



Verteilnetze und dezentrale Energieerzeugung

Powerstage 2010

1. Juni

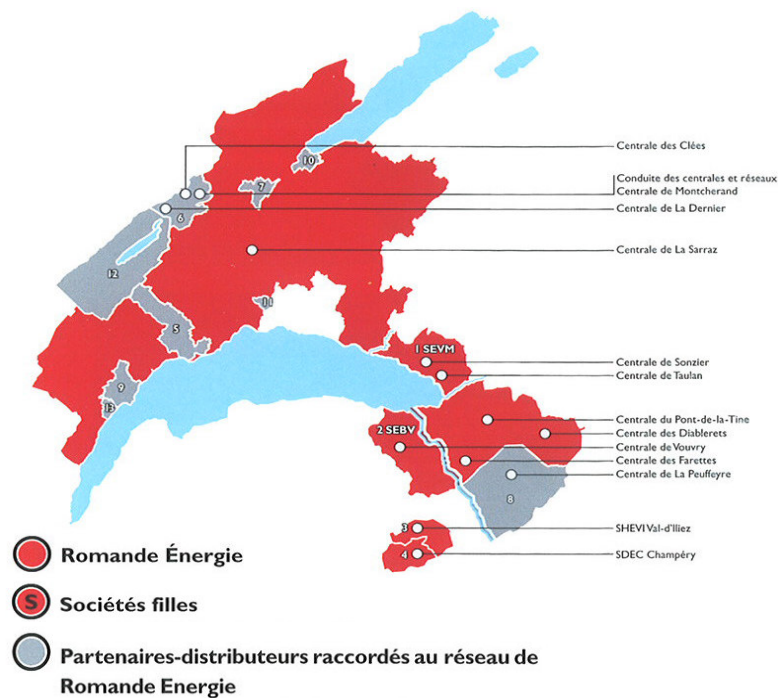
Ing. Philippe Chollet

Inhalt

- Romande Energie in Zahlen
- Was ist dezentrale Erzeugung ?
- Konsequenzen, Lösungen für den Netzbetreiber
- Eine Studie der Ecole d'Ingénieurs de Fribourg (EIA-FR)
- Schlussgedanken

Romande Energie in Zahlen

Einzugsgebiet



Energie und Kunden

- Produzierte Energie 460 GWh
- Netzverbrauch 2'800 GWh
- Durch RE versorgte Kunden 260'000

Netz

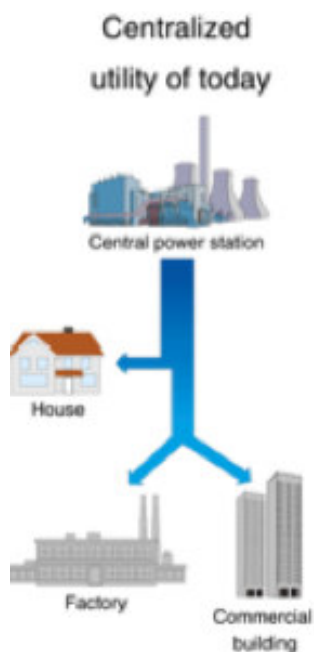
- Anzahl Unterwerke HS/MS 32
- Anzahl Trafostationen HS/MS 3'200
- Netzlänge 9'000 km

Der Begriff dezentrale Erzeugung oder Distributed Generation (DG)

- Elektrische Energieerzeugung mit Hilfe von Anlagen mit kleiner Kapazität, mit dem Stromnetz verbunden: Nieder- oder Mittelspannung.
- Unterscheidet sich von der herkömmlichen Produktion, sog. Zentraler Erzeugung, da nicht mit grossen Maschinen hergestellt.
- Hauptsächlich zu finden bei:
 - Windenergie
 - Solarenergie
 - Biomasse
 - Kleine Wasserkraft
 - Heizkraftwerk.



Zentrale vs dezentrale Erzeugung (1/2)



PRODUCTION CENTRALISEE

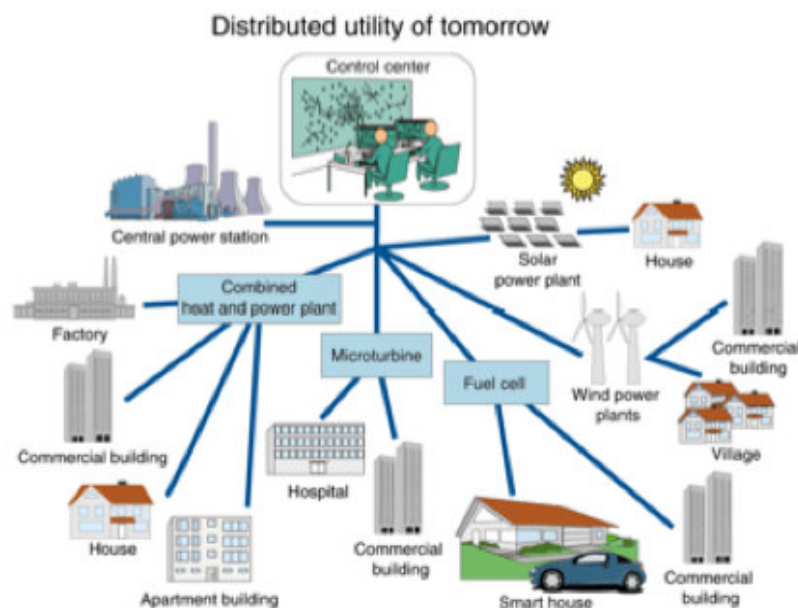
Profil de tension décroissant

Diminution des sections en fon de la consommation et de la distance
= optimisation économique classique

Calcul des pertes peu complexe

Quelle : <http://www.conferences-climat-energie.ch/ConferencesClimatEnergie/ReseauElectrique.html>

Zentrale vs dezentrale Erzeugung (2/2)



PRODUCTION DECENTRALISEE

Flux de charge bidirectionnel

Profil de tension variable (production variable)

Maintien d'une section constante le long des artères

Calcul des pertes plus complexe

Réseau de communication bidirectionnel (fibre optique)

Moyens de comptage et de protection plus complexes

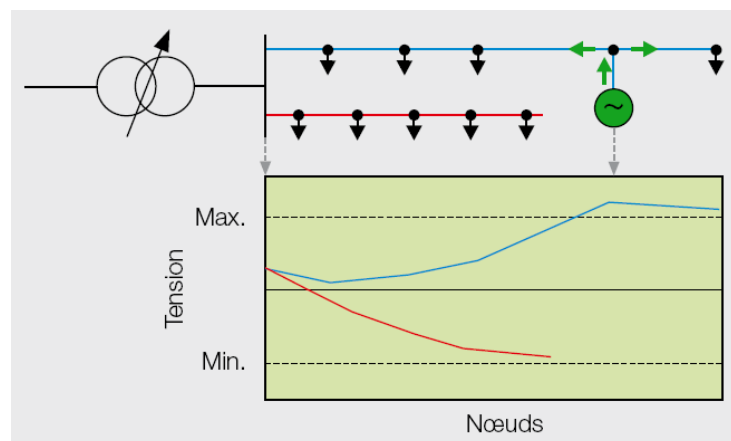
Quelle : <http://www.conferences-climat-energie.ch/ConferencesClimatEnergie/ReseauElectrique.html>

Konsequenzen für den Netzbetreiber

- Erfüllen einer grossen Anzahl von Anschlussanfragen auf den verschiedenen Spannungsebenen und -zonen (schwache, mittlere und starke Dichte).
 - *bei Romande Energie :*
 - ~ 6.2 MVA NS gemeldet bei SwissGrid (RPC)
 - ~ 400 MW en HS/MS
(Wind, Solar, Biomasse, Wasser)
- Einfluss der dezentralen Produktion aufs Netz abklären und den vorteilhaftesten Anschluss vorschlagen, sowohl wirtschaftlich als auch technisch.
- Netzplanung mit langfristiger Vision aber unter Einbezug der Unsicherheiten in Bezug auf die Realisierung.

Ausgangslage

Wie sollen die Verteilnetze geändert und die Netze integriert werden, die über die Jahre mit dem Prinzip der zentralen Erzeugung gewachsen sind und wie soll für den Endverbraucher die Spannungsqualität erhalten bleiben, innerhalb der allgemein gültigen Toleranzen?



Niveau de tension	Minimum	Maximum pour une installation	Maximum pour plusieurs installations
BT	-5 %	+3 %	+5 %
MT	-4 %	+2 %	
Somme pour le client BT (cas extrême)	-9 %	+5 %	+5 %

Lösungen

- 1. Netz planen und verstärken

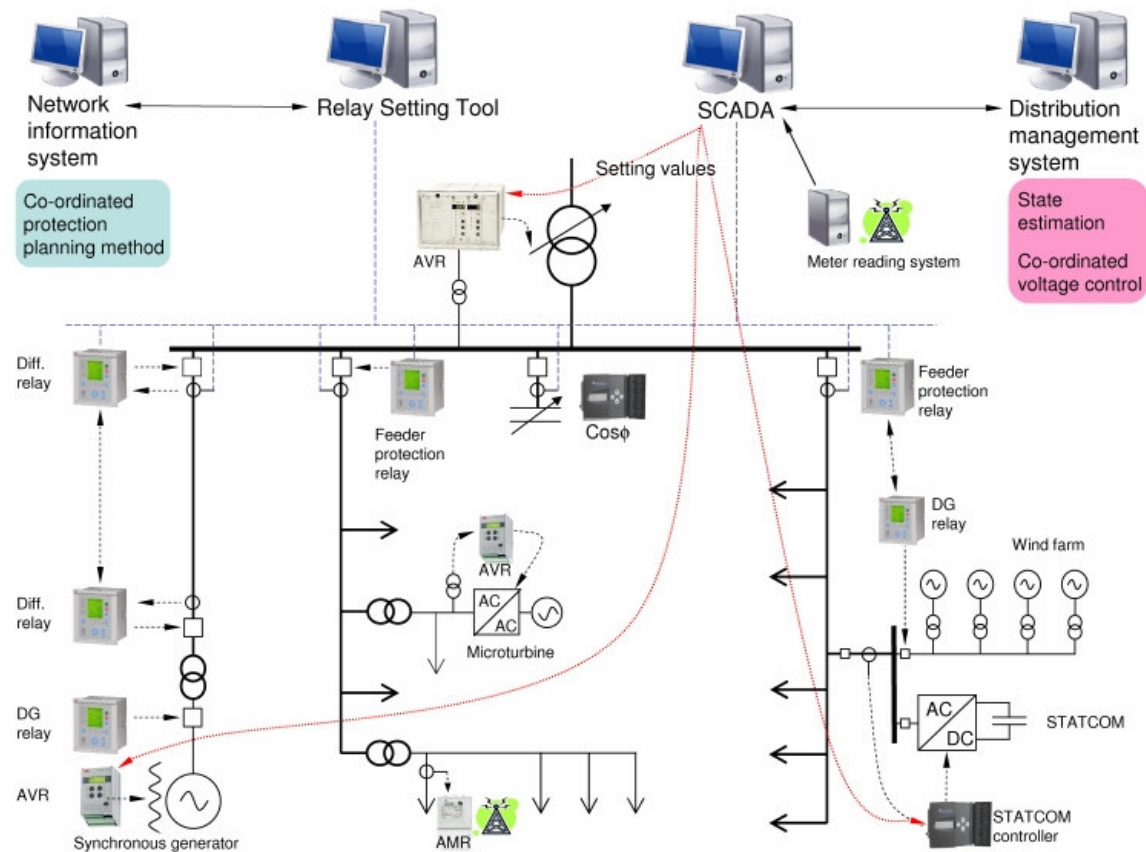
Hat Einfluss auf die Infrastruktur

- 2. Aktives System oder "active network management"

Hat Einfluss auf die Leittechnik

**Gegenüberstellung der Investitionen
"klassische Verstärkung" vs "active network management"**

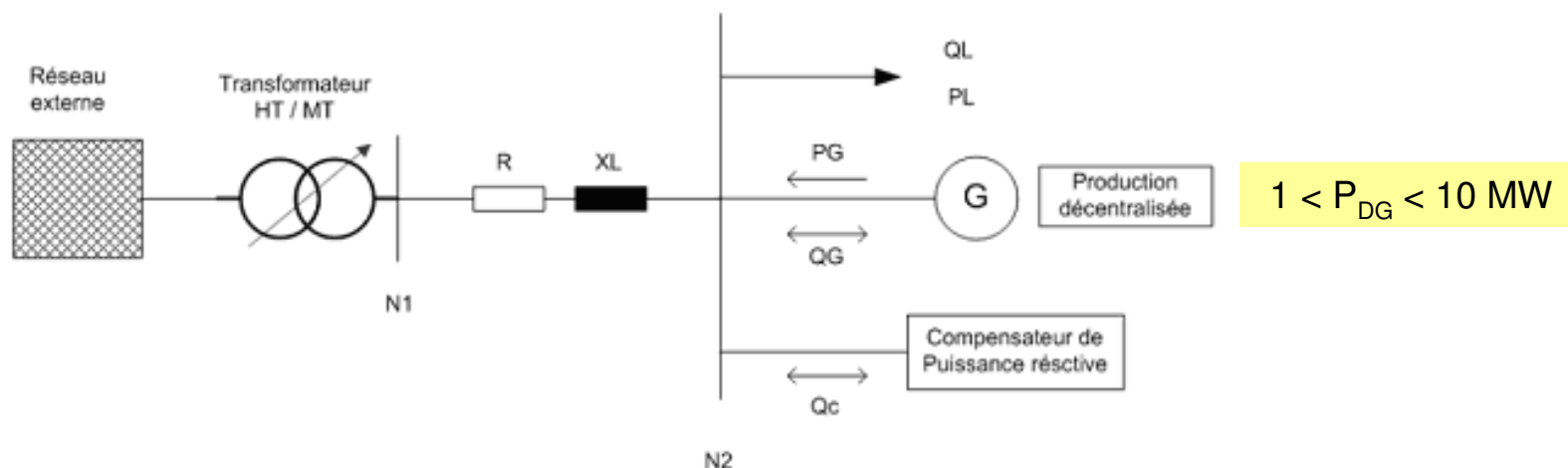
So funktioniert Active Network Management



Source : <http://webhotel2.tut.fi/units/set/research/DG.html>

Die Studie

Romande Energie hat der EIA-FR eine Studie anvertraut mit Blick auf die Anwendung der Methode "active network management" in einem MS-Strahlennetz an welches dezentrale Erzeugungsmittel angeschlossen sind

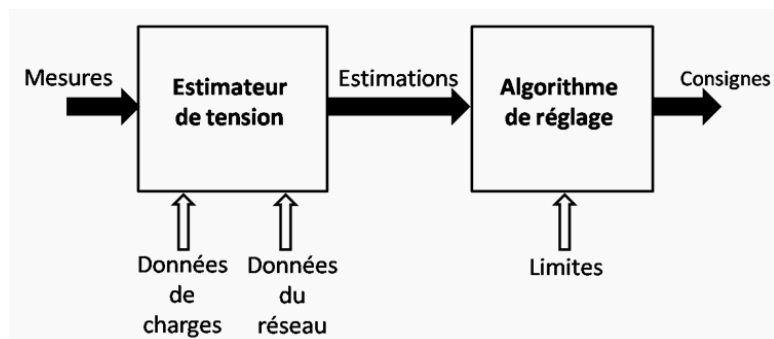


- Wichtigste Annahmen :

Conditions de raccordement des DG selon D-A-CH-CZ	Injection sur le réseau MT avec $P_{produite} \sim \text{Partère}$
Tolérances finales chez client BT selon EN50160	Artère courte fortement chargée en zone urbaine et artère longue peu chargée en zone rurale issues du même poste
Transfos MT/BT non commutables en charge	Production comprise entre 1 et 10 MW

Zwei Vorgehen

Analytisch

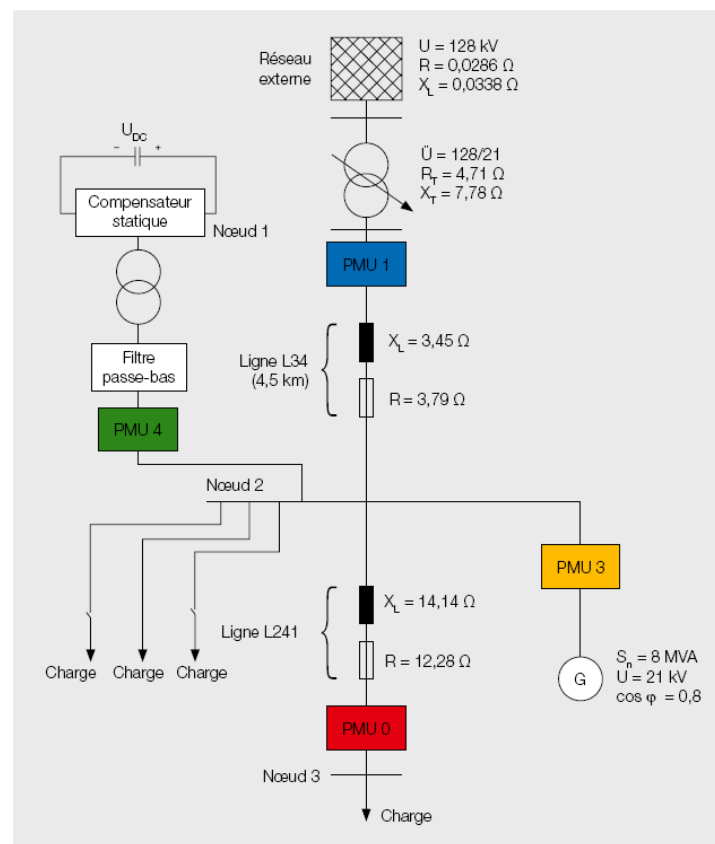


- Schéma de principe de la boucle de régulation de tension -

Nœuds	U_Cymdist [p.u]	U_Model_EIA [p.u]	Erreur [%]
N1	0.9954	0.9954	0
N8	0.9872	0.987	0.02
N17	0.9681	0.9678	0.03
N25	0.963	0.9625	0.05
N38	0.9549	0.9544	0.05
N42	0.9541	0.9536	0.05
N50	0.9532	0.9526	0.06

- Tableau de comparaison des résultats entre le logiciel de réseau CYMDIST et le modèle d'estimateur de l'EIA -

Praktisch (Labo)

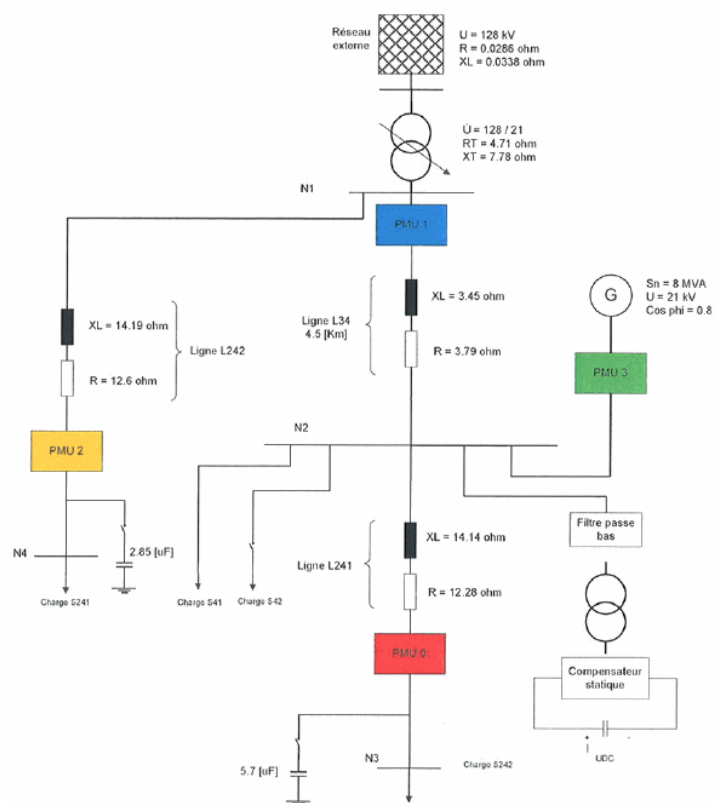


- Mini-réseau triphasé 400 V/5 A -

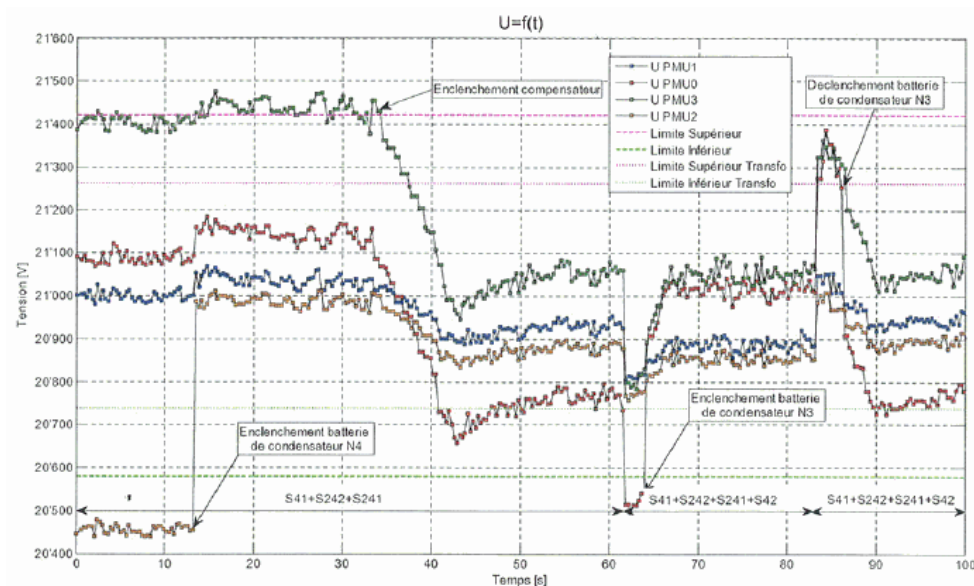
Source : Romande Energie/ Rapport de l'EIA-FR

Analyse im Labor eines Mini-Netzes

Einkabel-Schema der Messung



Anwort $U = f(t)$

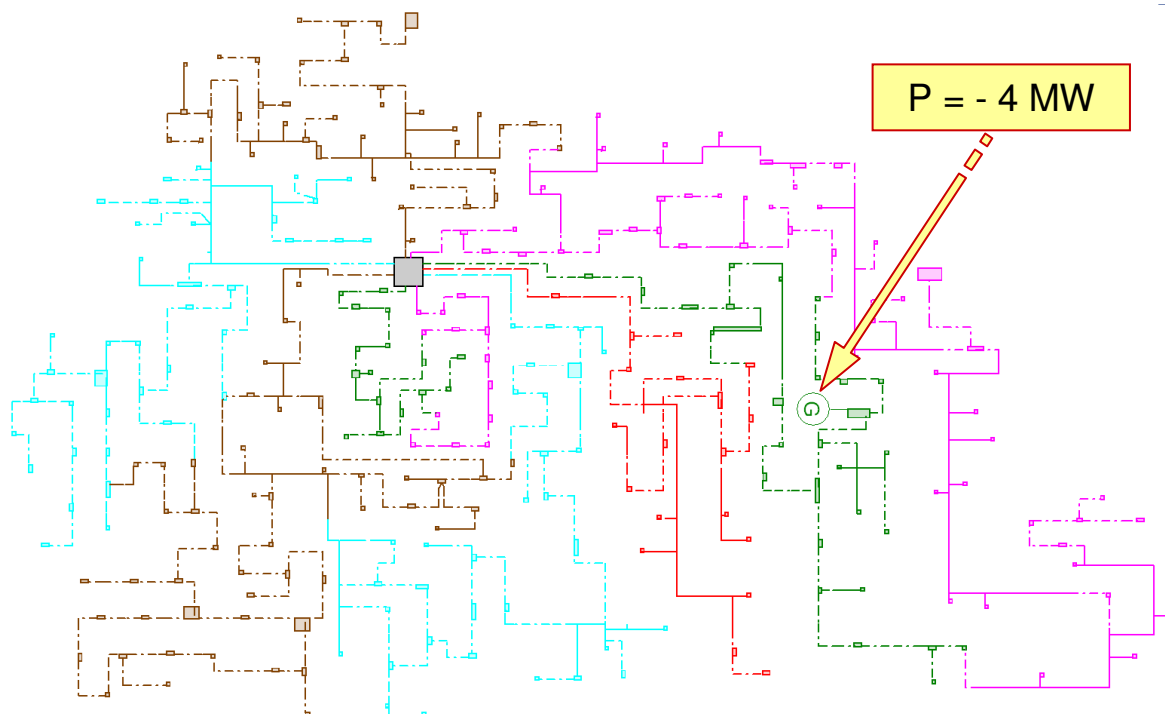


- Mini-réseau triphasé 400 V/5 A -

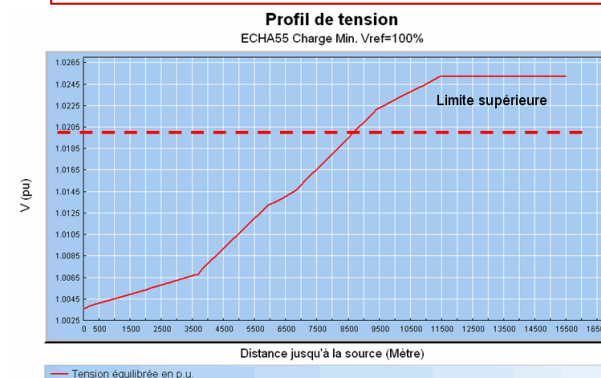
Source : Romande Energie/ Rapport de l'EIA-FR

Regulierung der Sollspannung

- Réseau électrique extrait d'un SIG
 - DG sur le départ n°55
 - Profil de tension sur le départ n°55
 - $P_{\text{consommée}}$ sur le départ 55 : 550 kVA

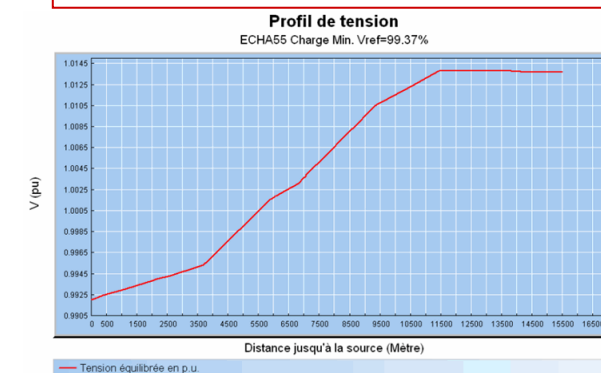


Sans réglage de la tension au poste



$$V_{\text{max}} = 1.0252 \cdot 21 = 21.529 \text{ [kV]} \quad V_{\text{min}} = 1.0035 \cdot 21 = 21.074 \text{ [kV]}$$

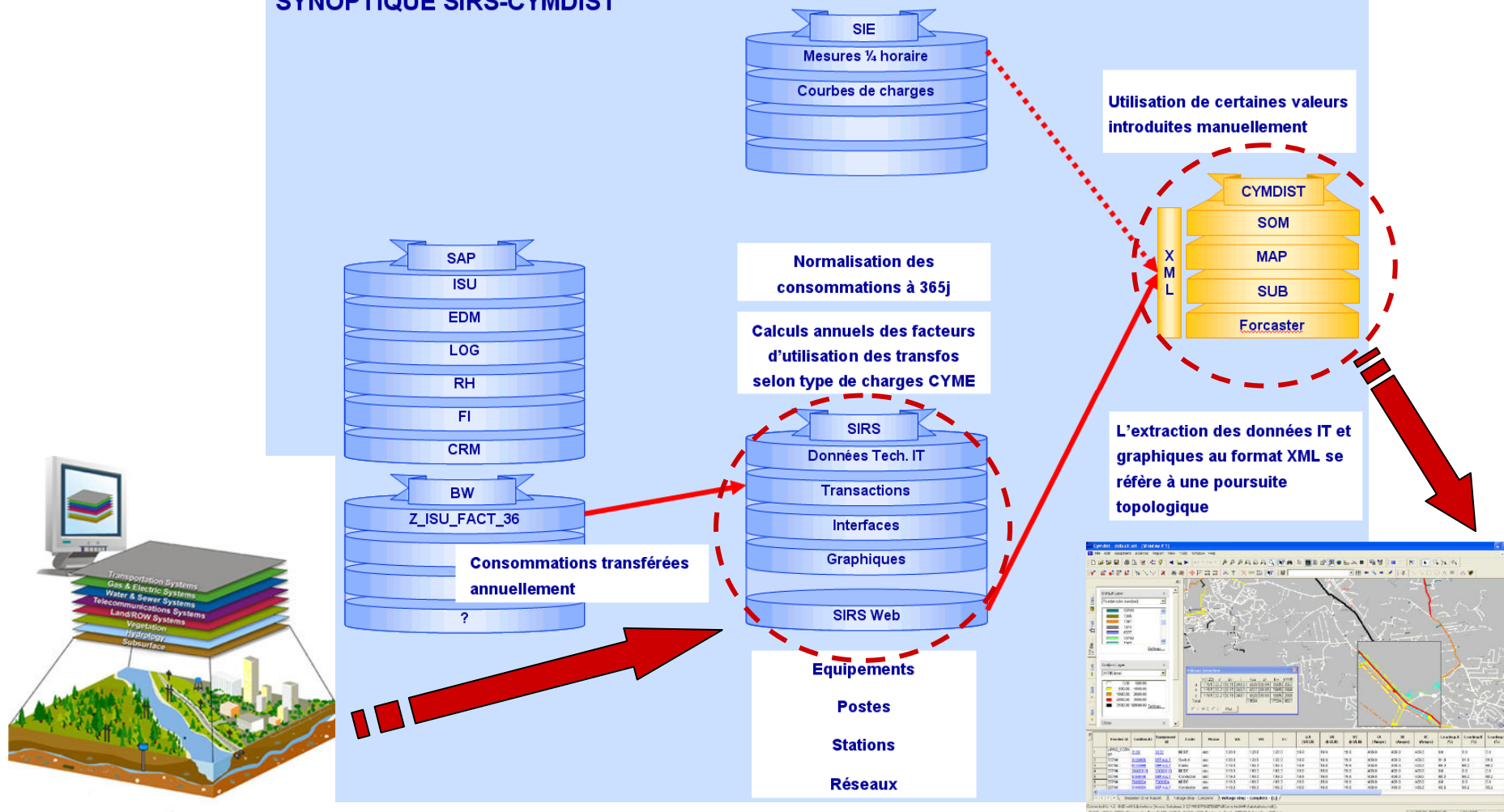
Avec réglage de la tension au poste



$$V_{\text{max}} = 1.014 \cdot 21 = 21.294 \text{ [kV]} \quad V_{\text{min}} = 0.992 \cdot 21 = 20.832 \text{ [kV]}$$

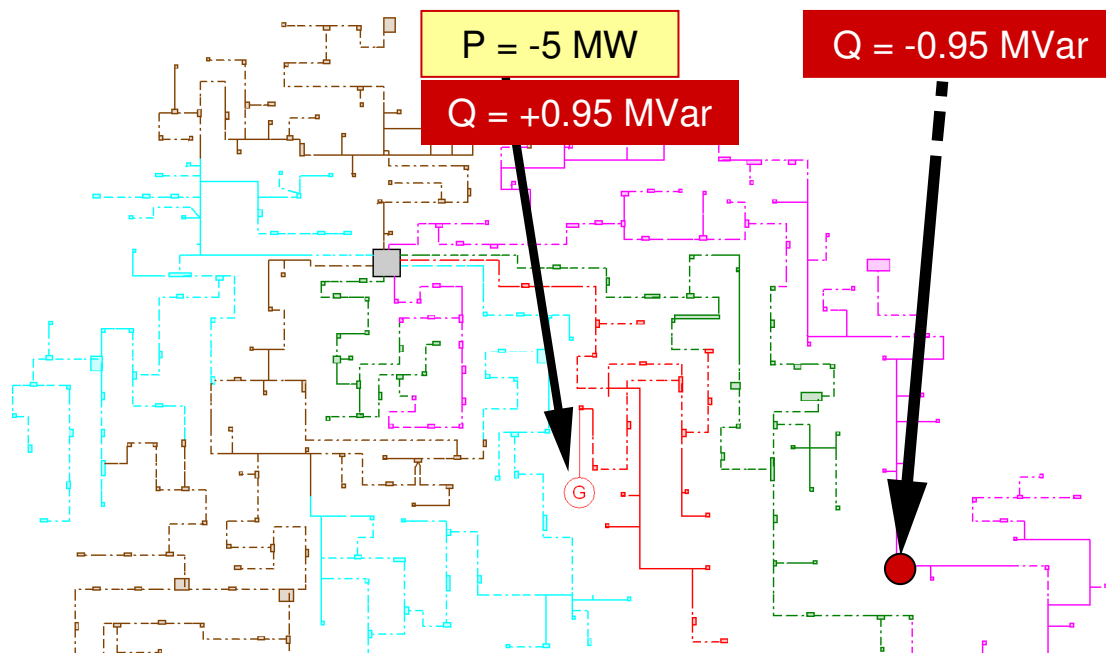
Schnittstelle SIRS (SIG ou SIT) → Cymdist

SYNOPTIQUE SIRS-CYMDIST

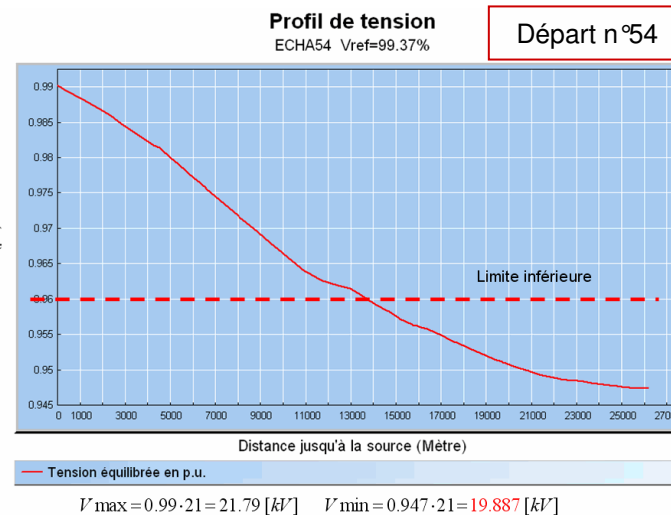
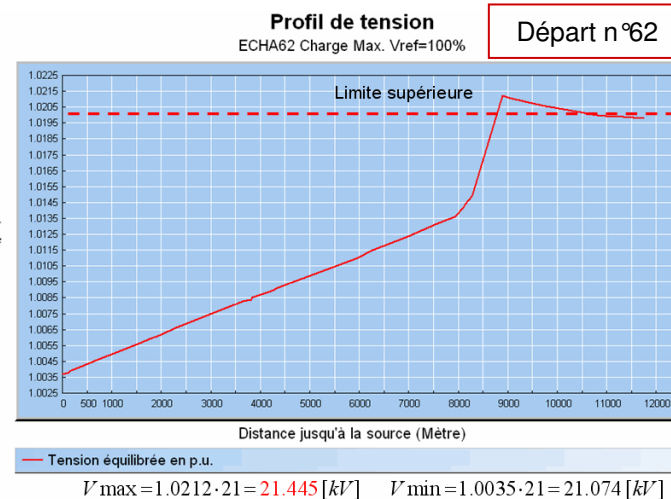


Regulierung der Sollspannung und Blind-Produktion/-verbrauch

- Distrib.Gen. de 5 MW sur le départ n°62
- Profil de tension sur les départ n°62 et 54
- $P_{\text{consommée}}$ par les départs 62 et 54 : 1 et 4 MW



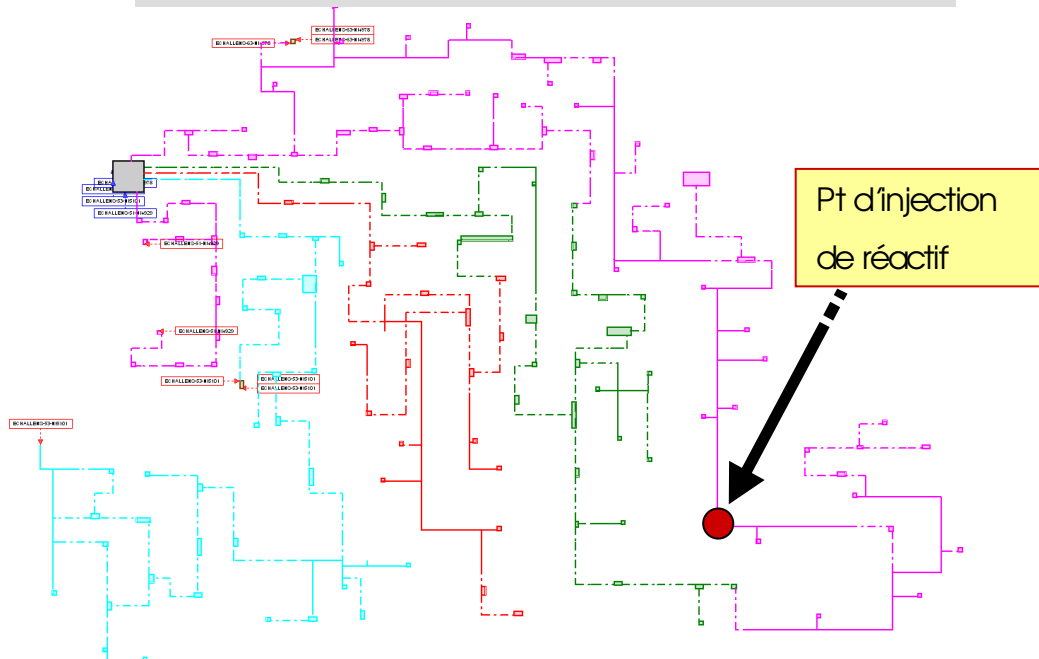
Solution → adaptation de la tension de consigne et production ou consommation de réactif



Bestmögliche Verlustreduktion (1/2)

- Zwei Vorteile von Blindleistungsproduktion:
 - Spannungserhöhung in den Kanälen mit Unterspannung
 - Reduktion der Verluste online

- Réseau sans DG
- Perte annuelle du départ 54 : 200'000 kWh
- Pmax annuelle du départ 54 : 4 MW
- Injection de réactif sur le départ n°54

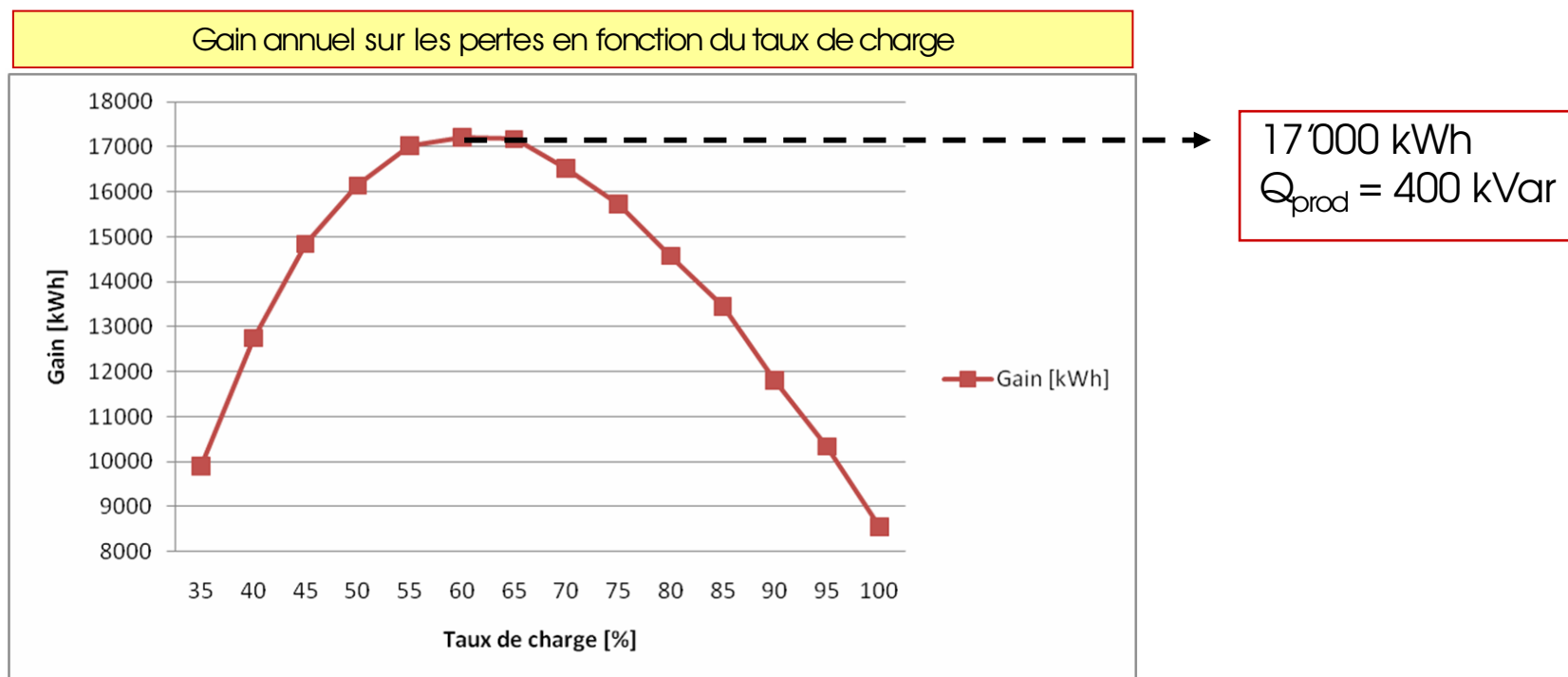


Départ n°54

Taux de charge [%]	Pourcentage [%]	Nombre d'heures/an
35-40	5.08	445
40-45	12.59	1103
45-50	11.38	997
50-55	10.11	886
55-60	9.75	854
60-65	10.72	939
65-70	9.57	838
70-75	6.75	591
75-80	5.24	459
80-85	2.63	230
85-90	1.43	125
90-95	0.42	37
95-100	0.034	3

Taux de charge [%]	Qc [kVar]	deltaP [kW]
35	110	200
40	160	450
45	215	800
50	270	1'300
55	325	1'850
60	380	2'515
65	435	3'300
70	492	4'210
75	550	5'230
80	600	6'400
85	655	7'600
90	710	8'970
95	765	10'650
100	824	12'200

Bestmögliche Verlustreduktion^(2/2)



Exemple de rentabilité :

- Evaluation des coûts de l'installation de compensation de réactif : ~ CHF 100'000
- Evaluation des coûts liés à l'étude de planification : ~ CHF 20'000
- Ex.: WACC 4,5 % sur 20 ans → **investissement financier inférieur au tiers de celui nécessaire**

Resultate der Studie EIA-FR

- Für Distributed Generation (Leistung von 1 bis 10 MW) geeignet mit Anschluss an MS-Verteilnetz
 - Die Korrektur der Sollspannung ist nicht in jedem Fall genügend um eine allgemein tolerierbare Spannung in einem Werk beizubehalten.
 - Die Einführung von Blindleistungs-Zusätzen erlaubt, die Spannung zu erhöhen bzw. zu senken. Der Verbrauch von Reaktiv am Einspeisungsort bewirkt eine Verschlechterung der Verlust-Bilanz.
 - Der Gewinn bei den aktiven Verlusten erlaubt es nicht, die Errichtung von Kondensatoren zu finanzieren.
 - Die heutige Netzführung im Bereich Verteilung erschwert die Entwicklung von dezentraler Erzeugung.

Schlussgedanken

- Bei der Änderung im Netz auf Grund der dezentralen Produktion, hängt die Wahl der technischen Lösung von finanziellen Aspekten ab (klassisch vs. Active Network).
- Die nächste Herausforderung wird allsdann der Einbau des Active Network Management sein, beim Fehlen der Zweikanal-Kommunikation in den Verteilnetzen.
- Das Einrichten einer Anreizpolitik könnte die nicht unerhebliche Investition rechtfertigen, im Hinblick auf das Beherrschen von Lieferqualität.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit !



Philippe Chollet

Planificateur du réseau de
distribution

Romande Energie SA

Rte de Lausanne 53
1110 Morges

philippe.chollet@romande-energie.ch
<http://www.romande-energie.ch/>

Arnoud Bifrare

Responsable Groupe Energie

Romande Energie SA

Rte de Lausanne 53
1110 Morges

Arnoud.bifrare@romande-energie.ch
<http://www.romande-energie.ch/>

- Romande Energie arbeitet auch in diesen Projekten mit :
 - VEiN/IDRB
 - Smart Energy