

Régions industrielles et politiques de changement climatique

Document de référence pour la Province du Norrbotten (Suède)

Auteurs : Andrzej Jakubowski, Bureau de Syndex à Bruxelles

Méthodologie

Cette étude a été réalisée sur la base de l'analyse, la compilation et la confrontation de données essentiellement publiques. Elle est complétée d'éléments d'entretiens réalisés auprès des acteurs sociaux et économiques locaux et nationaux. Nous remercions pour leur soutien les représentants des organisations suivantes:

LO Sweden,
Sveriges Ingenjörer,
The Confederation of Swedish Enterprise (Svenskt Näringsliv),
The Swedish Gasification Center (Prof. Joachim Lundgren),
The Lulea University of Technology (Prof. Karl-Eric Grip)
The Swedish Energy Agency.

Table des matières

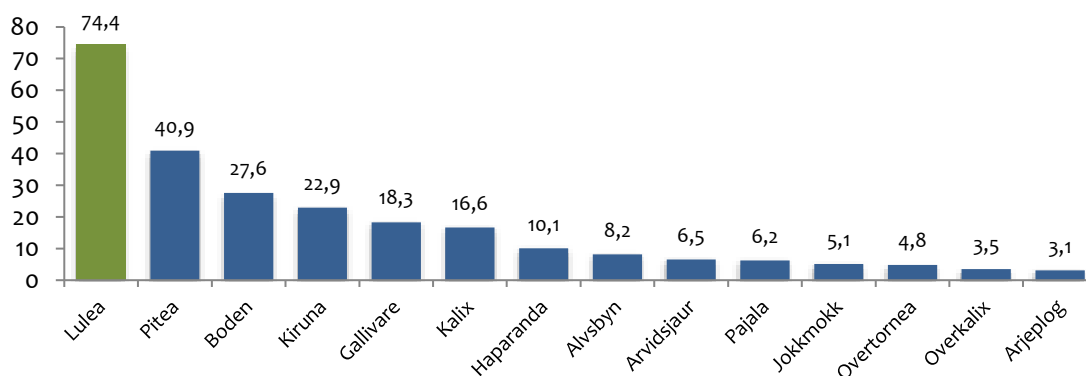
1. La province du Norrbotten	4
1.1. Géographie	4
1.2. Economie	4
1.3. Principaux secteurs d'activités et acteurs industriels de la Province	5
1.4. Investissements industriels	6
1.5. Centres de recherche	7
1.6. Emploi	7
2. Les émissions de CO2	10
2.1. Les émissions de CO2 de la Suède	10
2.2. Consommations énergétiques et émissions de carbone de l'industrie suédoise	12
2.3. Intensité carbone de la province de Norrbotten	14
3. Les stratégies de décarbonisation dans la province du Norrbotten	15
3.1. Utilisation des biocarburants dans le secteur du transport	15
3.2. La réduction des émissions dans le secteur de la métallurgie	19
4. Impacts emploi, impacts économiques et sociaux et perspectives syndicales	22
4.1. Impacts emploi	22
4.2. Impacts économiques et sociaux	23
4.3. Positions syndicales	24

1. La province du Norrbotten

1.1. Géographie

La province de Norrbotten, située au Nord de la Suède, est la plus grande province du pays, dont elle couvre $\frac{1}{4}$ de la superficie totale. Dotée d'une situation géographique stratégique, frontalière de la Norvège et de la Finlande, à la fois proche du cercle polaire et du détroit de Barrent, elle se caractérise par une densité de population particulièrement faible (2,6 hab./km² contre une moyenne nationale de 22,8). En 2013, sa population était de 249 000 habitants (2,6% de la population suédoise), répartis principalement entre 14 municipalités dont les plus importantes sont Lulea et Piteå.

Population totale ('000 hab., source: scb)



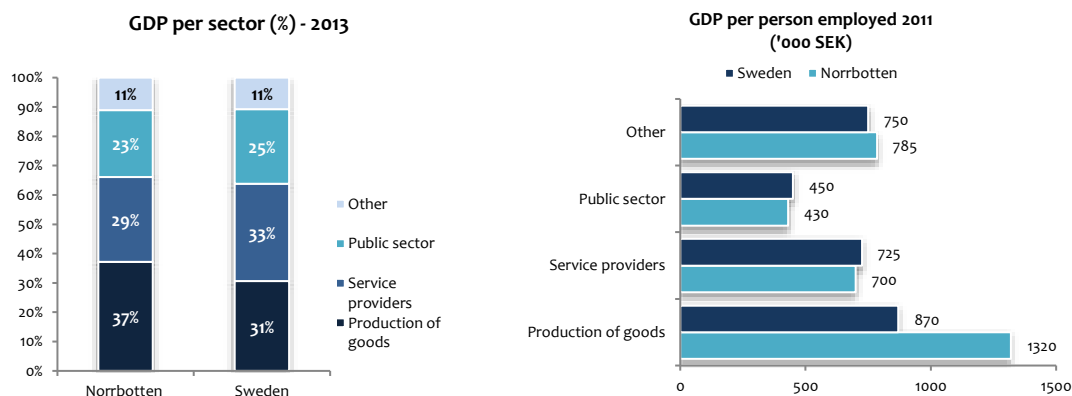
Source : Regional fakta

Région forestière, pour partie montagneuse, la province de Norrbotten est dotée de nombreuses richesses naturelles (minerai de fer, bois, ressources hydriques) qui ont été à la base du développement de son industrie.

1.2. Economie

En 2013, le PIB de la région a atteint 10,7 mds €, soit 2,6% du PIB total de la Suède (401 mds €). Lorsque l'on rapporte ce chiffre au nombre d'habitants, Norrbotten se classe toutefois à la deuxième place du classement national, avec un PIB par habitant de 43,3 K€/an, un chiffre inférieur à celui de Stockholm (58,7 K€) mais au dessus de la moyenne nationale (41,8 K€).

L'économie de la province est diversifiée mais dominée par l'exploitation de matières premières (minerai de fer, cuivre, foresterie), l'industrie et le secteur manufacturier. La part du secteur des services (ICT, commerce, transport, services financiers, tourisme) atteint 29% du PIB, contre 33% au niveau national. Dotée d'un important tissu de PME, la Province de Norrbotten est par ailleurs hôte d'un nombre conséquent de centres de recherche et de développement.



Source : Regional fakta

Du fait de cette importance des matières premières et de l'industrie, l'économie de la province du Norrbotten est fortement tournée vers l'export (780 entreprises exportatrices). En 2013, la valeur des exportations a atteint 3,5 mds €, majoritairement vers les pays de l'UE. En conséquence, le comté bénéficie d'infrastructures de transport importantes, dont 5 aéroports, des réseaux routiers (9% du réseau national) et ferroviaires très développés ainsi que des installations portuaires (Pitea, Kalix). Le port de Lulea fait partie des 5 plus grands ports du pays. La compagnie minière LKAB y dispose notamment d'une usine de calcaire et d'un dépôt d'huile.

1.3. Principaux secteurs d'activités et acteurs industriels de la province

Dans le Norrbotten, les principales ressources exploitées sont le cuivre et le minerai de fer.

- Le producteur de minerai **Boliden Mineral** (4900 employés, 3,9 mds € de chiffres d'affaires en 2015, sites de production basés en Suède, Norvège, Finlande et en Irlande), exploite ainsi la mine de cuivre d'Aitik, dotée de réserves estimées à 1421 Mt. En 2015, le site, situé près de Gällivare et qui emploie environ 679 salariés, a produit 39 kt de concentré, traité à la fonderie de Ronnskar. Des investissements d'un montant de 64 mlns € ont été réalisés en 2015 afin de porter la capacité de production du site à 45 kt.
- **LKAB**, producteur de minerai de fer (1,7 mds € de CA, répartis dans 15 pays, 4000 employés), détient les 2 plus grandes mines souterraines au monde, localisées à Kiruna et Malmberget. Le groupe exerce également des activités liées aux systèmes de forage, au transport ferroviaire et à la gestion immobilière. Il possède dans la province 2 laboratoires de R&D spécialisés dans la mécanique rocheuse (Kiruna) et le traitement du minerai (Malmberget, ouvert en 2011).

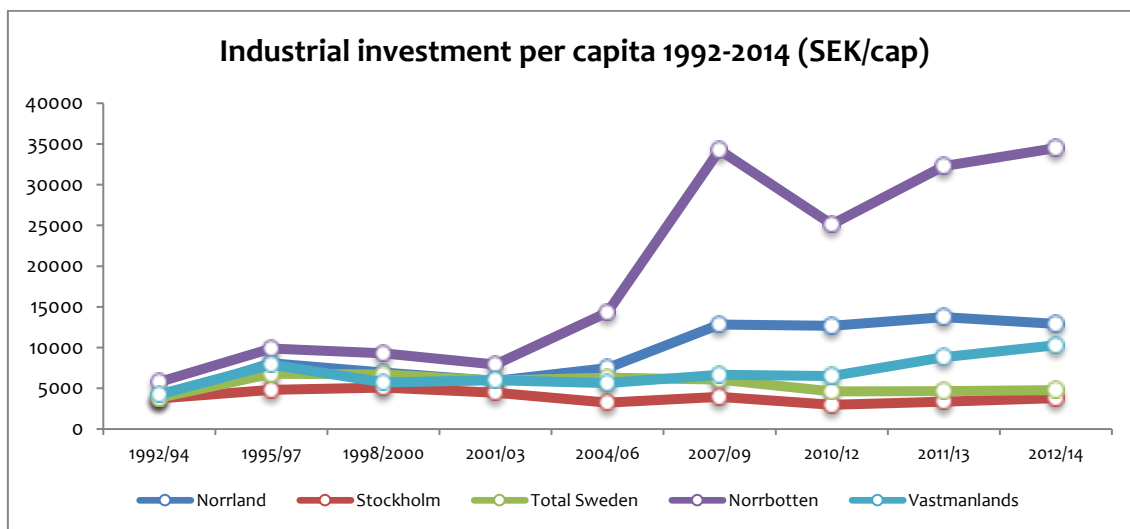
Les minerais extraits par LKAB sont traités notamment par **SSAB**, producteur spécialisé dans les aciers à haute résistance, les aciers trempés, les produits tubulaires et les solutions de construction. L'usine de Lulea, qui fait parti de la division Europe du groupe, spécialisée

dans les bandes, les produits plats et les tubulaires à destination principalement de l'industrie automobile, compte près de 1200 personnes.

La province de Norrbotten dispose également d'importantes ressources forestières : les ressources productives représentent environ 34% de son territoire. L'industrie du bois, concentrée entre Pitea et Kalix, emploie près de 4000 personnes pour un chiffre d'affaires estimé en 2009 à 1,7 mds €. Le secteur est structuré autour de plusieurs activités, comme l'exploitation des forêts, les scieries, la production de pâte, de papier et d'emballages mais également la construction. Des entreprises importantes sont présentes comme **Sveaskog (foresterie)**, **Alvsbyhus, Lindback Bygg (construction)**, **Smurfit Kappa ou SCA (Papier et Packaging)**¹. **Billerud Skog** dispose à Kalsborgs d'un site de production (pâte et papier) d'une capacité de 300 kt. /an, employant 430 personnes².

Les autres industries présentes dans la région sont liées au secteur de la production de lunettes (Polaris eyewear), au secteur de la santé (Liko AB) mais également au secteur automobile. Gestamp dispose ainsi d'un site de production d'équipements alors que Ferruform produit des châssis pour camions et autobus.

1.4. Investissements industriels



Source : Regional fakta

Les investissements industriels dans la province ont représenté en moyenne annuelle 915 mlns € sur la période 2012-2014, soit 16% des investissements industriels du pays (5,5 mds €/an). En 2013, le niveau d'investissement par habitant a atteint 3600 €, un chiffre très largement supérieur à la moyenne du pays (585€). Leur croissance a été particulièrement marquée depuis le début des années 2000, notamment en ce qui concerne les bâtiments et les machines industrielles.

¹ <http://www.sca.com/en/timber/about-us/our-units/munksunds-sawmill/>

² <http://www.billerudkorsnas.se/en/About-Us/Our-Production-Units/Karlsborg/>

Cette croissance s'explique par les investissements dans le secteur minier et métallurgique mais également par l'ouverture, en 2011, du 3^{ème} centre de traitement de données du réseau social Facebook. L'investissement, favorisé par les caractéristiques naturelles de la province (climat froid, énergies renouvelables) et l'existence d'une main d'œuvre qualifiée (Université Technologique de Lulea) devrait permettre à terme la création de 2200 emplois directs (dont les 2/3 à Lulea) et contribuer à hauteur de 1,5% du produit intérieur brut local³.

1.5. Centres de recherche

Le Comté de Norrbotten compte de nombreux centres et instituts de recherche, au premier rang desquels l'Université technologique susmentionnée de Lulea (LTU), l'Energy Technology Centre de Pitea (ETC) ou encore SWEREA MEFOS et SWEREA SICOMP :

- L'activité de **l'Université Technologique de Lulea (LTU)**⁴ couvre 72 domaines de recherches, dont la construction, l'activité minière, les énergies renouvelables, l'ingénierie, les processus industriels, les transports durables ou encore les technologies de l'information. Dotée d'un budget de 170 mlns € (dont 59% sont consacrés à la recherche), elle compte 16 000 étudiants, 1700 employés (dont 216 professeurs) et 319 doctorants.
- Le **Centre des technologies énergétiques (ETC)** de Pitea est un organisme de recherche spécialisé dans la conversion thermochimique de la biomasse (notamment en matière de combustion, gazéification et bio-raffinage). Il collabore avec le monde académique, les agences publiques et l'industrie.
- **Swerea** est un groupe de recherche pour le renouveau industriel et le développement durable. Détenue pour partie par l'Etat (42%) et pour partie par l'industrie (450 entreprises via 5 associations)⁵, son objectif est de disséminer les évolutions de la recherche scientifique en matière de développement des produits, des matériaux et des processus de production. Swerea est constitué de 5 instituts, dont 2 ont une présence à Lulea : Swerea MEFOS⁶ (spécialisation en matière de métallurgie et de technologies énergétiques) et Swerea SICOMP⁷ (recherche en matière de composites de fibre polymère).

1.6. Emploi

Dans la province, les principaux employeurs sont le secteur de la santé et les services sociaux (18% de l'emploi), l'industrie manufacturière et le secteur minier (14%), les services aux entreprises, l'éducation et la recherche (10%), le commerce et la construction (9%).

³ <https://www.facebook.com/notes/lule%C3%A5-data-center/connecting-creating-contributing/640487766019915>

⁴ <http://www.ltu.se/ltu/Organisation/LTU-i-siffror/Fakta-pa-fickan-2015-1.95875?!=en>

⁵ <http://www.swerea.se/en/about-swerea>

⁶ <http://www.swerea.se/en/mefos>

⁷ <http://www.swerea.se/en/sicomp>

Gainfully employed by sector & gender, 2012

Sector	women	men	Total	Percentage of total	
				Norrbotten	Sweden
Agriculture /forestry/fishing	998	3 423	4 421	4%	2%
Manufacturing/mining	2 932	13 748	16 680	14%	14%
Energy, water, waste	312	1 301	1 613	1%	1%
Construction	1 039	10 013	11 052	9%	7%
Trade	5 280	5 810	11 090	9%	12%
Transport & storage	1 026	5 076	6 102	5%	5%
Hotels & restaurants	2 276	1 412	3 688	3%	3%
Information & communication	1 036	1 840	2 876	2%	4%
Finance	924	580	1 504	1%	2%
Property management	565	1 092	1 657	1%	2%
Business services	5 090	6 460	11 550	10%	11%
Civil authorities	4 110	4 768	8 878	7%	6%
Education & research	9 269	3 014	12 283	10%	11%
Health care & social services	17 908	3 557	21 465	18%	16%
Others	3 599	2 617	6 216	5%	6%
Total	56 364	64 711	121 075		

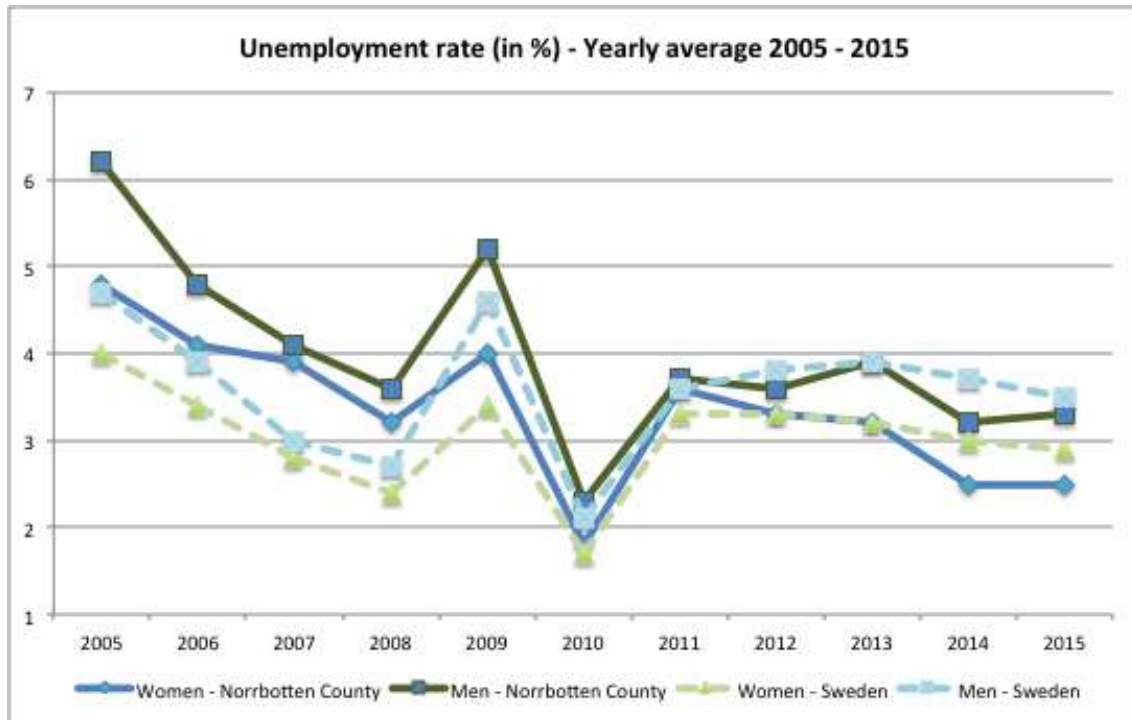
Source : Province du Norrbotten

Les principaux employeurs privés sont LKAB (3725 employés) et le métallurgiste SSAB (1375). Ils sont suivis de COOP (commerces et supermarchés) et de la compagnie minière Boliden Mineral.

Principaux employeurs du Comté de Norrbotten

Secteur privé	2013	2009	Secteur public	2013
LKAB mining	3725	2675	Norrbotten County Council	7425
SSAB EMEA AB	1375	1675	Lulea Municipality	7025
Samhall AB	1075	1125	Pitea Municipality	4275
COOP Norrbotten	825	975	Boden Municipality	2875
Boliden Mineral AB	725	525	Swedish Armed forces	2675
TeliaSonera Sverige AB	625	425	Kiruna Municipality	2125
Gestamp Hardtech AB	575	525	Gällivare Municipality	1875
Smurfit Kappa Kraftliner Pitea AB	575	625	Kalix Municipality	1575
Ferruform AB	550	625	Lulea University of Technology	1525
Billerud Karlsborg AB	425	425	Alvsbyn Municipality	1275
Inre Kraft i Norr AB	425		Haparanda Municipality	1125
SCA Munksund AB	325	325	Arvidsjaur Municipality	925
IKEA Forsäljnings	225		Swedish police	725
Last & terrang Haggroths traktor AB	225		Pajala Municipality	575

Dans la province, le taux de chômage annuel moyen en 2015 a atteint 2,5% chez les femmes et 3,3% chez les hommes, des chiffres inférieurs aux moyennes nationales (respectivement 2,9 et 3,5%). Ces chiffres ne tiennent toutefois pas compte des personnes participantes aux programmes pour l'emploi (employment policy programmes).



Source : Regional fakta

2. Les émissions de CO₂

Fort du 5^{ème} PIB par habitant au sein des Etats membres de l'OCDE, la Suède se place pourtant au 2^{ème} rang du classement des économies les moins intensives en carbone. En 2012, le niveau de ses émissions a atteint 44,3 mlns/t, soit le 19^{ème} total de l'UE.

2.1. Les émissions de CO₂ de la Suède

Depuis 1990, le pays a réduit de 20% ses émissions de CO₂ et ainsi sensiblement dépassé les cibles du protocole de Kyoto et ses objectifs nationaux. Cette période a été marquée par un découplage particulièrement marqué des émissions de la croissance du PIB⁸, d'autant plus remarquable au regard du caractère relativement énergivore de l'économie suédoise, lié à son climat froid, responsable de la forte consommation énergétique des ménages, et à la puissance de l'appareil industriel suédois. Celui-ci, fortement tourné vers l'export, est dominé par le secteur de l'ingénierie, les télécoms, la production d'acier et le secteur manufacturier (pharmacie, automobile). L'industrie représente 26,5% du PIB, chiffre supérieur à la moyenne des pays de l'OCDE (24%), contre 72% pour les services et 2 % pour l'agriculture.

En Suède, la principale source d'émissions de carbone est le secteur des transports qui représente 48% du total⁹. Les autres secteurs à fort taux d'émission sont le secteur manufacturier (34%)¹⁰ et le secteur résidentiel. La production d'électricité est elle fortement décarbonée, en raison du développement du nucléaire et de l'hydroélectricité. Depuis 1990, les principales baisses d'émissions ont concerné le secteur manufacturier, la production d'électricité et de gaz (-27%) et le transport des ménages (-18%). La baisse la plus spectaculaire concerne le chauffage résidentiel (-93%), dont la part dans le total des émissions est passée de 12 à 1%.

L'impact des politiques climatiques

La faible teneur en carbone de l'économie résulte pour partie de facteurs structurels (nucléaire, abondance de ressources renouvelables, faible part historique des combustibles fossiles dans les consommations énergétiques de l'industrie) et de facteurs conjoncturels (crise économique). Néanmoins, elle est également liée à la mise en place d'une politique environnementale intégrée, centrée autour de la taxation des énergies fossiles (taxe sur l'énergie, droits d'accise), des émissions de CO₂ (taxe carbone sur la production de chaleur résidentielle et industrielle et dans le secteur des transports) et des émissions polluantes (SO₂, NO_x).

Cette taxation couplée avec de nombreux autres instruments de politique environnementale (programmes d'efficacité énergétique, aides à l'innovation et à

⁸ Depuis 2000, l'économie a progressé de 30% tandis que les émissions de CO₂ ont reculé de près de 16%. Ce recul relatif est l'un des plus élevés parmi les pays membres de l'OCDE.

⁹ Dont 20% pour le transport privé, 14% pour le transport maritime et 8% pour le transport routier ;

¹⁰ Le secteur manufacturier comprend ici également l'industrie, conformément à la nomenclature adoptée par Eurostats.

l'investissement, certificats d'origine l'énergie renouvelable, etc.) a entraîné des modifications profondes dans le bilan énergétique suédois :

- Décalage de la demande des combustibles fossiles (et notamment du pétrole) vers les sources renouvelables qui représentent aujourd'hui 35,7% de la consommation d'énergie primaire¹¹. Leur développement a été particulièrement marqué dans l'industrie, les transports et le chauffage urbain.
- Amélioration de l'efficacité énergétique, en raison notamment du renchérissement des prix de l'énergie. Cette amélioration est liée d'une part aux ménages et à l'efficacité énergétique des bâtiments, mais également à l'industrie. Ainsi, le secteur manufacturier, l'industrie chimique et la métallurgie ont connu une amélioration de leur efficacité énergétique de +3% par an en moyenne sur les 30 dernières années.

Taxes générales sur l'énergie et l'environnement au 1er janvier 2015	Unité	Taxe énergie	Taxe CO ₂	Taxe SO ₂	Total des taxes (€)	Total taxes € cents/kWh
Carburants - production de chaleur						
Fioul chauffage (<0,05 % soufre)	€/m ³	92	348		440	0,04
Fioul lourd, (0,4 % soufre)	€/m ³	92	348	12	451	0,04
Charbon (0,5 % sulphur)	€/ton	70	303	16	389	0,05
LPG	€/ton	118	366		484	0,04
Gaz naturel	€/1000 m ³	101	260		362	0,03
Crude tall oil	€/m ³	440			440	0,04
Tourbe, teneur en humidité 45 % (0,3 % soufre)	€/ton			5	5	
Carburants - transports						
Pétrole, sans plomb, classe environnementale 1	€/l	0,35	0,28	-	0,63	0,07
Ethanol	€/l	0,04			0,04	0,01
Diesel, classe environnementale 1	€/l	0,20	0,35	-	0,55	0,06
EMAG, faible teneur	€/l	0,18			0,18	0,02
EMAG, Haute teneur	€/l	0,11			0,11	0,01
Gaz naturel/méthane	€/m ³		0,26	-	0,26	0,02
LPG	€/kg		0,37		0,37	0,03
Utilisation d'électricité						
Electricité, Reste du pays	€/kWh	2,1	-	-	2,1	0,02
Electricité, Suède du Nord	€/kWh	3,2	-	-	3,2	0,03
Electricité, processus industriel	€/kWh	0,1	-	-	0,1	

Source : Swedish Energy Agency

En Suède, si la taxe carbone et la taxe sur l'énergie sur la production de chaleur sont d'application générale, des mesures spécifiques existent néanmoins pour l'industrie, afin de ne pas altérer sa compétitivité, et pour la cogénération :

- Les secteurs industriels non-couverts par l'ETS et l'agriculture bénéficient d'une exemption de 70% de la taxe sur l'énergie et de 40% de la taxe sur le CO₂ ;
- Les secteurs industriels couverts par l'ETS (hors chauffage urbain) ne payent pas la taxe carbone et peuvent également profiter d'une exemption de la taxe sur l'énergie de 70%.

¹¹ 23% pour la biomasse et les déchets, 10,5% pour l'hydroélectricité et 2,2% pour la géothermie, l'éolien et le PV – Données 2013 – source OCDE/AIE 2015.

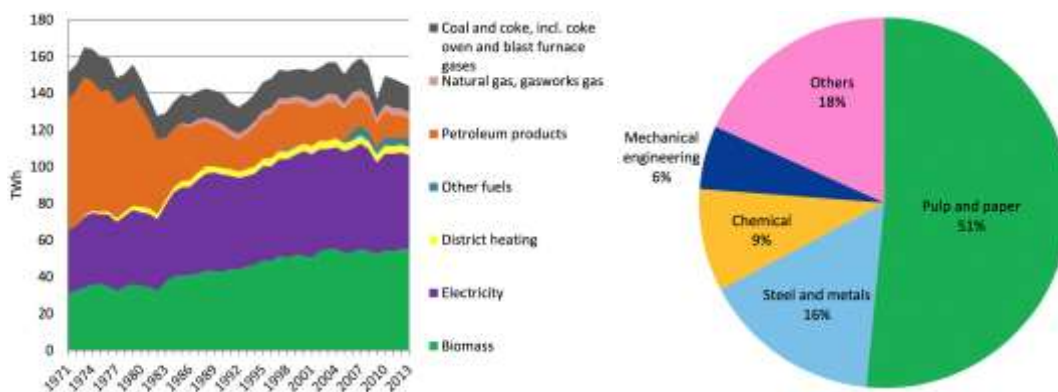
- La chaleur utilisée par l'industrie, pour des besoins de chauffage des bâtiments fait l'objet, depuis 2015, d'une taxe sur l'énergie équivalente à 0,024 SEK/kWh.

La taxe énergie et la taxe carbone ne sont pas appliquées à la production d'électricité. Néanmoins, sa consommation est soumise à la première. Des tarifs spécifiques sont appliqués aux régions du Nord et à son utilisation dans les processus industriels.

2.2. Consommations énergétiques et émissions de carbone de l'industrie suédoise

Les consommations industrielles suédoises représentent 38% de la consommation finale d'énergie. La biomasse et l'électricité sont les deux sources privilégiées et représentent respectivement 38 et 35% du total, contre 23% pour les énergies fossiles (produits pétroliers, charbon, coke et gaz naturel). La part du pétrole est de 7%, contre 48% en 1970.

Demande d'énergie finale par combustible et par secteur (2013)



Source : Swedish Energy Agency

3/4 des consommations énergétiques de l'industrie sont imputables à 3 secteurs :

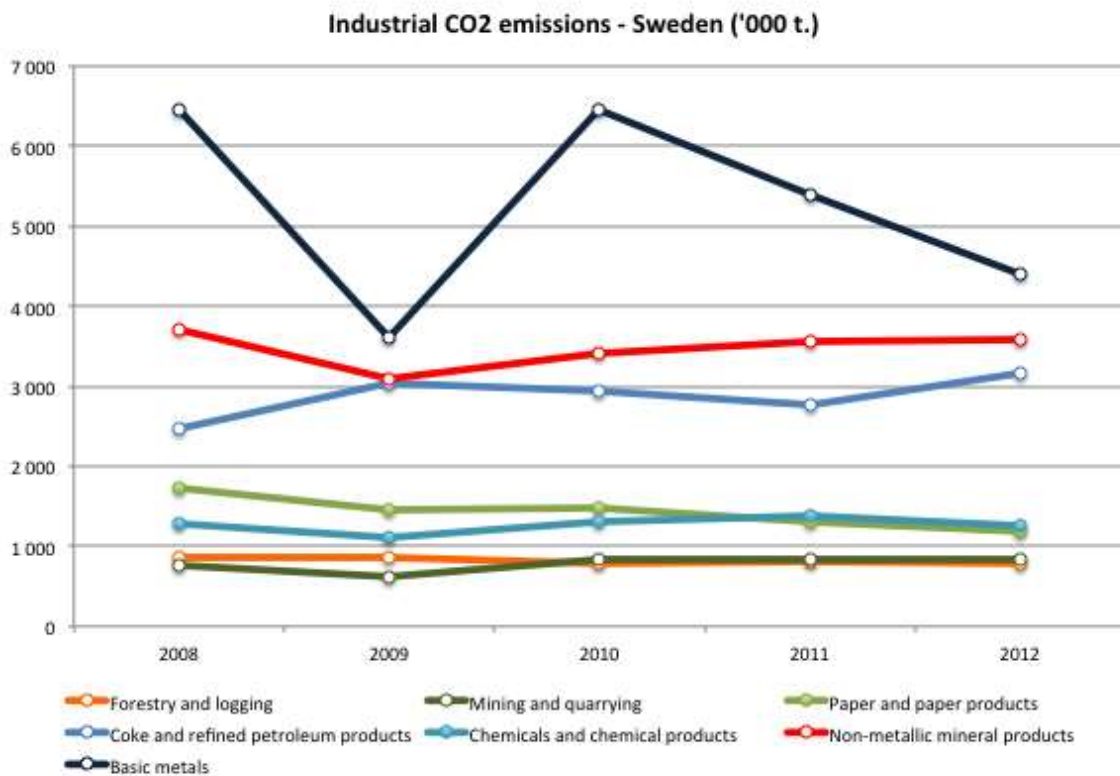
- L'industrie du papier représente 51% des consommations énergétiques de l'industrie. Celles-ci sont liées principalement à l'électricité et à la biomasse, via la consommation de liqueur noire, un sous-produit de l'industrie de la pâte à papier. Formée à partir de la pulpe de bois, lors de la séparation chimique des fibres de cellulose, elle est utilisée localement comme combustible liquide¹².
- La production d'acier et de métaux non-ferreux représente 16% du total (principalement charbon, coke et électricité), contre 9% pour l'industrie chimique.

¹² La liqueur noire est constituée de lignine, d'hémicellulose et de résidus de produits chimiques. Elle est convertible en syngaz, en diméthyl éther ou encore en méthanol et peut donc être une source de biogaz ou de biocarburants de deuxième génération utilisables par les véhicules.

- Enfin, 6% des consommations sont imputables au secteur de l'ingénierie mécanique, 5% à l'industrie des produits en bois (principalement de la biomasse) et 13% pour les autres secteurs dont l'agro-alimentaire, le textile et les produits minéraux non-métalliques (verre, ciment).

En ce qui concerne les émissions du secteur industriel, leur structure apparaît différente. Elles sont dominées par le secteur de la production de métaux (9,9% des émissions suédoises totales en 2012), les produits minéraux non-métalliques (8,1%) et le raffinage et la production de coke (7,2%). L'industrie du papier et l'industrie chimique représentent respectivement 2,7 et 2,9% des émissions totales du pays.

Cette différence entre la structure des consommations énergétiques et celle des émissions s'explique essentiellement par le mix énergétique différent utilisé par ces industries. Depuis 2008, les secteurs ayant connu les plus grandes baisses d'émissions de CO₂ sont la métallurgie (-32%) et la production de papier (-31%).



Source : Swedish Energy Agency

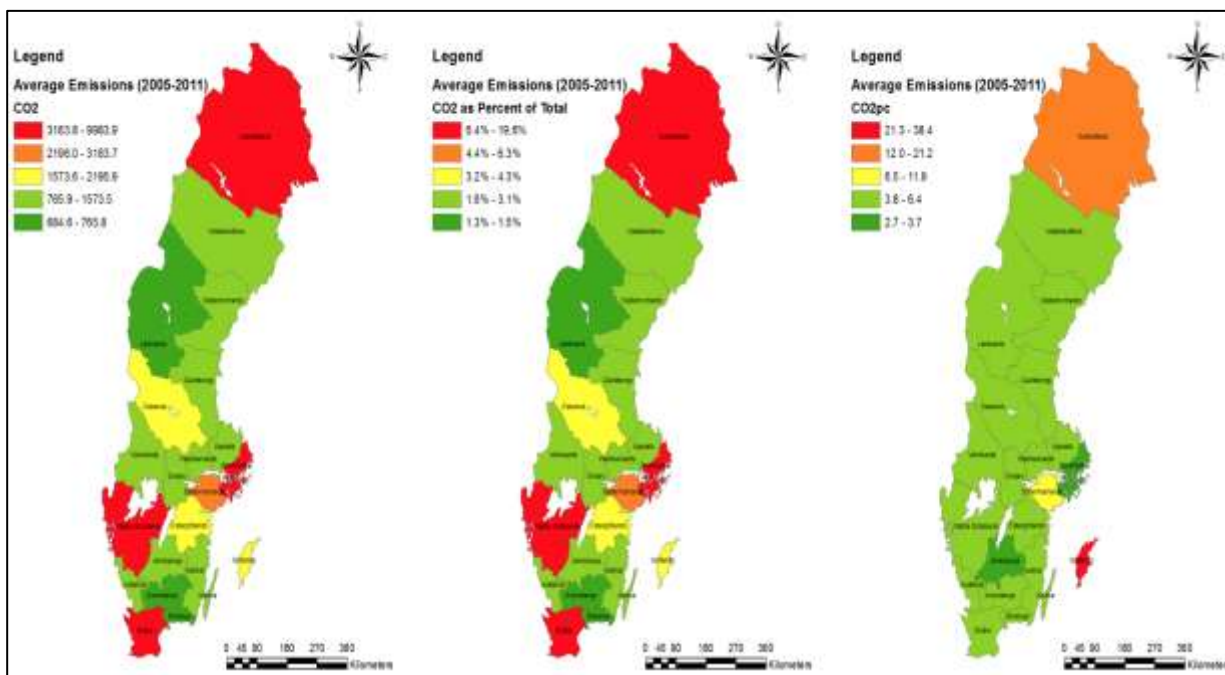
2.3. Intensité carbone de la province de Norrbotten

En raison de la présence d'industries à forte intensité carbone (métallurgie notamment), la province de Norrbotten est une des zones les plus intensives en émission du pays. L'industrie de base représente 75% de la consommation d'énergie finale de la province.

En 2011, les consommations énergétiques du Norrbotten ont représenté 30,8 TWh, dont 54% à partir de carburants fossiles, 19% à partir de sources renouvelables, 21% pour l'électricité et 6% pour le chauffage urbain. La consommation de combustibles fossiles est en grande partie liée aux agents de réduction utilisés dans la métallurgie.

Mis à part l'industrie, les principaux consommateurs d'énergie sont le secteur des transports et le secteur résidentiel. L'électricité de la province est à 91,5% d'origine hydroélectrique et représente près de 10% de la production nationale.

Emissions de CO2 en Suède – Moyennes annuelles et par habitant



Source : SLU

3. Les stratégies de décarbonisation dans la province du Norrbotten

La politique climatique suédoise est dotée d'objectifs ambitieux, allant plus loin que les engagements unilatéraux souscrits par le pays aux niveaux européen et international. Ainsi à l'horizon 2020, la Suède a défini pour cible :

- une réduction de 40% des émissions de GES pour les secteurs non-couverts par le système ETS par rapport à 1990;
- une part de 50% d'énergie renouvelable dans le bilan énergétique du pays et de 10% dans le secteur des transports;
- une augmentation de l'efficacité énergétique de 20% (par rapport aux niveaux de 2008);
- ainsi qu'une absence d'utilisation de combustibles fossiles dans le secteur du chauffage¹³ ;

A plus long terme, le pays envisage de devenir neutre en carbone. En février dernier, 7 des 8 groupes parlementaires présents au parlement ont adopté la proposition de la Commission des affaires environnementales visant à réduire les émissions de GES de 85% en 2045, les 15% restant devant être atteints via des projets réalisés à l'étranger (CDM)¹⁴. Une proposition législative devrait suivre sous peu. Si la stratégie n'est pas encore définie, elle devrait être axée en grande partie sur le secteur des transports, la production d'électricité et de chaleur étant déjà massivement basée sur les sources renouvelables.

L'atteinte de ces objectifs passe par le développement et la commercialisation de nouvelles technologies. Dans la province de Norrbotten, de nombreux travaux et initiatives de recherche et développement, menées notamment sous l'égide de l'Université Technologique de Lulea, ont vu le jour. Les exemples présentés ici concernent les travaux relatifs à l'utilisation de la biomasse dans le secteur des transports et la réduction des émissions dans le secteur de la production de métaux.

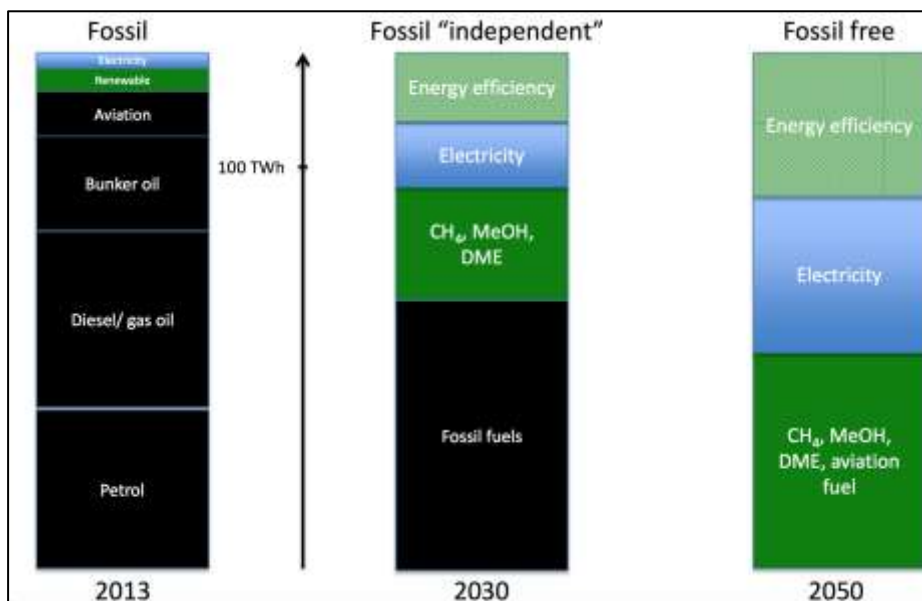
3.1. Utilisation des biocarburants dans le secteur du transport

La politique climatique suédoise vise à une décarbonisation du secteur des transports, ce qui rend nécessaire le développement de l'électrification et des biocarburants ainsi que l'intensification des efforts en matière d'efficacité énergétique. A Lulea, des travaux sont notamment menés sur la gazéification de la biomasse et la production de biocarburants.

¹³<http://www.government.se/government-policy/environment/objectives-for-swedens-climate-and-air-quality-policy/>

¹⁴ <http://www.climatechangenews.com/2016/02/11/sweden-to-go-carbon-neutral-by-2045/>

Hypothèses de décarbonisation du secteur des transports



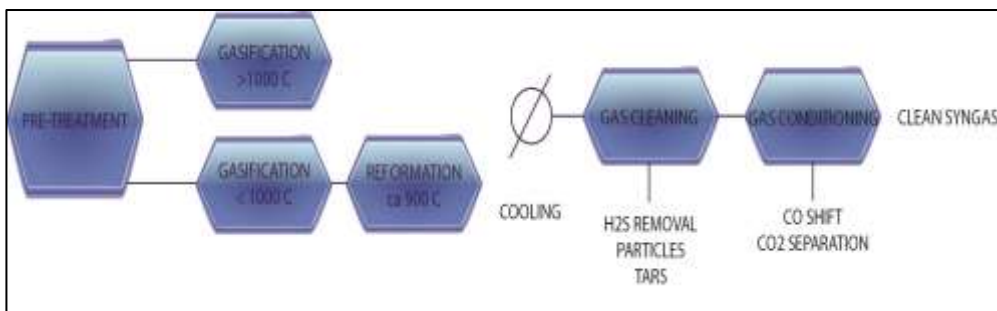
Source : SGC

Les travaux du Centre Suédois de Gazéification de la biomasse (SGC)

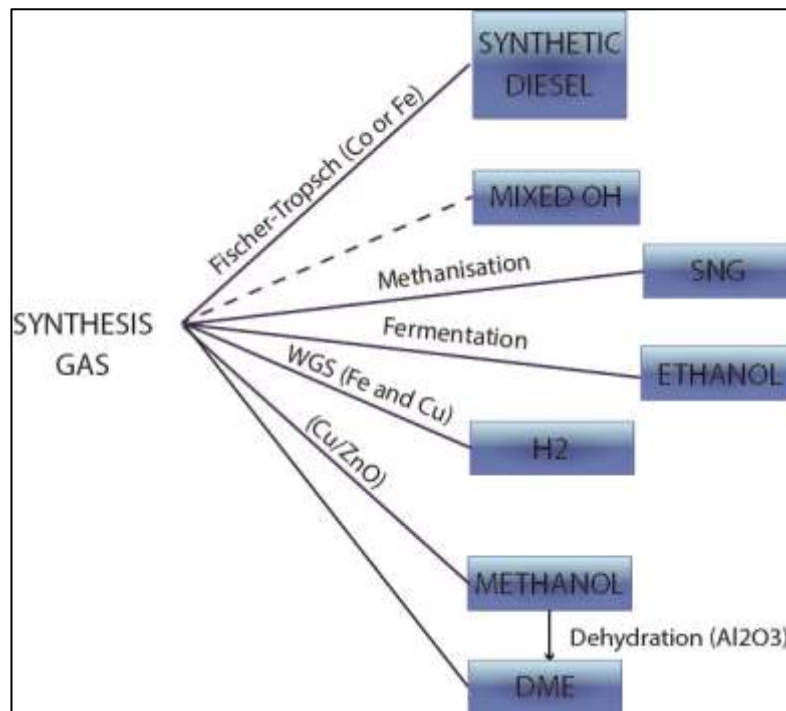
L'Université Technologique de Lulea (LTU) est responsable du Centre Suédois de Gazéification (SFC), fondé en 2011, qui a pour objectif la conduite de travaux de R&D en matière de gazéification de la biomasse.

Celle-ci permet de produire par thermochimie, à partir de bois ou de résidus de l'industrie forestière et papetière (liqueur noire), un mélange gazeux combustible, le syngas (ou gaz de synthèse) qui, après refroidissement et traitement (nettoyage, retrait du CO₂ par voie aminée) peut être converti, en fonction du procédé utilisé, en différents biocarburants (DME, éthanol), en combustibles pour la production d'énergie et/ou de chaleur (méthane, SNG) et en produits chimiques renouvelables (hydrogène).

Schéma de production de syngas à partir de biomasse (source : SGC)



Schémas de production de biocarburants à partir syngas



Source : SGC

Le SFC, qui dispose d'un budget annuel d'environ 6,2 mlns €, rassemble 20 entreprises, 8 universités et 2 instituts, pour un total d'environ 30 à 35 chercheurs et une quarantaine de doctorants. Il est divisé en 3 pôles distincts, travaillant chacun sur une technologie de gazéification particulière¹⁵:

- Le pôle de gazéification en lit fluidisé circulant (CDBG), placé sous la responsabilité de KTH Institut Royal de Technologie¹⁶;
- Le pôle de gazéification indirect (CIBG), conduit par l'Université technologique Chalmers, dont la technologie permet la production d'un gaz sec, propre et sans nitrogène, qui directement ou après traitement peut être utilisé comme substitut aux huiles fossiles ou au gaz naturel ;
- Bio4G (Universités de Lulea, Umea, Centre des technologies énergétiques de Pitea), dont l'activité est concentré sur la gazéification en flux suspendu, permettant de produire du méthanol¹⁷ et du BioDME¹⁸.

¹⁵ <http://www.ltu.se/centres/Svenskt-forgasningscentrum-SFC?l=en>

¹⁶ <https://www.kth.se/en/che/divisions/chemical-technology/research-1.294587>

¹⁷ <http://biofuelstp.eu/factsheets/methanol-fact-sheet.html>

¹⁸ <http://www.ltu.se/research/subjects/Energiteknik/Forskningsprojekt/Forskningsomrade-2/Bio4Gasification>

Les recherches menées à Lulea sont concentrées sur la production de biocarburants de deuxième génération (méthanol¹⁹ et du BioDME²⁰), à destination du secteur des transports. Elles sont notamment conduites sur l'installation pilote de LTU Green fuels, localisée à Pitea, et approvisionnée en liqueur noire par le site papetier de SmurfitKappa. Cette installation, propriété de l'Université depuis 2013 et dotée d'une capacité de 4 t./jr, a été construite en 2010 dans le cadre du projet BioDME²¹. Ce projet pilote, initié par l'entreprise Chemrec en coopération notamment avec l'ETC de Pitea, Volvo, Total, Haldor Topsoe et Delphi (montant de l'investissement 14 mlns), avait pour objectif le développement de biocarburants pour le transport routier. Durant le projet, des stations d'approvisionnement ont été mises en place et les carburants testés sur une dizaine de camions pilotes (environ 800 000 kms parcourus).

Le projet Sunpine

En 2010, le projet Sunpine²² a permis la construction d'une installation de production de biodiesel issu d'huile de tall. L'huile de tall, qui est également un produit résiduel issu de l'industrie papetière, est obtenue à partir de la séparation des savons de calcium contenus dans la liqueur noire, qui sont ensuite traités et acidifiés pour former l'huile en question. La technologie utilisée ici consiste à mélanger l'huile obtenue avec du bio-méthanol et de l'acide sulfurique. Une fois ce mélange estérifié et distillé, il est procédé à son incorporation dans le carburant final. L'installation, située dans le port de Pitea, est propriété d'un consortium constitué du raffineur Preem, des entreprises du secteur forestier Sveaskog et Sodra et de Kiram AB. Dotée d'une capacité de production 100 000 m³, elle a nécessité un investissement de 23 mlns €.

Bewhere

La production de biocarburants à grande échelle suppose une exploitation massive des ressources de biomasse, ce qui ne va pas sans poser de questions, notamment en termes de disponibilité, de renouvellement et d'évolution du prix, dans un contexte de demande considérablement accrue et de concurrence avec d'autres secteurs économiques (industrie, production de chaleur et d'électricité). La complexité du développement de la chaîne logistique et le coût élevé des installations de production rendent nécessaire un planning infrastructurel en amont.

Bewhere²³ est un modèle d'ingénierie techno-économique développé pour l'optimisation des systèmes énergétiques basés sur les énergies renouvelables. Il identifie la localisation optimale, la taille et la technologie adaptée pour la production d'énergie renouvelable dans une région donnée, sur la base de prévisions de l'offre et de la demande de matière première (ici en l'occurrence la biomasse), de produits finis (biocarburants) et des capacités de production existantes ou prévues. Développé en 2006 par l'IIASA et l'Université de Lulea, il est optimisé de manière constante. Progressivement étendu depuis 2010 à

¹⁹ <http://biofuelstp.eu/factsheets/methanol-fact-sheet.html>

²⁰ <http://www.ltu.se/research/subjects/Energiteknik/Forskningsprojekt/Forskningsomrade-2/Bio4Gasification>

²¹ <http://biofuelstp.eu/bio-dme.html>

²² http://www.chemrec.se/SunPine_producing_tall_oil_diesel.aspx

²³ <http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/modelsData/Bewhere/BEWHERE1.en.html>

l'échelon européen, il couvre désormais non seulement la biomasse mais également d'autres domaines comme le solaire, l'éolien ou la production hydroélectrique.

En 2013, une étude menée par F3 (en coopération avec entre autres l'Université de Lulea) à partir de Bewhere²⁴ a analysé les scénarios de développement des biocarburants en Suède à l'horizon 2030 (respectivement 4 à 9 TWh/an en fonction de l'option basse ou haute). L'étude a conclu à la faisabilité de chacun des scénarios. Il a toutefois été estimé que la demande totale de biomasse (biocarburants et industrie) allait passer de 14 TWh à 35-50 TWh/an d'ici 2030, soit jusqu'à 97% du potentiel techno-écologique total. La réalisation des scénarii devrait nécessiter la construction de 6 à 9 installations d'une capacité allant de 0,2 à 2,2 TWh/an, dans des localisations rendant possible une intégration avec d'autres industries (synergies, mutualisation des coûts de transport). Le montant total des investissements pour le secteur des biocarburants a été estimé à +1,3 mds € par rapport à un scénario d'investissement sans développement des biocarburants à grande échelle (2,4 mds € en cas de non-intégration avec d'autres industries).

3.2. La réduction des émissions dans le secteur de la métallurgie

Dans le secteur de la métallurgie, des efforts importants ont été entrepris voilà déjà des années afin de réduire les niveaux de CO₂ émis. Les principales initiatives recensées concernent notamment la mise en place, dans le cadre d'ULCOS, du haut fourneau expérimental de LKAB, les différents travaux entrepris sur la captation et le stockage du carbone (Swerea MEFOS, BASTOR), l'utilisation de la biomasse dans le processus de réduction directe et l'utilisation de la chaleur résiduelle par le réseau de chauffage urbain.

Le Haut fourneau expérimental de LKAB

ULCOS (Ultra-Low Carbon dioxide Steelmaking) est une initiative de coopération en matière de R&D, conduite entre 2004 et 2010, ayant pour objectif une réduction des émissions de CO₂ d'au moins 50 % par rapport aux méthodes de production d'acier actuelles. Doté d'un budget de 75 mlns €, financé à 40% par la Commission Européenne via le 6ème PCRD et le Fond de recherche du charbon et de l'acier (FRCA), il a rassemblé les principales entreprises sidérurgiques européennes ainsi que des partenaires du secteur de l'énergie et de l'ingénierie, des instituts de recherche et des universités. Dans le cadre du programme européen ULCOS, 4 technologies innovantes ont été identifiées comme prometteuses et susceptibles d'atteindre les objectifs : ULCORED (réduction directe à partir de gaz naturel et fusion dans des fours à arc électrique), ULCOWIN (électrolyse), HIsarna (bain de fusion) et le recyclage des gaz de gueulard (Top Gas Recycling).

Le concept des hauts fourneaux à recyclage des gaz de gueulard est fondé sur la séparation des gaz s'échappant du haut fourneau, de façon à ce que les composants utiles puissent

²⁴ <http://www.f3centre.se/projects/RD-BeWhere-2>

être réinjectés dans le haut fourneau, et y servir comme agent de réduction (CO, H₂). Cela permet de réduire les quantités de coke requises dans le fourneau. En outre, l'oxygène vient remplacer l'air préchauffé dans les fourneaux, ce qui évite la formation d'azote, facilitant ainsi la capture et le stockage de CO₂ (CCS). Afin de tester ce concept, une installation de séparation de gaz a été construite à proximité du haut fourneau expérimental de LKAB à Luleå, en Suède. Ce haut fourneau est doté d'équipements lui permettant de produire de la fonte en utilisant de l'oxygène pur (O₂) et en réinjectant le monoxyde de carbone (CO)²⁵. Les travaux effectués ont permis d'identifier un potentiel de réduction de 24% des émissions liées au processus. La captation du carbone, via une unité pilote VPASA, et son stockage permettrait une réduction supplémentaire de 52%²⁶.

Le projet Stepwise

Le projet Stepwise, débuté en mai 2015, a pour objectif des travaux de R&D sur la conversion des effluents gazeux, issus des hauts fourneaux, en combustible à haute teneur (Hydrogène, nitrogène), ayant des applications dans la métallurgie et dans la production d'électricité et de chaleur. Le processus inclut l'isolation et la captation du CO₂. Doté d'un budget de 13 mlns € sur 4 ans, financé par le programme de recherche européen Horizon 2020, le projet prévoit la construction d'une installation pilote sur le site de Swerea MEFOS (1 des 9 partenaires du projet mais étant le plus important) à Lulea. Celle-ci sera approvisionnée en gaz via pipeline par le site du sidérurgiste SSAB. Selon les partenaires, le projet a un potentiel de réduction des émissions de 2,1 Gt/an.

Le projet Bastor

Le projet BASTOR (Baltic Sea Storage of CO₂) est un projet d'étude visant à identifier les possibilités de création d'une infrastructure commune régionale de transport et de stockage de CO₂ dans la région de la Mer Baltique. Le rationnel du projet repose sur l'identification d'un nombre importants de sources d'émissions de CO₂ (217 sites industriels et de production d'énergie pour la seule Scandinavie) dans un rayon proche (Scandinavie, Pologne, Allemagne du Nord, Etats Baltes), représentant des émissions évaluées à plus de 100 Mt./an. En cas de développement du CCS, le stockage en mer baltique présenterait un intérêt économique certain, du fait de sa proximité des sources d'émissions et donc ainsi de la réduction des coûts liés au transport (en comparaison par exemple à un stockage en mer du Nord).

Le projet Bastor a comporté 2 phases. La première (2011/2012), financée par l'Agence suédoise de l'énergie et des partenaires industriels (avec des cofinancements de l'UE), a eu pour objectif la définition d'un plan d'action pour l'évaluation des possibilités de stockage, la recherche de financement et la constitution d'une plateforme de networking. La seconde, menée par des industriels finlandais et TEKES (Agence finlandaise de financement

²⁵ Source : ULCOS

²⁶ <https://www.lkab.com/en/Future/RD/Smart-Steel-Production/EBF/EBF-publications/>

de l'innovation), a consisté en la réalisation de l'évaluation du potentiel géologique mais également des impacts sociaux et environnementaux, des conditions légales et fiscales ainsi que des conditions économiques du transport²⁷.

Le projet BioDRI

Ce projet conduit par l'Université de Lulea, en coopération avec de nombreux partenaires industriels (Swerea MEFOS, LKAB, AGA, Sveaskog, Billerud, Hogenas) et l'ETC de Pitea a étudié la possibilité de remplacer (complètement ou partiellement) le processus de réduction effectué dans le haut fourneau²⁸ par un processus de réduction directe effectué à partir de biomasse gazéifiée (et non de charbon ou de gaz, comme cela est le cas habituellement pour le procédé DRI – Direct Reduced Iron, procédé dit de «réduction directe»). Selon les auteurs du projet, cette technique pourrait permettre une réduction des émissions de 0,45 tonnes de CO₂ par tonne d'acier produite.

Budget du projet BioDRI (en €)			
Partenaire	Catégorie / secteur	Participation financière	Co-financement
LTU	Université	114 624	26 882
Swerea MEFOS	Institut de recherche	109 677	26 882
ETC	Institut de recherche	134 409	26 882
LKAB	Industrie métal	40 215	40 215
AGA	Producteur de gaz	10 753	10 753
Sveaskog	Foresterie	26 882	26 882
Billerud	Industrie du papier	10 753	10 753
Hogenas	Minerai de fer	32 258	32 258
Total		479 571	201 505

Source : LTU

Le projet a été structuré autour de 4 blocs thématiques : logistique, gazéification (sur l'installation pilote de l'ETC de Pitea), processus de réduction et utilisation du DRI (essais menés dans les laboratoires de LKAB et Hogenas), aspects économiques. L'étude a conclu à la faisabilité technique du procédé. D'un point de vue économique, les simulations ont mis en lumière les difficultés pouvant être rencontrées, notamment en termes de demande et de prix, en cas de développement de l'utilisation de la biomasse dans l'industrie.

L'utilisation de la chaleur résiduelle pour les besoins du chauffage urbain

En Suède, les résidus et la chaleur industriels sont utilisés de manière croissante pour les besoins de chauffage²⁹. Ainsi, à Lulea, SSAB, via la centrale de cogénération de Lulekraft,

²⁷ <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610214017664>

²⁸ L'installation ici prise en compte est d'une capacité de 2 Mtpa.

²⁹ <http://www.theguardian.com/sustainable-business/2015/may/01/leftover-industrial-heat-to-warm-swedens-chilly-northern-city>

détenue conjointement avec Lulea Energi, fournit 97% de la chaleur produite pour le réseau de chauffage urbain et produit également de l'électricité. Le combustible utilisé est constitué du surplus de gaz provenant de la manufacture de feuilles de métal³⁰. A Kiruna³¹, la municipalité s'est associée à LKAB, Tekniska Verken et Kiruna AB pour la construction d'un nouveau système énergétique. A terme, 90% de la chaleur du réseau urbain sera fournie par le site de production de boulettes de fer de LKAB. Les 10% restants proviendront de la combustion de biomasse, lors des arrêts (par exemple pour maintenance) des installations du producteur de minerai. Aujourd'hui, seul 5% de la chaleur utilisée est une chaleur résiduelle d'origine industrielle, les autres sources étant la combustion de déchets ménagers et industriels (75%), la biomasse, l'électricité et le fioul (15%).

4. Impacts emploi, impacts économiques et sociaux et perspectives syndicales

La décarbonisation de l'économie suédoise suppose la mise en place d'une stratégie industrielle, prenant en compte les aspects économiques et sociaux de la transition.

4.1. Impacts emploi

A l'heure actuelle, en l'absence de feuille de route détaillée, il est difficile de se faire une idée précise des impacts sociaux et sur le marché du travail des politiques environnementales et climatiques qui seront mises en place. Celles-ci devraient néanmoins être axées sur le transport, où réside le plus grand potentiel de réduction des émissions, et le développement des sources alternatives d'énergie (biomasse, biocarburants, etc.). Du point de vue de l'emploi, la transition devrait ainsi avoir des effets positifs :

- directs sur certains secteurs comme l'industrie forestière, le raffinage, la production de machines et d'équipements mais également sur la recherche et développement.
- Indirects, notamment sur les services, dans les zones à forte croissance, mais également sur le développement des infrastructures. Le développement de l'utilisation de la biomasse à grande échelle devrait nécessiter, par exemple, l'adaptation des voies et des infrastructures de communication (construction, réfection), notamment au nord et au centre de la Suède, où se situent les principales réserves forestières.

La transition devrait également avoir des effets positifs sur le secteur environnemental. Celui-ci est peu intensif en main d'œuvre et ne représente que 2,1% de la valeur ajoutée totale produite par l'économie suédoise (16 000 entreprises, 72 000 emplois). Toutefois, les politiques de décarbonisation mises en place par le passé ont contribué à son développement. Le chiffre d'affaires du secteur a cru de 49% entre 2003 et 2013 alors que

³⁰ <http://www.northsweden.eu/english/news/ssab.aspx>

³¹ <http://www.lkab.com/en/media/news1?ni=7140&c=&m>

l'emploi a progressé de 14%, principalement dans le secteur du traitement des déchets (23% de la main d'œuvre du secteur), dans les énergies renouvelables (17%), la consultance en matière d'énergie (10%), l'efficacité énergétique (9%), et l'éducation et la recherche (8%).

Principaux chiffres du secteur environnemental en Suède				
Secteur environnemental	Nombre d'entreprises	CA	Export	Emploi total
Pollution de l'air	128	3 029	1 276	1 449
Traitement des eaux usées	946	14 240	2 430	6 467
Traitement des déchets	2 757	35 168	4 478	16 801
Sol et eaux souterraines	435	2 402	392	1 402
Bruit et vibrations	39	281	--	157
Consultance environnementale	1 555	7 691	649	7 015
Education, recherche et contrôle	261	1 307	98	5 993
Recyclage des matériaux	1 933	38 910	11 856	7 259
Energies renouvelables	2 687	90 107	9 142	12 224
Economies d'énergie et de chaleur	901	13 692	6 187	6 189
Agriculture et pêche durables	4 513	7 954	292	5 024
Protection des forêts	102	6 403	29	786
Autres (dont éco-tourisme)	177	1 210	--	1 214
TOTAL	16 434	222 393	37 061	71 980

4.2. Impacts économiques et sociaux

L'élaboration de politiques de décarbonisation suppose également une réflexion sur leur coût et le partage de la charge entre les différents acteurs économiques. Les mesures mises en place peuvent impacter l'industrie, favorisant la fuite carbone, mais également les ménages, notamment les plus modestes, via un renchérissement du prix des biens et la hausse des prix de l'énergie. Les politiques de réduction des émissions et d'amélioration de l'efficacité énergétique impactent des secteurs comme l'agro-alimentaire, l'énergie, les transports ou encore le bâtiment dont les émissions sont importantes et dont l'activité / la production sert à satisfaire les besoins dits « primaires » de la population (alimentation, chauffage, mobilité, logement).

En Suède, les premières politiques de décarbonisation ont été mises place dans le cadre de réformes fiscales de grande ampleur, visant à réduire le coût du travail (« green tax shift » ou politique du double dividende). En 1991, l'instauration de la taxe carbone a ainsi été couplée à une simplification et à une baisse des charges sociales de 6 mds €. Les revenus issus de la nouvelle taxe ont permis de compenser une partie de la perte de revenus fiscaux et les dérogations accordées à l'industrie. De nouveau, en 2001, le gouvernement a adopté le principe d'une augmentation progressive des taxes environnementales de 3,25 mds € sur

une période de 10 ans, afin d'abaisser de nouveaux les niveaux d'imposition sur le travail et le capital³².

Aujourd'hui, la taxation environnementale est à un niveau inférieur à la moyenne européenne. En 2013, elle a représenté 2,36% du PIB (contre 2,44% pour l'UE-28). En ce qui concerne les politiques de réduction des émissions, la charge a été principalement reportée sur les ménages (application du taux plein de la taxe CO₂ et de la taxe sur l'énergie, taxation des carburants de transport). Le prix du chauffage urbain a connu une nette augmentation, tout comme celui de l'électricité pour le secteur résidentiel, qui est aujourd'hui supérieur de 5 % à la moyenne européenne³³, alors qu'il lui était nettement inférieur à la fin du XX^e siècle. Cette hausse a néanmoins été compensée par une augmentation de l'efficacité énergétique. La demande d'énergie finale des ménages est ainsi restée stable sur les 30 dernières années.

En ce qui concerne l'industrie, les exemptions et réductions d'impôts, mais également l'utilisation croissante de la biomasse et la mise en place de programmes d'amélioration de l'efficacité énergétique (comme par exemple le PFE), avaient jusqu'à présent permis de limiter l'augmentation des coûts de l'énergie. Récemment toutefois, les taux de taxe carbone et de la taxe sur l'énergie ont été revus à la hausse, et les objectifs de décarbonisation apparaissent comme un challenge. La question est d'importance, les industries intensives en énergie sont fortement exportatrices et représentant environ 5 % de la main-d'œuvre totale et 19 % de la valeur ajoutée.

4.3. Positions syndicales

En Suède, le taux de syndicalisation est particulièrement élevé et atteint 71%. Les principaux syndicats sont LO (1,5 mln de membres), qui représente les travailleurs manuels, TCO (1,2 mln, travailleurs non manuels) et SACO, le syndicats des employés diplômés (0,6 mln).

Les organisations syndicales participent au dialogue lié aux stratégies bas carbone, à la fois au niveau local et au niveau national. Au niveau local, leur participation se fait à travers l'exercice de leur pouvoir de négociation et des prérogatives liées aux procédures d'information et de consultation, issus de la Loi sur la codétermination (MBL, 1976) et de l'accord sur l'efficacité et la participation (Utvecklingsavtalet, UVA, 1982). Ce dernier recense notamment les domaines dans lesquels les syndicats et les employeurs sont encouragés à négocier : le développement de l'organisation du travail, avec pour but d'améliorer « les compétences et l'expérience » de chaque travailleur, les développements techniques et les questions liées à la situation économique de l'entreprise, tels que la

³² Dans un premier temps (2001 – 2006), il a été procédé à une hausse des taxes environnementales de 1,6 mds € et à une baisse des charges d'un montant identique, ciblé sur les bas revenus. Si le programme a ensuite été abandonné, des nouvelles baisses de charges pesant sur le travail ont été constatées entre 2007 et 2013, concomitamment à une nouvelle augmentation des charges sur les activités polluantes. Au final, selon l'OCDE, les taxes sur l'environnement et sur l'énergie ont augmenté d'environ 15 % entre 2000 et 2012. Dans le même temps, le ratio impôts / PIB a baissé, alors que la pression fiscale sur le travail a diminué d'environ 20 % entre 1995 et 2011.

³³ Il était toutefois supérieur de 20 % à la moyenne de l'UE en 2007 et de 33 % en 2011 (source : Eurostat).

politique d'achat, les investissements, le marketing et la recherche³⁴. Les organisations syndicales disposent par ailleurs de représentants aux conseils des entreprises, dans la plupart des structures de plus de 25 salariés³⁵. Au niveau national, les OS sont parties prenantes au dialogue via notamment les consultations et le groupe d'analyse « transition verte et compétitivité » organisés sous l'égide du Ministère du développement stratégique et de la coopération nordique³⁶.

Les deux organisations syndicales que nous avons interviewé dans le cadre de cette étude, LO et Sveriges Ingenjörer, membre de SACO, sont favorables à la réduction des émissions et supportent les positions de la Confédération syndicale internationale (transition juste, emplois décents et de qualité, objectif de limitation du réchauffement à 1,5 °C)³⁷.

Dans une position publiée récemment³⁸, conjointement avec le syndicat des agriculteurs LRF et la Confédération Suédoise des Employeurs, le syndicat LO appelle ainsi à la mise en place d'une politique de décarbonisation ambitieuse, vue comme porteuse de croissance. Selon lui, le pays dispose d'atouts non-négligeables, notamment l'expertise et le savoir-faire des entreprises et des travailleurs suédois, ainsi que les ressources naturelles du pays. Cette transition doit toutefois satisfaire à certaines conditions:

- Favoriser l'exportation de biens bas-carbone et tendre vers un accord climatique international ;
- Créer un cadre flexible, permettant des ajustements en fonction de l'évolution des efforts de réduction entrepris par les autres pays, afin de ne pas mettre en péril la production nationale et la croissance économique du pays ;
- Etre en premier lieu focalisée sur les mesures permettant des réductions d'émissions à bas coût et ne pas imposer de taxations trop importantes ou d'objectifs trop élevés aux secteurs ne disposant pas de solutions techniques permettant de réduire les niveaux de CO₂ ;
- Ne pas imposer de contraintes supplémentaires aux secteurs couverts par l'ETS.

L'autre élément qui ressort des discussions est que la mise en place d'une politique bas carbone nécessite avant tout une réelle volonté politique³⁹, à la fois en termes de stratégie industrielle et de financements (partage des efforts).

A ce titre, les investissements dans la recherche et développement apparaissent d'une importance fondamentale et devraient privilégier l'économie circulaire (par exemple l'utilisation des déchets de l'industrie), le secteur des transports via son électrification et les technologies de capture et de stockage de CO₂, dont le développement est indispensable à une réduction de 90% des émissions.

Dans ce cadre, la lutte contre la fuite carbone est un enjeu majeur, notamment pour la métallurgie, la production de ciment et l'industrie chimique. L'ajustement carbone aux

³⁴ Source : workers-participation.eu

³⁵ <http://www.worker-participation.eu/Systemes-nationaux/Pays/Suede/Representation-aux-conseils-des-entreprises>

³⁶ <http://www.government.se/government-policy/mission-the-futre/analysis-groups/>

³⁷ <http://www.ituc-csi.org/ituc-response-to-paris-climate>

³⁸ <http://www.dn.se/debatt/sex-punkter-for-framtidens-svenska-klimatpolitik/>

³⁹ A ce titre, voir notamment : <http://www.ltu.se/ltu/media/news/Tvingas-varsla-samtliga-vid-LTU-Green-Fuels-1.146781?l=en>

frontières n'apparaît néanmoins pas comme une solution viable mais plutôt comme un obstacle au commerce, qui peut être préjudiciable à l'économie suédoise et à celle de la province de Norrbotten, fortement exportatrices.