

Ecologie industrielle et économie circulaire
GI-4-EIE-S2 **2023-24**
6&7. Eco-parcs (écologie industrielle et territoriale) :
Kalundborg

1



Aujourd'hui et prochaine séance

Objectifs :

- Connaître une autre manière de circulariser les flux
= l'EIT (Ecologie Industrielle et Territoriale)
= symbiose
- Comparer un éco-parc à Kalundborg

Plan :

1. **Débrief du jeu In the Loop**
2. Principes de l'écologie industrielle
3. Kalundborg
4. Eco-parcs comparés à Kalundborg
 - Lecture en sous-groupes de 4 personnes
 - Préparation d'un A2 par sous-groupe
 - Présentation du A2 au reste de la classe
(dernière demi-heure de la prochaine séance)

2



Débrief du jeu In the Loop : Pistes de discussion

Ce n'est **pas qu'un jeu**, car !

- Le jeu montre
 - l'intérêt de **circuler les flux**
 - quelles ressources minérales **ne sont pas infinies**, mais rares (PMGs, REEs, W, Mg...) => frustration
 - des **conflits d'usage** entre produits (réglés par enchère plutôt que par besoins)
 - l'impact des imprévus
- Argent = moyen (pour atteindre 7 points de progrès)
≠ objectif
- Rappel : Que vaut-il mieux favoriser entre ré-emploi, réutilisation et recyclage ?
- Quels autres messages retenez-vous du jeu ?

3



Aujourd'hui et prochaine séance

Objectifs :

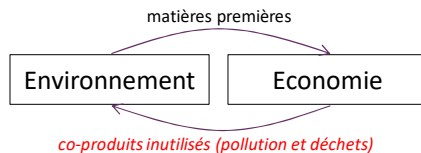
- Connaître une autre manière de circulariser les flux
= l'EIT (Ecologie Industrielle et Territoriale)
= symbiose
- Comparer un éco-parc à Kalundborg

Plan :

1. Débrief du jeu In the Loop
2. *Principes de l'écologie industrielle*
3. Kalundborg
4. Eco-parcs comparés à Kalundborg
 - Lecture en sous-groupes de 4 personnes
 - Préparation d'un A2 par sous-groupe
 - Présentation du A2 au reste de la classe
(dernière demi-heure de la prochaine séance)

Principe général

- Rappel : Pb actuel = Economie linéaire/en boucle ouverte



- Industrial ecosystem
 - = Industrial symbiosis
 - Principale caractéristique : Echange de déchets, co-produits et énergie entre des firmes géographiquement proches
- "In the end, we found agreement around the idea that to achieve our vision of sustainability some things must grow (jobs, productivity, wages, profits, capital and savings, information, knowledge, education) and others (pollution, waste, poverty, energy and material use per unit of output) must not."
[President's Council for Sustainable Development (1996) des Etats-Unis]

[Ehrenfeld J. & Gerder N. (1997) « Industrial Ecology in Practice – The Evolution of Interdependence at Kalundborg », J. Industrial Ecology 1(1):67-79]

Quelques principes simples

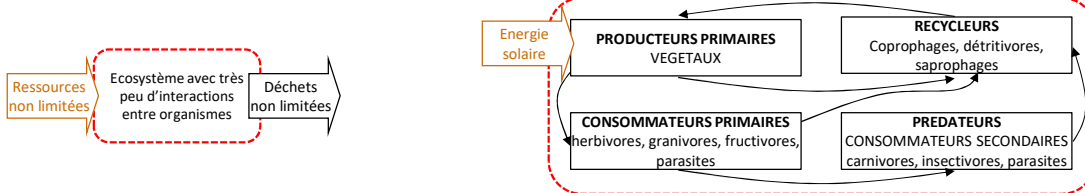
1. *Boucler*
Boucler les cycles de matières + Recycler et valoriser des déchets comme ressources
2. *Eviter les bouleversements dans le métabolisme du système naturel*
Eliminer les toxiques et éviter la pollution
3. *Etanchéfier*
Minimiser les émissions dissipatives
4. *Chaîne alimentaire/réseaux trophiques*
Les rejets des uns sont les ressources des autres
5. *Dématérialiser* (intensifier)
Diminuer la consommation de ressources et d'énergie
6. *Mettre les énergies mises en cascade*
Utiliser l'énergie de façon thermodynamiquement efficace
7. *Equilibrer (décarboner)*
Produire + d'énergie avec – de carbone fossile (développer les énergies renouvelables + réduire les consommations)
=> Création de liens entre entreprises pour *améliorer l'efficacité des flux* de matières et d'énergies du système d'entreprises, *même si certaines entreprises, vues individuellement, semblent inefficaces.*

[Ehrenfeld J. & Gerder N. (1997) « Industrial Ecology in Practice – The Evolution of Interdependence at Kalundborg », J. Industrial Ecology 1(1):67-79]
[Vincent F. « Symbioses industrielles et parcs éco-industriels : la symbiose de Kalundborg », <https://youtu.be/39nbivcGdNc>]

[Surren Erkmann cité dans Vincent F., 2015, « Genèse de la notion d'écologie industrielle », MOOC UVED « Economie circulaire et innovation », <https://www.uved.fr/fiche/parcours/economie-circulaire-et-innovation/13/approfondi#sequence>]

Types d'écosystème

Ecologie industrielle = analogie **imparfaite** avec l'évolution de la Vie
 Objectif pour les écosystèmes industriels = passer de type 1 à type 2



Ecosystème de type 1

Ecosystème juvénile
 (Ex. : Agriculture intensive)

- Faible recyclage de la matière
- Flux de matière ouverts
- Peu d'interactions entre espèces
- Compétition entre espèces
- Chaînes alimentaires simples
- Productivité élevée

Ecosystème de type 2

• Début d'interactions complexes entre individus

Ecosystème de type 3

Ecosystème mature
 (Ex. : Forêt adulte)

- Fort taux de recyclage des éléments
- Flux de matière quasi-cycliques
- Interactions complexes entre espèces : symbiose, parasitisme, etc.
- Chaînes alimentaires complexes
- Productivité faible

[Braden Allenby cité dans Vincent F., 2015, « Genèse de la notion d'écologie industrielle », MOOC UVED « Economie circulaire et innovation », <https://www.uved.fr/fiche/parcours/economie-circulaire-et-innovation/13/approfondi#sequence> / www.youtube.com/watch?v=AeE2Ki99bfM]



Aujourd'hui et prochaine séance

Objectifs :

- Connaître une autre manière de circulariser les flux = l'EIT (Ecologie Industrielle et Territoriale) = symbiose
- Comparer un éco-parc à Kalundborg

Plan :

1. Débrief du jeu In the Loop

2. Principes de l'écologie industrielle

3. Kalundborg

4. Eco-parcs comparés à Kalundborg

- Lecture en sous-groupes de 4 personnes
- Préparation d'un A2 par sous-groupe
- Présentation du A2 au reste de la classe (dernière demi-heure de la prochaine séance)



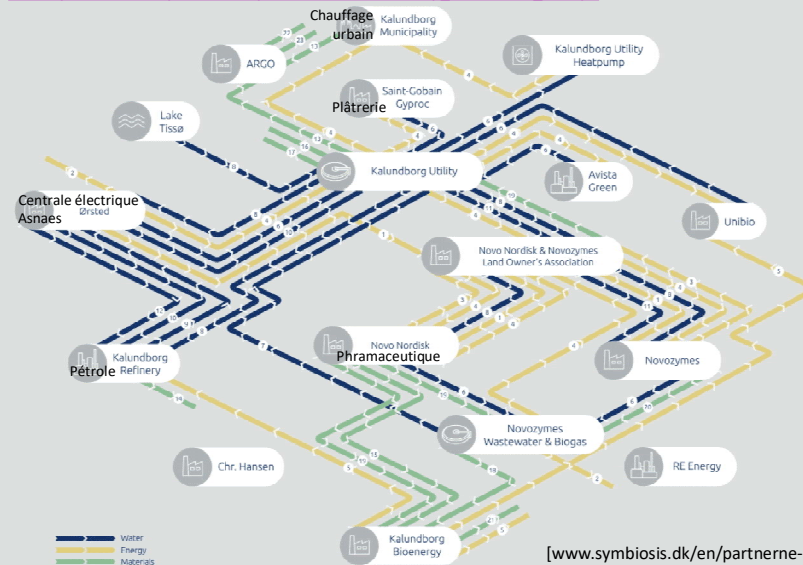
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Denmark_physical_map.svg]



Kalundborg

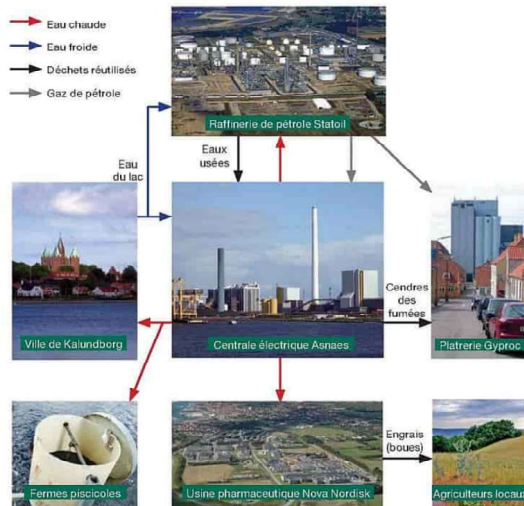
Site web de l'éco-parc :

www.symbiosis.dk/wp-content/uploads/2022/01/sitemap_1920x1080_uk.mp4



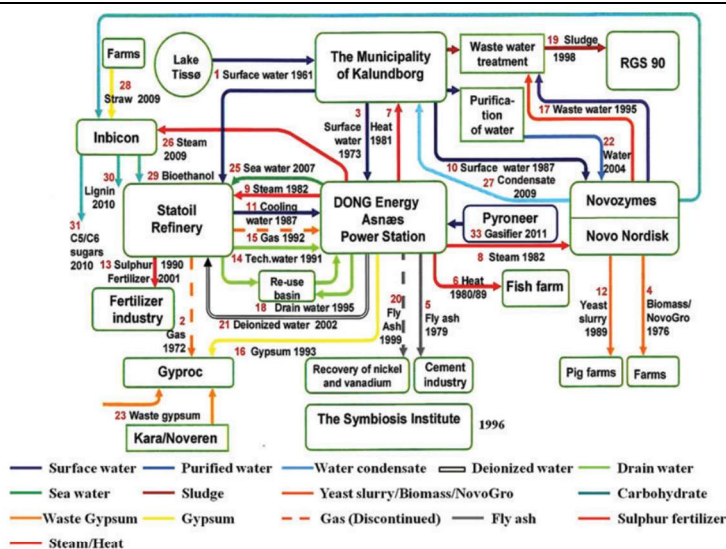
[www.symbiosis.dk/en/partnerne-bag]





Exemple d'économie circulaire à l'éco-parc de Kalundborg au Danemark.<http://lewebpedagogique.com>

[Royer M. (2017) « Limites technologiques de l'économie circulaire », In « Le développement durable à découvert », Chap. IV-19]



[Chertow M. & Ehrenfeld J. (2012) « Organizing Self-Organizing Systems – Toward a Theory of Industrial Symbiosis », J. Industrial Ecology 16(1):13-27]

Histoire de Kalundborg

1959 : Asnaes power station commissioned
 1961 : Statoil refinery commissioned; water piped from Lake Tissa

1972 : Gyproc A / S built; gas piped from Statoil
 1973 : Asnaes expands; draws water from pipeline

1976 : Novo Nordisk begins shipping sludge to farmers

1979 : Asnaes begins to sell fly ash to cement producers
 1981 : Asnaes produces heat for Kalundborg Kommune
 1982 : Asnaes delivers steam to Statoil and Novo Nordisk

1987 : Statoil pipes cooling water to Asnaes
 1989 : Novo Nordisk switches from Lake Tissa to wells
 1990 : Statoil sells molten sulfur to Kemira in Jutland
 1991 : Statoil sends treated waste water to Asnaes for utility use
 1992 : Statoil sends desulfurized waste gas to Asnaes
 1993 : Asnaes supplies gypsum to Gyproc

[Ehrenfeld J. & Gerder N. (1997) « Industrial Ecology in Practice – The Evolution of Interdependence at Kalundborg », Table 1, J. Industrial Ecology 1(1):67-79]

Histoire de Kalundborg

- La suite de l'histoire : [Vincent F., 2015, « Symbioses industrielles et parcs éco-industriels : la symbiose de Kalundborg », MOOC UVED « Economie circulaire et innovation », www.ued.fr/fiche/parcours/economie-circulaire-et-innovation/9#sequence / <https://youtu.be/39nbiVcGdNc>]

Kalundborg : Clés de la réussite

- Eco-parc *non explicitement conçu* = approche bottom-up pour faire des économies en achetant les déchets des autres
- Pas de mécanismes institutionnels délibérés
- A la place, de la confiance inter-entreprise (mais courtiers et agences de planification peuvent créer ces liens inter-entreprises)
- Chaque lien a été créé en cherchant des bénéfices économiques, c.-à-d. *la bonne chose pour l'environnement a été obtenue pour des raisons économiques*
 - Symbiose rentable si (coûts fournisseur de gestion déchets) + (coûts client d'achat d'un neuf) > (coûts fournisseur et client de transformation sous-produit)
- Besoins techniques d'une symbiose :
 - Proximité géographique* (sinon coûts de transport et déperdition d'énergie)
 - Semble mieux fonctionner quand il y a *bcp de déchets*

[Ehrenfeld J. & Gerder N. (1997) « Industrial Ecology in Practice – The Evolution of Interdependence at Kalundborg », Table 1, J. Industrial Ecology 1(1):67-79]

Aujourd'hui et prochaine séance

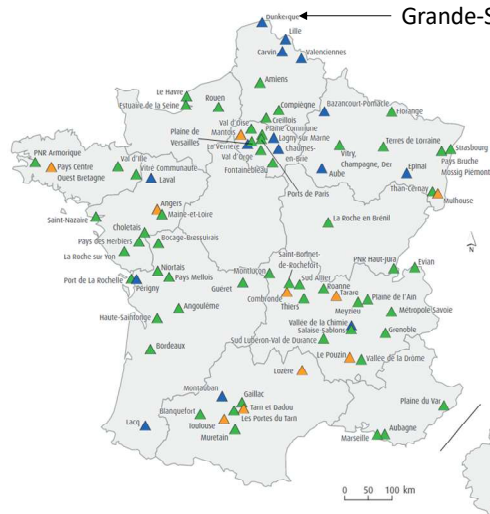
Objectifs :

- Connaître une autre manière de circulariser les flux = l'EIT (Ecologie Industrielle et Territoriale) = symbiose
- Comparer un éco-parc à Kalundborg

Plan :

- Débrief du jeu In the Loop
- Principes de l'écologie industrielle
- Kalundborg
- Eco-parcs comparés à Kalundborg*
 - Lecture en sous-groupes de 4 personnes
 - Préparation d'un A2 par sous-groupe
 - Présentation du A2 au reste de la classe (dernière demi-heure de la prochaine séance)

Projets d'écologie industrielle et territoriale répertoriés



Grande-Synthe : le + connu en France

Etat d'avancement des projets
 ▲ Démarches en cours
 ▲ Démarches pérennes
 ▲ Démarches en suspens

[C. Magnier *et al.* (2017) « 10 indicateurs clés pour le suivi de l'économie circulaire », <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2018-10/datalab-18-economie-circulaire-edition-2017-c.pdf>]

Exercice

- Choisissez un éco-parc* parmi :

1. Ecopal à Dunkerque/Grande-Synthe	France
2. CEIA/Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube à Troyes	France
3. Club des Entreprises du Parc Industriel de la Plaine de l'Ain	France
4. LISP/Landskrona Industrial Symbiosis Program	Suède
5. NISP/National Industrial Symbiosis Programme	Royaume-Uni
6. AGUM/Inter-Industrial Materials Flow Management Rhine-Neckar Experience	Allemagne
- Décrivez votre éco-parc sur le A2*, par ex. :
 - Périmètre : Taille en nb d'entreprises/d'employés/km² et secteurs d'activité
 - Méthodologie et outils : Partage d'info. (logiciel Prestéo)
 - Synergies : Mutualisation et substitution (utilisation de déchets)
 - Résultats : Gains et difficultés
- Quand l'info est dispo, *comparez votre éco-parc à Kalundborg* sur le A2
- Présentez oralement* votre A2

[Maltais-Guibault M. (2011) « L'écologie industrielle au Québec : Identification de pistes pour développer ce modèle d'innovation pour les entreprises », Mémoire de maîtrise, Uni. de Sherbrooke, PQ, Canada & Mémoire de Master, UTT, Troyes, France]