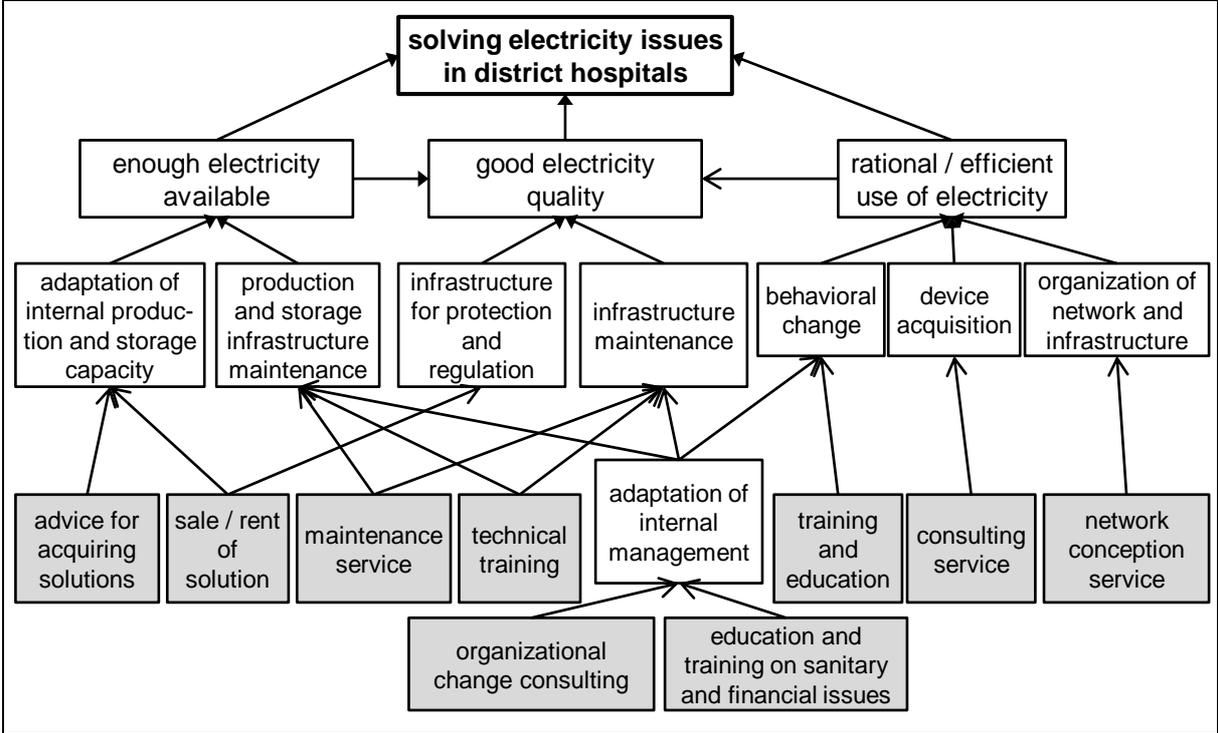


Figure 8 : Preliminary solution tree

Technical solution for an adequate power backup and electricity stabilization

The audit conducted enables us first to note that the energy supplied at off-peak hours could be stored in accumulator batteries and re-used at peak hours when the energy provided by the grid becomes insufficient. Second, in the case of a power cut all the hospital loads are supplied by a generator. In this situation the generators cover an average of 69% of daily energy needs for the hospital while being overloaded and at the risk of failure. The analysis also reveals that the energy available could be sufficient to ensure the vital services during a whole day if needed – with no overload and risk of failure – in the case of wise energy use. An analysis of the various electricity needs, worked out from a medical perspective developed in collaboration with all heads of services (26 Cameroonian doctors) and Dr. Beat Stoll⁵ allowed for the identification of 3 different types of load:

- *Vital load*: load on which any interruption can endanger a patient's life (e.g., oxygen machine);
- *Essential load*: charges on which interruptions make a diagnosis extremely difficult (e.g., radiology unit);
- *Useful load*: non-necessary load in the case of insufficient power (e.g., room ventilation during hot period).

⁵ Dr. Beat Stoll worked many years in Cameroonian hospitals and is among others Chief Medical Officer of the EssentialMed Foundation (<http://essentialmed.org>).

It is noteworthy that the prioritization of loads must take into account many local socio-cultural aspects. For example, a lamp in a room is perceived differently in an urban zone than in certain rural zones. In one of the rural hospitals audited, some nurses and doctors do not administer care in rooms that have no light. The reason lies in sorcery stories and malefic spirits which operate in the darkness and which would have been at the origin of certain patient deaths.

After having hierarchically arranged the hospital loads, we computed the daily average distribution of energy need according to each type of load (Table 1, column 1) and the corresponding required power at peak hours (column 2). Based on this, we propose to segment loads by linking the various medical needs to specific medical device technologies (column 4). We first distinguish between the useful loads, which do not need secured power, and the vital and essential loads which need secured power. Secured power is further subdivided into two subgroups: secured power without interruption (vital and essential loads supply without interruptions) and secured power which tolerates short interruptions while waiting for the generator to be started (vital and essential loads which tolerate short interruptions). The latter category includes for instance medication fridges that are vital yet have a thermic inertia and can hence withstand short power cuts.

Segmentation based on type of medical needs			Segmentation based on type of medical device technologies	
average daily needs	peak power	type of load	peak power	group of segmentation
35%	7,5 KW	vital	4 KW	secured, no interruption
			3,5 KW	secured, small interruption tolerable
47%	12 KW	essential	1 KW	secured, no interruption
			11 KW	secured, small interruption tolerable
18%	6 KW	useful	6 KW	non-secured power

Table 1 : Load segmentation according to the types of medical needs and the types of technologies

Considering the daily average need and the average peak power need for each type of load, the power of the generator is sufficient to supply a vital and essential load during an entire day at no overload and risk of failure. This excludes however the X-ray machine which must have its own power source to avoid overloading the generator. From a technical perspective, we obtained a refined segmentation by conciliating the medical needs according to the load types (columns 4 and 5).

The advantage of this solution is that, in the case of a crucial deficit of energy, for example a lack of fuel, the useful and/or the essential loads can be temporarily switched off. Following the same idea, separating load supply without interruption from loads, which tolerate short interruptions, allows for dimensioning the accumulator batteries

just for loads without interruptions. Further, the solution is designed to protect the secured loads from grid disturbances (overvoltage, voltage drops and harmonics) and to compensate for the short interruption on secured loads without interruptions until the generator is started. The solution (see Figure 9) is based on static technology of uninterruptible power supplies and more precisely on the online topology⁶, which has the advantages of being ideal for equipment that is very sensitive to power fluctuations and of being redundant.

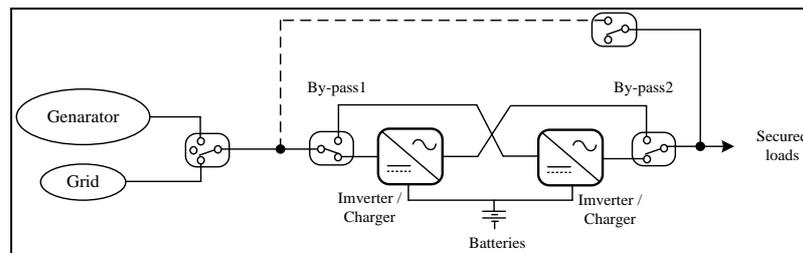


Figure 9 : Diagram of the proposed power backup and electricity stabilization

A frequent limitation of the durability of traditional power backup systems is the use of lead acid batteries that have a reduced lifespan in hot environments and/or when used with deep cycles. We have therefore chosen a particular technology of NiMH batteries⁷, which offer a longer lifespan than lead batteries in situations of high discharge, are resistant to temperatures up to 60°C, and do not produce explosive gas. While drastically increasing the quality and reliability of the power supply, the technical solution proposed however also implies changes as regards socio-institutional aspects of power management, discussed below.

Elements of socio-managerial solution for an adequate power backup and electricity stabilization

From a socio-economic perspective, the study points to the importance of adapting specific patterns, job descriptions, management strategies, as well as education and vocational training to ensure that all the roots of the problem are addressed in concerted ways and to prevent the failure of the implementation of the technical solution due to the non-adaptation of the organizational structures. For instance, the repartition of the devices into three categories - useful, essential, and vital - requires a strategic analysis of the needs and functioning of the services, an experienced engineer to design the corresponding electric network, and a skillful deployment of the wires. This in turn might require important investments in the education and training of technical staff, but also of the managerial and medical staff to correctly evaluate the various needs in the case of an energy breakdown. Managerial skills are also needed to plan maintenance, fuel stocks, and device replacement. More generally, changes in

⁶ See e.g., http://en.wikipedia.org/wiki/Uninterruptible_power_supply for an introduction

⁷ The specific solution was developed based on the work by the 'Distributed Electrical System Laboratory' (see <http://desl-pwrs.epfl.ch>).

incentive schemes can contribute to ensuring that all actors contribute to the quality, safety, and reliability of the electric network, both in normal and in grid failure conditions. Finally, awareness training might help actors understand the importance of reliable energy and consequently of parsimonious and well-planned use of it to reduce costs and increase stability. This in turn will impact the quality and reliability of the health care services provided.

These changes in institutional and organizational culture are important as regards the financial feasibility of the solution deployment. The solution proposed and its maintenance costs many tens of thousands of dollars. However, by implementing the structural and cultural changes, much of this money can be recuperated through energy cost savings of up to 20% as well as increased 'productivity' within the hospitals. In addition, as the solution prevents medical devices from being damaged, the cost of replacement for the medical devices can be drastically reduced. Finally, the solution ensures the continuity of medical care even in grid failure, allowing for additional patients to be treated and for increased staff motivation. These factors in turn might lead to increased reputation and again, additional patients.

From an entrepreneurial perspective, the additional income combined with adapted training lead to new opportunities to create service and consulting firms. These might offer services to hospitals such as conception, installation, and maintenance of the electrical network as well as power management and organizational change.

From a broader perspective, reflections are needed on the conditions set by international organizations donating medical devices to hospitals. A more thorough verification of hospital electricity capacity, but also of security devices to protect medical equipment from bad electricity quality – and if needed the donation of adapted devices to protect medical equipment – might contribute to increase the lifespan of these devices and so drastically increase their impact on the quality of hospital medical care.

2.4.2 Limitations and Further Studies

This study represents a preliminary work focused on four district hospitals and involving a limited number of stakeholders. Additional hospital audits and the inclusion of other stakeholders in the discussion of the problem tree and the solution tree might increase the reliability of the results and of the links identified. Measurement campaigns are also needed to gather data on power supply (power availability and power quality) and electricity need (power consumption dynamic profiles).

Furthermore, while the technical solution sketched out in this article is undergoing preliminary tests, the managerial and socio-institutional aspects need further study as regards the ways the proposed changes can be implemented so that they impact the quality and reliability of the health care services in the long run.

Despite the need for additional confirmatory studies, this article contributes to clarifying the relations between technical development and managerial challenges in the

deployment of solutions for the stabilization of energy supply in hospitals. As such, it points to innovative solutions to tackle unsatisfactory energy issues in district hospitals connected to the national grid by relating technical issues to specific socio-institutional and managerial aspects of hospital and energy management. It also challenges international aid agencies and NGOs to ensure that the hospitals receiving medical devices through their agencies have the technical and managerial capacities to ensure the proper electric resources and the maintenance of the devices.

3 Compléments à l'article

3.1 Détails de la solution technique

Le but du système développé est de protéger les équipements vitaux des hôpitaux des perturbations du réseau, de compenser les coupures de courant en attendant le démarrage des groupes électrogènes et de contrôler le démarrage automatique des groupes électrogènes tout en évitant des démarrages intempestifs en cas de microcoupures et baisses de tension.

Le système d'alimentation de secours et de stabilisation de l'électricité que nous proposons (voir Figure 9, p. 19) est basé sur une réserve d'énergie (batteries électrochimiques dans notre cas) et offre une isolation électrique contre les problèmes de l'alimentation ainsi qu'une régulation précise de la tension et de la fréquence de sortie, quelles que soient les conditions d'entrée. Ce système a l'avantage d'être redondant : si un onduleur/chargeur a un problème il reste un deuxième onduleur/chargeur configuré alors pour interagir directement avec le réseau principal grâce à un système de commutation automatique.

Une limitation fréquente de la durabilité des systèmes d'alimentation de secours traditionnels est l'utilisation de batteries au plomb qui ont une durée de vie réduite dans des environnements chauds et / ou lorsqu'elles sont utilisées avec des cycles profonds. Nous avons donc choisi une technologie particulière de batteries NiMH⁸, qui offrent une durée de vie plus longue que les batteries au plomb dans des situations de forte décharge telles que les alimentations de secours des hôpitaux qui requièrent de nombreux cycles profonds. De plus elles sont résistantes à des températures allant jusqu'à 60 °C, et ne produisent aucun gaz explosif.

La solution technique que nous proposons intègre une protection contre les surtensions et a une durée de vie estimée à au moins 10 ans. Le capital d'investissement de tous les composants du système a été calculé avec des réductions de 40% et 20% sur les prix publics obtenus auprès des fabricants, ce qui correspond au rabais typique des intégrateurs. Ces prix pouvant néanmoins fluctuer suite à plusieurs facteurs du marché, les coûts utilisés dans cette analyse n'ont par conséquent qu'une valeur indicative. Les frais d'installation sont estimés en fonction du nombre d'heure de travail et du coût horaire d'un technicien spécialisé au Cameroun. La maintenance préventive du système peut être assurée par le technicien de l'hôpital (après une formation) à condition qu'il obtienne un budget de maintenance mensuel. Le coût estimé de la maintenance curative sur 10 ans devrait couvrir les appareils endommagés. En effet, les 2 éléments principaux

⁸ La solution spécifique avec des batteries NiMH a été développée sur base sur des travaux menés par le laboratoire DESL de l'EPFL (<http://desl-pwrs.epfl.ch/>)

du système sont : les convertisseurs de puissance et les batteries. Les batteries NiMH que nous avons sélectionnées pour réaliser ce système ne nécessitent aucune maintenance, sont plus résistantes à la surcharge⁹ et ont une durée de vie estimée à plus de 10 ans. Seul un convertisseur de puissance sur deux est exposé aux perturbations du réseau. Si nous supposons que nous devons remplacer un convertisseur de puissance endommagé au courant des 10 ans de vie, alors le coût de remplacement est estimé à hauteur du prix de l'appareil et le coût des commissions en fonction du nombre d'heure d'intervention.

Le nombre et les caractéristiques des composants du système sont dimensionnés en fonction de la puissance totale des équipements essentiels à protéger. La puissance totale des équipements à protéger en fonction de chaque hôpital audité est donnée dans la Table 2, et une estimation du coût total de possession pour une installation typique de 5 KW et exploitation sur une durée de 10 ans est résumée dans la Table 3.

Hôpital	Puissance totale des équipements à protéger	Coût total (acquisition et exploitation) sur 10 ans
Hôpital de district situé en zone rurale	3 KW	CHF. 27'500.-
Hôpital de district situé en zone rurale et bénéficiant d'une aide internationale	4 KW	CHF. 37'000.-
Hôpital confessionnel	5 KW	CHF. 44'700.-
Hôpital de district situé en zone urbaine	5 KW	CHF. 44'700.-

Table 2 : Puissance totale des équipements à protéger en fonction de chaque hôpital

Paramètres		Nombre d'heure	Coût de la main d'œuvre (CHF) / h.	Coût mensuel (CHF)	Coût total sur dix ans (CHF)
Capital d'investissement		///	///	///	32'000
Frais d'installation		70h (10jours* 7h)	8	///	560
Frais de maintenance préventive du système		///	///	50	6'000
Frais de la maintenance curative prévisionnel du système	Coût de remplacement prévisionnel	///	///	///	6'000
	Coût des commissions	14h	10	///	140
				Total	44'700

Table 3 : Offre budgétaire indicative pour une installation typique de 5 KW et exploitation sur 10 ans

⁹ Alliance for Rural Electrification Renewable Energy House, Energy storage Campaign 2013

La solution proposée a été réalisée en laboratoire (pour une puissance d'1 kW) et est en phase de test. En parallèle, des mesures détaillées de la qualité de l'alimentation électrique dans les hôpitaux sont en cours à l'aide d'un analyseur de réseau. Cela fournira des données nécessaires à l'optimisation de la programmation du contrôleur du système qui vise à stabiliser la tension et fréquence pour les appareils critiques tout en gérant de manière optimale la réserve d'énergie.

En conclusion, nous pensons qu'une solution est envisageable pour améliorer de manière significative la qualité de l'alimentation électrique dans les hôpitaux, et ainsi la qualité des soins et la confiance des patients qui renoncent souvent à venir se faire soigner dans les hôpitaux. En égard aux factures d'électricité payées par le ministère (12'000 à 19'000 CHF. par année) ainsi que les coûts additionnels de diesel et de maintenance payés par les hôpitaux (5000 à 19'000 CHF. par année), le coût rapporté de la solution proposée, y compris les frais d'exploitation et de maintenance, ne représente pas plus de 14% des frais en énergie par année de l'hôpital. Nous pensons que ces frais peuvent être couverts par les économies d'énergies réalisables si les mesures adéquates sont prises.

3.2 Les ébauches de modèles d'affaires possibles

L'analyse par l'arbre à problème a montré le rôle central que joue la gestion du fonctionnement de l'hôpital pour contrôler la quantité d'énergie utilisée lors des coupures du réseau et pour l'attribuer aux appareils remplissant des fonctions vitales. De plus, un potentiel d'économie important existe pour autant qu'une culture organisationnelle soit mise en place qui encourage une utilisation efficiente de l'énergie dans l'hôpital. De tels changements nécessitent néanmoins une volonté claire au niveau de la direction pour implémenter les changements techniques nécessaires, pour sensibiliser le personnel, et pour développer, le cas échéant, les systèmes d'incitatifs nécessaires – ou tout du moins limiter les incitatifs opposés. On peut notamment observer, au sein des hôpitaux camerounais, une stricte séparation des rôles conduisant à un mépris, de la part du personnel médical et soignant, de tout ce qui concerne la technique. Ainsi, des problèmes mineurs ne sont souvent pas annoncés aux personnes compétentes à moins d'être directement nécessaires pour les tâches de la personne concernée.

Plusieurs réflexions ont été menées dans le cadre de ce projet, notamment basé sur les études mettant en avant le désir du gouvernement de soutenir la création de nouvelles entreprises, concernant la possibilité de créer une entité externe pour la stabilisation de l'alimentation électrique. Cette entité externe pourrait offrir des services de conseil technique (correction et développement du réseau électrique au sein de l'hôpital, gestion efficiente de l'énergie...) ainsi que des conseils au niveau de la structure organisationnelle et de la gestion quotidienne. Elle pourrait également faire elle-même le travail technique lorsque nécessaire. L'avantage d'une structure externe est le développement d'incitatifs (survie de l'entreprise) qui poussent l'organisation à assurer le succès des mesures proposées – indépendamment des logiques existantes au sein des

hôpitaux. De plus, cette structure externe pourrait également offrir ses services à d'autres administrations ou entreprises de la région qui doivent également gérer les coupures récurrentes d'électricité.

3.2.1 De multiples modèles et combinaisons possibles

De la perspective de l'équipe du projet, l'existence d'une entité externe offrirait l'avantage de pouvoir mieux contrôler la qualité et la formation des ingénieurs et techniciens impliqués dans la conception du réseau d'un hôpital et de son implémentation, par exemple au travers d'un système de licence lié à des contrôles stricts des connaissances et pratiques des employés de ces entreprises externes.

La création d'une structure externe exige néanmoins de pouvoir trouver un modèle d'affaires qui assure un financement à long terme pour l'entreprise sans créer nécessairement une dépendance de l'hôpital envers cet acteur. Plusieurs modèles ont été envisagés. En synthétisant les acteurs potentiellement impliqués ainsi que les sources de frais et de revenus principaux, le tableau ci-dessous (Table 4) met en lumière le nombre élevé de combinaisons possibles au niveau du modèle d'affaire. En effet, les différentes tâches peuvent toutes être confiées à différents acteurs suivant le modèle retenu, et ceci de manière (presque) indépendante les unes des autres.

A noter que la possibilité de financer les installations au travers de crédits carbone résultant de l'économie d'utilisation de gasoil pour les génératrices (nous avons vu qu'il y a un grand potentiel d'économie d'énergie possible) a été rapidement mise de côté. Cette source de revenus ne semble en effet plus réaliste actuellement car trop d'acteurs ont profité de ce système et les conditions cadres ont changé. Il n'en reste pas moins que l'économie d'énergie en soi représente une source de revenus qui peut être prise en considération.

3.2.2 Le cas extrême 1 : Privatisation maximale de la solution

Dans le cas d'une privatisation maximale de la démarche (Table 5), la diaspora pourrait par exemple financer la création d'une entreprise au travers d'achat d'actions de la nouvelle entité. Au contraire de la logique de don qui domine encore souvent les transferts de capitaux entre diaspora et pays d'origine, ce modèle aurait l'avantage de mettre une certaine pression, au travers de la diaspora, sur l'entreprise locale pour qu'elle assure sa pérennité, voire qu'elle permette un dividende minimal pour les investisseurs. Les installations techniques, coûteuses, seraient donc financées au travers de ce capital pour le premier hôpital, puis par les revenus de ce premier 'client' pour les suivants. Si ce modèle présente l'avantage d'éviter un recours à la logique du don, le long temps nécessaire pour le retour sur investissement dû aux coûts élevés de la solution retenue implique une croissance très lente, voire incertaine, du modèle.

	Don	Prêt	Investissement de la diaspora	Communauté locale	Ministère	Start-up ou PME	Hôpital	Bénéfice des 1 ^{ers} appareils	Bénéfice sur autres clients	ONG
Financement de la 1 ^e série d'installations	X	X	X	X	X	X	X			
Financement des suivantes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Propriétaire de l'installation		X (leasing)	X	X	X	X	X			
Maintenance				X	(X)	X	X			
Coûts d'exploitation				X	X	X	X			
Coûts de formation	X	X	X		X					X
Revenus : Vente de services supplémentaires aux patients, proches, et voisins			X	X	X	X	X			
Abonnement / taxe par heure d'utilisation / prepay			X			X				
Économie d'énergie			X	X	X	X	X			
autres institutions et PME				X		X	(X)			

Table 4 : Matrice des acteurs pouvant prendre en charge les différents coûts / revenus (un 'x' dans une case signifie que l'entité mentionné en tête de colonne assume les coûts / profite des revenus mentionné en tête de ligne)

Le fait que l'installation technique reste propriété de la start-up et non de l'hôpital crée un incitatif pour l'hôpital pour payer son dû à la start-up, sous peine de voir l'installation technique utilisée pour un autre client. Cela crée en même temps une dépendance financière et technique de l'hôpital envers un fournisseur sur le long terme – dépendance qui n'est pas forcément souhaitable. L'hôpital par contre profite des économies d'énergie liée à l'installation et à la meilleure gestion de l'énergie en général suite aux conseils prodigués par la start-up. Il peut également, suivant les situations, s'assurer un revenu annexe en 'vendant' son énergie de réserve dans les situations où il n'en a pas besoin directement lui-même. Néanmoins, ni la start-up (en cas de forfait payé de toute façon), ni l'hôpital (en cas de facturation séparée des prestations de gestion) n'ont d'incitatifs à poursuivre l'accompagnement de l'hôpital pour voir comment gagner en efficacité énergétique en améliorant la gestion de l'énergie.

Une variante de ce modèle serait de dire que l'hôpital ne paie plus lui-même ses frais d'énergie, mais verse uniquement un forfait à la start-up qui s'occupe dès lors non seulement de l'installation, mais également de la gestion quotidienne de l'énergie afin de minimiser les coûts. Le forfait serait en effet indépendant de la consommation de l'hôpital. Dans ce cas, l'hôpital bénéficie directement de la solution en payant un forfait inférieur au total des dépenses d'énergies payées les années précédentes. La start-up profiterait directement de toute réduction de coûts liée à son intervention dans l'hôpital, mais devrait néanmoins trouver un moyen pour inciter le personnel à faire les économies souhaitées quand bien même les bénéfices de ces économies ne reviendraient pas à l'hôpital.

Dans les deux variantes du modèle avec start-up, la plus grande économie potentielle de coûts n'est néanmoins pas prise en compte. En effet, les coûts principaux découlent souvent du besoin de remplacer prématurément (parfois dans l'année de leur installation) des appareils médicaux coûteux qui ont été endommagés par des perturbations dans la qualité de l'électricité.

	Don	Prêt	Investissement de la diaspora	Communauté locale	Ministère	Start-up ou PME	Hôpital	Bénéfice des 1 ^{ers} appareils	Bénéfice sur autres clients	ONG
Financement de la 1 ^e série d'installations			X							
Financement des suivantes								X		
Propriétaire de l'installation						X				
Maintenance						X				
Coûts d'exploitation						X				
Coûts de formation			X							
Revenus : Vente de services supplémentaires aux patients, aux proches, aux voisins							X			
Abonnement / taxe par heure d'utilisation / prepay						X				
Économie d'énergie							X			
autres institutions et PME				X		X				

Table 5 : Matrice de la solution où un maximum des charges et revenus sont privatisés.

3.2.3 Le cas extrême 2 : Inclusion maximale dans les structures existantes

A l'opposé du modèle de privatisation, la Table 6 présente la situation où aucune start-up n'est créée. A ce moment-là, CURES formerait directement les techniciens d'hôpital existants pour leur donner les outils. L'hôpital devrait dans ce cas investir directement (ou via le Ministère de la Santé) dans des installations coûteuses au démarrage, mais profitera rapidement des baisses de coûts d'énergies (gasoil) lors des coupures, de toute économie d'énergie dû à une gestion plus efficace, et surtout de la diminution des pannes des appareils médicaux dû à une électricité de meilleure qualité. Cette diminution des pannes n'implique pas seulement une diminution des coûts de réparation ou de remplacement. Elle signifie également une plus grande disponibilité des appareils médicaux, ce qui permet de traiter davantage de patients par jour, augmentant ainsi les revenus ainsi que la réputation de l'institution – ce qui, à son tour, augmente le nombre de patients qui viennent (et paient) pour se faire soigner.

L'importance d'une électricité d'excellente qualité pour la 'survie' des appareils médicaux ouvre finalement une réflexion sur les politiques de dons des diverses organisations gouvernementales ou non-gouvernementales dans le domaine médicale. Les diverses estimations offertes par la littérature ainsi que nos propres audits montrent l'importance de mieux s'assurer de la qualité du réseau électrique avant de fournir un appareil médical à une institution. A quoi bon offrir un appareil s'il sera hors service dans les mois qui suivent parce que l'hôpital n'avait pas l'énergie nécessaire pour le faire fonctionner correctement ou a subi une surtension venue du réseau ? Ne vaudrait-il pas mieux, à partir de là, offrir moins d'appareils médicaux dans un premier temps, mais financer en parallèle une analyse du réseau de l'hôpital ainsi que les installations nécessaires pour stabiliser et sécuriser le réseau afin d'assurer le fonctionnement à long terme des appareils offerts ? Cela permettrait, dans un deuxième temps, d'offrir des appareils à de nouveaux hôpitaux pas encore équipés plutôt que de devoir remplacer les appareils offerts à des hôpitaux aux installations électriques déficientes. Si certaines ONG commencent à raisonner de la sorte (cf. GIZ), un tel changement implique néanmoins, probablement, également l'éducation de tous les donateurs de ces ONG qui devront accepter de voir, dans le rapport annuel de leur ONG, qu'avec le même budget l'ONG n'a pas offert autant d'équipement que les années précédentes...

	Don	Prêt	Investissement de la diaspora	Communauté locale	Ministère	Start-up ou PME	Hôpital	Bénéfice des 1 ^{ers} appareils	Bénéfice sur autres clients	ONG
Financement de 1 ^{er} série d'installations					X					
Financement des suivantes					X					
Propriétaire de l'installation							X			
Maintenance							X			
Coûts d'exploitation							X			
Coûts de formation					X					
Revenus : Vente de services supplémentaires aux patients, aux proches, aux voisins							X			
Abonnement / taxe par heure d'utilisation / prepay										
Économie d'énergie							X			
autres institutions et PME										

Table 6 : Matrice en cas d'internalisation du tout au sein de l'hôpital

4 Suite du projet

4.1 Au niveau technique

4.1.1 Formation en Audits énergétiques et projets d'études CURES

En mars 2014, une formation sur les audits énergétiques a eu lieu au CURES, suite à ce que le centre ait fait l'acquisition dans le cadre du projet CROSS d'un analyseur de réseau *PQ-Box 100 Expert* de la compagnie A. Eberle GmbH¹⁰. Le formateur de A-Eberle, M. Hervé Mougeot, a donné un cours de 4 jours à une quinzaine de personnes, dont les étudiants, le personnel CURES, des enseignants ENSPY et des représentants d'entreprises Camerounaises avec qui le centre CURES collabore.

En Février 2014, deux mémoires de fin d'études de l'ENSPY au sein du CURES ont été lancés avec pour titre "Audit énergétique : Analyse des perturbations d'origine électrique et des profils dynamiques des consommations sur les réseaux des hôpitaux de district". Ce projet a pour but de mettre en place les outils et compétences nécessaires à des mesures de qualité et disponibilité de l'énergie électrique dans les hôpitaux, un prérequis nécessaire à la stratégie de recherche globale du centre CURES et au développement de toute solution. Les deux étudiants ont commencé par une étude bibliographique. Après la formation susmentionnée, les étudiants ont préparé leur protocole d'audit pour deux hôpitaux de district. Les audits ont lieu durant le mois d'avril 2014. L'analyse des résultats aura lieu en mai et le rendu des mémoires en juin 2014.

4.1.2 Formation sur la sécurité et fiabilité des réseaux électriques

Grace à un financement obtenu auprès de la KFPE (Commission suisse pour le partenariat scientifique avec les pays en développement), le centre CURES va organiser en octobre 2014 une formation sur la conception, la maintenance et la sécurité des réseaux électriques¹¹. Cette formation a été identifiée au cours du projet CROSS comme l'un des premiers besoins au niveau du développement des compétences locales puisque

¹⁰ Cf. <http://www.a-eberle.de/en/power-quality/mobile-komponente/pq-box-100.html>

¹¹ Le résumé du projet soumis à la KFPE en anglais :

Most projects addressing the issues related to access to energy in developing countries involve the design and implementation of electrical systems. However, electrical engineers in these countries have very low knowledge of issues such as electrical hazards or existing safety equipment and procedures. In addition, they work on systems to be installed on top of the very precarious and unsecure existing infrastructures, or connected to highly unreliable energy supplies. Therefore the proposed learning event is considered a crucial prerequisite for any engineer who has to design, implement, operate or maintain electrical systems in developing countries. The course will address specific research approaches, the electrical hazards, the safety standards and best practices, the design of protection devices and schemes as well as the procedures and services required for ensuring safe and reliable electrical installations. This learning event will increase capacities and independence of researchers in the field of electrical production, supply and storage from developing countries, in particular in Cameroon and bordering countries.

une grande partie du problème provient de la mauvaise qualité des réseaux électriques, souvent instables, défectueux et dangereux, et de l'incapacité des techniciens et ingénieurs à les améliorer ou les réparer convenablement. De plus, les travaux de recherche prévus sur des solutions d'amélioration de l'alimentation électrique requièrent que les étudiants et ingénieurs concernés acquièrent en premier lieu des notions et pratiques relatives à la sécurité des installations électriques.

4.1.3 Sujet de doctorat CURES

En vue d'améliorer la solution technique proposée à l'issue du projet CROSS en 2013, le projet de thèse vise à évaluer plusieurs technologies (onduleurs, régulateur de tension, etc.) plus adaptées ou moins chères. Le but est ensuite de réaliser un système de contrôle dynamique permettant de stabiliser la tension d'alimentation du micro-réseau de l'hôpital en fonction de la tension du réseau électrique public, de la puissance du groupe de secours, de la capacité de production et stockage local et des profils de charge dynamiques. Ceci inclut la gestion en cas de coupures d'électricité du réseau électrique public afin de garantir l'alimentation électriques des charges vitales au sein des hôpitaux. Ce projet de thèse débouchera également sur des recommandations pour l'amélioration des infrastructures électriques (séparation des groupes, équilibrage des phases, filtre sur l'alimentation principale, etc.) et de modification des processus (utilisation et maintenance des équipements, sensibilisation des consommateurs, mise en place d'une stratégie de suivi de l'application des normes d'électricité de base dans l'installation électrique des hôpitaux de district du Cameroun etc.).

4.2 Au niveau de la gestion

4.2.1 Limites de la formulation théorique d'un modèle d'affaires

Le projet a montré qu'il n'est pas possible pour une équipe externe – qui plus est une équipe d'une autre culture – de proposer un modèle d'affaires 'clés en main'. En effet, de nombreux paramètres vont finalement dépendre de l'entrepreneur qui décidera de se lancer concrètement dans l'aventure, de sa personnalité, des compétences, relations et envies. Suivant son profil qui peut être orienté davantage technique, ingénierie ou gestion, les parties qu'il reprendra dans sa start-up (et celle qu'il laissera à d'autres acteurs existants ou à développer) ne seront pas les mêmes. Ce raisonnement vaut également pour les relations que cette personne pourrait avoir avec les directions et membres de l'administration qui peuvent influencer le type de produit qu'il propose en fonction de sa clientèle première.

Malgré ces limites dans notre développement théorique, plusieurs conclusions peuvent être tirées qui ne sont pas sans conséquences pour la création d'une entreprise de conseil en gestion énergétique. On développera ici le rôle de l'hôpital, l'existence d'un marché pour des consultants et ingénieurs, et l'importance de la formation.

4.2.2 Le rôle central de l'hôpital

Le développement des modèles d'affaires potentiels (cf. ch. 3.2) a montré que de nombreuses pistes de financement sont envisageables. Néanmoins, les différents rapports techniques et surtout socio-institutionnels mettent en avant la nécessité de collaborer étroitement avec la direction et le personnel de l'hôpital pour que l'implémentation de la solution technique soit complétée par les changements de structure et de culture organisationnelles nécessaires qui seuls peuvent garantir l'utilisation optimale des ressources matérielles et énergétiques. La solution technique doit donc également servir de prétexte et être utilisée comme moyen pour apporter des changements organisationnels et culturels au niveau de l'organisation.

Cette observation remet en question les modèles basés principalement sur des interventions d'entreprises externes pour l'ensemble des tâches prévues. Bien que de nombreuses parties du processus puissent être confiées à une entreprise externe (p.ex. les tâches d'ingénieur électricien ou simplement d'électricien), le pilotage du processus dans son ensemble ne peut être garanti que par la direction et le personnel de l'hôpital qui doivent gérer au quotidien les questions d'énergies et de coupures de courant.

Divers organes peuvent néanmoins contribuer à inciter la direction de l'hôpital dans une telle voie. Premièrement, l'étude socio-institutionnelle a mis en avant le rôle des comités de gouvernance et de contrôle autour des hôpitaux de districts qui, suivant les régions, peuvent avoir une certaine influence sur la bonne marche de celui-ci. Deuxièmement, le ministère de la santé joue un rôle important vu qu'il paie lui-même la facture d'électricité du réseau national des hôpitaux publics et pourrait économiser des sommes importantes en cas de changements dans les pratiques énergétiques des hôpitaux. Finalement, le Ministère de la santé ainsi que les organisations publiques et privées d'aide au développement qui offrent ou financent des appareils médicaux peuvent également inciter les hôpitaux à revoir leur stratégie de gestion électrique en conditionnant par exemple le financement de nouveaux équipements médicaux électriques à la révision et la sécurisation du réseau électrique de l'hôpital.

Deux incitatifs financiers semblent ainsi être centraux dans ce processus. D'une part, le potentiel d'économie important au niveau de la facture d'électricité (tant la facture du réseau que les facteurs de gasoil pour la génératrice en cas de panne) et d'autre part les coûts épargnés en réparation et remplacement d'appareils médicaux détruits par des anomalies dans le réseau électrique interne ou national.

4.2.3 Un marché pour des conseillers et ingénieurs

Au-delà d'un investissement direct et important de la direction et du personnel hospitalier pour assurer une implémentation holistique de la solution, il reste de la marge pour plusieurs entreprises locales. Trois segments spécifiques peuvent être envisagés : le développement du réseau, l'installation électrique, et le conseil en gestion énergétique.

Tout d'abord, des ingénieurs (et donc par exemple des bureaux d'ingénieurs) sont nécessaires pour faire un audit du réseau électrique existant au sein de l'hôpital, estimer les besoins, catégoriser les appareils en fonction du type d'énergie nécessaire (cf. Table 1), et dessiner un schéma électrique correspondant à ces critères et assurant une électricité stable et sécurisée. Intégrés à un tel business ou de manière autonome, des techniciens électriciens capables de mettre en place le schéma conçu sont ensuite nécessaires. Si le technicien de l'hôpital peut certainement assurer une partie importante de la maintenance et des réparations mineures, il semble que la mise en place du réseau complet nécessite l'intervention d'un électricien spécialement formé à cet effet.

Finalement, la gestion efficiente de l'énergie disponible (sur réseau ou sur génératrice) requiert des compétences en gestion énergétique et en changement organisationnel qui peuvent être transmises par une entreprise de conseil et de coaching. Au-delà des solutions techniques proposées, il s'agit de concevoir et d'implémenter des routines pour l'utilisation quotidienne de l'électricité. Que ce soit pour l'économie d'énergie utilisée de manière inutile (éclairage extérieur en plein jour) ou pour une gestion équilibrée qui évite les pics de consommation pour bénéficier de tarifs inférieurs du réseau et éviter des surcharges de la génératrice lors des pannes réseaux. Cela peut impliquer la définition de priorité ou de non-utilisation parallèle d'appareils spécialement énergivores. Par exemple, l'appareil de radiologie ne devrait pas être utilisé lors des pannes de courant à moins qu'il ne bénéficie d'un condensateur qui évite un pic de demande. De même, certains équipements devraient être enclenchés de manières différenciées pour éviter des surcharges.

De manière générale, il nous est apparu que la notion « d'entreprise sociale », bien qu'actuellement en vogue en Occident, semble ne pas être spécialement appropriée pour notre projet. Il nous semble que toute entreprise contribuant à une amélioration de la stabilité du réseau électrique des hôpitaux est une entreprise qui peut être considérée comme sociale. Ceci est d'autant plus vrai pour la grande majorité des entreprises camerounaises qui restent largement ancrées dans leur tissu social local. Le concept d'entreprise sociale reste par contre d'actualité lorsqu'il s'agit de contacter des bailleurs de fonds occidentaux, que ce soit pour l'accès aux capitaux (sous forme de prêts conditionnels) ou pour des mandats spécifiques (rémunérés par des organisations ou programmes de développement).

4.2.4 En conclusion : Un besoin de formation et des hôpitaux engagés

En conclusion, il semble qu'il n'y ait pas de solution unique parfaite. Si les solutions purement en interne peuvent manquer d'incitatifs par rapport à des modèles entrepreneuriaux inspirés de l'économie de marché, il semble difficile de trouver un modèle de relations entreprise-client optimal entre l'hôpital et un partenaire externe. Les différents modèles évoqués comportent tous un risque que soit l'hôpital soit le partenaire externe manque d'incitatif sur le long terme.

De plus, il est évident pour toute l'équipe de recherche que nous ne pouvons pas fournir 'clé en main' un modèle d'affaire à reprendre par un Camerounais motivé. Nous sommes persuadés que les diverses conclusions des rapports fournis dans le cadre de ce projet représentent des pistes importantes pour qui veut se lancer dans une des entreprises mentionnées en 4.2.3. La forme exacte de l'entreprise, le modèle d'affaires et le plan financier définitifs dépendront par contre de l'entrepreneur, de son domaine de spécialisation et de sa manière de concevoir le business. Nous espérons que des Camerounais oseront l'aventure !

Les expertises des membres de l'équipe de recherche peuvent par contre être utiles au niveau de la formation. Comme le montre le paragraphe précédent, des nombreux besoins en formation résultent de ces observations. D'une part, des formations d'ingénieurs et de technicien qui se focalisent sur les questions d'énergie de la santé et ses spécificités sont nécessaires. De plus, des formations davantage orientées gestion et changement organisationnel peuvent compléter l'offre en s'adressant soit à des consultants ou directement à la direction et au 'département technique' (souvent constitué d'une seule personne) des hôpitaux.

5 Résultats du projet

5.1 Publications

- **Article** accepté pour présentation à la conférence 2014 de la chaire UNESCO de l'EPFL : Technologies for Development : What is Essential ? L'article sera présenté conjointement par Michaël Gonin (UNIL, HEC-SSP) et Guy Ngounou (YNSP Yaoundé).
- Potentiellement un **2e article** notamment pour valoriser l'excellent rapport de notre mandataire Yves Bertrand Djouda Feudjio sur le contexte socio-institutionnel.

5.2 Solution technique

- **Prototype** de la solution technique en test à Yaoundé (Figure 10) et **offre budgétaire** pour une installation similaire dans les quatre hôpitaux audités, applicable à la majorité des hôpitaux de district du pays.
- 2 mémoires de fin d'études au CURES actuellement en cours ont été initiés dans le cadre du projet CROSS



Figure 10 : Prototype de la solution testée au centre CURES

5.3 Dépôts de projets / recherche de financement

- Dépôt de projet auprès de la KFPE (Commission suisse pour le partenariat scientifique avec les pays en développement) pour la mise sur pied d'une formation sur la conception, la maintenance et la sécurité des réseaux électrique. **Un financement de 25'000 CHF. a été accordé** pour mettre en place cette formation prévue en octobre 2014 au CURES à Yaoundé.
- Soumission de projet auprès de EOS Holding pour le financement d'une thèse doctorale à l'EPFL et d'une thèse doctorale à l'ENSPY sur la problématique du projet CROSS, budget de 480'000 CHF sur 3.5 ans. **La soumission a été refusée.**
- Dépôt de projets auprès de la société SGS (Société Générale de Surveillance) pour le financement d'une thèse dans le domaine de l'efficacité énergétique (budget de 70'000 CHF. sur 3,5 ans) et de création d'une entreprise de service dans le même domaine (budget de 60'000 CHF.). Cette demande est en attente de réponse.

5.4 Développement d'une collaboration UNIL-EPFL autour de l'entrepreneuriat

- **Réflexions en cours pour faire évoluer la recherche sur les modèles d'affaire appropriés** et le lancement d'une entreprise / organisation gérant et vivant du projet (probablement en partenariat EPFL-HEC-secteur privé).
- Concept de concours et coaching pour des entrepreneurs locaux, dont l'organisation et le financement restent à développer.
- Un **cours SHS** fut enseigné aux 3e BA au printemps 2014 (Technologies et Entrepreneurship Social) intégrant le projet CROSS comme exemple pratique
- Diverses **collaborations UNIL-EPFL** ainsi que **CDH-CODEV** sur des sous-projets

6 Annexes

6.1 Synthèse du rapport Manilec sur le contexte économique et entrepreneurial

L'entreprise Manilec, et spécialement son directeur Daniel Claude Wang Sonné, a rédigé un rapport sur le contexte économique et entrepreneurial du Cameroun en lien avec le projet. Le rapport a été rendu en 2 documents, à fin novembre et fin janvier. Le premier rapport résume principalement les formes juridiques ainsi que le cadre légal et fiscal par rapport aux entreprises. Les points suivants peuvent être relevés de ce rapport :

- Le Cameroun est classé très bas au niveau mondial concernant la possibilité de développer une entreprise dans le pays (classement « doing business » de la Banque Mondiale). Manilec note entre autres qu'il faut 4 procédures et 64 jours pour obtenir un raccordement électrique.
- Le gouvernement désire néanmoins faciliter la création de petites et de très petites entreprises, notamment en rédigeant un guide de création et instaurant des Centres de Formalités de Création des Entreprises (CFCE) qui permettent de regrouper en un lieu tous les offices nécessaires pour créer et enregistrer une entreprise et ainsi faire passer de 15 à 3 jours le temps nécessaire pour créer une entreprise au niveau administratif. De plus, ces centres doivent servir de plateforme de réflexion, de suivi et de recherche pour constamment améliorer les conditions cadres pour la création d'entreprises
- Le rapport présente succinctement les différentes formes juridiques existantes au Cameroun, ainsi que leurs avantages et inconvénients. Outre les formes juridiques usuelles, on notera l'existence des **Groupe d'Initiative Commune (GIC)** ainsi que les **Groupes d'Intérêt Economique (GIE)**. Les **GIC** sont des organisations qui regroupent des personnes avec les mêmes intérêts. Présent surtout dans le domaine agricole, elles peuvent également être utilisées dans d'autres secteurs d'activités. On peut donc imaginer un GIC qui regrouperait les ingénieurs, techniciens, et consultants en lien avec l'accompagnement des hôpitaux pour la stabilisation de leur réseau électrique interne. De plus, le rapport de notre 2^e mandataire mentionne l'explosion du nombre de GIC dans le domaine de la santé, spécialement en région urbaine. **Le GIE** est très semblable mais regroupe premièrement des institutions publiques ou entreprises privées. Là également, cette forme permettrait de regrouper dans une structure commune les différents acteurs en lien avec l'électricité dans l'hôpital, y compris l'hôpital lui-même. Ces deux formes néanmoins semblent complexes et demandent beaucoup de coordination et de communication entre les acteurs, ainsi que la définition d'objectifs et de procédures claires afin d'éviter de trop longues palabres sans résultats concrets.

- Manilec a aussi recensé les salaires moyens pour les positions principales que nécessiterait une entreprise telle qu'imaginée dans le cadre de ce projet. Il recense également les différents impôts et charges en lien avec une activité commerciale et le paiement de salaires.
- Depuis 2004, il existe, en plus du Ministère de l'Economie, un Ministère des PME, de l'Economie Sociale et de l'Artisanat (MINPMEESA). Ce ministère a pour objectif de concrétiser le soutien et la promotion de l'initiative privée.
- Le rapport relève également les divers facteurs de blocage à l'initiative économique, notamment les lenteurs et difficultés administratives, le manque de transparence dans les procédures, ou la grande quantité de formulaires et pièces à fournir.
- Finalement, le rapport recense une série de structures privées de soutien aux micro-entreprises et PME ainsi que des incubateurs et soutiens liés aux Universités et aux Ecoles de commerce.

Le deuxième rapport se focalise sur le secteur de l'électricité ainsi que les données socio-économiques de base pour le Cameroun.

- On notera que la plus grande partie de l'énergie est issue de biomasse et seule 27% est issue d'énergie commerciale (électricité et produits pétroliers).
- De plus, l'industrie souffre de l'insuffisance énergétique vu qu'elle n'a accès qu' 9% de la production en 2009.
- En milieu rural, seul 5% des ménages ont accès à l'électricité.
- Le Cameroun a un potentiel d'énergie hydraulique très important qui commence à peine à être véritablement exploité (que 5% actuellement).
- 68% des centres de santé ruraux n'ont pas d'approvisionnement continu en électricité.
- Le réseau national est géré par une entreprise privée, AES-SONEL, sur mandat du gouvernement, les tarifs sont contrôlés par l'Etat. Un tableau des tarifs en vigueur est inclus dans le rapport.
- Ce 2^e rapport contient également un résumé des statistiques socio-économiques principales pour le Cameroun, ainsi que la liste des acteurs publics et privés principaux en relation avec la gestion de l'énergie au Cameroun. Egalement inclus sont les listes des partenaires pour le développement du pays ainsi que les principaux centres de formations en lien avec la technique.

6.2 Synthèse du rapport de Yves Bertrand Djouda Feudjio sur le contexte socio-institutionnel

Yves Bertrand Djouda Feudjio est enseignant-chercheur à l'Université de Yaoundé I. En tant que sociologue, il a effectué dans le cadre du mandat qui lui était confié une analyse du contexte socio-politique en lien avec notre projet. Son rapport, extrêmement complet, ne peut être résumé ici. Il contient notamment

- une analyse du contexte sociopolitique de la santé au Cameroun, y compris de l'évolution de celui-ci depuis l'indépendance, une discussion de son mode de financement ainsi que l'identification des acteurs parallèles.
- Une analyse sociologiques des hôpitaux et patients au Cameroun
- Une discussion de l'impact du cadre socioinstitutionnel sur l'entrepreneuriat.
- Une liste de recommandations en lien avec le projet.

Quelques éléments choisis du rapport seront repris ici, principalement concernant les recommandations. Au niveau de l'analyse du contexte sociopolitique, on notera :

- L'impact négatif des programmes d'ajustement structurel qui ont conduit à une baisse de 49% des engagements de l'Etat dans le domaine de la santé entre 1986 et 1995. Cette baisse de dépense a fortement limité l'accès aux soins pour les classes moyennes et inférieures. En moyenne, entre 2005 et 2013, les dépenses du Ministère de la Santé au Cameroun représentent uniquement 5.1% des dépenses, alors que la norme prescrite de l'OMS est de 15%.
- Le nombre important de directions centrales et de services décentralisés liés au Ministère de la santé.
- L'existence de 539 structures de soins privées, dont 5% d'entre elles à but lucratif.
- Une forte présence de la médecine traditionnelle, y compris au niveau de la recherche avec des centres de recherche dédiés ainsi qu'au ministère avec un service en charge de cette approche médicale. La Figure 11 identifie les principales structures de soins du Cameroun.

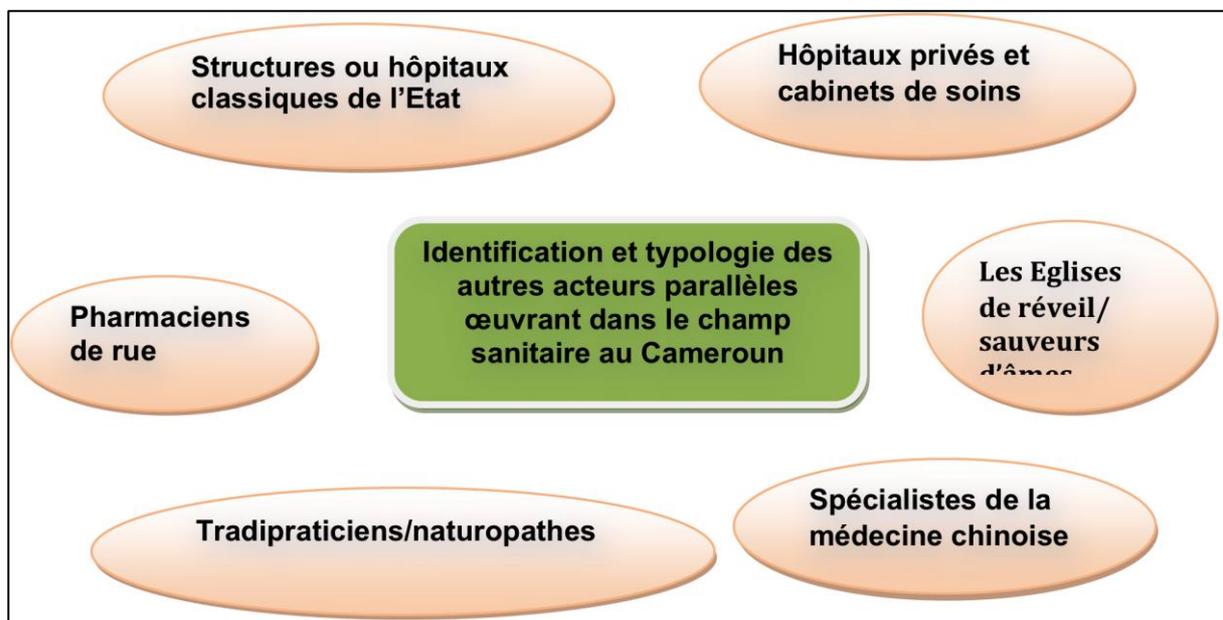


Figure 11 : Types de prestataires de soins au Cameroun (source: Yves Bertrand Djouda Feudjio)

- Les coûts élevés de la santé conduisent nombre de malades à devoir dépendre de leur entourage pour financer leurs soins et donc à dépendre également de cet entourage quant aux décisions concernant le type de traitement approprié. Dans ce

contexte de forts coûts de santé et de manque de confiance de la population envers les hôpitaux officiels, le succès des prestataires de médecine alternative est en hausse (cf. point précédente).

- Une structure en 3 niveaux du système de santé (cf. Figure 12).
- La décentralisation actuelle du système de santé semble rendre plus difficile une amélioration uniforme de la qualité des soins à travers tout le pays et empêcher une mise en pratique systématique des politiques de santé du Ministère.
- Les bailleurs de fonds les plus actifs au Cameroun ces dernières années sont le Global Funds, l'OMS, la GiZ (Allemagne) et l'Union Européenne.

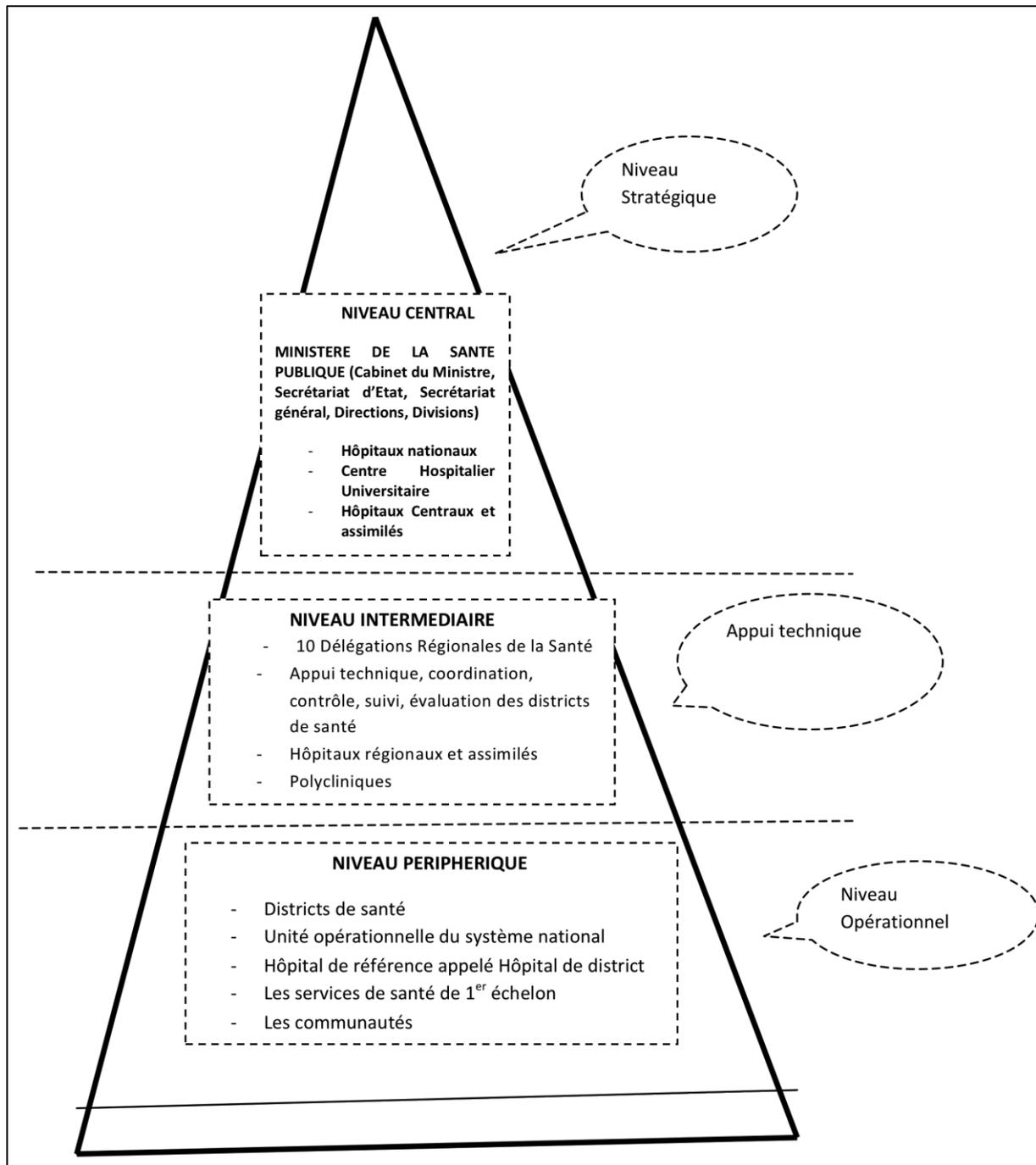


Figure 12 : Structure hiérarchique du système de santé Camerounais (source: Yves Bertrand Djouda Feudjio)

Au niveau de la structure des hôpitaux, les points suivants sont à relever :

- La forte influence de la Direction dans les décisions, y compris les décisions techniques qui pourraient être du ressort du technicien. Le directeur des hôpitaux de district est nommé directement par le Ministère de la santé.
- L'isolement du technicien tant du point de vue hiérarchique que social et géographique.
- Les fortes disparités dans le fonctionnement réel des hôpitaux de districts en fonction des régions.
- L'existence dans la plupart des cas d'un comité de gestion qui contient également des représentants de la communauté ainsi que des autorités (p.ex. maire local).
- Les conséquences de la mauvaise gestion électrique sont multiples et nombreuses (cf. liste dans le rapport) et peuvent conduire à des incivilités ou violence de diverses natures.

L'étude de Djouda Feudjio concernant l'entrepreneuriat met en avant l'importante influence des cultures ethniques concernant l'entrepreneuriat. Certaines ethnies sont plus enclines à entreprendre que d'autres. Dans tous les cas, il s'avère que la grande majorité des PME et TPE sont ethnico-familiales. Elles dépendent du financement des proches (famille et tribu) et interagissent principalement au sein de leur ethnie et en accord avec les traditions de l'ethnie. Par conséquent, les dirigeants d'entreprises sont souvent tiraillés entre les intérêts de leur entreprise et les exigences sociales qui s'imposent à eux et qui impliquent souvent une sortie du capital de l'entreprise vers les membres de la tribu dans le besoin. Cette culture complexe conduit souvent à un management de mauvaise qualité et incohérent. Djouda Feudjio met également en avant les moyens dont s'est doté récemment le gouvernement pour stimuler le développement économique par les TPE et PME, tout en notant une série de freins à ce développement, notamment les lenteurs administratives, l'inexistence d'une banque pour PME (entre le micro-crédit et les crédits pour grandes entreprises), le manque de dynamisme de beaucoup de PME qui garde leur statut d'origine et ne cherchent pas à évoluer.

Dans la dernière partie, le rapport propose une série de recommandations pour notre projet. Les plus pertinentes sont répertoriées ici :

- L'importance de faire un **travail de sensibilisation** au niveau du Ministère et au niveau des hôpitaux qui pour l'instant ont montré un intérêt limité pour les questions d'électricité et leur impact sur l'efficacité du système de santé.
- L'importance d'identifier les directions les plus importantes au sein du Ministère de la santé, notamment celles de
 - la Médecine hospitalière
 - la formation et de la coopération,
 - la médecine préventive et rurale
 - des études, de la planification et des statistiques, des affaires générales.

- L'importance de collaborer avec les délégués régionaux qui 'sélectionne et adapte les techniques pour la mise en œuvre de la politique de santé et canalise l'expertise technique vers les districts de santé.
- Le rôle important que peuvent jouer les Comités de santé (COSA / COSADI) et les comités de gestion (COGE / COGEDI).
- L'importance de réaliser que tout changement implique, en principe, des perdants. En effet, comme partout, un système défaillant permet normalement à des acteurs de profiter des failles de diverses manières. Le fait de stabiliser l'énergie peut donc nuire à ceux qui profitaient des coupures, notamment en lien avec les besoins d'approvisionnement en énergie alternative.
- Le soutien que peuvent représenter certains partenaires, notamment ceux de la coopération internationale.

7 Bibliographie

- Anyaeibunam C., Mefalopulos P., & Moetsabi T. (2004). *Participatory rural communication appraisal. A Handbook*. Roma: FAO.
- Adair-Rohani, H., Zukor, K., Bonjour, S., Wilburn, S., Kuesel, A. C., Hebert, R., & Fletcher, E. R. (2013). Limited electricity access in health facilities of sub-Saharan Africa: a systematic review of data on electricity access, in sources, and reliability. *Global Health: Science and Practice*, 1(2), 249-261.
- Alliance for Rural Electrification Renewable Energy House (2013). Energy storage Campaign
- GTZ (1988). *ZOPP an introduction to the method*. Eschborn: GTZ.
- GTZ (1991). *Methods and Instruments for Project Planning and Implementation*. Eschborn: GTZ.
- Heather Adair-Rohani and al.(2013). Limited electricity access in health facilities of sub-Saharan Africa: a systematic review of data on electricity access, sources, and reliability; *Global Health* Volume 1, Number 2
- Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (2006). La maîtrise de l'énergie dans les établissements de santé
- Journal de l'association Suisse Albert Schweitzer(2014). Nouvelles de Lambaréné N°112 Janvier 2014
- Malkin (2007). *Annu. Rev. Biomed. Eng.* 2007. 9:567–87. *Design of Health Care Technologies for the Developing World*.
- Ministère de la santé public du Cameroun (2004). Propositions de listes standards et de spécifications techniques d'équipements des formations sanitaires de 6ème, 5ème et 4ème au Cameroun
- USAID (2009). *A Guide to the Energy Audit for Specifying Energy Systems in Off-Grid Health Facilities*. USAID Tools.
<http://www.poweringhealth.org/index.php/resources/tools/energy-audit-spreadsheet>. Accessed 28 January 2014.

Site Web

<http://isnblog.ethz.ch/development/cameroon-electric-dreams-for-development-by-2035>

http://www.schneider-electric.ca/documents/solutions/healthpower_lr.pdf

http://www.poweringhealth.org/Pubs/powering_health_mgmt_french.pdf