

Project acronym: **DATAZERO**

Project full title: **DATAcenter with Zero Emission and Robust management using renewable energies**



## **D5.1: Definition of metrics and scenarios on which experiments will be based**

Author: Georges Da Costa (UPS)

Version: 1.0

Date: 28/09/2016



<b>Deliverable Number:</b>	D5.1
<b>Contractual Date of Delivery:</b>	31/10/2016
<b>Actual Date of Delivery:</b>	28/09/2016
<b>Title of Deliverable:</b>	<b>Definition of metrics and scenarios on which experiments will be based.</b>
<b>Dissemination Level:</b>	Restricted to other program participants (including the ANR Services)
<b>WP contributing to the Deliverable:</b>	WP 5
<b>Authors:</b>	Georges Da Costa (UPS)
<b>Co-Authors:</b>	Patricia Stolf (UPS), Jean-Marc Pierson (UPS), Stéphane Caux (Laplace), Jean-Marc Nicod (FEMTO), Pierre Olivier Salla (Eaton) et Jérôme Lecuire (Eaton), Christophe Varnier (ENSMM), Laurent Philippe (UFC), Veronika Rehn-Sonigo (UFC), Mickaël Hilairet (UFC), Daniel Hissel (UFC)

<b>History</b>			
Version	Date	Authors	Comments
0.1	02/03/2016	Georges Da Costa (UPS)	Version initiale



0.2	30/04/16	Patricia Stolf, Jean-Marc Pierson (UPS)	Extension du démonstrateur IRIT
0.3	04/06/2016	Jean-Marc Nicod, Christophe Varnier (ENSMM) Laurent Philippe, Veronika Rehn-Sonigo (UFC)	Relecture globale
0.4	15/06/2016	Jérôme Lecuivre, Pierre Olivier Salla (Eaton)	Mise à jours de l'architecture électrique / Démonstration / et relecture globale
0.5	05/07/2016	Stéphane Caux (LAPLACE)	Validation des 5 scenarii, +ajout partie DEMO /Laplace-femto
0.6	30/08/2016	Mickaël Hilairet, Daniel Hissel (UFC)	Mise à jours globale
0.7	31/08/2016	Georges Da Costa (UPS)	Consolidation et démonstrations
0.8	6/09/2016	Patricia Stolf (UPS)	Relecture et modifications
1.0	20/09/2016	Georges Da Costa (IRIT)	Relecture, modifications, version finale.

Project DATAZERO



Project N°: ANR-15-CE25-0012



## Résumé

Ce résumé décrit le but de ce livrable D5.1 publié en M12

**Responsible partner:** UPS

**Participating partners:** ALL

### Description:

Ce document présente les différents scénarii qui vont être utilisés comme outils de travail lors de la réalisation du projet DataZero. Ces scénarii sont définis par leur configuration matérielle et logicielle, ainsi que par leur environnement (charge de travail, ensoleillement,...). Ce présent document présente aussi les différentes métriques utilisées.

## Mots-Clés

Scénarios, Applications, Modèles, Contexte, Modèles de sources électriques, Modèle de stockage, Modèle du matériel informatique, Métriques, Démonstration, Power-Hardware-In-the-Loop, Simulation



# Table of Contents

1.Contexte matériel électrique.....	6
1.1.Hypothèses pour l’architecture du centre de calcul “Classique”.....	6
1.2.Hypothèses pour l’architecture du centre de calcul en “Rupture”.....	7
2.Contexte logiciel et matériel informatique.....	8
3.Contexte extérieur.....	9
4.Métriques de validation.....	10
5.Scenarii.....	10
5.1.Scénario 1 : Une minute à la milliseconde.....	11
5.3.Scénario 3 : Deux semaines à la minute.....	11
5.4.Scénario 4 : Une année à l’heure.....	12
5.5.Scénario 5 : Dimensionnement.....	12
6.Démonstration.....	12
7.Conclusion.....	13

## 1. Contexte matériel électrique

Dans cette partie, nous résumons les caractéristiques principales des deux architectures électriques pour centre de calculs qui ont été définies précisément dans le livrable DataZero D2.1 du WP2.2. Ces deux architectures intègrent des sources d'énergie renouvelable. Nous appellerons la première architecture "Classique" et la seconde "Rupture". Dans la suite de cette section, nous allons décrire en détail les hypothèses proposées pour chacune des architectures.

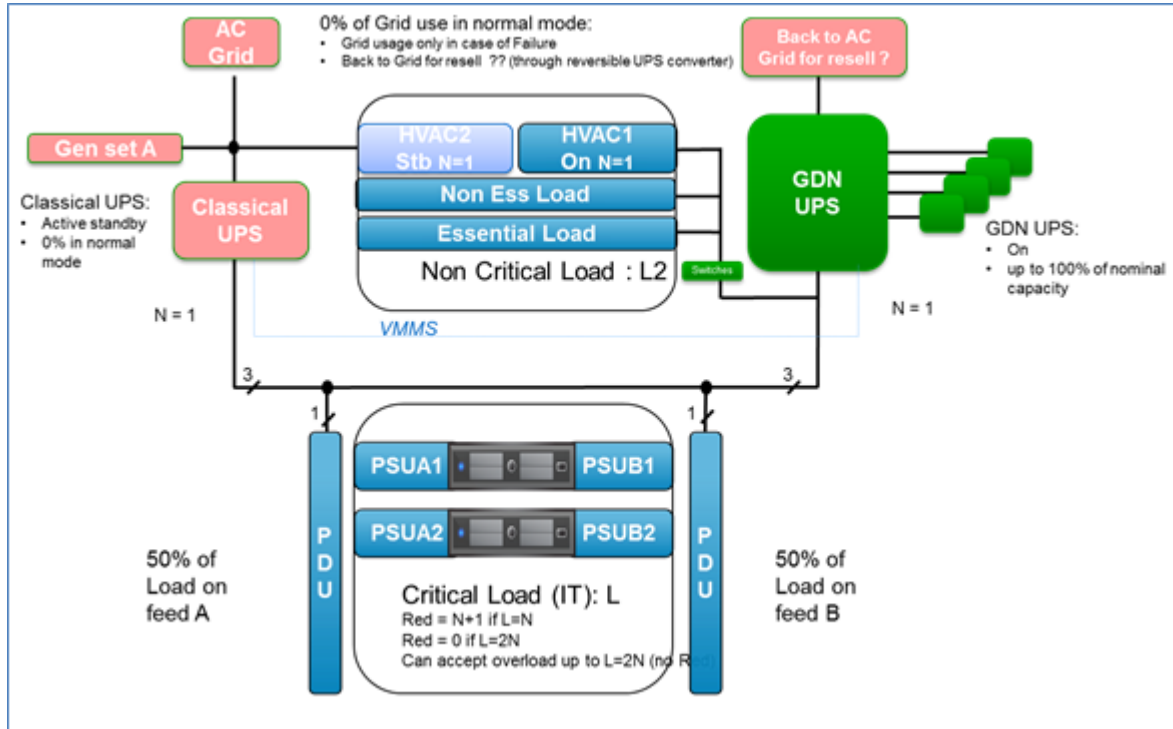
Les sources "vertes" et les éléments électriques pris en comptes dans DataZero sont :

- Panneaux solaires
- Supercapacités
- Batteries
- Éoliennes
- Piles à combustible
- Electrolyseurs

### ***1.1. Hypothèses pour l'architecture du centre de calcul "Classique"***

Dans ce paragraphe, nous allons résumer les hypothèses principales de l'architecture de centre de calcul classique qui est détaillé dans le livrable D2.1 produit par le WP2 dans la tâche 2.2 :

- a) L'objectif de redondance pour le centre de calcul est **N+1**.
- b) En mode d'opération normal :
  - La charge électrique sera uniquement supportée par les sources d'énergies renouvelables tels que les panneaux solaires, éoliennes, batteries, piles à combustible, ...
  - Le réseau électrique ne sera pas utilisé
- c) La charge critique sera alimentée par deux branches d'entrée (~50/50%)



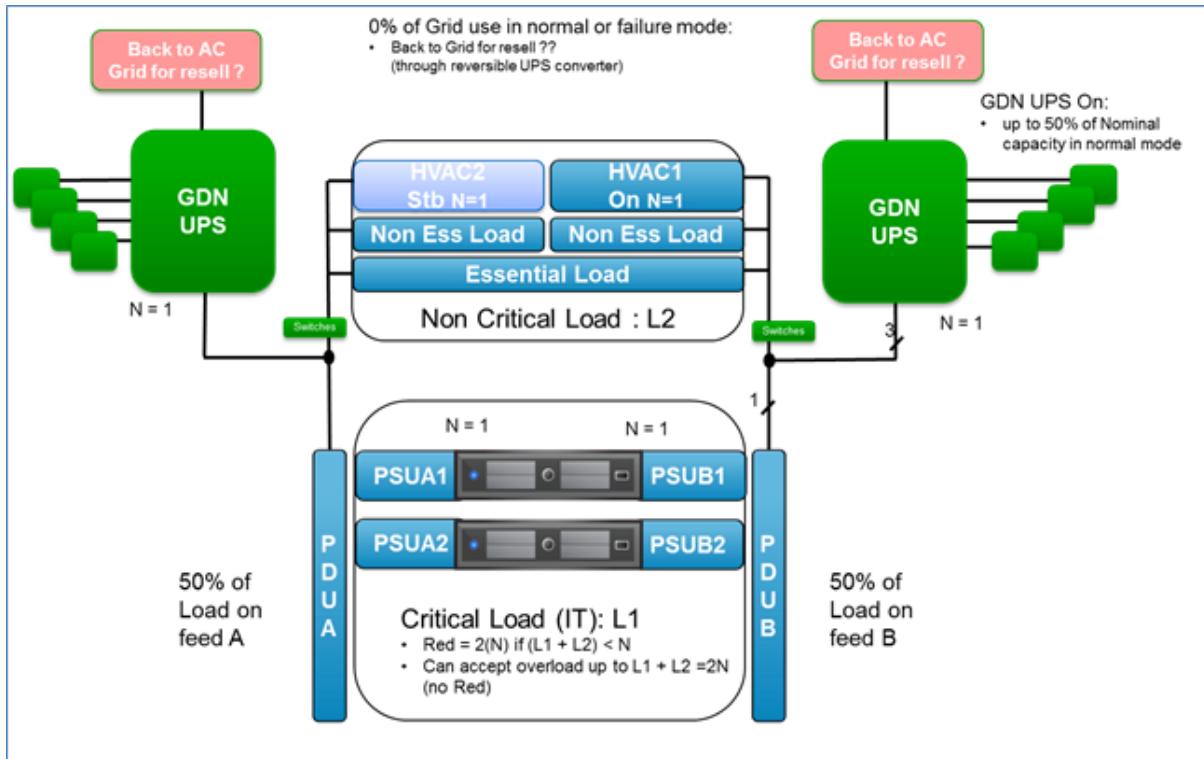
**Fig 1: Proposition 1 pour l'architecture "Classique" « Jusqu'à N+1: (Green + Grid)»**

### 1.2. Hypothèses pour l'architecture du centre de calcul en "Rupture"

Dans ce paragraphe, de façon à obtenir une architecture en "Rupture", les propositions sont ambitieuses et sont des évolutions des hypothèses proposées et détaillées dans D2.1 / WP2.2.

- a) **2N** est l'objectif de redondance.
- b) Dans TOUS les modes (normal ou dégradé) la charge électrique viendra uniquement de sources renouvelables telles que les panneaux solaires, les éoliennes ou des systèmes de stockage (piles à combustible, supercapacités, batteries) La connexion au réseau électrique sera uniquement présente pour potentiellement revendre l'électricité produite en surplus.
- c) La charge critique sera alimentée par deux branches d'entrée (~50/50%), comme pour le cas classique.





**Fig 2 Proposition 2 pour l'architecture en "Rupture" « Jusqu'à du 2N Green»**

Les scénarii qui seront définis dans la suite se baseront sur les deux architectures, la "Classique" et celle en "Rupture".

## 2. Contexte logiciel et matériel informatique

Les systèmes logiciels pris en compte dans le projet sont principalement de type Cloud. Les applications seront donc considérées comme consommant des ressources (processeur et mémoire) variables dans le temps. Plusieurs types d'applications de service Cloud seront évaluées en fonction de leurs besoins en qualité de service. Les classes utilisées seront les classes classiques des systèmes de type cloud "production", "monitoring", "best-effort". On trouve par exemple une définition de ces classes dans les différentes études de l'utilisation des clouds internes de Google.

Deux types de charges seront utilisées dans le projet :

- Synthétiques : Ces traces seront générées en fonction de modèles classiques et seront très stables avec peu de classes de qualité de service ou rejoueront des traces obtenues précédemment.
- Réelles : Ces traces seront obtenues à partir de données réelles et utiliseront plusieurs classes de qualité de service

Les différents modèles nécessaires dans ce contexte sont :

- Tâches
  - Arrivée, fin, changement d'état
  - Suspend/Resume
  - Migration
- Machines
  - Allumage, extinction, mise en veille
  - DVFS

### 3. Contexte extérieur

Deux éléments sont considérés comme extérieurs : l'ensoleillement et les tarifs d'achat et de revente de l'électricité et de l'hydrogène.

Pour l'ensoleillement nous utiliserons deux ensembles de valeurs : Synthétique (une demi sinusoïde), Réelles. Les traces réelles seront obtenues par mesures sur de véritables panneaux solaires fournies à la fois par les partenaires du consortium, mais aussi par des collaborations avec des équipes extérieures déjà en place. Si les traces réelles ne sont pas assez longues, nous les répliquerons en appliquant des variations annuelles/saisonnnières/hebdomadaires.

Pour les tarifs de l'électricité et de l'hydrogène nous nous baserons sur le contexte français. Pour les tarifs de l'électricité, nous tiendrons compte des heures pleines et des heures creuses. Pour les données de production éoliennes nous nous baserons sur les données réelles fournies par RTE.

On aura donc les données suivantes :

- Production solaire/éolien
  - Échantillons sur une heure, un jour, un mois, un an.
  - Prédiction grâce à des données météorologiques (voir )
- EDF
  - Modèle de prix actuel et futur
- Hydrogène
  - Modèle de prix actuel et futur

## 4. Métriques de validation

Les métriques suivantes permettront d'évaluer les différents algorithmes proposés dans le cadre du projet ainsi que d'évaluer les avancées par rapport à l'état de l'art :

1. Energie totale consommée (kWh)
2. Énergie renouvelable totale consommée
  1. Valeur totale (kWh)
  2. REF (Renewable Energies Factor), pourcentage par rapport à l'énergie totale consommée
3. Qualité de service rendue aux applications (délai en secondes, nb de requêtes en retard et nb requêtes perdues)
4. Prix total de l'électricité achetée et vendue à l'opérateur électrique (euros)
5. Aspects financiers, CAPEX, OPEX
6. Impact carbone (tCo2)
7. Résilience électrique : capacité à subir une faute de l'alimentation électrique, mesurée en degré de redondance
8. Continuité d'alimentation électrique
  1. Durée du régime transitoire (mesuré à 95% du régime initial) pour revenir à un régime stable
  2. Nombre d'événements de rupture du régime stable

Il s'agit de valeurs associées à chaque des expériences

Seul un petit nombre de ces métriques sont standardisées. Dans le cadre du deliverable D6.5 sur la standardisation, nous mettrons à jours les métriques utilisées pour l'évaluation du projet de façon à produire des résultats facilement comparable avec d'autres études.

Il est à remarquer que les métriques présentées utilisées lors de DataZero s'intéressent plus particulièrement à l'évaluation du fonctionnement. Les données de cycle de vie telles que celles proposées dans le cadre du projet européen *Data Center eureka Project* ne seront donc pas utilisées.

## 5. Scenarii

Cette partie va décrire les différents scenarii :

1. Réagir à un événement : scénario sur une minute à la milliseconde
2. Réagir à la production : scénario sur deux journées à la seconde
3. Réagir à l'évolution de la production : scénario sur deux semaines à la minute
4. Co-évolution annuelle : scénario sur une année à l'heure

## 5. Dimensionnement

Pour chaque scénario, on considérera l'état initial, tel que la charge IT initiale, charge des éléments électriques.

### **5.1. Scénario 1 : Une minute à la milliseconde**

Le scénario 1 a pour but de montrer qu'il est plus efficace d'être pro-actif que réactif. On se focalisera sur un événement particulier, l'allumage d'une machine.

Ce scénario va utiliser plusieurs événements (déconnexion électrique brutale d'un élément IT, défaillance d'un élément électrique, allumage d'un rack, basculement de sources, changement de limite du powercapping) et montrer qu'il est possible d'assurer avec de l'énergie renouvelable la même qualité de réaction qu'avec le réseau électrique en cas de défaut.

Métriques de validation :

1. Continuité d'alimentation électrique
2. Qualité de service rendue aux applications
3. Résilience aux pannes (degré de redondance)

### **5.2. Scénario 2 : Deux journées à la seconde**

Le scénario 2 va avoir pour but de montrer la qualité de l'approche DataZero par coopération entre la partie électrique et la partie informatique.

Ce scénario va montrer plusieurs événements : arrivée de tâches de différentes priorités (avec des délais sous les deux jours), baisse subite de la production électrique des panneaux solaires afin de montrer la réaction de notre système

Métriques de validation :

1. Qualité de Service : Respect des délais
2. Réduction de l'empreinte du DataCenter sur le réseau électrique
3. Coût d'exploitation (électrique, hydrogène)
4. Pourcentage d'utilisation du renouvelable
5. Impact écologique (réduction des émissions de CO2)

### **5.3. Scénario 3 : Deux semaines à la minute**

Le scénario 3 a pour objectif de montrer l'adaptation de la gestion des ressources à la variabilité des demandes. En semaine, les demandes de ressources électriques et/ou IT peuvent être moins ou plus importantes que le WE où l'on peut devoir réagir à des pics

de charge. Sur une durée de deux semaines, les effets de variation météo sont aussi sensibles sur les moyens de production renouvelables.

Ce scénario va évaluer le comportement du système face à plusieurs événements (Défaillance de l'alimentation extérieure, pic fort de charge IT, événement météo lent tel que trois jours de soleil, ou inversement 3 jours de ciel occulté).

Métriques de validation :

- Idem scénario 2

#### **5.4. Scénario 4 : Une année à l'heure**

Le scénario 4 a pour but de montrer les gains sur le long terme de notre approche. Ce scénario montre la variabilité de la production électrique entre les différentes saisons.

Ce scénario va montrer plusieurs événements à long terme tels que les pics d'utilisation de service en ligne à certains moments (Noël,...), les variations saisonnières de l'ensoleillement, la demande énergétique de la climatisation.

Métriques de validation :

1. Idem scénario 2
2. Pérennité et résilience de l'infrastructure
3. Date à laquelle l'infrastructure n'est plus en autonomie avec un départ au 1er mai.

#### **5.5. Scénario 5 : Dimensionnement**

Le scénario 5 a pour but de dimensionner un centre de calcul, d'un point de vue informatique comme électrique pour optimiser différentes métriques proposées en section précédente. On considère ces métriques en tant que cahier des charges sur des contraintes extérieures (surface de panneaux solaires) et de contraintes internes (par exemple, un REF de 90%). L'originalité est le dimensionnement conjoint de l'IT, du stockage, de la production électrique issue du renouvelable,...

On utilisera la temporalité annuelle comme cadre. On utilisera comme cahier des charges trois cas: Un cas à budget très limité, un cas à budget moyen, un cas à budget très large.

Processus de validation :

1. Valider sur les scénarii 1 à 4
2. Ajouter les aspects investissement (CAPEX - en incluant l'amortissement dans l'exploitation)
3. Ajouter les aspects fonctionnement (OPEX)

## 6. Démonstration

Les différents scénarii ont pour but d'être les éléments de collaborations servant de base au projet DataZero.

Un élément du résultat final sera une démonstration d'une durée raisonnable permettant de montrer les différentes avancées du projet. Du fait de sa nature, la définition du fil rouge de la démonstration sera affinée en cours de projet en fonction des différents résultats obtenus.

La démonstration utilisera trois supports:

- Simulation
  - Démonstration du lien entre les simulations IT et électrique avec un exemple simple qui montre aussi la coopération entre les boucles de décision.
    - On montrera le dashboard IT, l'équivalent électrique
    - Petite instance du scénario 3 (pour la lisibilité)
    - On rajoutera un dashboard du système de négociation
  - Démonstration avec des métriques agrégées long terme
    - On montrera les métriques
    - Plusieurs instances du scénario 4 (une année à l'heure)
    - Comparaison graphique des résultats en fonction du contexte saisonnier
  - Utilisation du système pour le dimensionnement
    - Cas scénario 4 avec des profils d'applications
    - On montrera le résultat 'graphique' d'un centre de calcul dimensionné
- Infrastructure réelle
  - Démonstration sur une infrastructure IT et électrique réelle
    - Comparaison avec la simulation sur les métriques du scénario
    - Utilisation du scénario 2 (deux journées à la seconde)
    - Comparaison graphique des résultats entre réel et simulé
- Zoom sur le matériel électrique grâce aux *Hardware in the Loop*
  - Aspect temps réel (temps court <1heure): validation des stratégies sur le banc test Power Hardware in the Loop (PHIL), gestion et réaction réelles des répartitions de puissance sur 2 sources (voire plus). On utilisera comme support de démonstration le scénario 1 (une minute à la milliseconde)



## 7. Conclusion

Les différents scénarii permettront de faire la démonstration finale du projet et de prouver que l'approche DataZero est efficace. Ces scénarii couvrent le champs d'expérimentation et le contexte du projet et permettront une meilleure collaboration du consortium.

Le but principal de la démonstration est de montrer la complétion des objectifs principaux du projet DataZero, i.e. : l'intégration de l'énergie renouvelable dans les centres de calcul ainsi que l'utilisation des algorithmes d'optimisation proposés, les bénéfices du module de négociation.