

Solutions techniques pour la gestion flexible des centrales de méthanisation

Jan Liebetrau, DBFZ

Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH



Julian Risler, OFAEnR

Co-organisé par :



Office franco-allemand pour la transition énergétique
Deutsch-französisches Büro für die Energiewende



Le DBFZ – historique, mission, structure

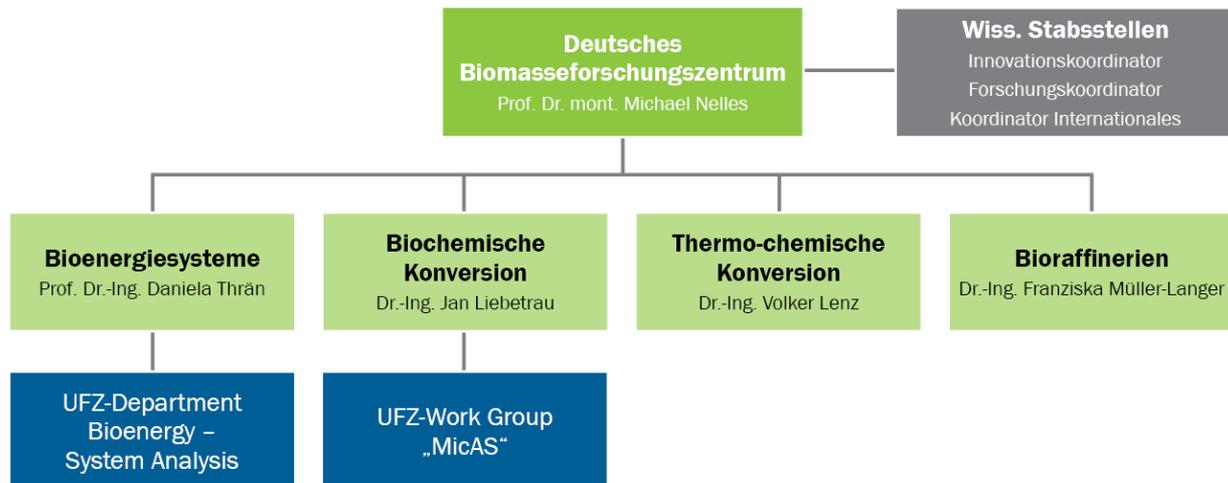
- **Historique :**
 - DBFZ : centre de recherche allemand sur la biomasse
 - fondé le 28 février 2008 à Berlin en SARL à but non lucratif (gemeinnützige GmbH)
 - associé unique : République fédérale d'Allemagne, représentée par le ministère fédéral de l'Alimentation et de l'Agriculture (BMEL)
 - jusqu'à fin 2014 : développement constant du nombre de salariés et de l'infrastructure
- **Mission :**
 - La mission du DBFZ est de soutenir l'intégration de la biomasse comme ressource vertueuse pour un approvisionnement durable en énergie, à travers la recherche scientifique appliquée.
- **Structure :**
 - Environ 200 employés en décembre 2014 en
 - administration et quatre champs de recherche.
- **Direction :**
 - Prof. Dr. mont. Michael Nelles (direction scientifique)
 - Daniel Mayer (direction administrative)



Abb.: DBFZ

Champs de recherche

- Les quatre champs de recherche du DBFZ :
 - Contribution de la biomasse à la stabilité du système électrique
 - Procédés de digestion anaérobie
 - Procédés pour bioénergies chimiques et carburants
 - Technologies intelligentes de chauffage à la biomasse
 - Réduction catalytique des émissions
- Structure organisationnelle - quatre secteurs :
- Recherche scientifique de pointe tout au long de la chaîne de fourniture



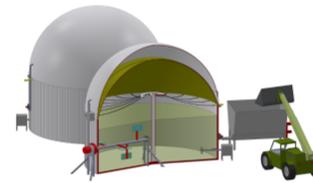
Co-organisé par :

Smart Bioenergy

Base de ressources durables



Approvisionnement traditionnel en bioénergie



Approvisionnement moderne en bioénergie



Approvisionnement intégré et intelligent (« smart ») en bioénergie

Bioéconomie

Un approvisionnement d'énergie intégré, sans conflit d'usages et adapté au besoin
 Production couplée à partir de bioénergies pour une chaîne de valeur ajoutée optimale de la biomasse
 Développement de technologies hautement efficace et propre
 Monitoring de développement durable complet

Pourquoi la flexibilité ?

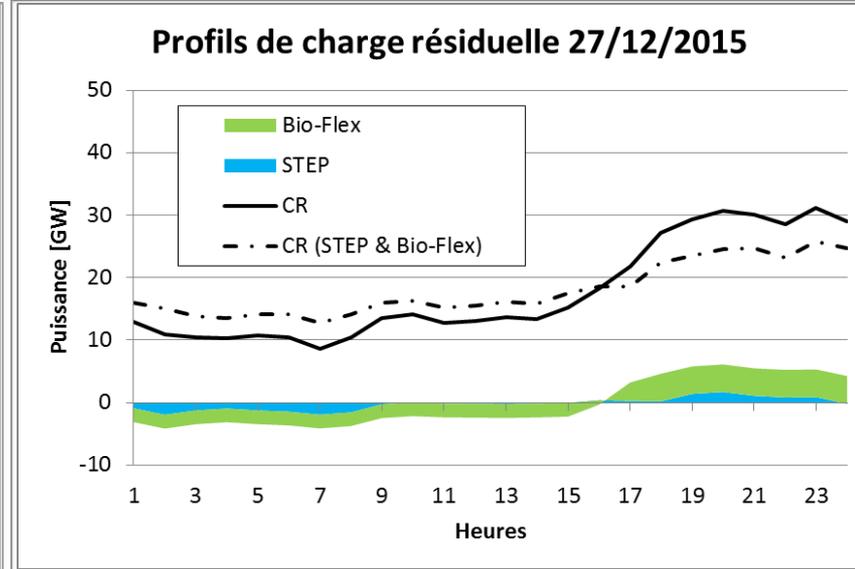
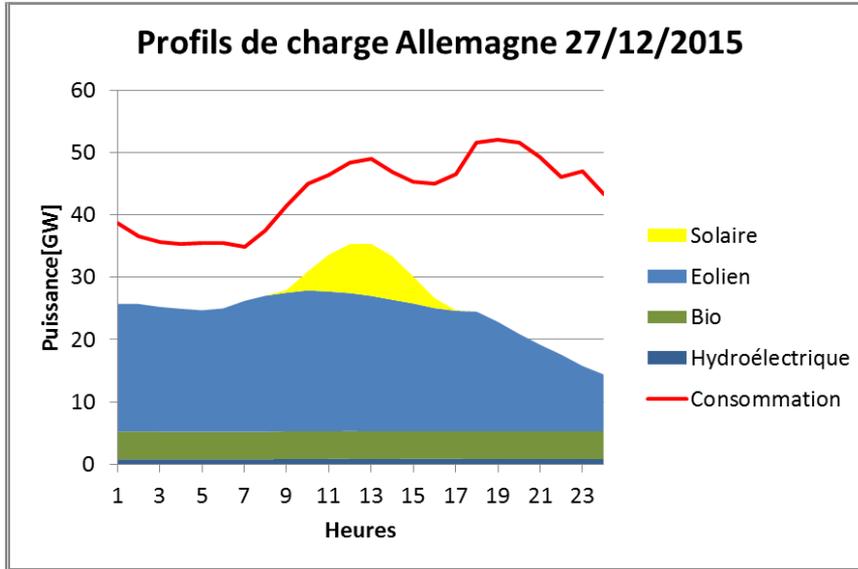
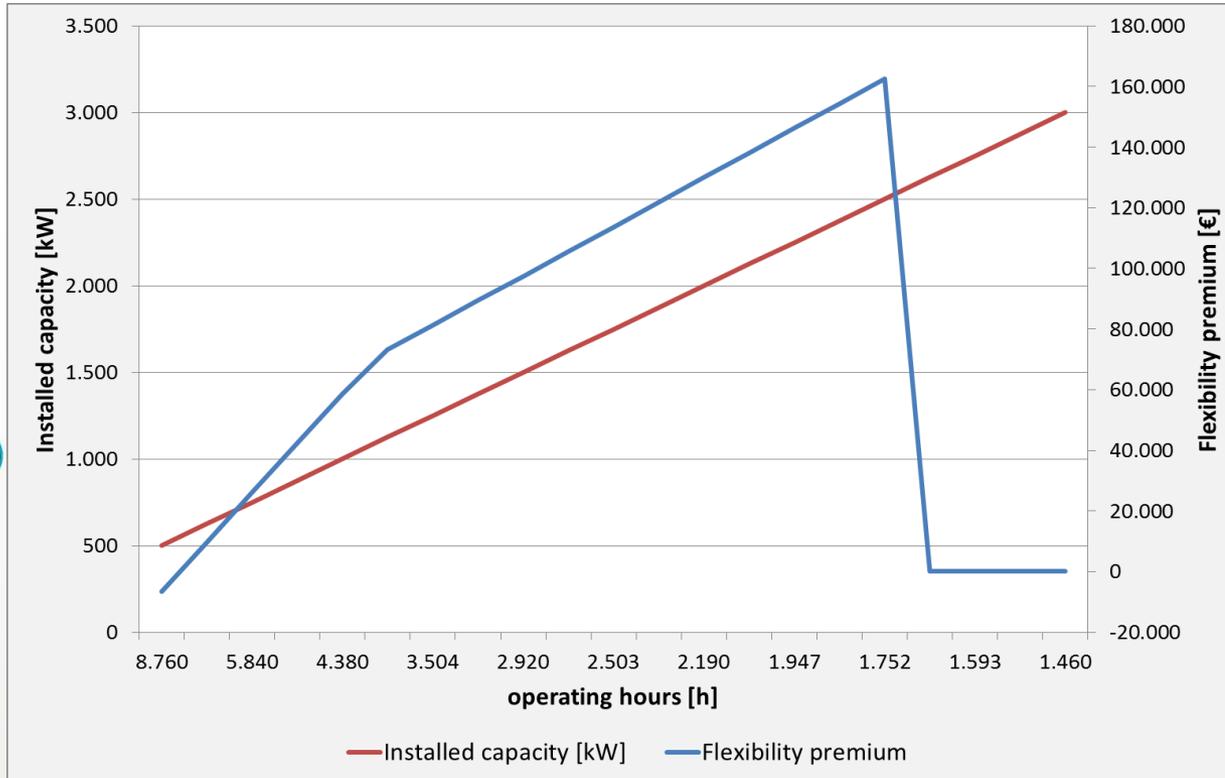


Figure : Profils de charge pour le 27 décembre 2015 en Allemagne, graphique réalisé par les auteurs (source: ENTSOE, 2016) ; Bio-Flex = effet de flexibilisation des bioénergies, STEP = stations de transfert d'énergie par pompage, CR = charge résiduelle

Trommler et al 2016

- Injection conforme au besoin (valoriser l'énergie à des prix plus élevés)
- Stabiliser les réseaux (proposer de l'énergie de réglage)
- Maximiser l'utilisation de chaleur (vendre des volumes de chaleur plus élevés et améliorer la sécurité d'approvisionnement)
- Incitation : prime de flexibilité (loi allemande sur les énergies renouvelables, EEG)

Prime à la flexibilité



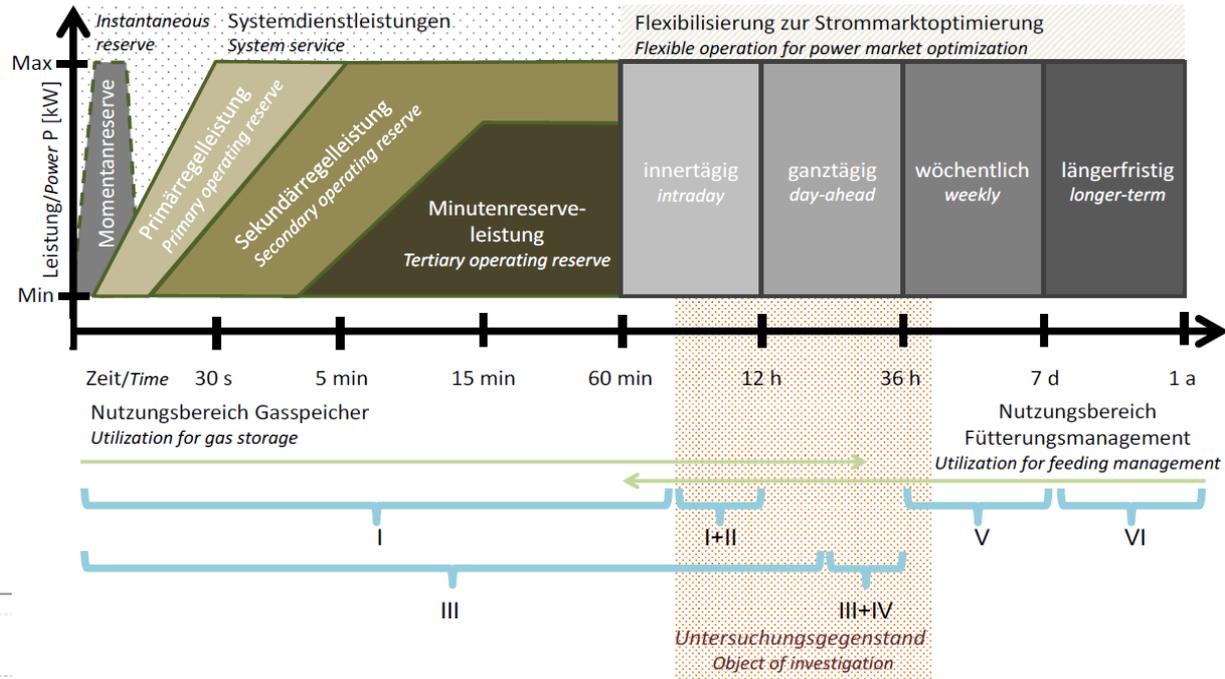
Pour les installations en fonctionnement :
 10 ans
 130 €/KW
 capacités supplémentaires (app. 1,62 ct/kwh pour cet exemple)

Revenus:

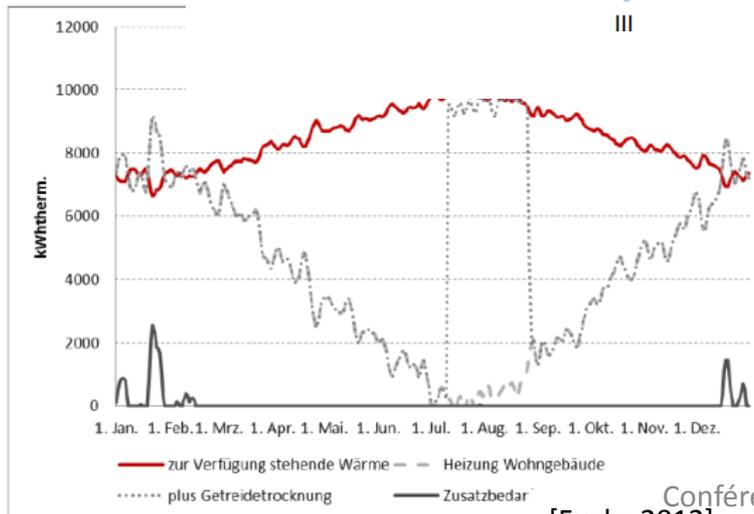
Nouveau moteur, meilleure cogénération (capacité supérieure ?) avec une meilleure efficacité énergétique

Prix réparti entre le marché de l'électricité et le service de flexibilité

Situation initiale: électricité et chaleur



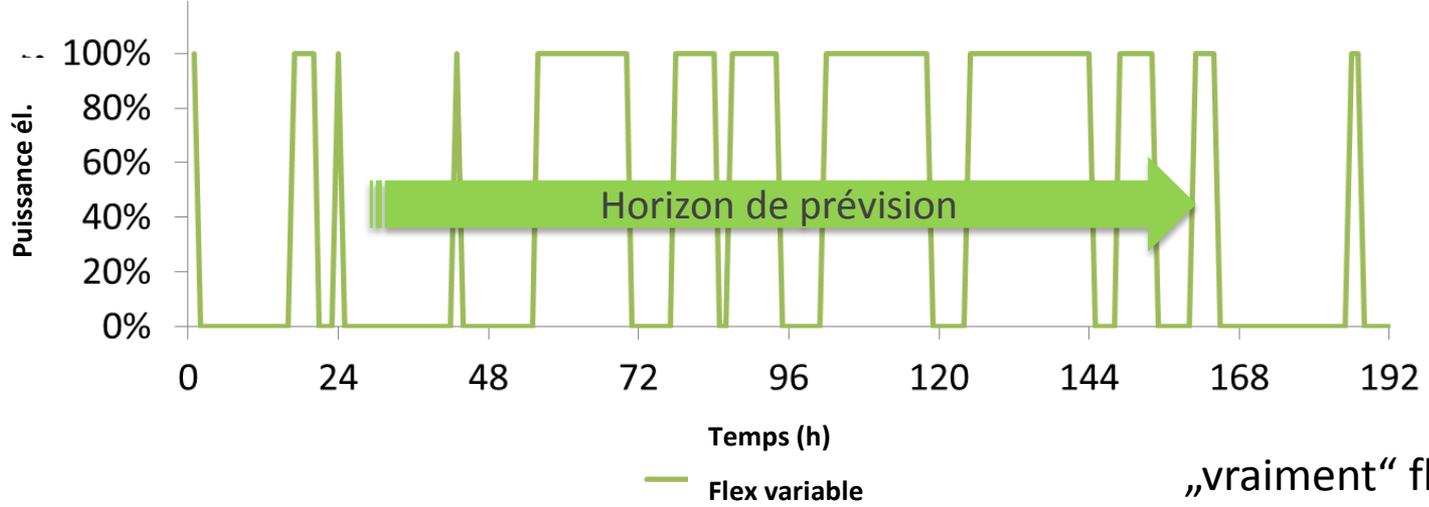
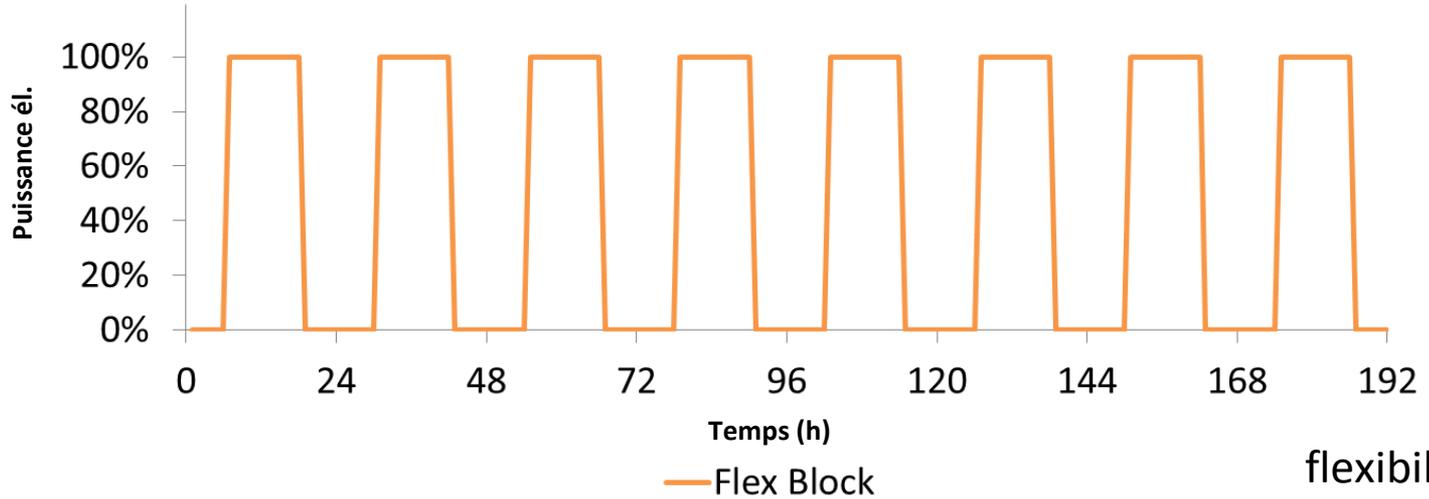
Quelle: Barchmann et. al. 2016 (subm.)



Marchés distincts aux exigences différentes

Les centrales de méthanisation ont des contraintes de construction et de gestion variées, qui déterminent si les centrales peuvent remplir ces exigences

Situation initiale: flexibilité - qualité





Approches de flexibilisation

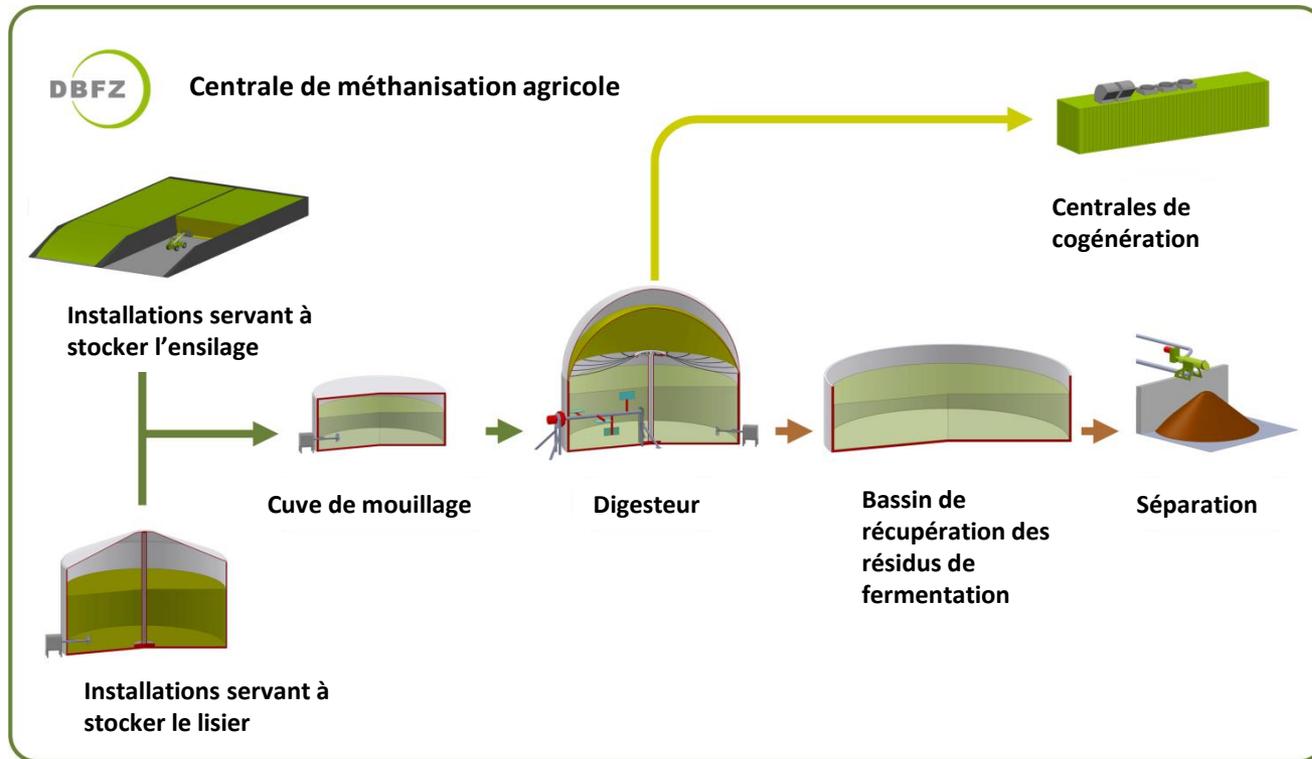
- Augmenter les capacités de centrales de cogénération (si la production annuelle doit être maintenue à un niveau constant)
- Augmenter les capacités de stockage de gaz
- Flexibiliser la production de biogaz (gestion d'approvisionnement, stockage de produits intermédiaires)
- Power to gas, power to heat
- Biométhane

Flexibilisation - conditions

Éléments obligatoires	Éléments liés au concept de flexibilisation (facultatifs)
Capacités supplémentaires en cogénération	Adaptations du système d'alimentation / technique de transfert
Capacités supplémentaires en stockage de gaz	Extension éventuelle des conduites de gaz pour tenir compte des nouveaux volumes de gaz
Technologies de l'information et de la communication	Adaptation du traitement du biogaz brut (désulfuration et séchage)
	Transformateur et raccordement au réseau
	Stockage thermique

Trommler et al. 2016

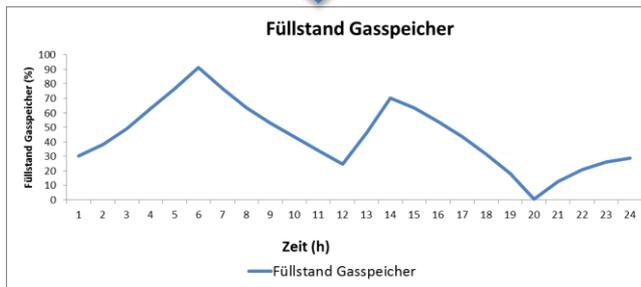
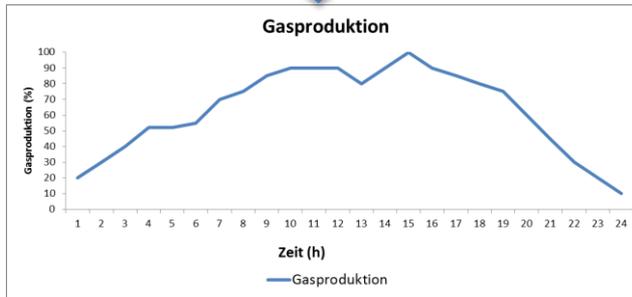
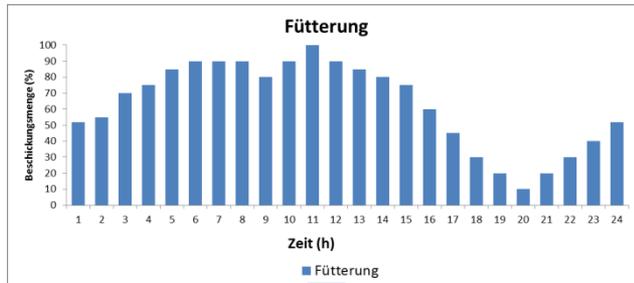
Quelles sont les limites de la flexibilité pour les centrales existantes?



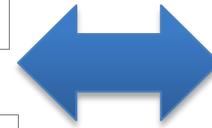
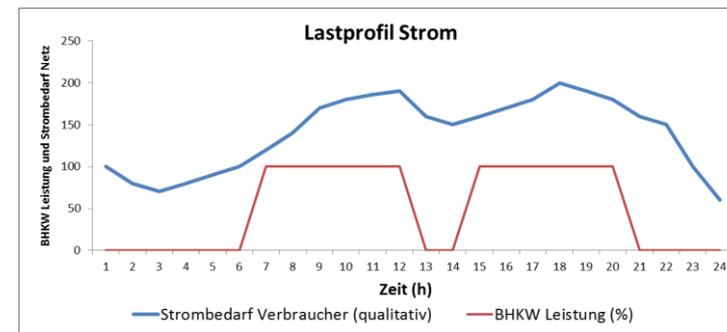
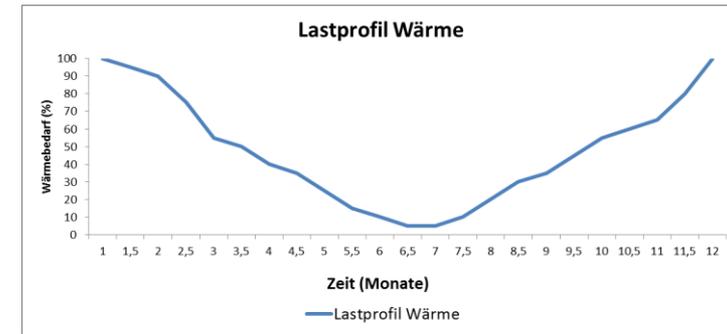
Approvisionnement → production biogaz → stockage de gaz → valorisation du gaz

Quelles sont les limites de la flexibilité pour les centrales existantes?

Production de gaz et stockage



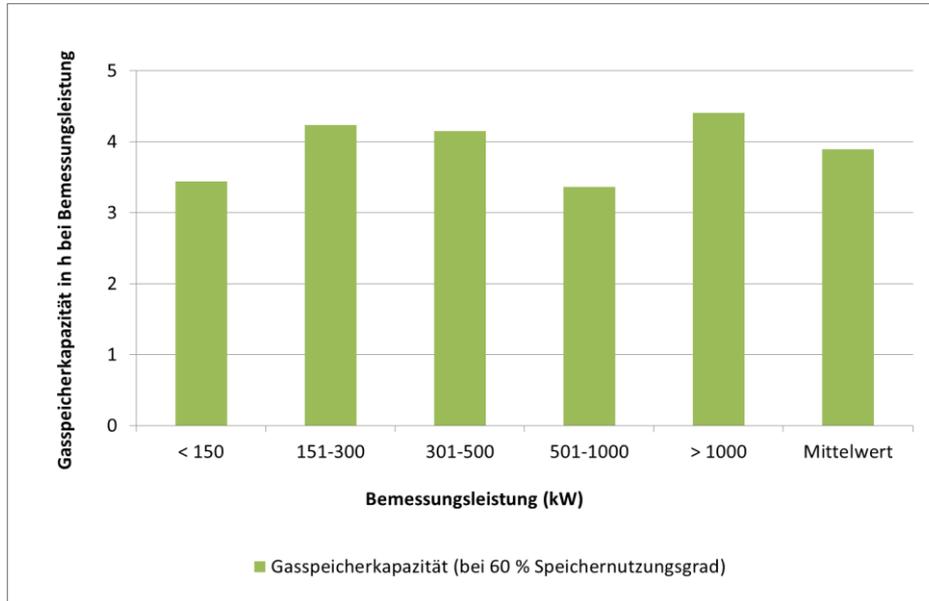
Valorisation du gaz



Conditions techniques centrales de cogénération

- La technique de commande et de régulation doit éventuellement être adaptée, un accès à distance doit être rendu possible et les temps de démarrage et d'arrêt doivent être adaptés.
- Préchauffage de l'unité de cogénération pour l'exploitation du départ/arrêt (start/stopp)
- Une installation de stockage de chaleur est éventuellement à prévoir pour pouvoir approvisionner des consommateurs en chaleur
- Cycle de démarrage maximal par jour: 3-4 (indications du fabricant)
- Prise en compte des temps d'exploitation minimum après démarrage
- Relèvement des exigences de qualité du gaz (condensation à l'arrêt, humidité et Sulfure d'hydrogène (H₂S) comme facteurs importants)
- La charge partielle a une efficacité inférieure et des émissions plus élevées
- Amélioration éventuelle du comportement au démarrage des agrégats plus anciens
- D'une manière générale, le besoin de maintenance augmente

Installations de stockage du gaz



(DBFZ : base de données)

Technologie de mesure pour une détermination du niveau de remplissage souvent non appropriée, en particulier en dehors des zone limites

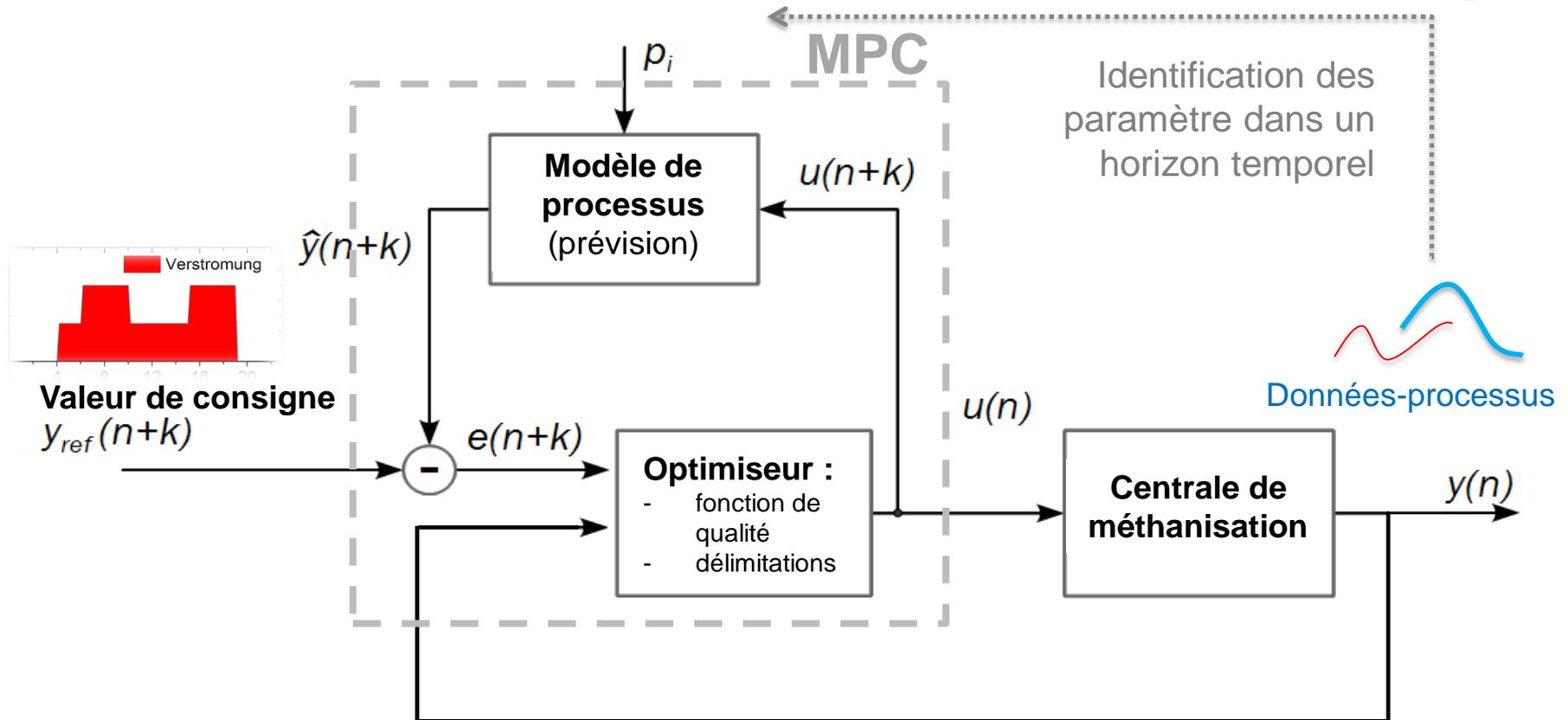
Flexibilité des membranes de gaz limitée

Mise en état des gazoducs pour échange rapide du gaz

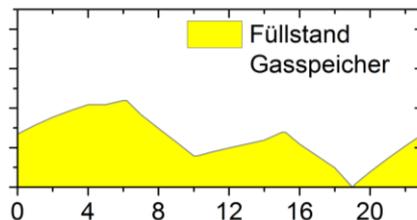
Gestion de gaz pour la réduction des pertes

Co-organisé par :

Unité de réglage à modèle prédictif (MPC)



Grandeur de régulation :



Grandeur de réglage :



Mauky et al 2016

Installations pilotes

DBFZ- centrale de méthanisation pour la recherche

190 m³ (165 m³ de volume actif)



Source: DBFZ

Intrants utilisés :

- ensilage de maïs,
- lisier de bovins,
- ensilage de betteraves

Centrale de méthanisation „Unterer Lindenhof“ (Uni Hohenheim)

923 m³ (800 m³ de volume actif)

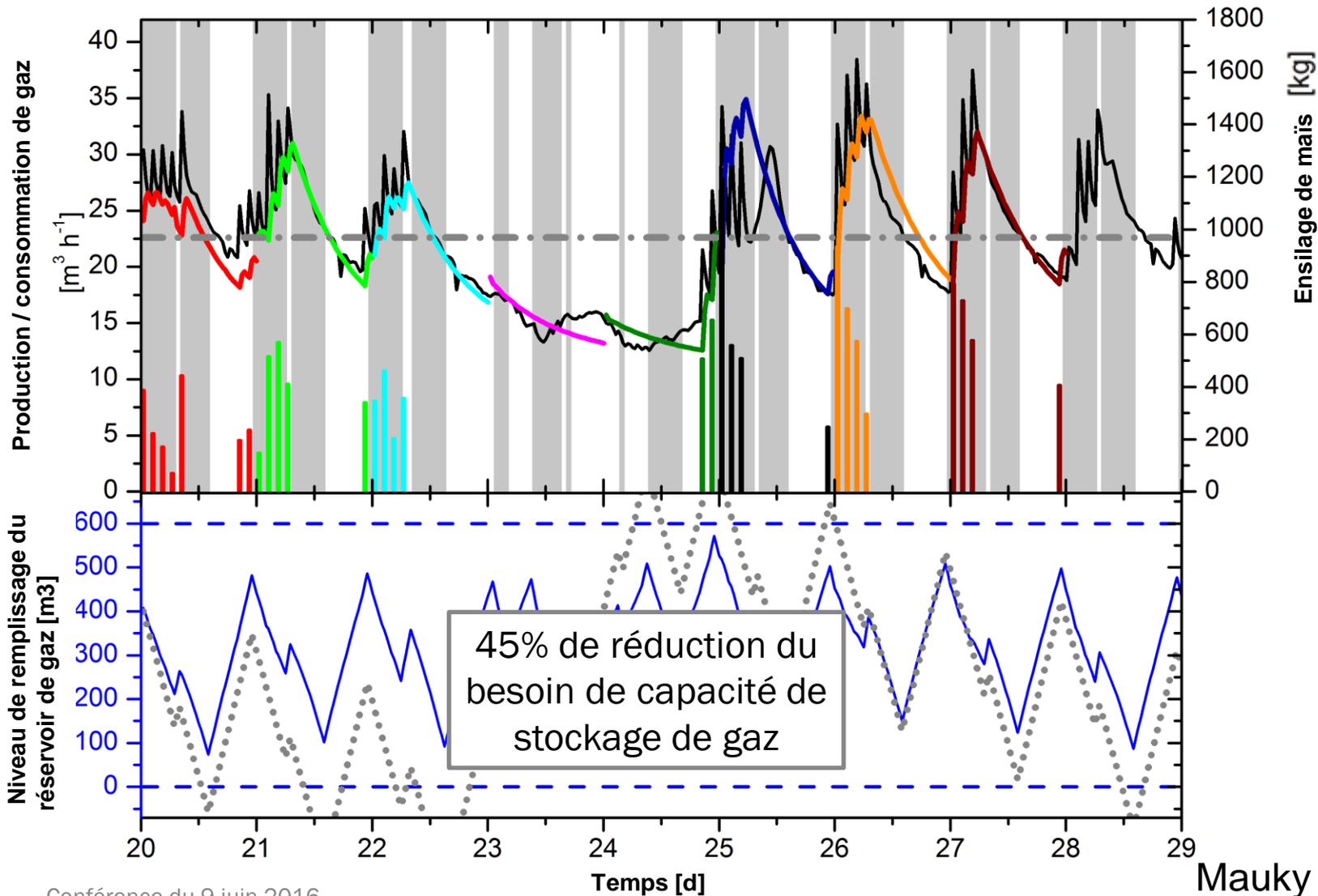


Source: Novatech

Intrants utilisés :

- ensilage de maïs,
- ensilage d'herbe,
- gruaux de céréales

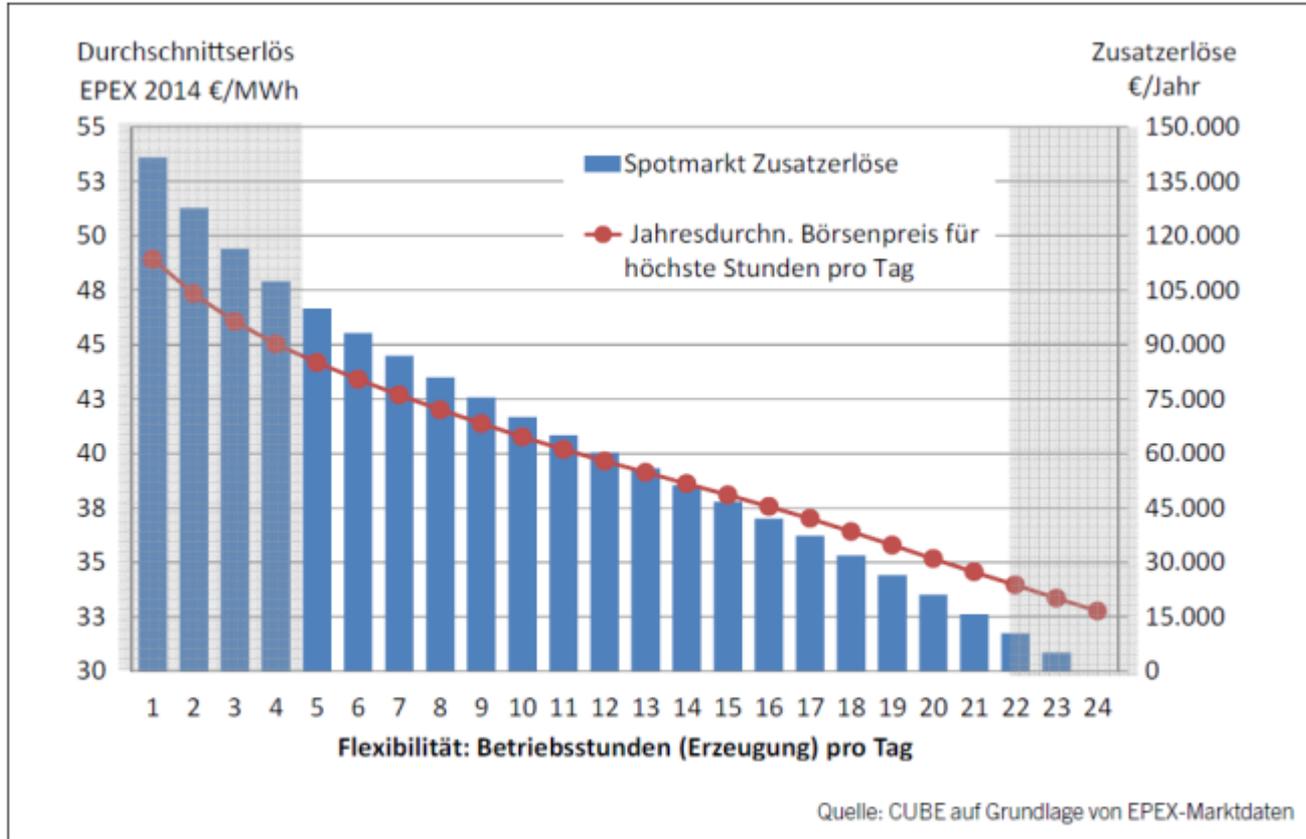
Opimisation de l'approvisionnement basé sur des modèles (DBFZ - FBGA)



Centrales de méthanisation flexibles

- Les centrales peuvent répondre à des exigences diverses
- La qualité de la flexibilité disponible dépend de la chaîne de processus et est unique à chaque centrale
- La production de biogaz peut être largement flexibilisée et cela augmente les possibilités des centrales en terme de flexibilité
- Un travail complexe d'optimisation économique et de procédure technique de par la combinaison de divers produits liés à l'électricité, la fourniture de chaleur et la gestion des centrales

Quelle rentabilité?



Recettes supplémentaires possibles et prix moyen en bourse pour une unité de 1 MW en fonction des heures de production par jour pour la réalisation du dimensionnement

[Cube Engineering]

Synthèse

- Pour des marchés différents, des qualités de flexibilisation différentes sont requises
- La totalité de la chaîne définit les limites de flexibilité de la centrale
- La gestion de l'alimentation et la production de biogaz hautement flexible résultante peut couvrir le besoin en matière de stockage de gaz
 - Un travail complexe d'optimisation économique et de procédure technique de par la combinaison de divers produits liés à l'électricité, la fourniture de chaleur et la gestion des centrales
- Perspectives
- Prise en compte d'autres valeurs de réglage (utilisation de chaleur)
- Analyse de différentes complexités de modèles et de méthodes d'optimisation au sein du réglage à modèle prédictif (MPC)

Grand merci à Marcus Trommler, Martin Dotzauer, Tino Barchmann, Markus Lauer, Christiane Henning, Eric Mauky, Daniela Thrän

Jan Liebetrau

Tel. +49 (0)341 2434 – 716

E-Mail: Jan.Liebetrau@dbfz.de

Grand merci pour la traduction à

Julian Risler

Chargé de mission bioénergies

Tel. +33 (0)140 81 93 15

E-Mail: julian.risler@developpement-durable.gouv.fr

DBFZ Deutsches
Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH

Torgauer Straße 116

D-04347 Leipzig

Tel.: +49 (0)341 2434 – 112

E-Mail: info@dbfz.de

www.dbfz.de

