

siapartners

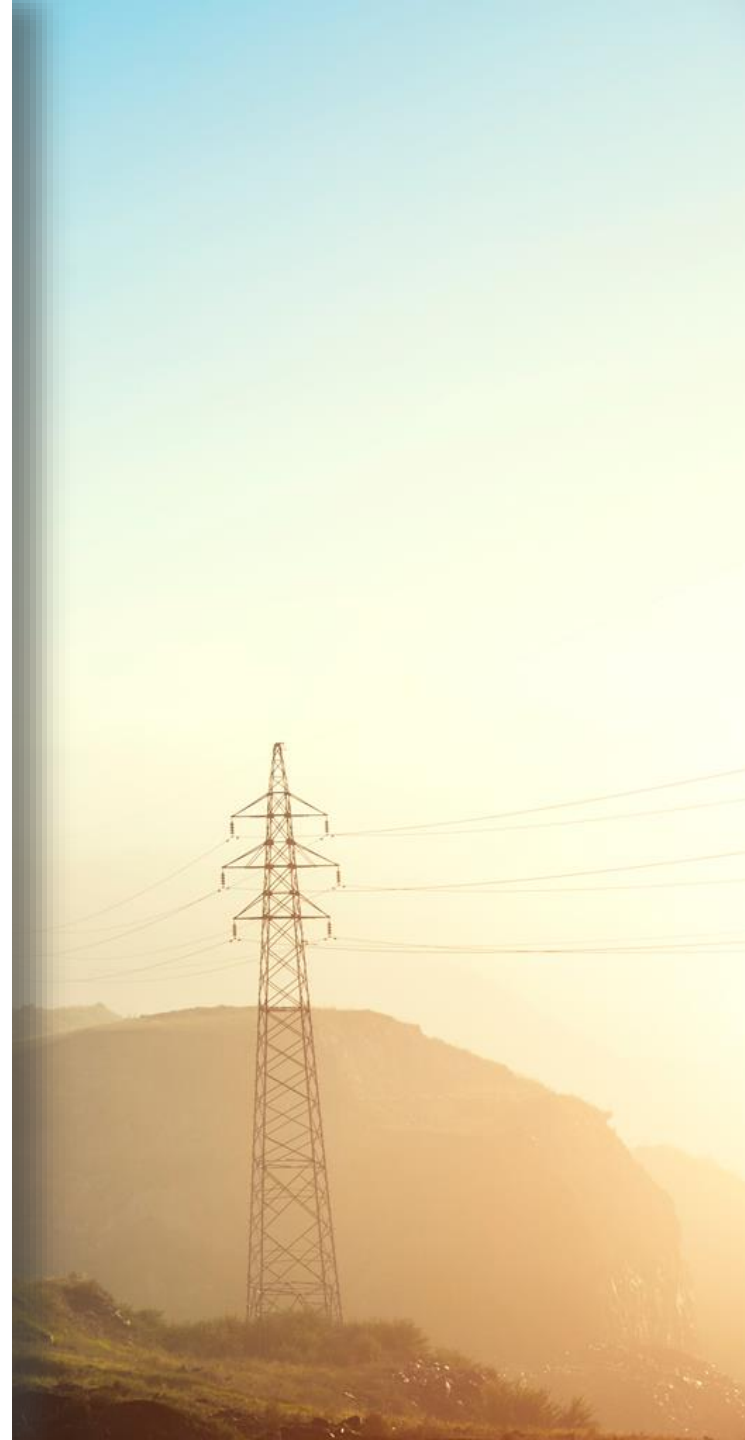
Pioneer of Consulting 4.0

EnergyLab
By **sia**partners

L'hybride diesel-EnR dans le marché de l'électrification

*Un potentiel de marché mondial estimé par
Sia Partners à 740 milliards de dollars en 2025.*

JUILLET 2019



Executive summary

Dans les pays les moins avancés, la pauvreté énergétique se définit comme un manque d'accès des populations à des services énergétiques et en particulier à une électricité fiable et de manière continue. Ainsi, **près du tiers de la population mondiale** n'a aujourd'hui pas accès ou a peu accès à l'électricité, ce qui impacte de fait la croissance des entreprises, la création d'emplois et la fourniture de services. Alors que la **demande mondiale en énergie devrait croître de 31% d'ici 2040 selon l'AIE (Agence Internationale de l'Énergie)**, principalement en Inde, en Asie du Sud-Est et en Afrique subsaharienne (60% de la demande), l'électrification décentralisée est en passe de devenir le modèle de référence pour ces zones isolées.

L'électrification progressive des zones non encore raccordées au réseau électrique principal, ou trop isolées pour permettre une extension des lignes de transport et de distribution à moyen terme, a principalement été réalisée via l'installation de **groupes électrogènes diesel décentralisés**, ainsi que, dans une moindre mesure, par le biais de systèmes utilisant des sources locales **d'énergies renouvelables** tels que les systèmes photovoltaïques (PV) autonomes. La combinaison de ces deux technologies en systèmes d'électrification dits **hybrides diesel-EnR** offre des perspectives intéressantes, et peut être avantageusement mise en œuvre dans le cadre de mini-réseaux locaux, adaptés à de nombreux secteurs d'activités (industries extractives et manufacturières, agriculture et électrification rurale).

Sia Partners dénombre aujourd'hui **plus de 150 systèmes hybrides diesel-EnR d'envergure dans le monde, en majorité diesel-PV**. La dynamique de déploiement des installations d'électrification hybrides diesel-EnR est particulièrement soutenue dans les pays en développement, notamment en Afrique, sur l'ensemble des secteurs d'activités. Dans les pays industrialisés, le déploiement de ces systèmes se concentre sur de petites installations en zone isolée et de grosses installations pour les industries extractives. A ce titre, le marché de l'électrification hybride est estimé par Sia Partners à **800 millions de dollars dans le secteur minier d'ici 2025** soit 1000 MW installés.

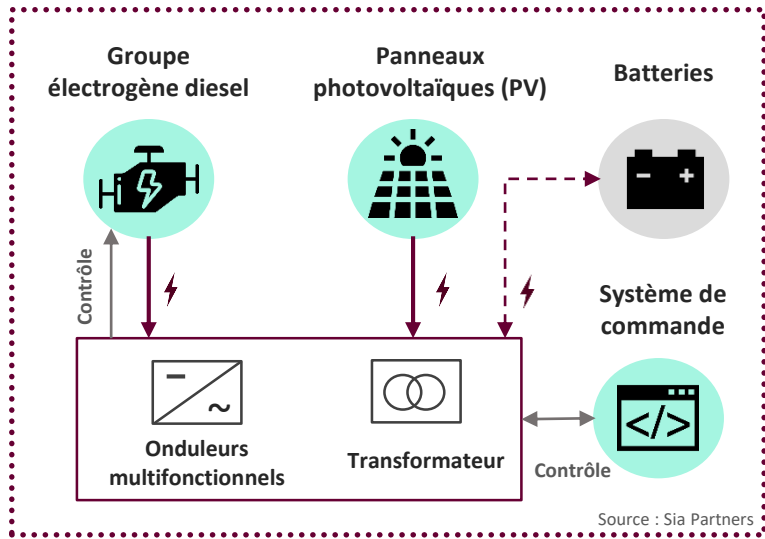
Avec plus de **30 acteurs internationaux recensés par Sia Partners sur le marché**, la technologie hybride attire aujourd'hui un grand nombre d'entreprises du secteur de l'énergie et des composés électriques, principalement européennes. L'électrification décentralisée hybride constitue pour ces acteurs **une opportunité de se diversifier et également l'occasion d'atteindre des marchés en développement et à fort potentiel**.

A puissance égale, le système hybride diesel-EnR présente des dépenses d'investissements plus de trois fois supérieures à celles d'un groupe électrogène seul. Cependant, l'économie constatée sur les dépenses d'opérations (principalement le coût du carburant) permet d'équilibrer les profils de dépenses en moins de 4 ans de service. **Sur 10 ans d'utilisation et à puissance égale, un système hybride permet d'économiser 25 % des dépenses totales d'un groupe électrogène seul d'après Sia Partners**. Une rentabilité économique qui encourage les acteurs à diversifier leurs activités mais reste cependant dépendante des spécificités locales. **Sia Partners dénombre en effet 9 modèles d'affaires déployés dans le marché de l'électrification hybride diesel-EnR**.

D'après Sia Partners, le potentiel du marché hybride diesel-EnR mondial atteindra 740 milliards de dollars, soit 990 GW d'ici 2025.

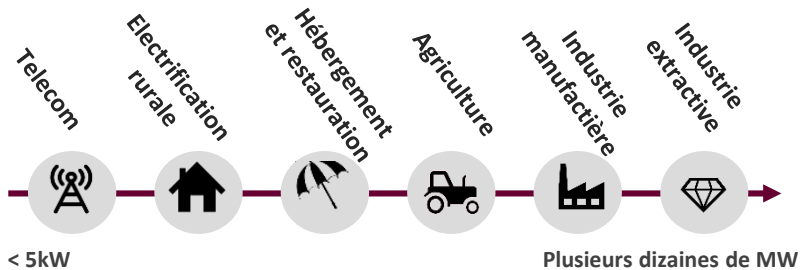
Executive summary

Système d'électrification hybride diesel-EnR







Un système de production électrique hybride associe un **groupe électrogène thermique** (principalement diesel) à une (ou plusieurs) **source(s) renouvelable(s) intermittente(s)** et peut faire appel à un système de **stockage** d'électricité sur batterie.

Une production adaptée à différents usages



Dynamique du marché d'électrification hybride diesel-EnR

Au niveau mondial, la dynamique de déploiement des installations d'électrification hybride diesel-EnR est soutenue dans les pays en développement et en particulier en Afrique sur l'ensemble des secteurs d'activités. Dans les pays industrialisés, le déploiement de ces systèmes se concentre sur de petites installations en zone isolée et de grosses installations pour les industries extractives.

-  **150 systèmes opérationnels dans le monde en 2019**
-  **Plus de 30 acteurs internationaux positionnés**
-  **Une économie de 25% sur les investissements**
par rapport au modèle diesel seul, sur 10 ans d'utilisation
-  **Des émissions de CO2 divisées par 3**

Evolution du potentiel global du marché de l'électrification hybride :



Sommaire

1. Introduction et contexte	5
2. Etat des lieux du marché mondial	10
3. Modèles d'affaires	18
4. Conclusion et perspectives	26

1



Introduction et contexte



Le microgrid hybride diesel / EnR, une association de technologies pour différents usages

Un nouveau modèle d'électrification décentralisée pour répondre à de forts enjeux de développement

L'ÉLECTRICITÉ : UNE RESSOURCE QUI N'EST PAS FORCÉMENT ACCESSIBLE

Dans les pays en développement, la **pauvreté énergétique** se définit comme un **manque d'accès des populations à des services énergétiques et en particulier à une électricité fiable et de manière continue**. Ainsi, près du tiers de la population mondiale n'a aujourd'hui pas accès ou a peu accès à l'électricité, ce qui impacte de fait la croissance des entreprises, la création d'emplois et la fourniture de services.



ZONES « OFF GRID »

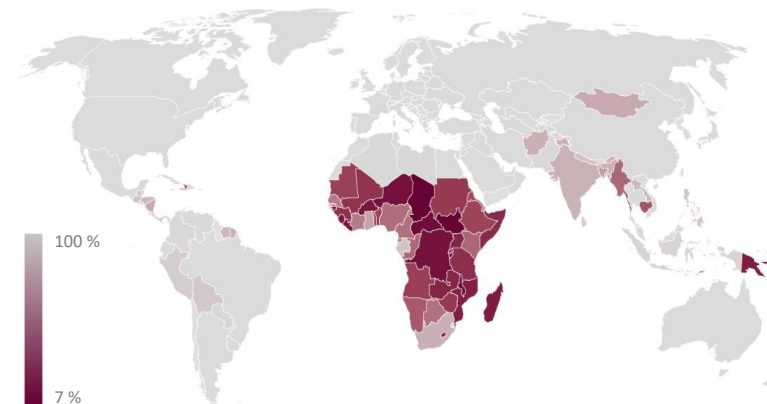
Zones isolées de tout développement d'un réseau électrique : éloignement des centres de production, territoires difficiles d'accès, etc.



ZONES « BAD GRID »

Zones raccordées à un réseau électrique de mauvaise qualité : ruptures de courant régulières, écarts de tension délivrée, etc.

Taux d'électrification des pays du monde : une pauvreté énergétique principalement localisée en Afrique et Asie du Sud-Est.



Source : Sia Partners d'après les données de la Banque Mondiale, 2016

AU CŒUR DES ENJEUX DE DÉVELOPPEMENT ACTUELS

DES ENJEUX ÉCONOMIQUES FORTS



L'accès à l'électricité constitue aujourd'hui un indicateur de mesure de développement économique : il existe en effet un lien direct entre une électrification de qualité et la **création de richesse d'un territoire**. Ainsi, l'ONU a pour objectif d'atteindre un taux d'électrification de 100% des zones isolées d'ici 2030. L'accès à l'électricité constitue également un enjeu de développement humain (santé, éducation) et durable.



UN NOUVEAU MODÈLE D'ÉLECTRIFICATION DÉCENTRALISÉ

L'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) estime qu'il faudrait investir **32 milliards de dollars chaque année pour atteindre 100% d'électrification d'ici 2030**. Face à ces coûts, l'AIE se détourne aujourd'hui du modèle d'électrification classique centralisé (grosses centrales de production et réseau électrique régional) au profit d'un **nouveau modèle d'électrification décentralisé et hors réseau** (dans les régions isolées des pays en développement) qui allie sûreté d'approvisionnement et diminution de l'empreinte carbone.

L'électrification des zones isolées ou mal desservies constitue aujourd'hui un enjeu de développement économique majeur. Face à d'importants coûts de raccordement au réseau et à une augmentation de la demande en électricité, les acteurs économiques des pays en développement se tournent désormais vers des systèmes d'électrification décentralisée dans les zones isolées.

Le micro-grid, une méthode d'électrification plébiscitée dans les zones isolées et en développement

Des technologies de production d'électricité actuelles qui ne répondent pas à l'ensemble des usages

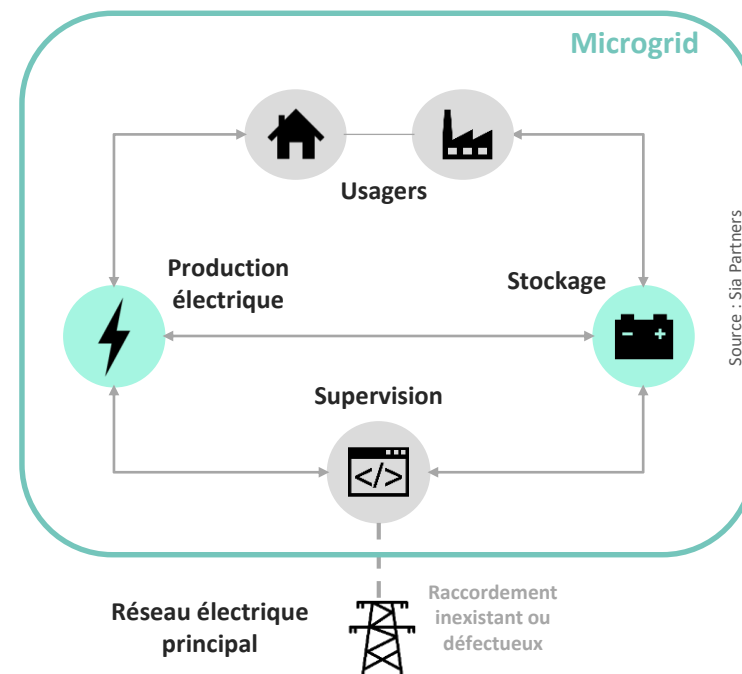
Alors que la **demande mondiale en énergie devrait croître de 37% d'ici 2035** selon l'AIE (année de référence 2013) principalement en Inde, en Asie du Sud-Est et en Afrique subsaharienne (60% de la demande), l'électrification décentralisée est en passe de devenir le modèle de référence pour ces zones isolées. Les territoires des zones mal desservies ou isolées et notamment les secteurs du commerce et de l'industrie (C&I) s'orientent désormais vers des **modèles d'électrification en auto-approvisionnement**, hors réseau.

Un **microgrid** ou **micro-réseau électrique décentralisé** est un système comprenant des sources de productions énergétiques, renouvelables ou conventionnelles, une capacité de stockage ainsi que des charges interconnectées. Un microgrid se définit principalement par ses spécificités techniques, le cas d'usage déterminant mieux la structure ainsi que l'architecture du système.

Aujourd'hui, la majorité des micro-réseaux utilisent un **groupe électrogène diesel** comme moyen de production électrique. Si ce dispositif a l'avantage d'être flexible et activable sur demande, la dégradation des rendements énergétiques du générateur utilisé à faible facteur de charge couplé à une émission non négligeable de gaz à effet de serre en font une technologie efficace mais parfois vétuste. S'ajoutent à cela des coûts d'exploitation élevés (carburant) soumis à la volatilité des cours du marché, et une maintenance importante.

De plus en plus de micro-réseaux se développent autour d'une **production d'électricité renouvelable**, majoritairement photovoltaïque. Si ce modèle a pour principal atout d'être neutre en carbone, son caractère intermittent n'est pas toujours adapté aux usages. S'y ajoutent des CAPEX élevés par rapport à ceux d'un groupe électrogène à puissance égale.

Schéma de fonctionnement d'un réseau électrique décentralisé



Source : Sia Partners

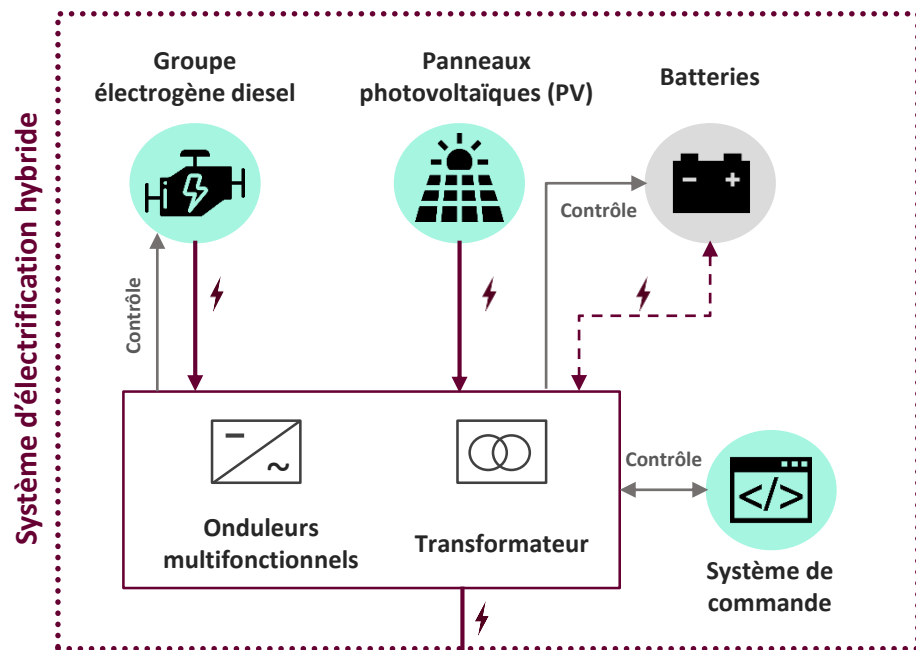
La production d'énergie journalière en zone isolée via les technologies actuelles présente de grandes faiblesses. La mise en place de systèmes répondant aux besoins de flexibilité, de performance et de qualité est un enjeu majeur pour les consommateurs et en particulier pour les industriels. C'est dans ce contexte que les systèmes hybrides suscitent aujourd'hui une attention croissante parmi les grands énergéticiens et les bailleurs de fonds.

Le microgrid hybride diesel / EnR, un système qui associe plusieurs technologies

Un nouveau modèle d'électrification décentralisé plus performant

Fonctionnement du système

Un système de production électrique hybride associe un **groupe électrogène thermique** (principalement diesel) à une (ou plusieurs) **source(s) renouvelable(s) intermittente(s)** et peut faire appel à un **système de stockage** d'électricité sur batterie. Une technologie propre à l'hybride permet d'arbitrer entre les sources d'électricité et de fournir un courant aux caractéristiques stables (tension, fréquence).



Source : Sia Partners, 2019

Avantages de la solution



Flexibilité technique

- Variations de charges nivelées par les batteries
- Dimensionnements des puissances : du kW au MW



Flexibilité financière

A puissance égale, dans les profils de dépenses des modèles d'électrification :

- investissement initial (CAPEX) d'un système hybride diesel/PV plus faible que celui d'une installation EnR seule
- dépenses d'exploitation (OPEX) d'un système hybride diesel/PV plus faibles que celles d'un groupe électrogène seul (économies de carburant) et sont moins impactées par les marchés

Le système hybride diesel / PV permet de lisser les coûts CAPEX et OPEX.



Qualité de l'électricité

- Onduleurs et transformateurs assurant les caractéristiques physiques du courant dans le réseau : tension, fréquence.



Fiabilité

- Stockage en batterie assurant une réserve en cas de coupure des productions électriques
- Groupe électrogène permettant de répondre aux besoins en phase creuse de production des installations renouvelables



Durabilité

- Allongement des durées de vie du groupe électrogène et des batteries via un usage plus adapté
- Réduction des émissions de gaz à effet de serre


Etude technico-économique d'une installation hybride diesel-PV

Comparaison des dépenses d'investissement et d'opération de deux modèles d'électrification décentralisée

Comparaison de deux modèles d'électrification décentralisée :

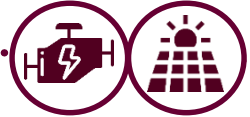
Modèle 1 : Diesel

Groupe électrogène : 1 MW



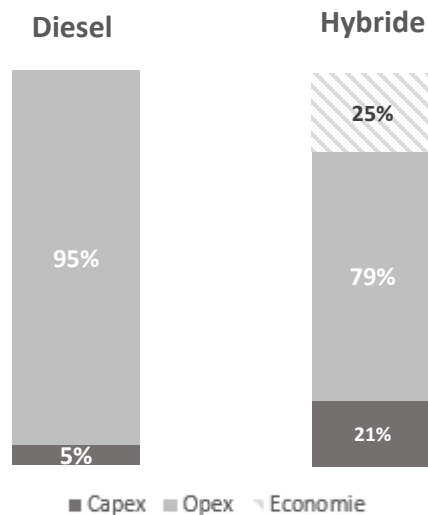
Modèle 2 : Hybride

Groupe électrogène : 1 MW
Installation PV : 300 kWc
Composants : automates, convertisseurs et stockage



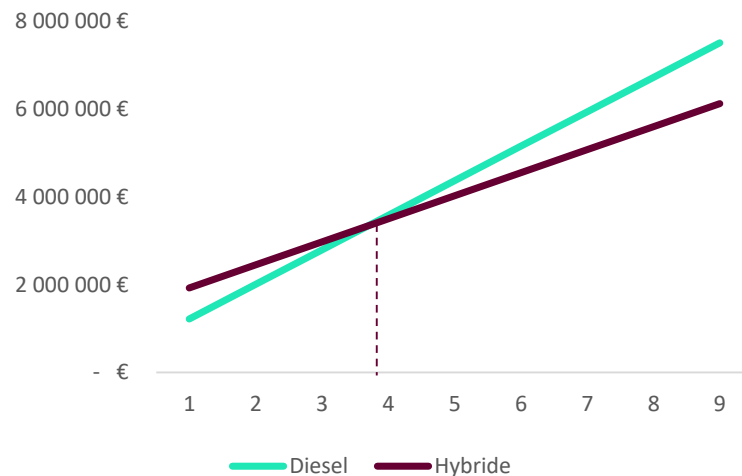
Comparaison des postes de dépenses sur les deux modèles (10 ans)

Source : Sia Partners, 2019



CAPEX et OPEX cumulés des deux modèles d'électrification sur 10 ans pour 1 MW installé

Source : Sia Partners, 2019



En moyenne, l'investissement initial d'un système hybride est **3,2 fois plus important** que celui d'un groupe électrogène, à puissance égale.



L'équilibre des dépenses entre les deux modèles est en moyenne **atteint en 3,6 ans**.



Sur 10 ans, l'installation hybride permet une **économie de 25% sur les investissements**.
























Si les CAPEX d'une installation hybride sont bien supérieurs à ceux d'un groupe électrogène, l'économie des OPEX, allant jusqu'à 25% sur 10 ans pour le modèle hybride, permet d'équilibrer les dépenses des deux modèles en moins de 4 ans de fonctionnement.

Etat des lieux du marché mondial



Le microgrid hybride diesel / EnR, une association de technologies pour différents usages

L'électrification en micro-grid pour différents usages

	Secteurs					
	 Industries Telecoms	 Electrification rurale	 Hébergement et Restauration	 Agriculture	 Industries manufacturières	 Industries extractives
Demande de pointe	< 5 kW	30 – 150 kW	30 – 60 kW	0,5 – 20 kW	50 – 300 kW	500 – 15000 kW
Consommation journalière	100 – 500 kWh	150 – 1000 kWh	150 – 300 kWh	20 – 500 kWh	150 – 1500 kWh	> 1000 kWh
Profil de consommation	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Spécifique	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Technologie la plus répandue	  	  		 		 
	 Générateur Diesel	 Batterie	 Renouvelables	 Solaire PV	 Thermique (charbon, fioul)	

L'électrification en micro-grid s'adresse à divers types d'usages qui se distinguent aussi bien par leurs volumes et profils de consommation que par la technologie de production d'électricité qu'ils utilisent.

Caractéristiques du secteur minier

Consommation électrique

Accès souvent « **off-grid** » : mines situées sur des zones isolées sans accès au réseau électrique (à l'exception de certaines mines qui ont accès au réseau)

- En moyenne **~400 TWh d'électricité consommée par an** et **une pointe journalière moyenne > 1 GWh**
- Electricité représentant **10 à 25% des coûts d'exploitation** d'une mine et **plus de 25% de la consommation énergétique totale**
- Production électrique **fortement dépendante du thermique (diesel, fioul, charbon)**
- Environ 1GW de capacité renouvelable électrique installée dans l'industrie minière en 2017

Enjeux opérationnels

Sécurité d'approvisionnement : nécessité d'une fourniture stable justifiant le recours à l'auto-approvisionnement en cas de défaillance du réseau

- **Optimisation du coût** : forte croissance du coût de l'énergie thermique augmentant les OPEX et le besoin de recourir à des solutions alternatives
- **Durabilité** : respect du critère de responsabilité environnementale essentiel à l'obtention de la licence d'exploitation d'une mine dans certaines régions et impliquant l'optimisation des ressources énergétiques consommées. Développement des productions renouvelables à condition de palier le risque d'intermittence.

Potentiel de l'hybride diesel-EnR dans le secteur minier

Solutions techniques

- Hybride PV / Diesel *
- Hybride Eolien / Diesel *
- Hybride PV /Eolien /Diesel *

**avec ou sans batteries*

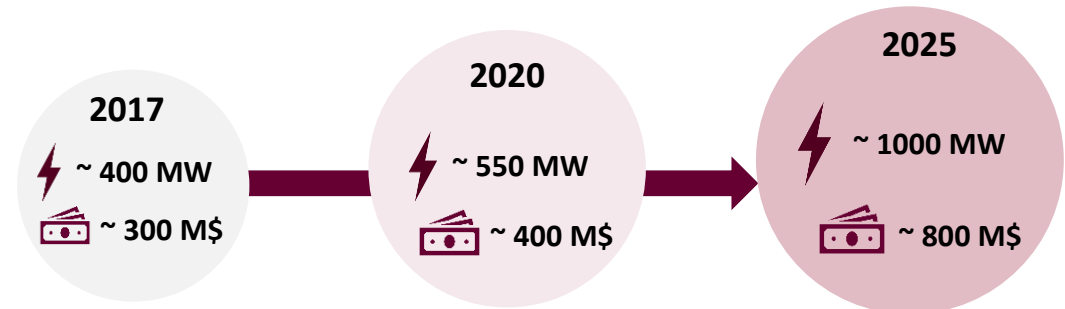
Opportunités

- Systèmes hybrides diesel / EnR comme réponse efficace aux enjeux de sécurité d'approvisionnement, d'optimisation des coûts et de durabilité
- Baisse significative des coûts du renouvelable alors que les coûts d'approvisionnement et de transport du thermique ne cessent de croître
- Cadre réglementaire existant quel que soit le niveau de connexion : PPA1 pour une mine offgrid et IPP2 pour une mine connectée au réseau

Risques

- Incertitude sur la durée de vie des mines (entre moins de 20 à plus de 60 ans)
- Investissement dans les renouvelables relativement important et susceptible de freiner les investisseurs

Evolution du potentiel mondial dans le secteur minier, d'après l'analyse Sia Partners :



Les systèmes hybrides diesel / EnR ont un potentiel important de développement dans le secteur minier mais certains risques notamment liés à l'investissement renouvelable peuvent les rendre moins attractifs auprès des investisseurs.

Panorama mondial des installations d'électrification hybrides diesel-EnR

Les installations hybrides diesel-EnR en service par usages (mai 2019)

150

systèmes opérationnels dans le monde en 2019*

* d'après l'analyse Sia Partners

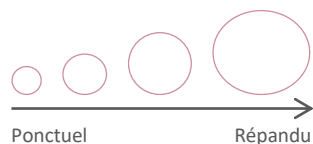
Amérique centrale, Amérique du Sud et Asie du Sud-Est :

Installations localisées en zone décentralisée pour de l'électrification rurale et les petites industries

Secteur d'activité :

-  Industrie manufacturière
-  Agriculture
-  Industries extractives
-  Electrification rurale

Déploiement des installations :



Europe :

installations ponctuelles en zones isolées (îles, montagnes)

Afrique de l'Ouest et Afrique de l'Est :

Dynamique soutenue sur l'ensemble des secteurs d'activités

Australie :

Installations courantes dans le secteur minier

Source : Benchmark Sia Partners des installations en fonctionnement en mai 2019 (sites des acteurs, articles et communiqués de presse)

Au niveau mondial, la dynamique de déploiement des installations d'électrification hybrides diesel-EnR est soutenue dans les pays en développement et en particulier en Afrique Subsaharienne sur l'ensemble des secteurs d'activités. En Australie, ces systèmes sont également courants dans le secteur minier.

Panorama mondial des installations d'électrification hybrides diesel-EnR

Les installations déployées se démarquent à travers deux tendances de développement

Tendances de l'électrification hybride sur l'ensemble des usages



Une technologie qui se déploie sur le terrain depuis 2010



+ de 150 systèmes opérationnels dans le monde en 2019



Des installations hybrides **principalement PV-diesel**.
L'hybridation éolienne reste marginale.



Deux tendances de développement :

- Dans les pays industrialisés : petites installations en zone isolée et grosses installations pour les industries extractives
- Dans les pays où les réseaux sont les moins développés : déploiement soutenu de l'électrification hybride sur l'ensemble des secteurs d'activités

Répartition moyenne des puissances installées sur une installation hybride diesel (MW et MWc)



■ Puissance générateur diesel ▨ Marge de dimensionnement ■ Puissance PV

Selon les spécificités locales (ensoleillement, profils de consommation...), le dimensionnement de la puissance crête PV est compris entre 20% et 40% de la puissance diesel installée.



Burkina-Fasso : Mine d'or d'Essakane

Inaugurée en mars 2018, la centrale hybride off-grid d'Essakane est composée de 130 000 panneaux photovoltaïques qui produisent environ 9 % de la consommation annuelle du site suivant un contrat d'achat d'électricité (PPA) d'une durée de 15 ans. L'exploitation de cette centrale génère 40 ETP.



19 millions €
pas de stockage

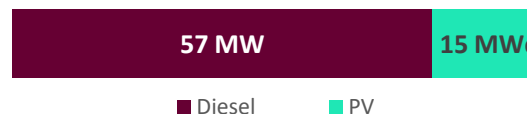


18 500 tonnes de
CO₂ économisées
par an



Economie de 6
millions de litres
de diesel par an

Puissances installées



■ Diesel ■ PV



Bolivie : Province de Cobija

L'installation de Cobija, mise en service en 2014, est présentée comme la plus grande centrale hybride PV-diesel avec stockage sur batteries du monde. Les installations PV fournissent 20% des besoins électriques des résidents et entreprises de la Province de Cobija en off-grid, soit 7,5 MWh par an.



Production totale
de 37 GWh/an

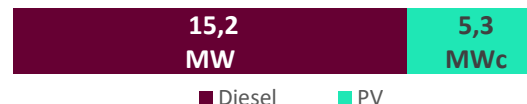


2,2 MW : stockage
batteries Li-ion



Economie de 1,9
millions de litres
par an

Puissances installées



■ Diesel ■ PV

Panorama mondial des acteurs positionnés sur le marché

Un déploiement récent et une diversification progressive des acteurs



Premiers positionnements

Soucieuses de diversifier leurs activités et de faire face à un nouveau marché de l'électrification à fort potentiel, les PME spécialisées en composants électrotechniques, photovoltaïques et en groupes électrogènes thermiques se sont lancées dans la technologie hybride diesel / EnR au milieu des années 2000. Ces entreprises possédaient alors les **compétences techniques nécessaire à la gestion d'un réseau électrique isolé basé sur une production électrique à moduler**. Alors que la technologie photovoltaïque (PV) a d'abord pu constituer le principal enjeu, la démocratisation du PV laisse maintenant seule place aux boîtiers de gestion de l'électricité (tension, fréquence) comme principale plus-value du système.



Déploiement des installations et apparition de pure players

Depuis 2010, de nombreux projets de microgrid hybrides diesel-EnR se développent dans le monde entier et avec eux de **nouvelles entreprises spécialisées dans la conception et l'opération de systèmes hybrides**.



Multiplication des acteurs et diversification des offres

La technologie hybride attire aujourd'hui un plus grand nombre d'acteurs. Dans un secteur en conversion, le déploiement de cette filière permet en effet aux acteurs de sécuriser le portefeuille clients en anticipant et répondant aux besoins de qualité du courant, de sécurité d'approvisionnement ou de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Au-delà d'un nouveau débouché pour le diesel, la technologie hybride constitue aussi une opportunité pour les énergéticiens de différencier les offres énergétiques : ils peuvent proposer des solutions techniques uniques à leurs clients et les accompagner dans le développement de nouvelles sources de revenus. Alors que les industriels ont, dans un premier temps, mis à profit leur savoir-faire technique pour se positionner sur le marché de l'électrification hybride, les énergéticiens exploitent aujourd'hui leur **maitrise en pilotage de projet et gestion de réseau énergétique** pour se différencier.

Panorama mondial des acteurs positionnés sur le marché

Plus de 30 acteurs internationaux positionnés sur le marché de l'électrification hybride diesel-EnR



Plus de 30 acteurs internationaux identifiés par Sia Partners comme portant au moins une offre en lien avec le marché de l'électrification hybride diesel-EnR sur leur site internet et impliqués dans des projets en cours.

CLASSEMENT PAR ACTIVITÉ HISTORIQUE DES ENTREPRISES RÉPERTORIÉES

Fabricants composants solaires et hybrides



Spécialiste de la production électricité fuel



Composants électriques et efficacité énergétique



Production électricité et projets énergétiques



Conception de systèmes hybrides



Acteurs spécialisés (pure players)

Prévision pilotage de prod solaire

























De nombreux acteurs sont présents sur le marché de l'électrification hybride diesel-EnR, leur permettant d'atteindre des marchés en développement et à fort potentiel. De nouvelles entreprises, dédiées à la conception et l'opération de systèmes hybrides, se développent également.

- Légende :**
- PV : technologie photovoltaïque
 - Ge : groupe électrogène
 - Ele : composants électrotechniques
 - Ing : ingénierie
 - Ges : gestion de projet
 - Op : opération système

Panorama mondial des acteurs positionnés sur le marché

Une diversité d'acteurs qui proposent différentes offres

Spécialistes hybride diesel	Pays	PV	Ge	Ele	Ing	Ges	Op	Secteur d'activité historique
				✓	✓	✓	✓	SMA Solar Technology est un fabricant allemand d'onduleurs pour installations photovoltaïques, principalement sur des systèmes autonomes.
			✓	✓	✓	✓		GELEC Energy est une entreprise française qui propose des solutions de production d'électricité à partir de groupes électrogènes.
				✓	✓			DHYBRID est un acteur allemand spécialisé dans l'installation et le management des plateformes de production électrique hybrides.
					✓	✓		Ministry of Solar a été fondé en Belgique et propose un accompagnement dans les projets d'installations photovoltaïques.
		✓		✓	✓	✓		Krannich Solar est une entreprise allemande de distribution de matériel et accessoires photovoltaïques.
					✓	✓	✓	Total EREN est un groupe français dédié à l'économie des ressources naturelles qui propose des services énergétiques.
		✓	✓	✓	✓			Caterpillar est un groupe industriel américain spécialisé dans la manufacture de machines de construction et notamment de groupes électrogènes.
					✓	✓	✓	Fondée en Inde, OMC construit et opère des installations de production électrique off-grid.
				✓	✓			Schneider Electric Solar est une entreprise spécialisée dans la fourniture de composants photovoltaïques. DEIF est spécialisée dans l'efficacité énergétique.
				✓	✓			Dans le domaine de l'Énergie, General Electric est un spécialiste américain de la production et du transport d'électricité.
				✓	✓	✓	✓	Engie est une entreprise française spécialisée dans la fourniture d'énergie et de services, historiquement basée sur le gaz naturel.

Les acteurs présents sur le marché de l'électrification hybride diesel-EnR sont en grande majorité européens, pour une dynamique de marché principalement dans les pays en développement. Au-delà de leur activité historique, les acteurs ont tendance à se diversifier et proposent aujourd'hui plusieurs offre.

3

Modèles d'affaires



Le contexte d'affaires sur le marché de l'hybride Diesel / EnR, reflet de l'hétérogénéité de la filière

La diversité des usages et des acteurs justifie l'existence de plusieurs types d'opérateurs et de modèles d'affaires



**Contexte du
marché de
l'électrification
l'hybride
diesel-EnR**



- Marché de niche émergent dans la plupart des régions du monde
- Viabilité et rentabilité des systèmes dépendantes des spécificités locales (courbes de charge, géographie...)



- Hétérogénéité des technologies, usages et acteurs qui implique la possibilité de créer plusieurs combinaisons selon le contexte du projet :
 - Plusieurs secteurs d'usage avec une grande diversité en termes d'utilisation finale impliquant une hétérogénéité des volumes et profils de consommation
 - Diverses technologies renouvelables (solaire, éolien, hydroélectrique) associables aux générateurs diesel et à des batteries selon les caractéristiques du secteur d'usage
 - Diversité des acteurs en termes de statut (public / privé), de cœur de métier et de présence géographique



Diversité des types d'opérateurs

- Opérateurs privés
- Opérateurs hybrides public – privé
- Opérateurs publics
- Opérateurs communautaires



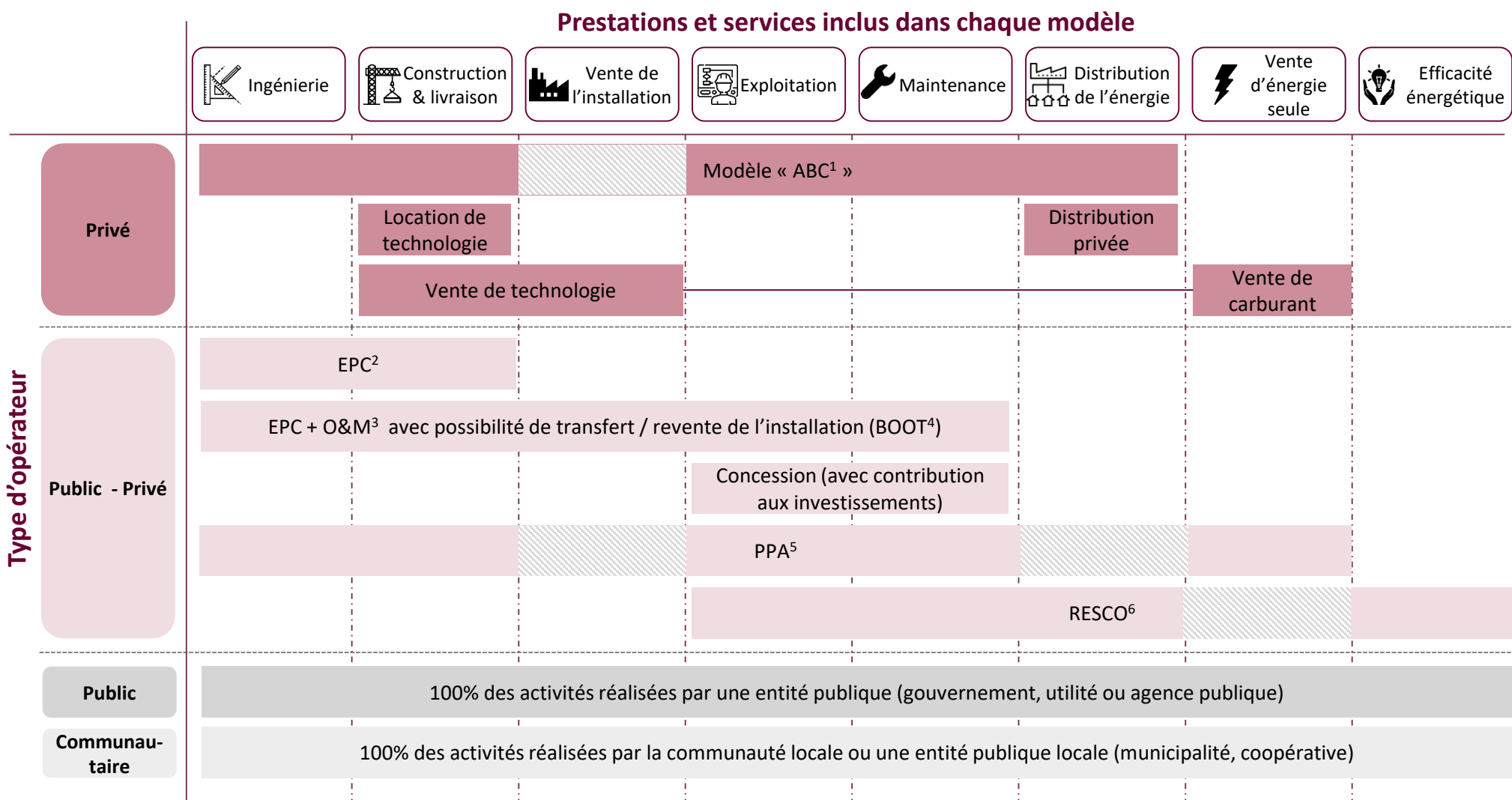
Diversité des prestations de service

- Ingénierie
- Construction et livraison
- Vente d'installation
- Exploitation
- Maintenance
- Distribution d'énergie
- Vente d'énergie
- Efficacité énergétique

Diversités des modèles d'affaire

Divers modèles d'affaires existent en fonction des types d'opérateurs et des prestations

Il existe quatre catégories d'opérateurs suivant lesquelles les modèles sont répartis



1) ABC : Anchor, Business, Community : Client Pilier-Entreprise-Communauté

2) EPC : Engineering, Procurement & Construction : Ingénierie, Approvisionnement et Construction

3) BOOT : Build, Own, Operate, Transfer : Construction, Exploitation, Transfert




4) O&M : Operation & Maintenance : Exploitation et maintenance

5) PPA : Power Purchase Agreement : Contrat d'achat d'électricité

6) RESCO : Renewable Energy Service Company : Entreprises de Services Energétiques

Les modèles d'affaire pour un mode d'opération privé ou public-privé

Les modèles d'affaires ont différents degrés de maturité et regroupent différents types d'acteurs

Modèle d'affaire	Description	Maturité	Acteurs positionnés
 Modèle ABC	L'entreprise privée intervient de la conception de l'installation à la distribution d'électricité. Elle fournit l'électricité à un client pilier (A) ayant une consommation stable, puis à des entreprises (B) pour accroître sa rentabilité et enfin à la communauté (C) pour sécuriser son actif.	■ ■ ■	OMC Power
Location de technologie	L'entreprise privée met en location une installation déjà construite et opérationnelle.	■ ■ ■	Gelec Energy
Distribution privée	Le distributeur privé investit uniquement sur les actifs de distribution du mini-réseau et se rémunère par la vente d'électricité aux consommateurs finaux.	■ □ □	<i>Acteurs non identifiés</i>
Vente de technologie / carburant	L'entreprise privée vend à l'entité publique le matériel de construction, la technologie et/ ou le carburant mais n'est pas en charge de la conception de l'installation.	■ □ □	Krannich, Hybrid Energy (Gelec Energy), SMA Energy, Schneider Electric
 EPC	Le contractant privé est en charge de l'ensemble des tâches de l'ingénierie à la livraison « clef en main » d'une installation opérationnelle à son client sur la base de spécifications fournies par le client public.	■ ■ □	Engie EPS, Siemens, GreenEnergy, Aggreko
EPC + O&M	Le contractant privé est en charge de l'ingénierie et la construction mais aussi de l'exploitation et la maintenance de l'installation	■ ■ □	AEG power solutions, Hybrid Energy (Gelec Energy), First Solar
Concession	Le concessionnaire privé est en charge de l'exploitation et la maintenance et bénéficie d'un monopole ou de tarifs préférentiels de fourniture sur la durée du contrat (15-25 ans). Il contribue aux investissements d'extension de l'installation.	■ □ □	<i>Acteurs non identifiés</i>
 PPA	Le contractant privé détient l'installation de production, est responsable de l'ensemble du processus de la conception à la maintenance (en respectant les conditions du contrat) et vend l'électricité produite à l'entité publique (en charge de la distribution) à un prix déterminé dans le contrat.	■ ■ □	EREN Groupe, Capvert Energies (CVE), Voltalia
RESCO	L'entreprise privée se charge de l'exploitation et la maintenance de l'installation construite par l'entité publique. Elle distribue l'électricité produite et gère certaines tâches commerciales (comptage, facturation, etc.). Sa rémunération est partiellement liée à sa performance.	■ □ □	OMC power

Différents types d'acteurs interviennent sur la filière suivant divers modèles d'affaires.

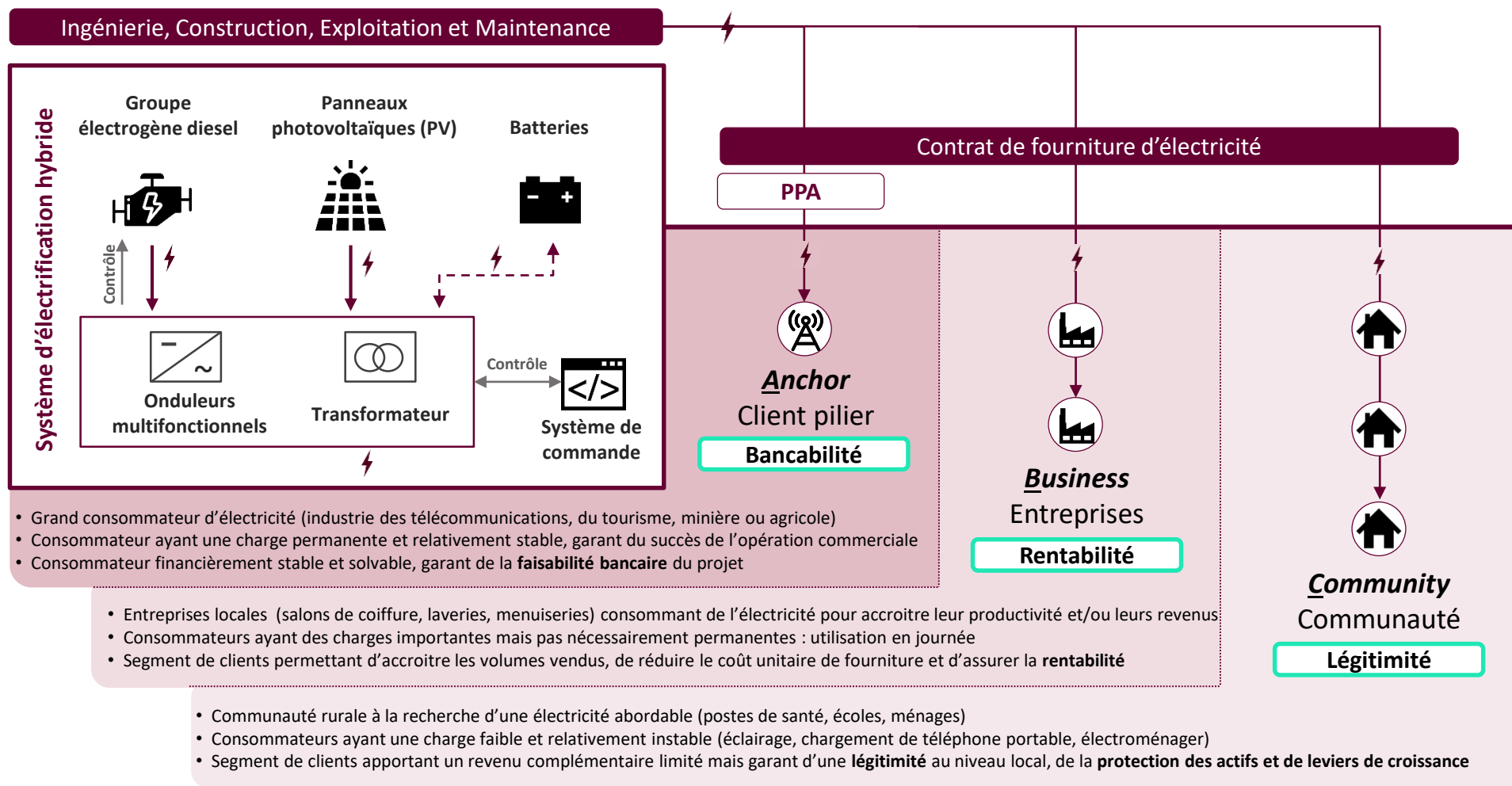
Il existe également des modes de gestion tels que la Franchise¹ et le "Clustering"² qui s'appliquent à l'ensemble des modèles d'affaires identifiés et favorisent une meilleure performance opérationnelle grâce aux économies d'échelles qu'ils permettent de réaliser.

1) Franchise : regroupement des coûts de gestion au niveau du franchiseur afin de réaliser des économies d'échelle résultant sur un coût marginal plus faible à mesure que le nombre de franchisés augmente.

2) Clustering : regroupement de la gestion opérationnelle de mini-réseaux non interconnectés pour bénéficier d'économies d'échelle sur les coûts de structure, de personnel et de transport.

Focus – Modèle d'affaires : Privé

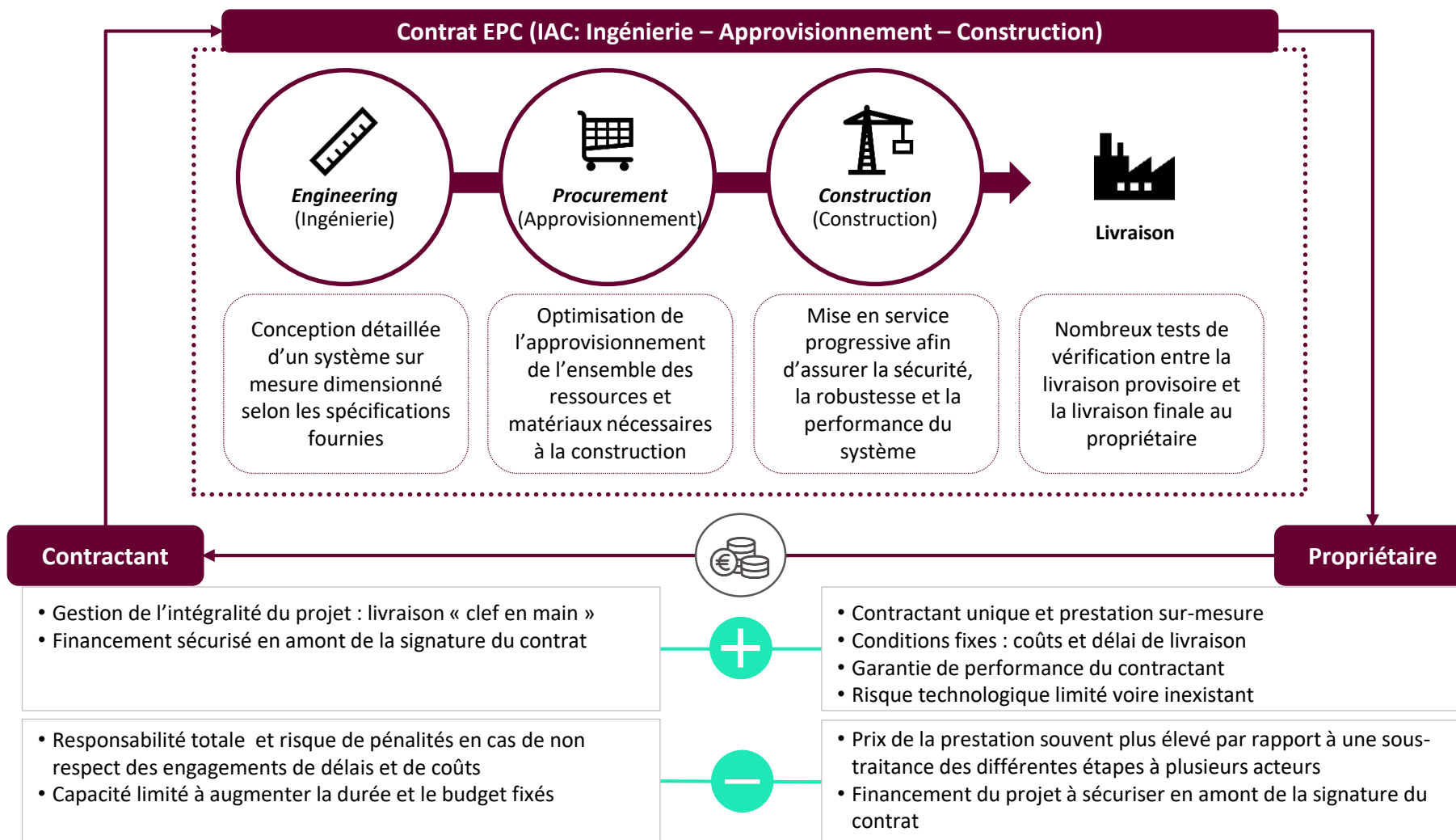
Le modèle ABC (Anchor – Business – Community), garant d'une source de revenus stables et d'une rentabilité



Le succès du modèle ABC repose sur les différences et les atouts des trois segments de clients visés : la bancabilité est assurée par le client pilier (Anchor), la rentabilité par les entreprises et la légitimité par la communauté locale qui offre également des opportunités de croissance.

Focus – Modèle d'affaires : Public-Privé

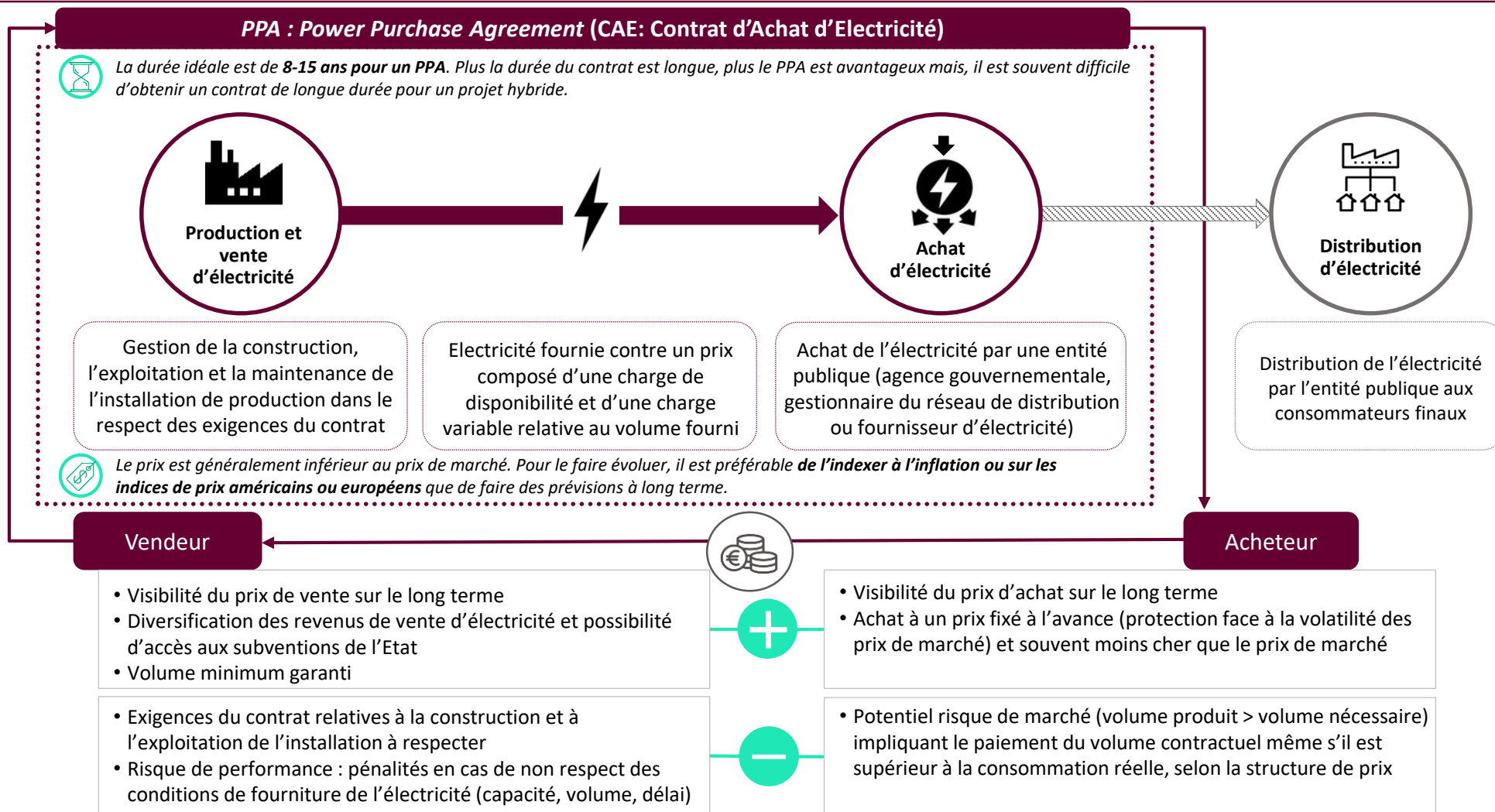
L' EPC (*Engineering – Procurement - Construction*), le contrat le plus répandu dans le secteur solaire



Dans un contrat EPC (IAC), un même acteur est responsable de tout le processus de mise en place du système, de l'ingénierie jusqu'à la livraison « clef en main ». Le propriétaire reprend ensuite possession du système pour confier l'exploitation et la maintenance à un autre acteur.

Focus – Modèle d'affaires : Public-Privé

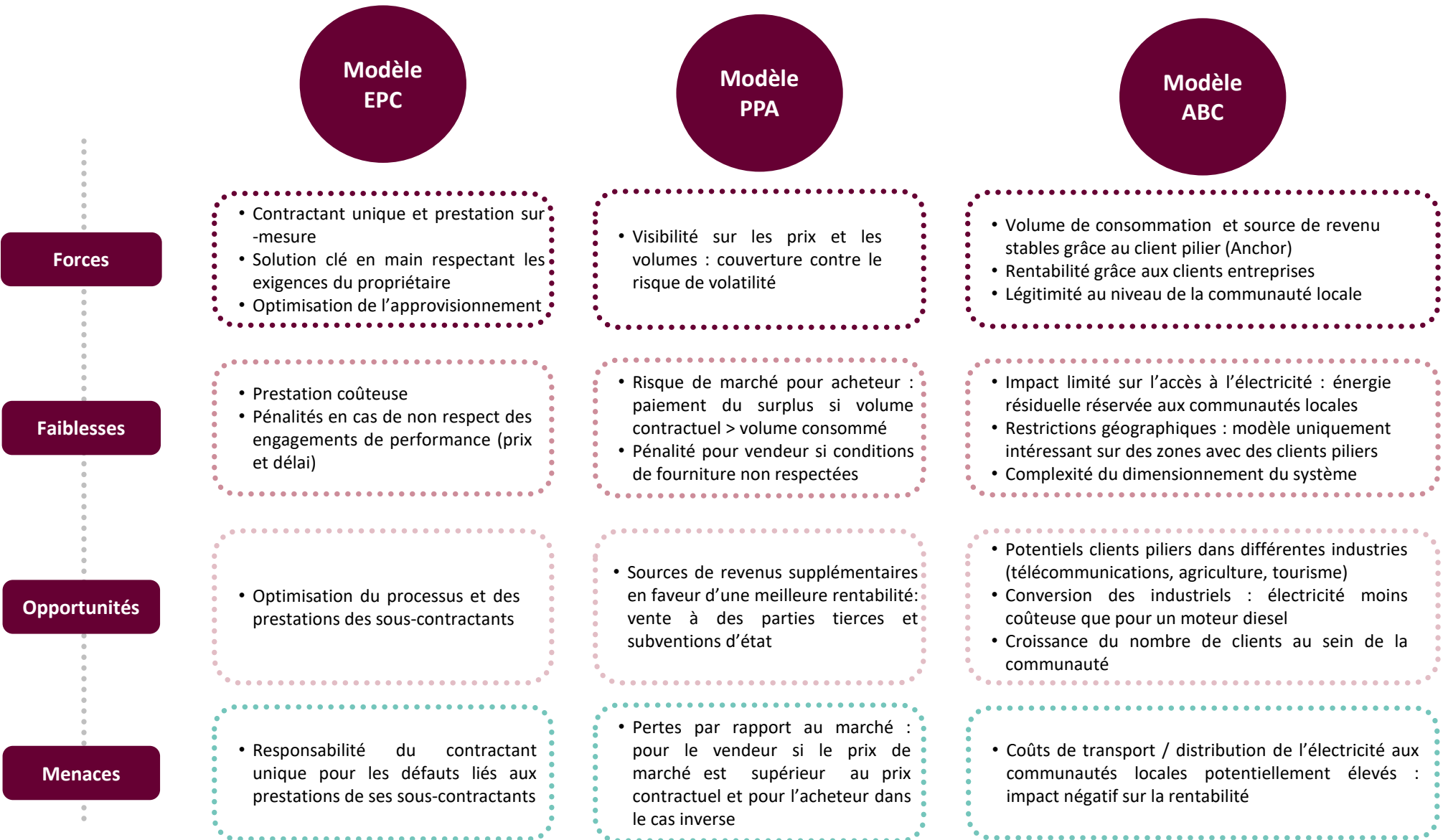
Le PPA (*Power Purchase Agreement*), incontournable pour le financement d'un projet



Avec suffisamment de garanties, un PPA assure la prévisibilité et la durabilité d'un projet et facilite ainsi l'obtention de financements. Dans le cadre d'un PPA, le système à mettre en place est dimensionné par rapport à des objectifs spécifiques en termes de volume et de prix d'achat (souvent plus intéressant que le prix de l'électricité du réseau) qui engagent les parties prenantes.

SWOT des modèles clés

Les principaux modèles d'affaires ont chacun leurs avantages et leurs inconvénients



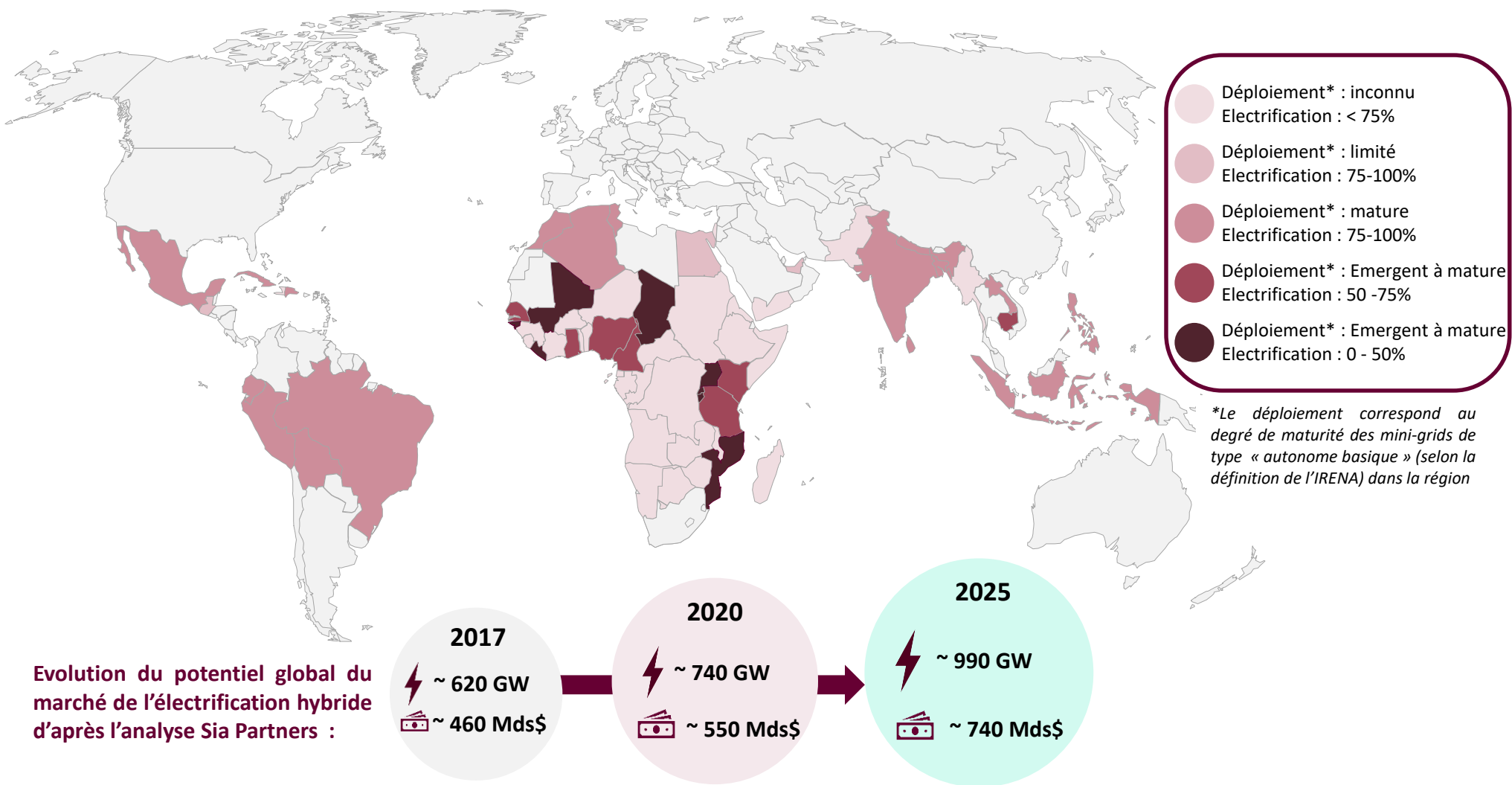
4

Conclusion et perspectives



Potentiel global de la filière hybride Diesel / EnR

Les régions à plus fort potentiel sont celles en besoin d'électrification où les mini-grids sont déjà connues

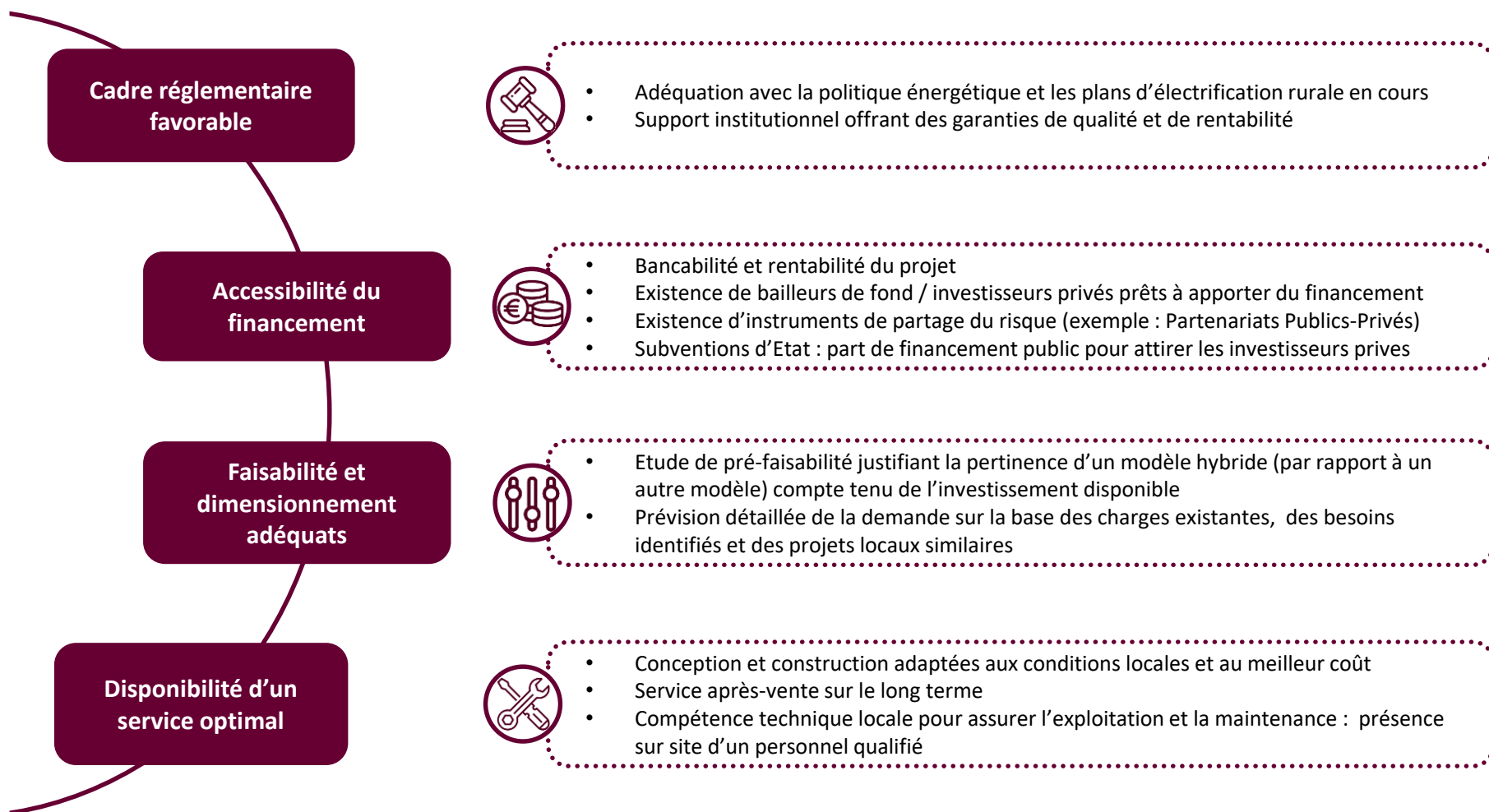


Evolution du potentiel global du marché de l'électrification hybride d'après l'analyse Sia Partners :

Les zones à plus fort potentiel de développement pour les systèmes hybrides Diesel - EnR se situent essentiellement en Afrique subsaharienne ainsi qu'en Amérique du Sud et en Asie du Sud-Est. Ces régions présentent les besoins en électrification les plus importants et les systèmes mini-grid hybrides diesel-EnR y sont déjà développés.

Facteurs clés de succès d'un projet hybride Diesel / EnR

Plusieurs facteurs d'ordre réglementaire, financier ou technique favorisent le succès d'un projet hybride



Le succès d'un projet hybride diesel-EnR est fortement dépendant du cadre réglementaire, de l'accès au financement et de la précision du dimensionnement. Le modèle de service associé au projet, de la conception à la maintenance, garantira la durabilité des projets via notamment son appropriation par les communautés locales.

Vos contacts



Charlotte de LORGERIL

Associate Partner

Mail : charlotte.delorgeril@sia-partners.com

Tel : +33 6 24 73 18 34

 @cdelorgeril



Déthié NDIAYE

Senior Consultant

Mail : dethie.ndiaye@sia-partners.com

Tel : +33 7 61 30 55 28




Baptiste GUICHARD

Consultant

Mail : baptiste.guichard@sia-partners.com

Tel : +33 6 18 30 57 61

 @baptguichard



Site dédié aux études EnergyLab

www.energylab.sia-partners.com

 @SiaEnergie



Pioneer of Consulting 4.0

Sia Partners is a next generation consulting firm focused on delivering superior value and tangible results to its clients as they navigate the digital revolution. Our global footprint and our expertise in more than 30 sectors and services allow us to enhance our clients' businesses worldwide. We guide their projects and initiatives in strategy, business transformation, IT & digital strategy, and Data Science. As the pioneer of Consulting 4.0, we develop consulting bots and integrate AI in our solutions.

Follow us on **LinkedIn** and **Twitter @SiaPartners**

For more information, visit:

www.sia-partners.com

Abu Dhabi
Amsterdam
Brussels
Casablanca
Charlotte
Denver
Doha
Dubai
Frankfurt
Hamburg
Hong Kong
Houston
London
Luxembourg
Lyon
Milan
Montreal
New York
Paris
Riyadh
Rome
Seattle
Singapore
Tokyo

