

Black-out électrique et réseaux d'eau

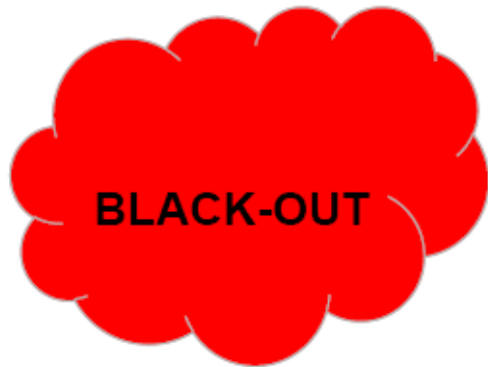
Par Jacques Audergon, ing dipl EPFL/SIA

Sommaire

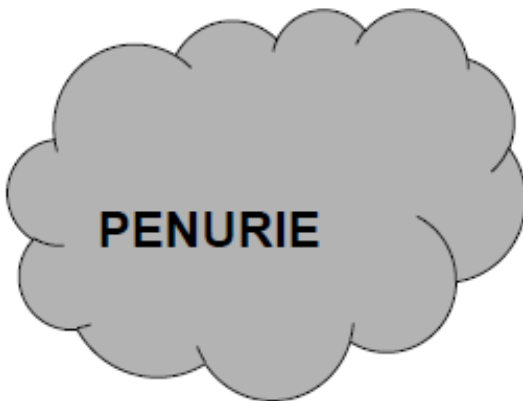
1. **Risques et conséquences d'un black-out en Suisse**
2. **Mesures d'amélioration de la résilience**
3. **Projets pilotes pour les réseaux d'eau**
4. **Quel rôle pour les planificateurs**

1. Risques et conséquences d'un black-out en Suisse

Notions de base



Coupure d'électricité à large échelle
*fait suite à un problème technique
ou à une action malveillante*



Offre inférieure à la demande
fait suite à un manque d'électricité

Causes pouvant engendrer un black-out

Extraits du document AES "Black-out électrique" novembre 2015.

- ❑ **Accidents /incidents** (*exemple négligences, malveillances, attentats, etc.*)
- ❑ **Aléas météorologiques** (*coups de foudre, tempêtes, gel, inondations, etc.*)
- ❑ **Déclenchements ou défaillances d'équipement** (*lignes, centrales, automatismes de protection, etc.*)
- ❑ **Erreurs humaines** (*concepts de sécurité inadéquats, prévisions de charge erronées, manque de communication ou de coordination, manque d'expérience, fausses manœuvres, etc.*)

Bref aperçu de grands black-outs internationaux

Extraits du document AES "Black-out électrique" novembre 2015.

Remarque préliminaire : *depuis 1958, date de l'interconnexion des réseaux THT de Suisse, de France et d'Allemagne, à Laufenbourg, la Suisse n'a plus connu de pannes généralisées d'approvisionnement ou de black-out.*

Quelques grands black-outs hors Europe

- ☐ **Novembre 1965, USA et Canada :** *avec 25 millions de personnes affectées.*
- ☐ **Juillet 1977, USA (New York) :** *avec 7,5 millions de personnes affectées.*
- ☐ **Mars 1989, Canada (Québec) :** *avec 6 millions de personnes affectées.*
- ☐ **Décembre 1995, USA (Oregon) :** *avec 2 millions de personnes affectées.*
- ☐ **Janvier 2001, Inde (New Dehli) :** *avec 200 millions de personnes affectées.*
- ☐ **Août 2003, USA/Canada :** *avec 30 à 50 millions de personnes affectées.*
- ☐ **Mai 2005, Russie (Moscou) :** *avec 2 millions de personnes affectées.*
- ☐ **février 2008, USA(Floride) :** *avec 6 millions de personnes affectées.*

Quelques grands black-outs en Europe

Black-out du 28 septembre 2003 en Italie



Domenica 28 settembre 2003
Black-out Nazionale

ore 03:29



ore 03:30



www.barzellette.it

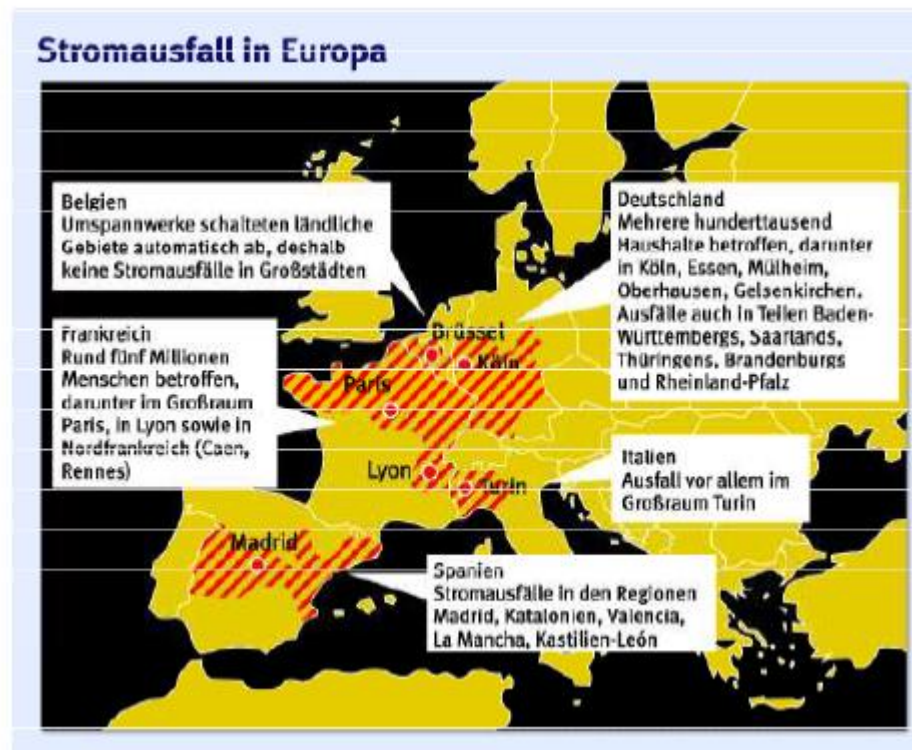
57 millions italiens / 13 heures

Quelques grands black-outs en Europe

4 novembre 2006 , Allemagne et Nord-ouest de l'Europe

10 millions de personnes affectées

La Suisse est épargnée.



Quelques pannes importantes en Suisse

En Suisse, en 2011, une statistique de l'ELCOM sur 23'000 pannes prises en compte, indique une durée moyenne de panne de 16 minutes (2010 : 14 minutes)! Quelques pannes plus importantes ont lieu régulièrement.



Panne de courant géante 19.01.2005

Perturbations sur tout l'arc lémanique



Gare Lausanne



Aéroport Cointrin 2 février 2009

La moitié de l'aéroport a été plongée dans le noir durant la journée d'hier **BLACK-OUT**

Un court-circuit a provoqué la panne. Le courant a pu être rétabli dès le début de la soirée.

Cela fait six heures qu'elles attendent dans le noir. Six heures à se tourner les pouces. Sans électricité, impossible d'encaisser par carte de crédit. De toute manière, qui a envie d'acheter une cravate dans l'obscurité, sans pouvoir apprécier sa couleur?

Tribune de Genève

Panne géante du réseau CFF, 22.06.2005



Réseau ferroviaire bloqué de 18h00 à 05h00.

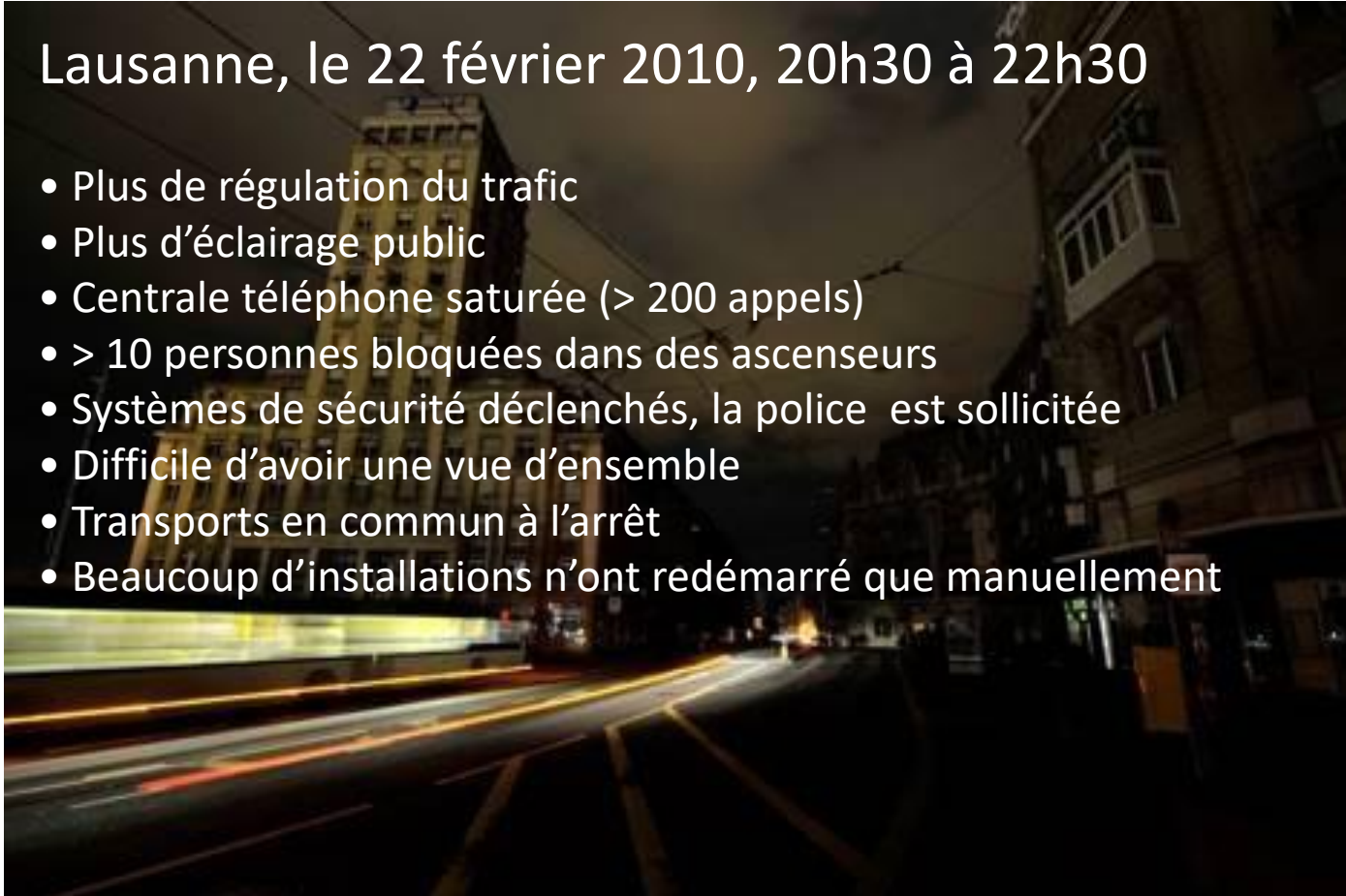
100'000 personnes bloquées dans les trains, certaines pendant une heure.

Quelques pannes importantes en Suisse

Une panne mémorable à Lausanne

Lausanne, le 22 février 2010, 20h30 à 22h30

- Plus de régulation du trafic
- Plus d'éclairage public
- Centrale téléphone saturée (> 200 appels)
- > 10 personnes bloquées dans des ascenseurs
- Systèmes de sécurité déclenchés, la police est sollicitée
- Difficile d'avoir une vue d'ensemble
- Transports en commun à l'arrêt
- Beaucoup d'installations n'ont redémarré que manuellement



Quels risques pour demain ?

- ☐ Productions d'électricité alternatives (éolien, photovoltaïque) :
 - a) risques d'instabilité
 - b) difficulté accrue de gestion
- ☐ Production éolienne au Nord, consommation au Sud = risque de congestion
- ☐ Retard dans les investissements et abandon de centrales de production, souvent pour des raisons économiques, fragilisent le système interconnecté européen.
- ☐ Les cyberrisques sont pris très au sérieux et constituent un des risque majeurs évalués par les spécialistes pour les réseaux électriques.

Il est possible d'"éteindre l'Europe" depuis n'importe quel point du monde!

Evolution de la perception du risque de blackout

Risques d'un black-out européen touchant la Suisse pendant plusieurs jours (3-7j)

Selon contacts et interviews dans le cadre des analyses cantonales de risques et avis OFPP

en partant de l'hypothèse que l'ampleur des dommages (A) serait de l'ordre de 2 – 4 milliards CHF par jours

Risque : $F \times A$

Niveau de risque et fréquence d'occurrence admise (F) :

Année 2000 :	pas de risque	Temps retour Tr : > 1'000 ans
--------------	---------------	---------------------------------

Année 2010 :	risque faible	Tr : 500 - 1'000 ans
--------------	---------------	------------------------

Année 2012 :	risque élevé	Tr : 200 – 500 ans
--------------	--------------	----------------------

Année 2014 :	risque très élevé	Tr : 40 ans *
--------------	-------------------	-----------------

SWISSGRID, AES, GRD font état de leurs préoccupation

Année 2017	Un des risques les plus élevés	Tr entre 10 et 40 ans
------------	--------------------------------	-------------------------

Evolution de la perception du risque de black-out

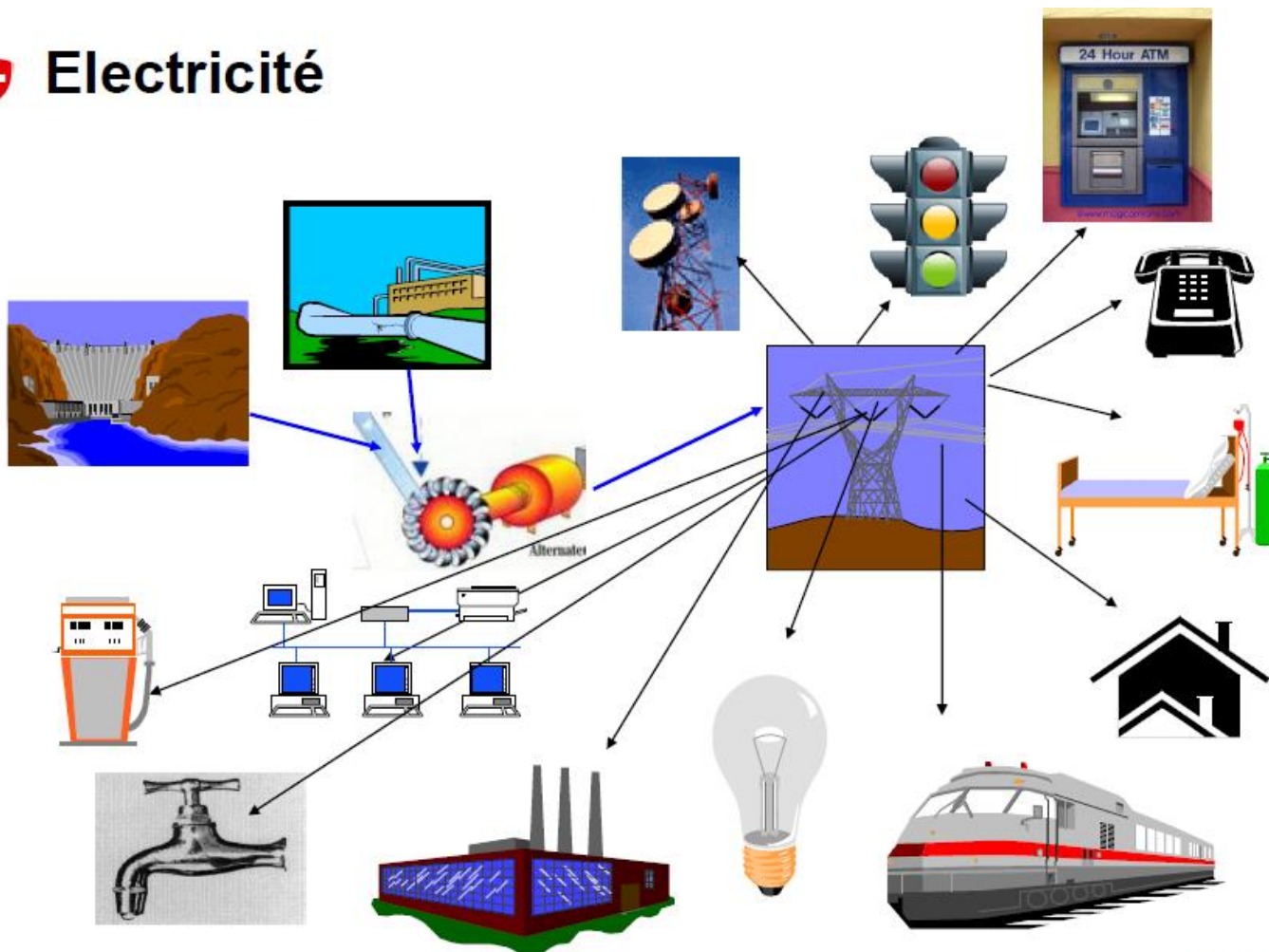
- * Lors d'un workshop organisé le 13.10.2014
par l'OFPP réunissant des représentants de:
Swissgrid, CFF, Migros, des banques, OFEN et d'autres Offices,**

**Un vote a été organisé pour définir par consensus la
probabilité d'occurrence d'un black-out : verdict : 1/40 ans !!**

Quelles conséquences pour notre société?

IMAGE DE L'IRRIGATION DE NOTRE SOCIÉTÉ PAR L'ELECTRICITÉ

Electricité



12.5.99 - stromi.ppt

2. Mesures d'amélioration de la résilience

Projet du canton de Vaud

Constat : la Suisse n'est pas prête à affronter un black-out électrique

Test de résistance par l'exercice ERNS 14

RNS	Réseau National de Sécurité regroupe dans une même plateforme la Confédération et les cantons
ERNS 14	Exercice du Réseau National de Sécurité s'est déroulé en 2014, impliquant la Confédération et les cantons
MISSION	Vérifier la capacité du RNS à maîtriser 2 à 3 grands événements en particulier le cas d'un black-out électrique.
CONSTAT	Nombreuses faiblesses à corriger.

Mise sur pied d'un projet cantonal - Projet vaudois

La DGE – DIREN (Direction générale de l'environnement – Direction de l'énergie)

Responsable de l'approvisionnement en électricité du canton de Vaud

A CONSTATE :

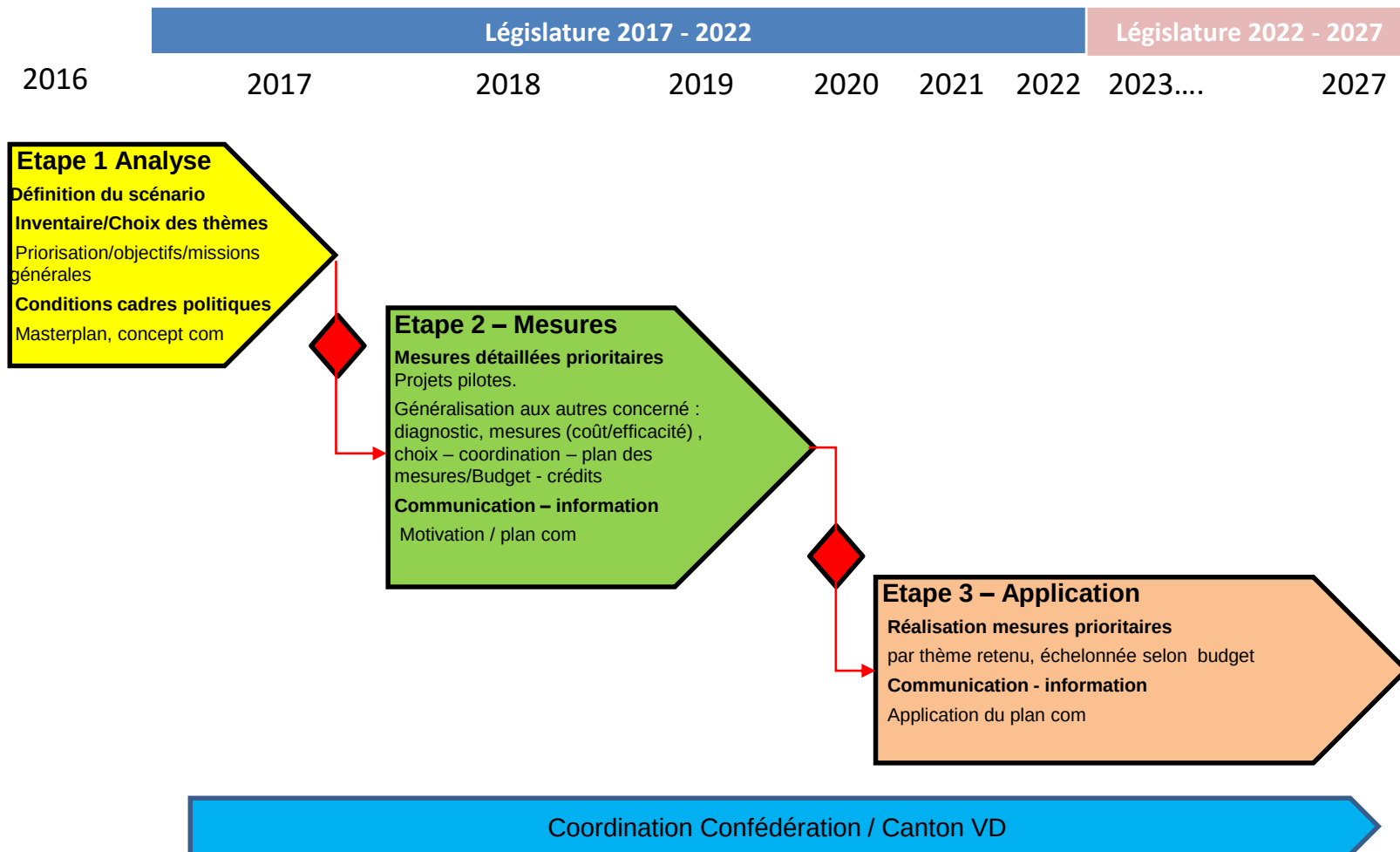
- ☐ Résultats de l'exercice ERNS14 : **faiblesses à corriger**
- ☐ Hivers 2015-2016 et 2016-2017 : **situation tendue sur le réseau trsp national**

A DECIDE :

- ☐ Lancement d'un projet d'amélioration de la résilience en cas de black-out
- ☐ Collaboration étroite avec le SSCM (Service de la sécurité civile et militaire)
- ☐ Intégration au projet des principaux partenaires concernés.

Hypothèse : blackout européen d'une durée de 3 jours

Etapes du projet



Choix des thèmes hautement prioritaires VD

Secteurs Prioritaires (classement non hiérarchique)	Thèmes prioritaires (nb)	Thèmes hautement prioritaires issus des 36 thèmes prioritaires
1. Coordination – conduite	8	1. Système de conduite et de gestion de crise
2. Information - communication	6	
3. Mobilité	3	
4. Sécurité publique	4	
5. Approvisionnement	6	2. Approvisionnement en eau potable
6. Santé	5	3. Hôpitaux et EMS
7. Traitement des déchets & hygiène	4	
Total thèmes	36	3

Objectifs par thème hautement prioritaire

Thèmes hautement prioritaires	Service responsable	Objectifs pour assurer la capacité de résilience
1. Système de conduite et de gestion de crise	SSCM	Maintenir la capacité de conduire et communiquer à tous les échelons, y compris les communes. Assurer la capacité de recevoir et traiter les alarmes du 117, 118 et 144.
2. Approvisionnement en eau potable	SCAV	Garantir dès le 2 ^{ème} jour la distribution des quantités minimales d'eau potable fixées dans l'OAEC (<i>ordonnance fédérale sur la garantie de l'approvisionnement en eau potable en temps de crise</i>).
3. Hôpitaux et EMS	SSP	Assurer le maintien et l'exploitation, en régime dégradé, du 100% des lits des hôpitaux et EMS.

3. Projets-pilotes pour réseaux d'eau

Démarche pour les réseaux d'eau



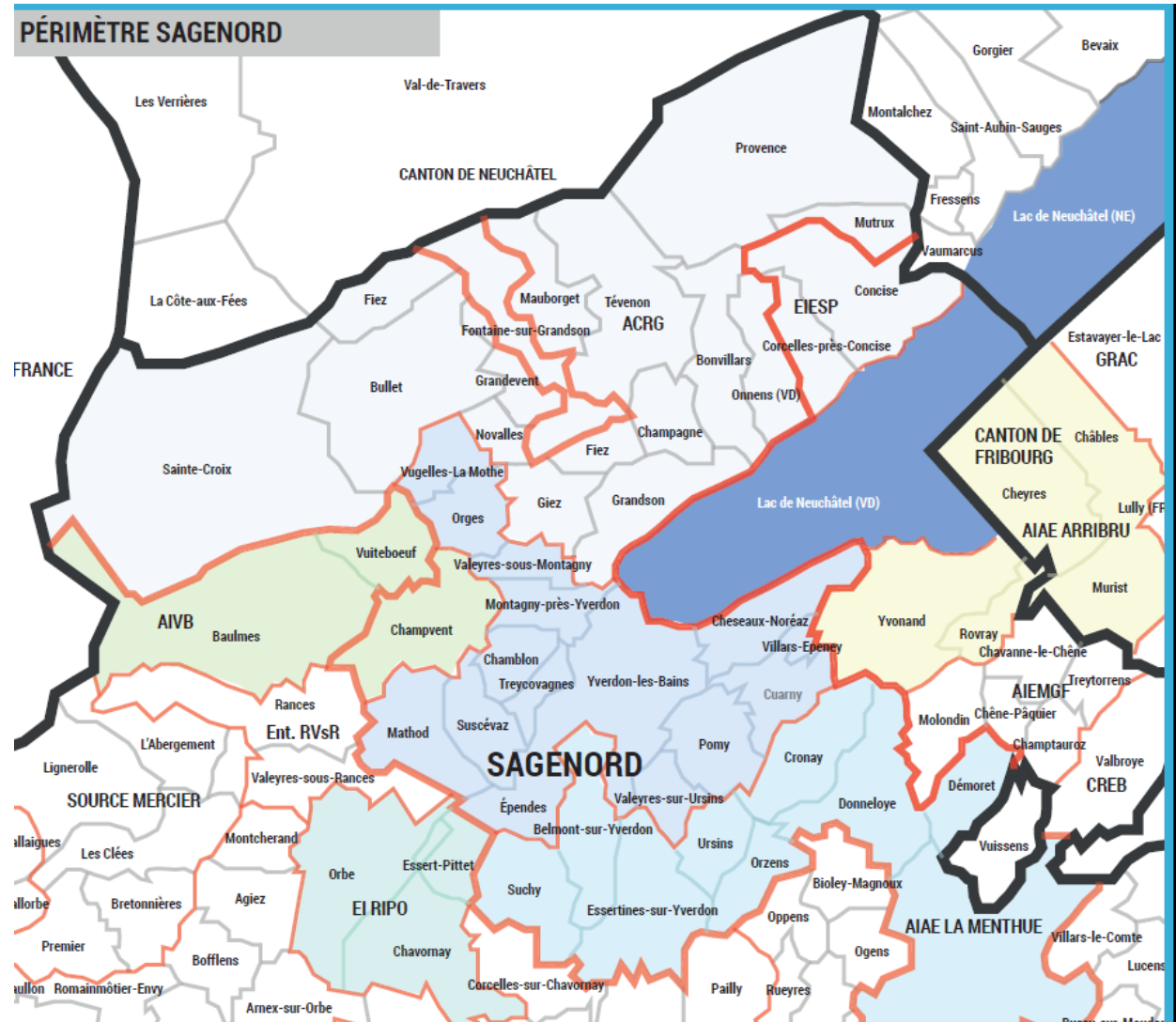
- **Phase d'étude pilote avec 2 distributeurs d'eau**
 - Mettre à jour leur PDDE avec la contrainte blackout 3 jours
 - réaliser un inventaire des mesures correctrices garantissant le minimum d'approvisionnement
 - évaluer le coût de chaque mesure et le délai de réalisation
- **Choix des 2 projets pilotes**
 - 1 réseau d'eau de grande importance : SAGENORD - Yverdon
 - 1 réseau d'eau de petite taille : Ballens-Mollens-Berolles (BMB)

Projet-pilote 1 – SAGENORD -Yverdon

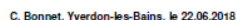
**SAGENORD = Société
Anonyme
de Gestion des Eaux du
Nord vaudois**

**SAGENORD + Yverdon +
ACRG + AIAE La Menthue :**

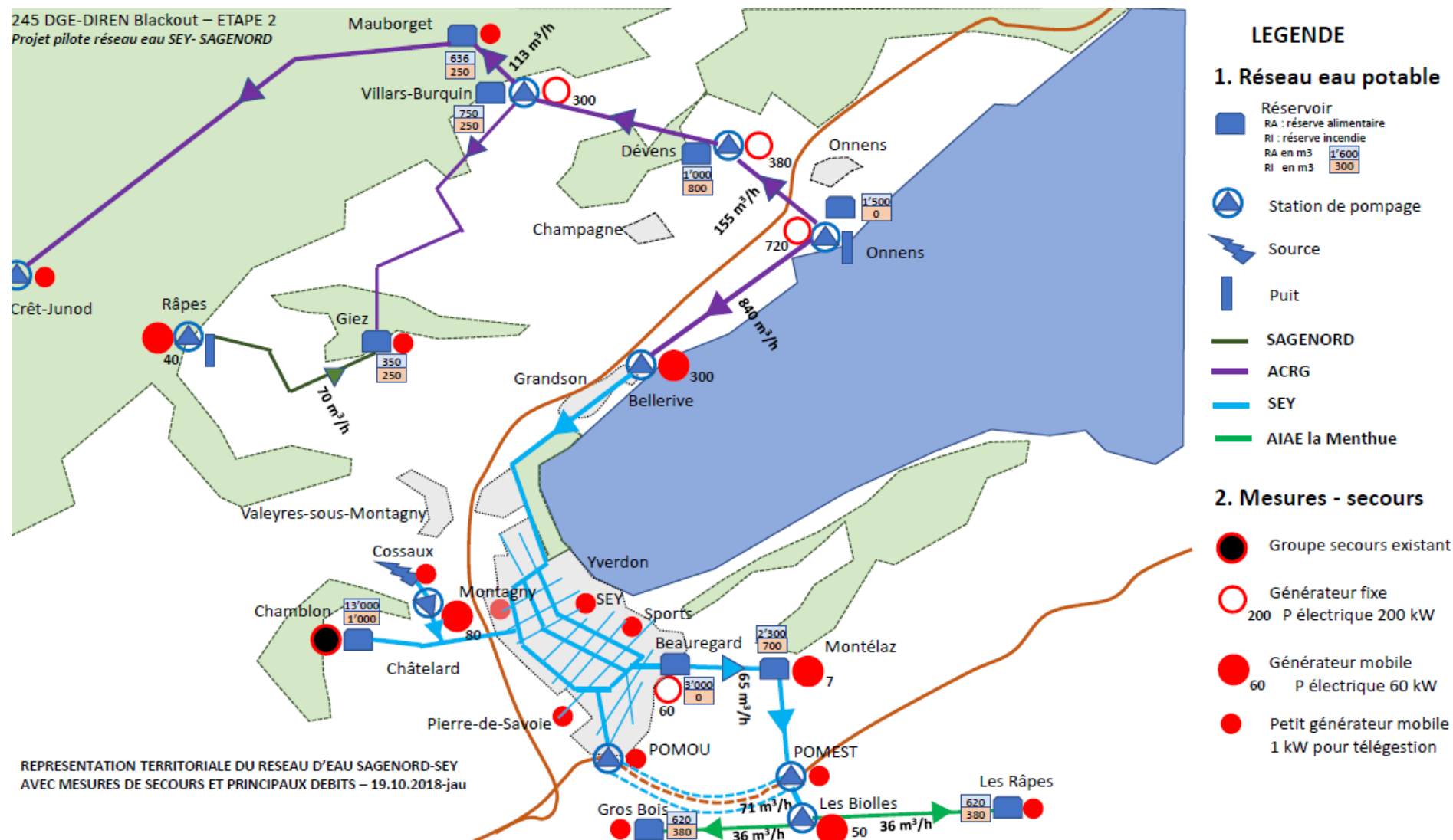
56'857 habitants
8'300 UGB
19'425 m3/jour eau potable



Alimentation en eau potable (AEP)



Plan schématique du réseau avec les mesures



Plan réseau avec échelonnement des mesures

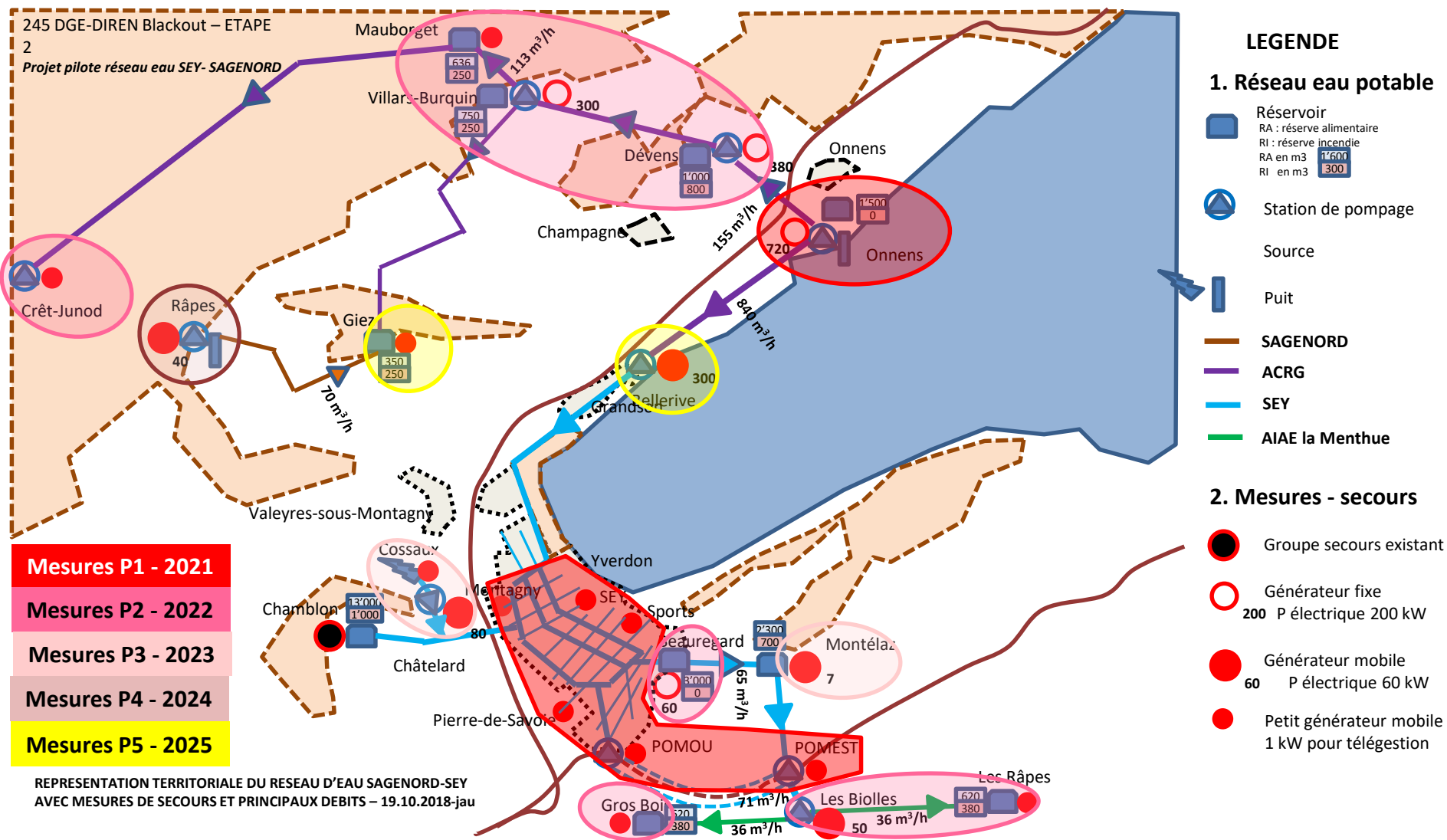


Tableau des mesures avec investissements par priorité

ANNEE MISE EN SERVICE	No	Objet	Nature de l'objet	Puissance électrique nécessaire en kW	Mesure prévue	Groupes de secours			Priorité	Investissement en CHF	Volume carburant à stocker en litres pour 3 jours	
						mob	fixe	mob tél			Par mesure	Cumulé par étape
2021	2	Onnens	Station de pompage	720	générateur fixe	0	1	0	1	500 000,00	8 000	
	13	Pierre-de-Savoie	Multiplexeur dans station électrique	1	générateur mobile (télégestion)	0	0	1	1	15 000,00	30	
	14	Montagny	Multiplexeur dans station électrique	1	générateur mobile (télégestion)	0	0	1	1	15 000,00	30	
	15	Sports	Multiplexeur dans station électrique	1	générateur mobile (télégestion)	0	0	1	1	15 000,00	30	
	17	Superviseur SEY	Superviseur SCADA	1	générateur mobile (télégestion)	0	0	1	1	15 000,00	30	
	20	Pomou	Station de pompage	1	générateur mobile (télégestion)	0	0	1	1	15 000,00	30	
	21	Pomest	Station de pompage	1	générateur mobile (télégestion)	0	0	1	1	15 000,00	30	
		TOTAL TRANCHE 1 - 2021			726		0	1	6		590 000,00	8 180
2022	4	Villars-Burquin	Réservoir et station de pompage	300	générateur fixe	0	1	0	2	200 000,00	3 300	
	5	Mauborget	Réservoir	1	générateur mobile (télégestion)	0	0	1	2	15 000,00	30	
	7	Beauregard	Réservoir	60	générateur fixe	0	1	0	2	80 000,00	700	
	10	Dévens	Réservoir et station de pompage	380	générateur fixe	0	1	0	2	250 000,00	4 000	
	11	Crêt-Junod	Station de pompage	1	générateur mobile (télégestion)	0	0	1	2	15 000,00	30	
	12	Les Biolles	Station de pompage	50	générateur mobile	1	0	0	2	80 000,00	700	
	22	Grands Bois	Réservoir	1	générateur mobile (télégestion)	0	0	1	2	15 000,00	30	
	23	Les Râpes	Réservoir	1	générateur mobile (télégestion)	0	0	1	2	15 000,00	30	
	TOTAL TRANCHE 2 - 2022			794		1	3	4		670 000,00	8 820	17 000
2023	6	Montélaz	Réservoir	7	générateur mobile	1	0	0	3	15 000,00	70	
	9	Cossaux	Source	1	générateur mobile	1	0	0	3	15 000,00	30	
	18	Châtelard	Station de pompage	80	générateur mobile	1	0	0	3	90 000,00	900	
		TOTAL TRANCHE 3 - 2023			88		3	0	0		120 000,00	1000
2024	16	Râpes	Puit et station de pompage	40	générateur mobile	1	0	0	4	80 000,00	500	
		TOTAL TRANCHE 4 - 2024			40		1	0	0		80 000,00	500
2025	1	Bellerive	Station de pompage	300	générateur mobile	1	0	0	5	250 000,00	3 300	
	19	Giez	Réservoir	1	générateur mobile (télégestion)	0	0	1	5	15 000,00	30	
		TOTAL TRANCHE 5 - 2025			301		1	0	1		265 000,00	3330
TOTAL CUMULE POUR LE PLAN COMPLET DES MESURES				1 949	kWél	6	4	11	21	1 725 000,00	litres	21 830



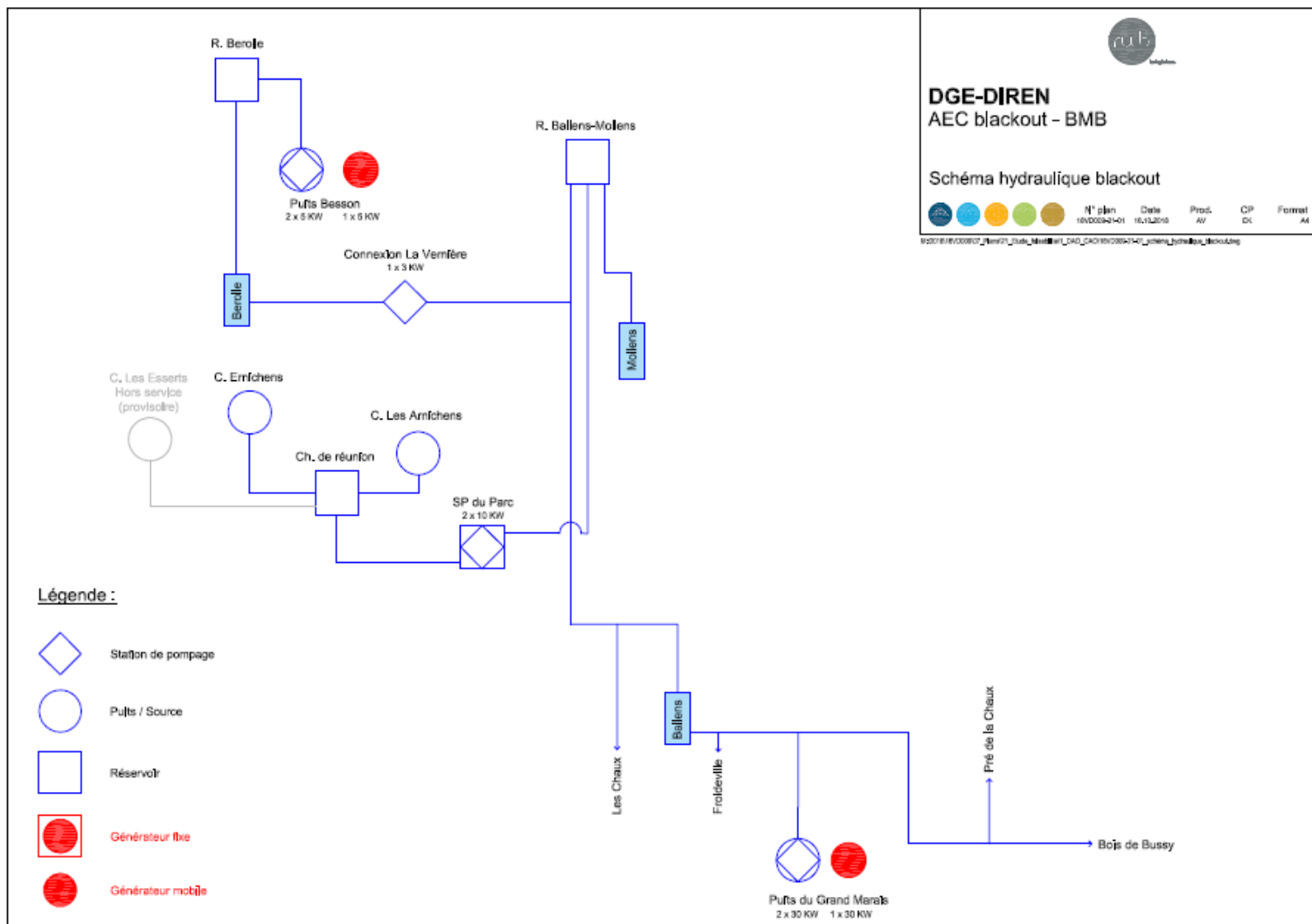
Projet-pilote 2 – petit réseau

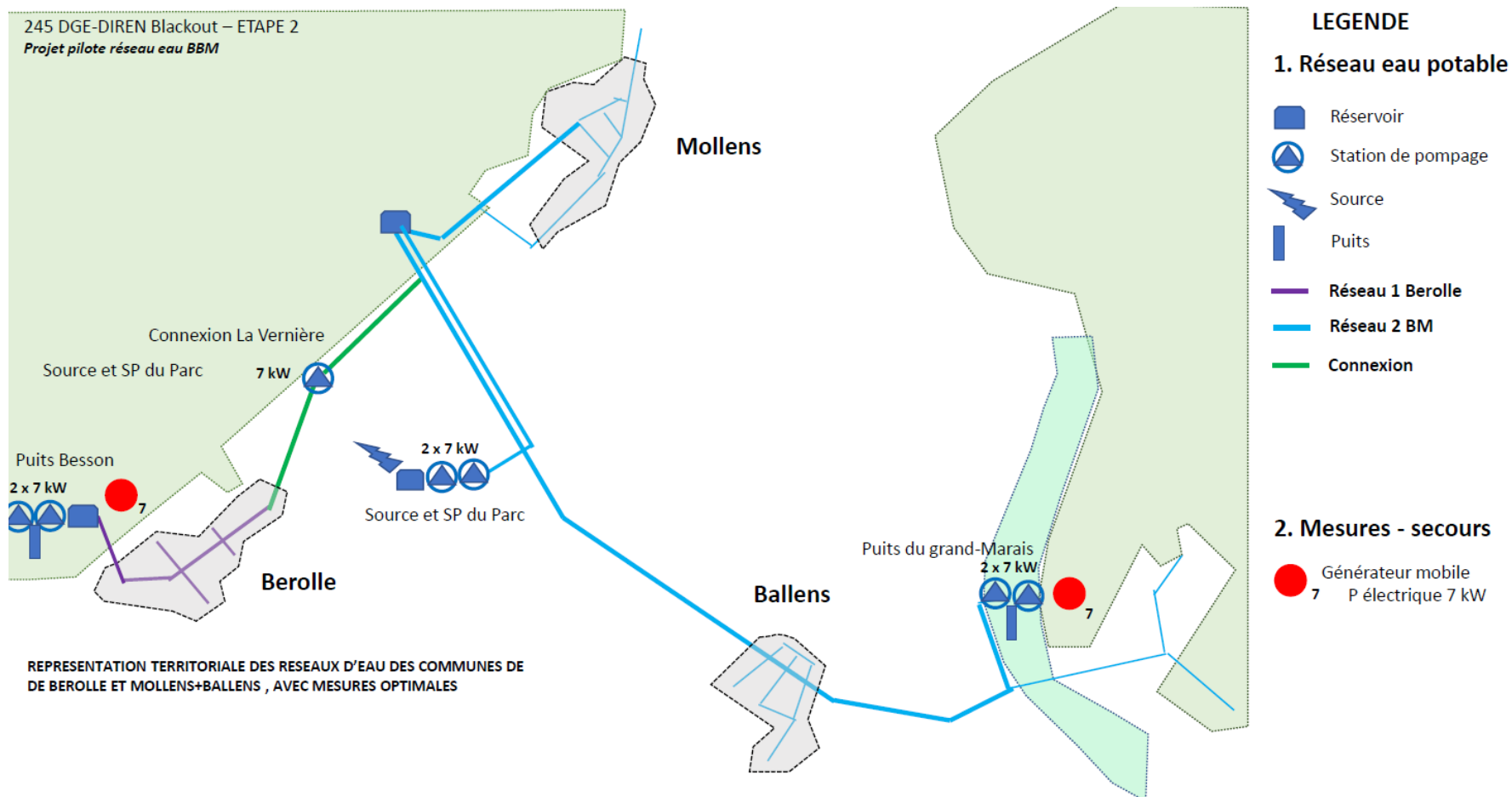
- **2 réseaux – 3 communes**
 - Réseau Ballens-Mollens et réseau Berolle regroupés
 - En 2017 : 1'129 habitants
 - 940 UGB
- **Ressources**
 - Puits Besson (Commune de Berolle)
 - Puits du Grand Marais (Commune de Ballens)
 - Sources du Parc (Commune de Ballens)
- **Réservoirs**
 - Réservoir de Berolles : RA 137 m³ / RI : 200 m³
 - Réservoir de Ballens-Mollens 2 cuves : RA 680 m³ / RI 640 m³

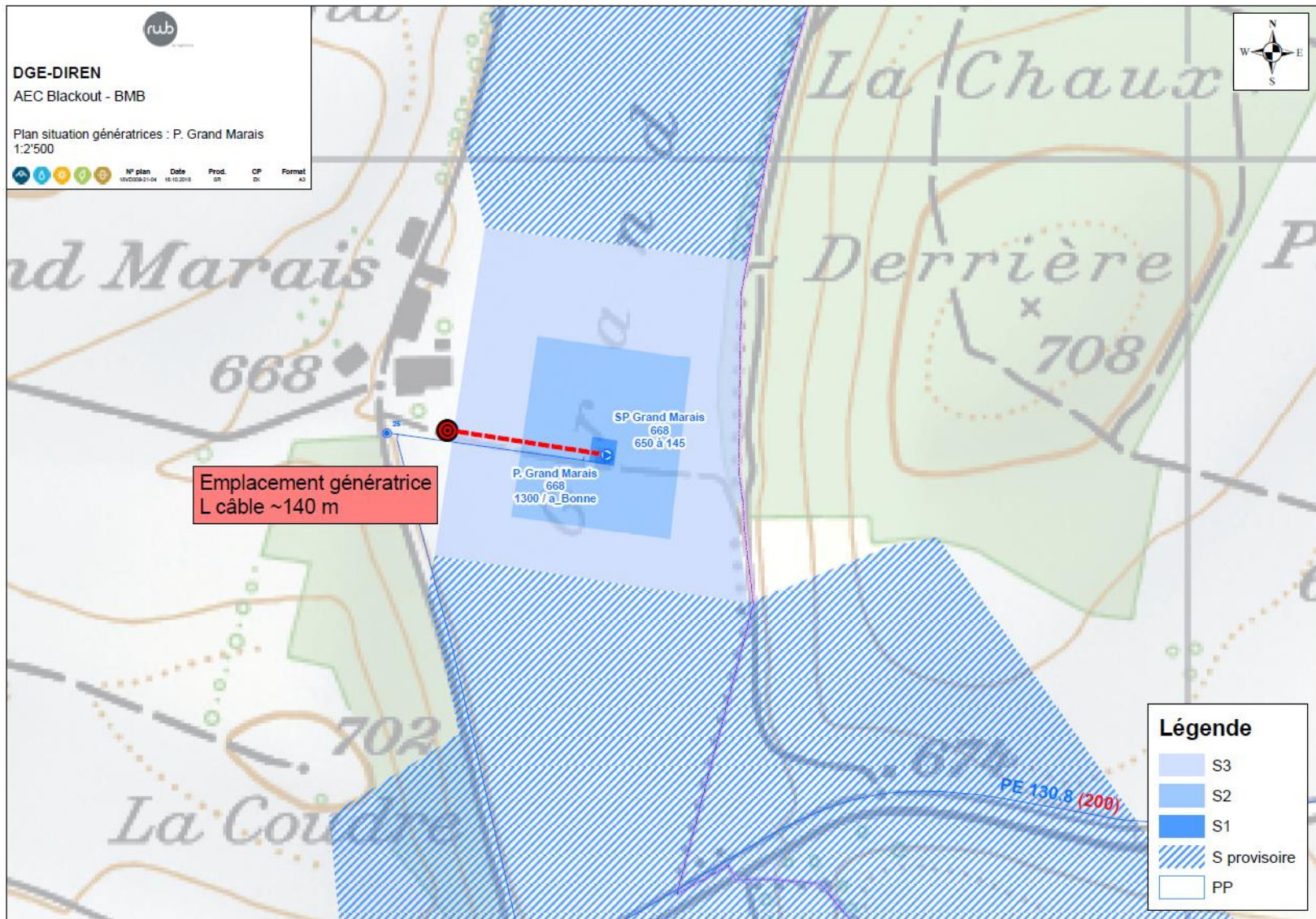
Avec RA = réserve alimentaire / RI = réserve incendie

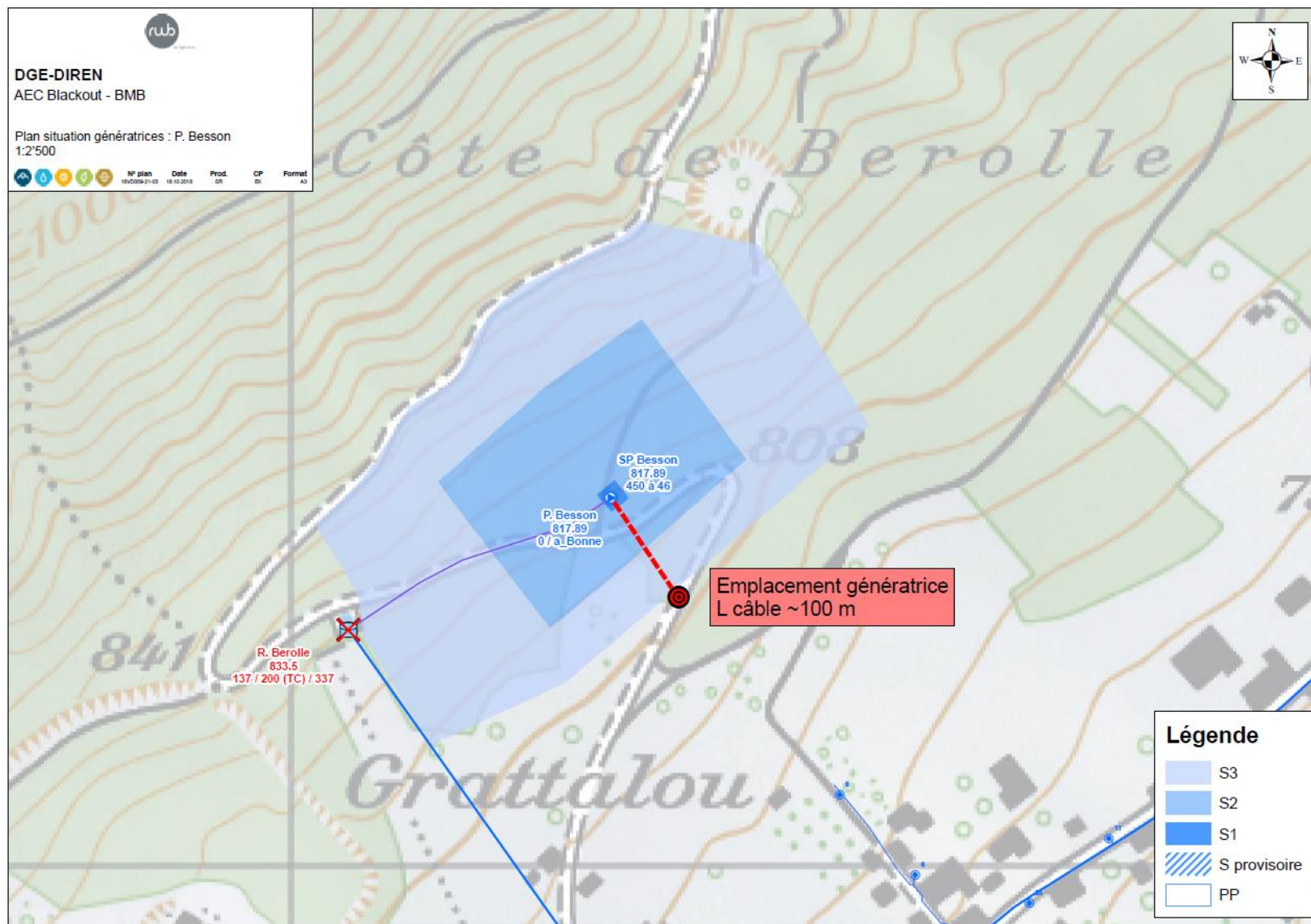
Solution retenue

Sur 5 scénarios étudiés, scénario avec 2 groupes de secours pour puits Besson et pour puits du Grand Marais









18VD009 BMB blackout													
Annexe D													
Tableau des mesures													
16.10.2018													
No	Objet	Nature de l'objet	Nombre de pompes	Organes secourus	Puissance électrique nécessaire en kW	Puissance électrique apparente en kVA	Mesure prévue	Priorité	Investissement en CHF	temps de pompage en h	Volume de carburant à stocker en litres	Volume citerne intégrée en litres	Solde pour citerne extérieure en litres
1	Grands Marais	Puits et station de pompage	2	1 pompe	30	39	générateur mobile 40 kVA	1	50 000	48	360	250	110
2	Besson	Puits et station de pompage	2	1 pompe	5	7	générateur mobile 10 kVA	1	40 000	48	60	200	-
3*	Matériel mobile	Remorque à grue pour					transport générateur		15 000				
4	TOTAL								105 000				
3*	variante possible: génératrice sur roue												

4. Quel rôle pour les planificateurs ?

Les planificateurs doivent intégrer le risque de blackout dans leur démarche

- ☐ Etre conscient des risques et des conséquences d'un blackout
- ☐ Soutenir les mesures de prévention à la fois utile pour un cas de black-out autant que pour un cas de pénurie d'électricité, en incitant les MO à :
 - a) diminuer la consommation totale d'électricité,*
 - b) maîtriser le profil de demande électrique,*
 - c) organiser le secours électrique ou mieux,*
 - d) produire sa propre électricité,*
 - e) avoir la capacité de stocker sa production électrique.*
- ☐ Le faire savoir et communiquer sur les projets de nature à améliorer la résilience au black-out.

Le champ d'action des planificateurs permet d'exercer une influence sur la résilience au blackout :

- ☐ **Dans le domaine de l'habitat, en faisant la promotion du PV mais avec capacité de fonctionner hors réseau de distribution.**
- ☐ **En intégrant le concept, lorsqu'il est approprié, de combiner le PV avec des installations de co-génération.**
- ☐ **Il faut tenir compte que le gaz naturel continuera d'être acheminé même en cas de blackout électrique, en général. Cela ouvre des possibilités.**
- ☐ **Dans le domaine des infrastructures critiques, en incitant les MO à se préoccuper du risque de blackout et en proposant des solutions par exemple de co-génération remplissant la double fonction de production d'électricité et de chaleur et de secours.**

Le gaz naturel (et à l'avenir d'autres formes de gaz) a un rôle à jouer en cas de black-out électrique

- ☐ **La probabilité est élevée que le gaz naturel continue d'être acheminé en Suisse par les gazoducs haute pression et à travers les postes de détente et de comptage aux réseaux locaux.**
- ☐ **Les installations de couplage chaleur-force (moteurs à gaz ou piles à combustible) deviennent alors des moyens de secours précieux pour les détenteurs de ces installations, moyennant quelques précautions permettant le démarrage en l'absence de réseau électrique.**
- ☐ **L'avantage de ces installations par rapport à de simples groupes de secours est qu'elles sont prévues pour fonctionner un grand nombre d'heures annuelles et que la fonction secours n'est qu'une prestation supplémentaire. Cette caractéristique est particulièrement utile en cas de pénurie d'électricité, autre aspect d'une situation de crise électrique.**

Un exemple : le couplage chaleur-force (CCF)

*Capable de fonctionner en îlot avec du gaz,
ou du biogaz = groupe de secours*

CCF 115 kWe/167 kWth à gaz dans un hôpital

En cas de blackout même européen, le gaz naturel continue d'être livré.

Attention : il faut disposer d'une batterie pour alimenter les organes internes indispensables à l'acheminement du gaz, jusqu'au CCF et au démarrage du CCF yc la régulation.



Merci pour votre attention