

# INNOVATIONS EN MATIÈRE D'ÉNERGIE

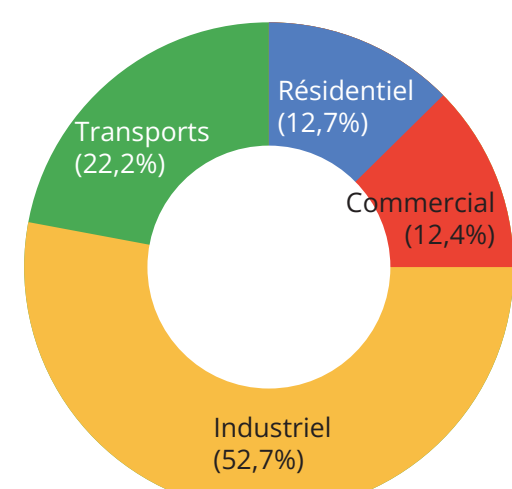




# INNOVATIONS EN MATIÈRE D'ÉNERGIE

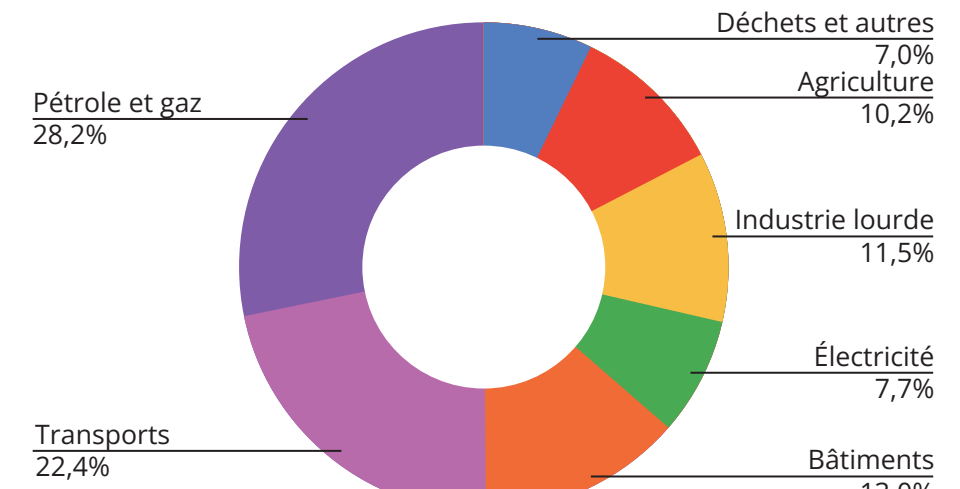
Les Canadiens dépendent de l'énergie. Nous utilisons beaucoup d'énergie pour l'électricité, les transports, le chauffage, l'air conditionné, et plus encore!

Où utilisons-nous l'énergie au Canada



Source des données : Régie de l'énergie du Canada (2023)

Les émissions de GES par secteur



Source des données : Environnement et Changement climatique Canada (2021)

L'énergie provient de ressources naturelles. Les ressources naturelles peuvent être renouvelables, ce qui signifie que nous en avons une quantité illimitée à notre disposition ou qu'elles peuvent être reconstituées de notre vivant. Les autres ressources naturelles sont non renouvelables, ce qui signifie qu'elles sont disponibles en quantité limitée et, qu'une fois utilisées, elles ne peuvent pas être remplacées. Chaque source d'énergie présente des opportunités et des défis — pour chacune, les facteurs à considérer sont la localisation, l'abondance, l'efficacité, l'impact environnemental, l'impact économique ainsi que les questions sociales et culturelles. Il est important de comprendre les opportunités et défis de chaque ressource naturelle pour pouvoir prendre des décisions éclairées concernant l'énergie du futur.

Ressources d'énergie renouvelable	Ressources d'énergie non renouvelable
Solaire	Charbon*
Vent/éolien	Pétrole*
Eau/hydro	Gaz naturel*
Géothermie	Uranium/nucléaire
Biomasse*	

\*Combustibles reposant sur le carbone

## Changement climatique

En Alberta, nous avons des énergies fossiles abondantes : charbon, pétrole et gaz naturel; ces énergies reposent sur le carbone. Du dioxyde de carbone ou gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) est relâché dans l'atmosphère quand nous extrayons et brûlons ces combustibles à base de carbone pour produire de l'énergie.

Le gaz carbonique est un important gaz à effet de serre (GES), ce qui signifie qu'il piège la chaleur à proximité de la surface de la terre. Bien que cet « effet de serre » soit essentiel au maintien de la vie sur terre, la production d'une trop grande quantité de GES entraîne un réchauffement de la surface de la terre qui peut entraîner un changement des modèles climatiques. Il est important de résoudre le problème des changements climatiques, car ils ont des conséquences sur l'environnement, l'économie et la société au niveau mondial.

## Que fait-on pour répondre aux changements climatiques?

Le Gouvernement du Canada et chaque province et territoire ont des objectifs pour répondre aux changements climatiques et réduire les émissions de gaz à effet de serre. Vous avez peut-être entendu parler de net zéro. Net zéro signifie que la quantité totale de CO<sub>2</sub> relâchée dans l'atmosphère est égale à celle qui en est retirée. Le paysage énergétique change pour atteindre le net zéro et réduire la quantité globale de gaz à effet de serre émis par la production et la consommation d'énergie.

Notre mélange énergétique se diversifie pour réduire notre dépendance envers les combustibles à base de carbone et réduire les émissions en incorporant de nouvelles technologies et innovations, comme les combustibles propres, la capture du carbone et l'augmentation croissante de sources d'énergies renouvelables et alternatives.

Les individus et les communautés jouent également un rôle en réduisant leurs consommations personnelles d'énergie et en l'utilisant de manière efficace. Les actions telles que l'utilisation des transports en commun, l'installation de panneaux solaires sur les toits et le passage aux véhicules électriques (VE) ont un impact. Voyez plus d'exemples sur le devant de l'affiche!

Sur l'affiche concernant les innovations énergétiques, vous constaterez des chapitres imprimés dans des couleurs différentes. C'est une façon distrayante de continuer :

- Les chapitres en **jaune** portent sur les **énergies renouvelables et alternatives**
- Les chapitres en **bleu** portent sur les **innovations pour les combustibles fossiles**
- Les sections en **orange** portent sur les **combustibles propres**

## ÉNERGIES RENOUVELABLES ET ALTERNATIVES

Ressources énergétiques pour l'électricité :

- ♦ **Solaire** — les panneaux solaires utilisent des cellules photovoltaïques qui convertissent l'énergie de la lumière solaire en énergie électrique.
- ♦ **Éolien** — les turbines éoliennes ont de grandes pales qui capturent l'énergie cinétique du vent et génèrent de l'énergie électrique.
- ♦ **Géothermie** — la géothermie est une énergie thermique (chaleur) présente en profondeur dans le sol qui peut être convertie en énergie électrique ou utilisée pour le chauffage.
- ♦ **Biomasse** — la biomasse est constituée de matériaux organiques comme les copeaux de bois, les récoltes végétales, le compost et des déchets. L'énergie chimique de la biomasse peut être convertie en énergie thermique une fois brûlée pour créer de la vapeur, qui est alors convertie en énergie cinétique et électrique quand la vapeur est utilisée pour faire fonctionner une turbine. La biomasse peut aussi être décomposée par des bactéries anaérobies qui produisent du méthane pour former un gaz naturel renouvelable qui peut ensuite être utilisé pour générer de l'énergie électrique.
- ♦ **Hydro** — l'hydro-électricité capture l'énergie cinétique de l'eau en mouvement d'une rivière ou au bas d'un barrage pour faire tourner une turbine et générer de l'énergie électrique.
- ♦ **Nucléaire** — un réacteur nucléaire casse les atomes d'uranium pour libérer de l'énergie thermique qui est convertie en énergie électrique. Il existe de grandes centrales nucléaires en Ontario et au Nouveau-Brunswick; l'Alberta envisage d'introduire l'énergie nucléaire sous forme de microréacteurs et de petits réacteurs nucléaires modulaires (« Small Modular Nuclear Reactors »).

Pendant des décennies, l'essentiel de l'électricité en Alberta a été produit en brûlant du charbon. Au cours des dernières années, une élimination progressive du charbon et une augmentation du recours au gaz naturel et aux énergies renouvelables signifient qu'il se produit un changement dans le réseau électrique. Nos vies deviennent plus « électrifiées » (pensez aux véhicules électriques) et la demande d'énergie augmente constamment. Notre utilisation d'énergie renouvelable augmente, nous permettant de générer plus d'électricité avec moins d'émissions de gaz à effet de serre.



Le barrage hydro-électrique Horseshoe



Le puits géothermique d'Eavor Technologies



La ferme d'éoliennes de Cowley Ridge

L'un des défis est que certaines formes d'énergie renouvelable sont intermittentes ou ont des apports énergétiques variables (le soleil n'est pas toujours disponible et le vent ne souffle pas tout le temps). Les demandes en énergie tendent à être les plus fortes le soir (quand la majorité des gens sont chez eux) et pendant les mois les plus froids et les plus chauds de l'année (quand nous avons besoin de chauffage et de climatisation). Pour que l'énergie renouvelable, comme l'énergie solaire ou l'énergie éolienne, soit la plus efficace, elle doit être facilement disponible pour répondre à la demande. C'est là que le stockage de l'énergie entre en jeu.

### Types de stockage de l'énergie:

- ♦ **Pompage de l'eau** — quand il y a un excès d'énergie électrique, l'eau peut être pompée et remontée d'un réservoir bas vers un réservoir plus élevé. Lorsque l'énergie devient nécessaire, l'eau du réservoir supérieur est relâchée pour s'écouler au travers d'une turbine qu'elle actionne pour générer de l'énergie électrique.
- ♦ **Batteries** — les batteries peuvent stocker l'excès d'énergie électrique sous forme d'énergie chimique potentielle qui peut ensuite être reconvertie en énergie électrique quand cela est nécessaire. Le premier établissement de stockage de batteries ion-lithium d'Alberta a été construit en 2020, permettant le stockage de l'énergie venant des turbines éoliennes proches dans des batteries et son relargage quand cela est nécessaire.



Stockage de l'énergie par pompage de l'eau



Stockage sur batteries

Trouvez l'énergie renouvelable et alternative ainsi que les usines de stockage de l'énergie sur l'affiche!

## INNOVATIONS POUR LES COMBUSTIBLES FOSSILES

Les innovations dans le secteur des combustibles fossiles portent principalement sur la décarbonisation pour réduire les émissions liées à la production de pétrole et de gaz naturel. Explorons trois technologies émergentes : la technologie de captage, d'utilisation et de stockage du carbone, les petits réacteurs modulaires nucléaires et le bitume au-delà de la combustion.

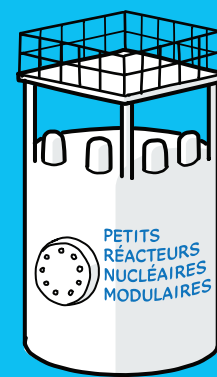
- ♦ Les technologies de **captage, d'utilisation et de stockage du carbone** sont des technologies qui convertissent ou stockent le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) émis pour réduire la quantité qui en est libérée dans l'atmosphère. Le CO<sub>2</sub> peut être utilisé pour extraire plus de pétrole ou de gaz ou transformé en quelque chose d'autre (comme des combustibles, du ciment ou même du savon). On appelle cela le **captage et l'utilisation du carbone**. Le carbone peut aussi être injecté (habituellement sous forme de CO<sub>2</sub> liquéfié) à grande profondeur dans des formations géologiques du sous-sol pour un stockage permanent. On parle alors de captage et stockage du carbone.



Pipeline de captage et de stockage du carbone



Savon fabriqué à partir de carbone capté (source : Clean O<sub>2</sub>)



Petit réacteur nucléaire modulaire



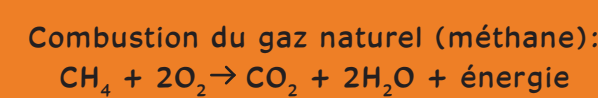
Fibre de carbone

### L'innovation en mouvement :

- Des sociétés basées à Calgary intègrent des émissions de CO<sub>2</sub> dans la production de savon et de béton.
- Deux opérations actives de capture et de stockage du carbone en Alberta capturent plus de 1 million de tonnes de CO<sub>2</sub> chaque année à partir du traitement des sables bitumineux et le stockent de manière permanente sous terre.

## COMBUSTIBLES PROPRES

Beaucoup d'émissions de gaz à effet de serre au Canada proviennent de la combustion de combustibles à base de carbone (comme l'essence, le diesel et le carburant d'aviation) pour alimenter des véhicules et de méthane (gaz naturel) pour faire fonctionner les chaudières qui chauffent nos maisons. Quand nous brûlons ces combustibles en utilisant l'oxygène (O<sub>2</sub>) de l'air, nous produisons de la vapeur d'eau et du gaz carbonique (dioxyde de carbone ou CO<sub>2</sub>). Ajouter un excès de gaz carbonique dans l'atmosphère accroît le réchauffement global et contribue aux changements climatiques.



Il existe de nouvelles technologies portant principalement sur le changement des sources de combustibles pour réduire les combustibles mettant du CO<sub>2</sub>; ce sont des combustibles « propres » ou au moins « plus propres ».

Les combustibles propres peuvent être produits de différentes manières et leur principale source est la biomasse. Tout comme les combustibles fossiles, la biomasse peut être brûlée ou gazéifiée pour créer une énergie thermique (chaleur) et de l'énergie électrique. La combustion de la biomasse pour la production d'énergie dégage aussi du CO<sub>2</sub>; contrairement au carbone des combustibles fossiles qui ont été enterrés pendant des millions d'années, le carbone de la biomasse provient des plantes qui avaient précédemment absorbé CO<sub>2</sub> de l'atmosphère, en faisant un « carbone neutre ».



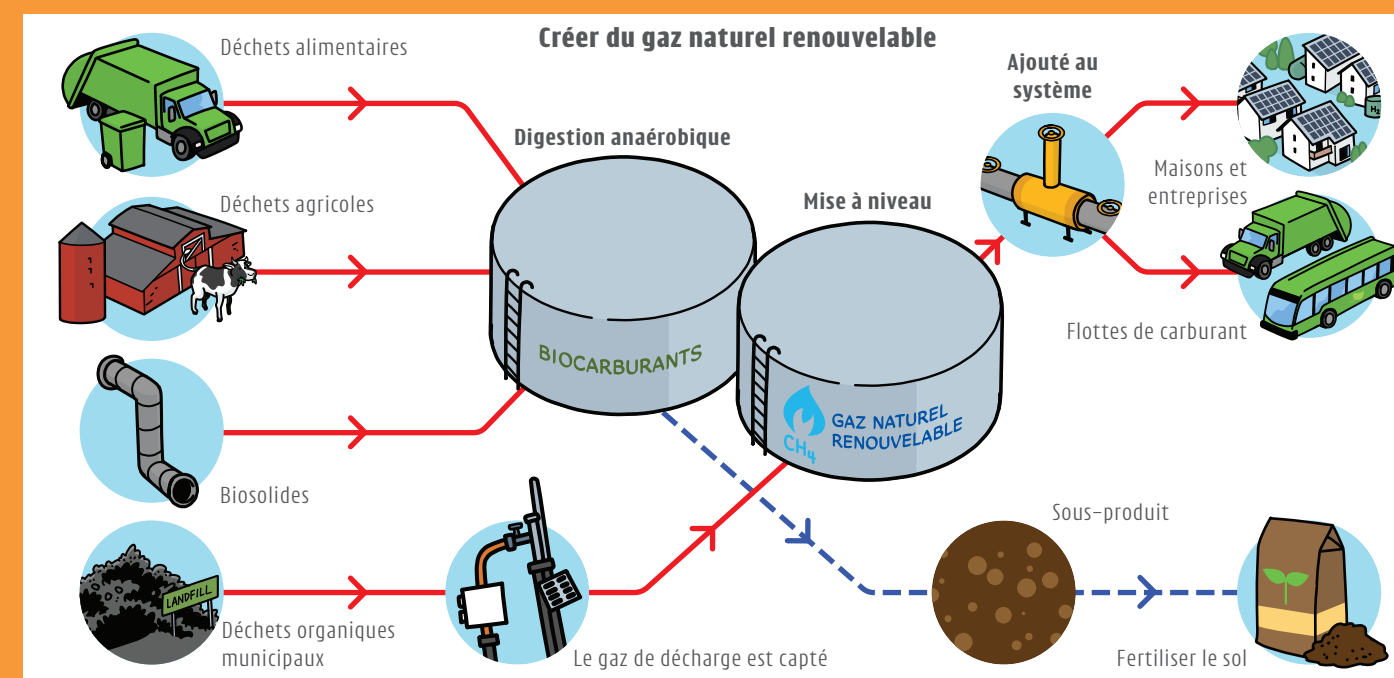
Les copeaux de bois sont une forme de biomasse

De plus, la biomasse utilisée pour les carburants propres va habituellement au dépotoir (c'est-à-dire copeaux de bois, résidus de récoltes, compost et déchets). En l'utilisant pour la production de combustible propre, nous transformons un déchet en énergie.

Nous allons examiner de plus près quatre types de combustibles propres : **Biogaz/gaz naturel renouvelable, biocarburants, carburants synthétiques et hydrogène.**

## BIOGAZ ET GAZ NATUREL RENOUVELABLE

Quand les **matières organiques** se décomposent, du méthane et d'autres gaz sont libérés, c'est ce qu'on appelle le biogaz. Après le nettoyage du biogaz et la séparation du méthane, on l'appelle **gaz naturel renouvelable**; ce dernier peut être utilisé de la même manière que le gaz naturel provenant des combustibles fossiles. On considère qu'il est « carbone neutre » parce qu'il provient de matières organiques qui font partie du cycle naturel du carbone.



Le gaz naturel renouvelable peut être utilisé comme combustible dans des véhicules et comme substitut du gaz naturel dans les systèmes de chauffage ainsi que pour la production d'électricité.

### L'innovation en mouvement:

- Red Deer et d'autres communautés comme Calgary et Medicine Hat ont ajouté des autobus à gaz naturel renouvelable pour enrichir leurs flottes de transport en commun comme remplacement du diesel.
- Un établissement situé près de Lethbridge capture le méthane de déchets agricoles et l'utilise pour générer de l'électricité destinée au réseau électrique de l'Alberta.



Lethbridge Biogas

## BIOCARBURANTS

Un **biocarburant** est un carburant liquide produit à partir d'une source renouvelable. Les biocarburants peuvent être produits à partir de différentes sources, par exemple les copeaux de bois, des plantes, des graisses animales, des déchets alimentaires, des résidus de récolte ou même des algues! Une bioraffinerie est l'endroit où la biomasse est transformée en biocarburants. Les types de biocarburants sont, notamment, l'éthanol, le biodiesel, le méthanol et le butanol. Les biocarburants contribuent à réduire la dépendance en combustibles fossiles, qui est particulièrement importante dans le secteur des transports où nous consommons de l'essence, du diesel et du carburant d'aviation.

Des plantes — comme le maïs — peuvent subir une fermentation et être transformées en éthanol et méthanol. Nous ajoutons de l'éthanol aux carburants existants pour réduire la quantité de combustible fossile nécessaire. La prochaine fois que vous ferez le plein à la station-service, regardez la « teneur en éthanol » de l'essence!

Les biocarburants peuvent aussi être créés à partir d'huile de cuisson utilisée et de graisse pour créer un biodiesel synthétique qui peut être mélangé au diesel standard afin de réduire les émissions.

Dans certaines régions du monde, les avions utilisent même des biocarburants. Les biocarburants renouvelables d'aviation sont faits de matériaux bruts résiduels comme les huiles de cuisson utilisées et produisent 80 % d'émissions de gaz à effet de serre que les carburants d'aviation à base de combustible fossile.

### L'innovation en mouvement:

- Une usine de biocarburants près de Calgary utilisera des déchets de qualité non alimentaire pour produire du gaz naturel destiné au chauffage et de l'électricité.
- Les usines de pâte à papier utilisent des microbes anaérobiques capables de digérer les matières organiques présentes dans leur système d'effluents. Cette matière organique est convertie en gaz synthétique (ou de synthèse) qui seront alors brûlés pour produire à la fois de l'électricité et de la chaleur pour l'usine de pâte à papier; on appelle cela la cogénération.

## CARBURANTS SYNTHÉTIQUES

Tous les biocarburants sont des carburants synthétiques, mais tous les carburants synthétiques ne sont pas des biocarburants!

Le carburant synthétique présent dans tout carburant qui est fabriqué fonctionne exactement comme celui qu'il remplace. Les carburants synthétiques peuvent être fabriqués à partir de sources telles que le charbon, le gaz naturel, la tourbe, la biomasse (bois, plantes, déchets agricoles) ou déchets d'enfouissement. Toutes ces sources contiennent de l'hydrogène et du carbone, ce qui signifie qu'ils peuvent être transformés en produits incluant l'essence, le diesel ou les carburants d'aviation.

La création de carburants synthétiques implique beaucoup de chimie! Le matériau initial est exposé à des températures élevées et des quantités contrôlées d'oxygène pour créer un gaz synthétique, mélange d'hydrogène et de monoxyde de carbone. Le gaz synthétique peut alors être transformé en carburants liquides en combinant les molécules, puis être raffiné pour en faire des carburants destinés au transport ou à la création d'électricité et de chaleur.

Bien que la combustion des carburants synthétiques soit toujours une source d'émissions, il y a beaucoup de recherches en cours à leur sujet parce qu'ils ont le potentiel de réduire notre utilisation des sources de carburants traditionnels et de diminuer les émissions, notamment lorsque nous utilisons des sources renouvelables pour les créer. La production des carburants synthétiques nécessite de l'énergie pour obtenir les hautes températures nécessaires à la gazéification; une nouvelle technologie vise à utiliser une énergie renouvelable pour contribuer à rendre cette réaction possible. Les carburants synthétiques représentent un moyen innovant de création de sources d'énergie supplémentaires et contribuent à une future énergie plus propre.

### L'innovation en mouvement:

- L'envoi des déchets vers des usines de biocarburants qui les transforment en gaz de synthèse, puis en biocarburants ou d'autres produits comme le méthanol, les détournent des décharges.

## HYDROGÈNE

L'hydrogène peut être utilisé pour de l'électricité, du chauffage et comme carburant. Bien que l'hydrogène (H<sub>2</sub>) soit l'élément le plus abondant dans l'univers, il existe rarement à moléculaire libre.

Alors, comment l'obtient-on? De nombreux éléments *contiennent* de l'hydrogène, y compris l'eau (H<sub>2</sub>O) et les carburants fossiles qui contiennent des hydrocarbures, comme le gaz naturel (qui est essentiellement du méthane — CH<sub>4</sub>), et nous pouvons séparer l'hydrogène par **reformage** à la vapeur ou par **électrolyse**.

Il faut de l'énergie pour produire de l'hydrogène et comprendre d'où il provient est important parce que certains procédés entraînent des émissions et d'autres, non. L'hydrogène est parfois classé par couleurs en fonction de son mode de production. Les principales couleurs sont les suivantes :

Hydrogène bleu	Produit à partir de gaz naturel. Les émissions de CO <sub>2</sub> qui en résultent sont captées et stockées sous terre.
Hydrogène gris	Produit à partir de gaz naturel. Les émissions de CO <sub>2</sub> qui en résultent sont relâchées dans l'atmosphère.
Hydrogène brun	Produit à partir du charbon
Hydrogène vert	Produit par électrolyse alimentée par une source d'électricité renouvelable (c'est-à-dire, solaire, éolien, hydro-électricité, géothermie)
Hydrogène rose	Produit par électrolyse alimentée par l'énergie nucléaire.

La production d'hydrogène en Alberta est principalement **bleue** ou **grise**, ce qui signifie qu'elle provient du gaz naturel. L'hydrogène produit à partir du gaz naturel est considéré un carburant propre quand cela s'accompagne de la capture du carbone.

L'hydrogène **bleu**, **gris** et **brun** impliquent d'utiliser le procédé de **reformage** à la vapeur, alors que l'hydrogène **vert** et **rose** font appel à l'**électrolyse**.

Comment ces procédés fonctionnent-ils en réalité?

Pour obtenir de l'hydrogène à partir de **méthane** (CH<sub>4</sub>), on utilise le **reformage à la vapeur**. Ce procédé utilise de la vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O) et un catalyseur pour séparer l'hydrogène et le carbone. La capture du carbone peut faire de ce procédé une solution à faibles émissions.



Pour obtenir de l'hydrogène à partir d'eau, on utilise l'électrolyse — qui a besoin d'électricité — pour séparer l'hydrogène et l'oxygène.



Module de cellules à hydrogène (source : Ballard Power Systems)

Diagramme d'une cellule à hydrogène

**Transformation de l'hydrogène en électricité, chaleur et carburant**  
 L'électricité est produite à partir de l'hydrogène au moyen d'une « pile à hydrogène ». Une pile à hydrogène combine l'hydrogène et l'oxygène (de l'air) sans combustion pour produire de l'électricité et de la vapeur d'eau.

Comme pour la plupart des carburants, nous produisons de la chaleur à partir d'hydrogène par sa combustion avec de l'oxygène (O<sub>2</sub>). Contrairement aux carburants à base de carbone, cette combustion ne libère que de la vapeur d'eau.



Pour utiliser l'hydrogène comme carburant, il doit passer à travers une cellule à hydrogène ou être brûlé dans un moteur avec de l'oxygène.



Stockage de l'hydrogène

### L'innovation en mouvement:

- À Fort Saskatchewan, l'hydrogène est mélangé au gaz naturel pour réduire les émissions des systèmes de chauffage.
- Edmonton a des autobus fonctionnant à l'hydrogène dans le cadre de sa flotte de transport public.