

Rapport final, mars 2024

Etude de vente de moteurs électriques pour le marché Suisse en 2021



Auteur

Nicolas Macabrey, Planair SA

La présente étude a été élaborée pour le compte de SuisseEnergie.
La responsabilité du contenu incombe exclusivement aux auteurs.

Contenu

1.	Résumé de l'étude	4
1.1	Cadre de l'étude.....	4
1.2	Objectifs	4
1.3	Part des moteurs électriques dans la consommation suisse d'électricité	4
1.4	Méthodologie	5
1.5	Principaux résultats.....	5
1.5.1	Moteurs	5
1.5.2	Convertisseurs de fréquence	7
1.5.3	Circulateurs	7
1.5.4	Pompes à eau	7
1.5.5	Ventilateurs	8
2.	Zusammenfassung der Studie	8
2.1	Rahmen der Studie	8
2.2	Ziele	8
2.3	Anteil der Elektromotoren am Schweizer Stromverbrauch	8
2.4	Methodik.....	9
2.5	Wichtigste Ergebnisse	9
2.5.1	Motoren	10
2.5.2	Frequenzumrichter	11
2.5.3	Umwälzpumpen	11
2.5.4	Wasserpumpen.....	12
2.5.5	Ventilatoren	12
3.	Summary of the study	12
3.1	Framework	12
3.2	Objectives	12
3.3	Share of electric motors in Swiss electricity consumption	12
3.4	Methodology	13
3.5	Main results.....	13
3.5.1	Motors	13
3.5.2	Frequency converters	15
3.5.3	Circulators	15
3.5.4	Water pumps.....	15
3.5.5	Fans	15
4.	Contexte et lien avec le programme INCITE	16

5.	Objectifs de l'étude de marché et changements par rapport aux éditions précédentes	16
6.	Bases légales et règlements.....	17
7.	Méthodologie.....	18
8.	Moteurs et convertisseurs de fréquence.....	19
8.1	Données de vente pour les moteurs.....	19
8.2	Respect des exigences minimales d'efficacité selon l'OEEE	20
8.3	Consommation d'énergie des moteurs vendus	20
8.4	Ventes par classe d'efficacité	21
8.5	Ventes par nombre de pôles.....	24
8.6	Disponibilité des moteurs sur le marché.....	25
8.7	Commentaires des fournisseurs sur les ventes de moteurs de l'année 2021	26
8.8	Prix des moteurs	27
8.9	Rendement des moteurs.....	28
8.10	Données de vente des convertisseurs de fréquence	29
8.11	Prix de convertisseurs de fréquence	29
9.	Effets des moteurs de plus haute efficacité.....	30
9.1	Rentabilité du recours à des moteurs de plus haute efficacité	30
9.2	Apport des moteurs de haute efficacité aux objectifs de réduction de consommation	31
9.3	Autres effets du recours à des moteurs de classe d'efficacité plus élevée	32
10.	Pompes et ventilateurs.....	32
10.1	Pompes.....	32
10.1.1	Circulateurs.....	32
10.1.2	Pompes centrifuges (pompes à eau).....	33
10.2	Ventilateurs	34
11.	Observations et conclusions.....	35
	Bibliographie.....	37

1. Résumé de l'étude

1.1 Cadre de l'étude

Le présent rapport est élaboré sous l'égide de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) dans le cadre du nouveau programme d'optimisation des entraînements électriques INCITE. Il présente les résultats d'étude de marché associés à la vente des moteurs, convertisseurs de fréquence, pompes et ventilateurs pour l'année 2021 en Suisse¹. Ce document fait suite aux rapports proposés ces dernières années par Topmotors (4 éditions). Cette nouvelle étude se base sur des contacts renouvelés et une méthodologie différente des précédentes études. La comparaison directe des résultats n'est donc pas pertinente.

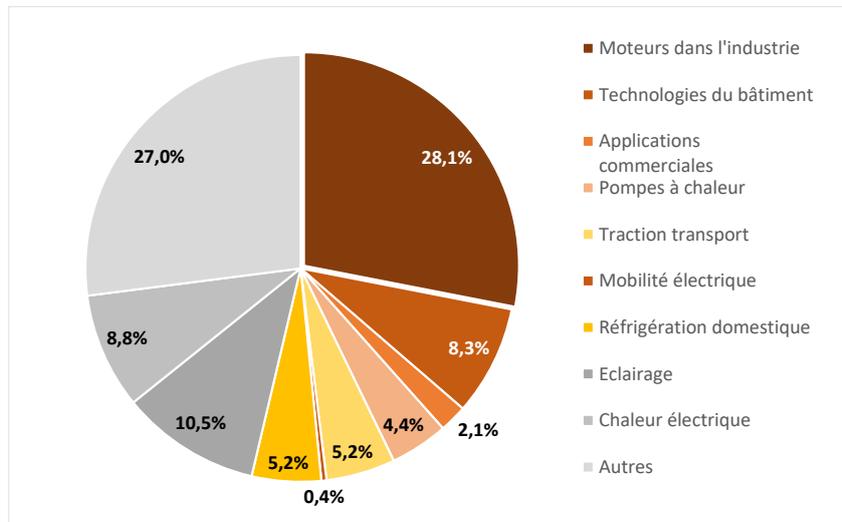
1.2 Objectifs

Le présent document fournit des informations sur l'état des ventes sur le marché suisse des moteurs électriques, pompes et ventilateurs en 2021 (exclusivement). Cette étude vise globalement les mêmes buts que celles proposées dans le passé, soit informer OFEN et toutes les parties prenantes sur le nombre de moteurs électriques vendus et sur leur efficacité. En outre, la disponibilité des moteurs par classe de rendement et les prix de vente des moteurs et des convertisseurs de fréquence (CF) ont été examinés. La présente étude comprend dans sa partie finale une part plus orientée utilisateurs qui évalue l'intérêt économique de recourir à des moteurs de plus haute classe de rendement, plus chers à l'achat.

1.3 Part des moteurs électriques dans la consommation suisse d'électricité

La consommation totale d'électricité en Suisse a atteint 58.1 TWh en 2021. Le graphique ci-dessous montre la part des moteurs en fonctionnement dans la consommation d'électricité. Le résultat se base sur l'étude dédiée de J. Nipkow de 2013 et sur l'évolution des secteurs ayant connus les plus forts changements depuis lors, soit les pompes à chaleur (hausse de 0.8 TWh), la mobilité électrique (hausse de 0.2 TWh), l'éclairage (baisse de 2.5 TWh) et le chauffage électrique (baisse de 1.6 TWh). L'hypothèse est que les autres secteurs ont peu évolué (légère baisse pour atteindre la consommation totale 2021, un peu plus faible que celle de 2013 avec 58.1 TWh contre 59.3 TWh). Les secteurs colorés correspondent à des équipements comprenant des moteurs électriques. Ce n'est pas le cas pour les secteurs grisés.

Fig. 1 Part des entraînements électriques dans la consommation d'énergie électrique en Suisse²



Selon cette approche, la part des entraînements électriques dans la consommation d'électricité est plus élevée qu'il y a 10 ans, les secteurs en croissance de consommation recourant à des moteurs (plutôt de

¹ On notera que cette étude sur les ventes de 2021 a été réalisée entre 2023 et 2024.

² Sources : voir réf. [1] à [6]

taille importante) alors que les secteurs en décroissance en étant dépourvus. La part des moteurs en fonctionnement dans la consommation globale d'électricité en Suisse serait ainsi environ 53% en 2021. Les moteurs dans l'industrie consomment 28% de l'énergie électrique en Suisse. Selon l'enquête de l'entreprise YouGov Suisse sur les chiffres de vente des moteurs à basse tension, 93'171 moteurs électriques d'une puissance comprise entre 0.12 kW et 1 000 kW ont été vendus en Suisse en 2021. Ces moteurs représentent au total :

- une puissance installée de 592 MW (mécanique)
- une consommation d'énergie annuelle théorique de 1918 GWh/a, comme indiqué dans le tableau 5 et décrit plus en détail dans la section 8.3.

La consommation énergétique annuelle théorique des moteurs électriques vendus en 2021 représente environ 6% de l'énergie électrique consommée en Suisse en 2021. En remplaçant des moteurs anciens et inefficaces, les nouveaux moteurs vendus contribuent au rajeunissement du parc de moteurs dans l'industrie et à l'amélioration de l'efficacité globale des moteurs électriques installés.

1.4 Méthodologie

Le bureau Planair SA, en charge du lot 2 du programme INCITE, a conduit la présente étude de marché. La partie enquête a été assurée par l'entreprise YouGov. Comme il n'a pas été possible de disposer des données des études précédentes, la démarche est répartie de zéro avec un nouvel échantillon et une nouvelle méthode. Des « screenings » ciblés avec des entreprises des branches concernées ont permis d'identifier les principales compagnies industrielles qui fabriquent, importent ou vendent des entraînements électriques aux consommateurs finaux, aux constructeurs de machines et aux grossistes. 503 entreprises ont ainsi été contactées parmi lesquelles 91 ont complétés le formulaire présentant les données de ventes. Des entretiens téléphoniques ont pu être menés auprès de 32 fournisseurs.

1.5 Principaux résultats

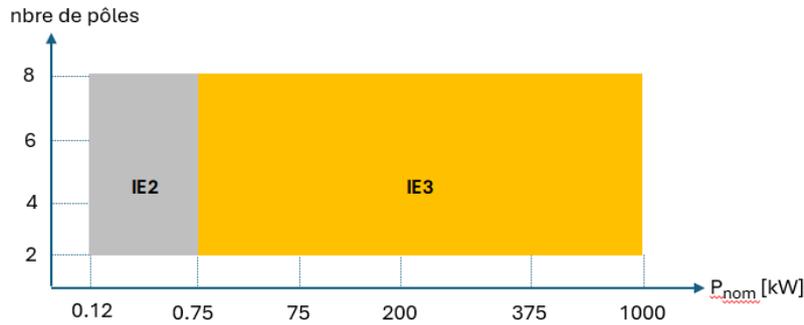
L'enquête 2021 porte donc sur le marché des moteurs, convertisseurs de fréquence, pompes et ventilateurs électriques à basse tension qui doivent répondre aux critères minimaux d'efficacité déterminés dans l'ordonnance sur l'efficacité énergétique (OEEE) du 1^{er} novembre 2017. Les principaux résultats sont résumés ci-après.

1.5.1 Moteurs

De façon liminaire, on rappellera qu'une norme internationale a été établie en 2008, puis mise à jour en 2014, afin d'établir la classification du rendement énergétique international (IE) des moteurs asynchrones triphasés basse tension. Il s'agit de la norme CEI/EN 60034-30.1. Elle définit des classes de rendement pour les moteurs mono-vitesse, triphasés, à induction, à 50 et 60 Hz. Les classes définies vont de IE1 (rendement standard) à IE4 (super premium). Récemment, une nouvelle classe a été créée, IE5 (ultra premium) avec l'objectif de réduire les pertes de 20% par rapport à la classe IE4. Cette nouvelle classe est associée aux performances supérieures offertes par les moteurs synchrones récents (aimants permanents ou réluctance variable).

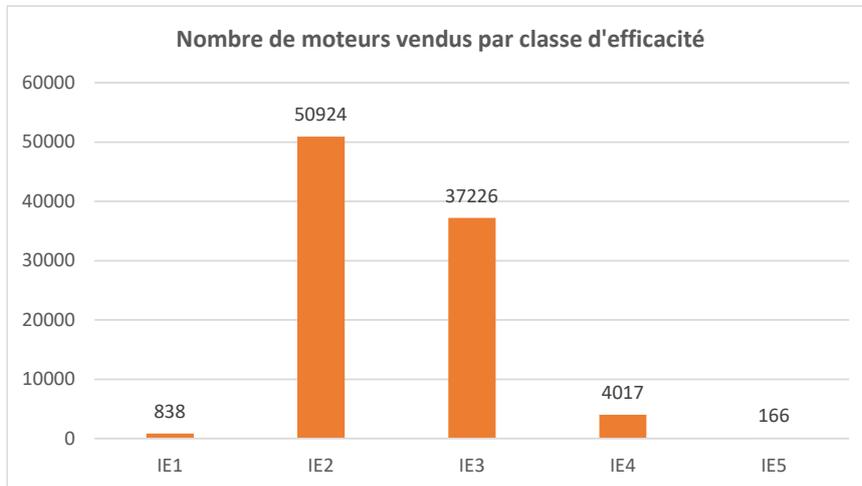
■ En ce qui concerne la réglementation, l'année 2021 a été marquée par l'entrée en vigueur au 1^{er} juillet de l'obligation de vente de moteurs de la classe IE3 au minimum pour les puissances entre 0.75kW et 1000 kW (règlement UE 2019/1781). La figure ci-dessous comme illustre la situation au 1^{er} juillet 2021.

Fig. 2 Evolution du règlement européen au 1^{er} juillet 2021



■ En matière de ventes de moteurs en Suisse en 2021, celles-ci ont atteint 93'171 unités pour l'ensemble des tailles, classes et nombres de pôles (2 à 8).

Fig. 3 Nombre de moteurs électriques vendus par classe d'efficacité pour la Suisse en 2021 (ensemble des tailles)



Sur le total de 93'171 moteurs électriques vendus en Suisse en 2021, 45'182 unités (part: 48.5%) étaient dans le champ d'application des exigences légales minimales de l'OEEE, c'est-à-dire des moteurs à 2, 4 et 6 pôles d'une puissance nominale de 0.75 kW à 375 kW.

Pour ce qui est du degré de conformité aux exigences minimales légales dans le champ d'application de l'OEEE on a :

- 43% des moteurs sont de classes IE3, IE4 ou IE5 et répondent de facto aux exigences minimales.
- Pour les moteurs IE2, avec une part de 55.7%, aucune déclaration précise ne peut être faite concernant la conformité réelle aux exigences minimales; on estime qu'environ 95% de ces moteurs répondent ainsi aux exigences minimales notamment parce qu'ils ont été vendus avec un convertisseur de fréquence.
- Tous les moteurs IE1 vendus (1%) ne répondent pas aux exigences minimales légales et ne peuvent être utilisés qu'en dehors du champ d'application de l'OEEE (par exemple comme moteurs non refroidis utilisés pendant de courtes périodes).

■ Concernant l'ensemble des moteurs, la part des moteurs IE2 apparaît, avec 54.7%, très élevée. Les variations de cette proportion avec la taille ou l'appartenance ou non au champ d'application de l'OEEE ne sont pas significatives. Cette situation a conduit les responsables de l'étude à interroger les fournisseurs pour validation et explication. Il en est ressorti que les changements de réglementation avaient exercé une influence certaine (voir ci-dessous).

■ La situation particulière de l'année 2021 a également impacté la répartition des ventes selon le nombre de pôles. En effet, les ventes de moteurs 2 pôles, de façon inhabituelle, dépassent celles des moteurs 4 pôles.

■ En matière de consommation des moteurs vendus en 2021, on peut souligner en complément des informations de la section 1.3 les points suivants :

- Avec une consommation associée aux nouveaux moteurs sur une année représentant un peu plus de 6% de celle des moteurs déjà installés, on peut en déduire un rythme de renouvellement « énergétique » de 15 ans environ.
- Si en termes de part des ventes, les petits moteurs entre 0.12 et 0.75 kW, hors champs d'application de l'OEEE, dépassent 50%, en termes de consommation, ils ne représentent que 2.5%. Cela signifie que des exigences plus élevées sur cette catégorie n'auraient que peu d'impact.
- En revanche, les très gros moteurs, hors champs d'application de l'OEEE, consomment un peu plus de 10% de l'énergie alors qu'ils ne représentent que 0.1% des ventes. Leur impact n'est donc pas à négliger.

Au niveau des prix, les différences entre classes dépendent des tailles des moteurs. Pour les petits moteurs, la classe IE4 est 5% plus chère que la classe IE3, pour des moteurs de taille moyenne cette différence augmente à 33% alors que pour des gros moteurs, elle n'est que de 6%.

Pour la classe IE5 la tendance est la même par rapport à la classe IE4 avec des différences de respectivement 7%, 23% et 3%.

■ Dans les conditions actuelles du marché en Suisse (prix du moteur et coûts de l'électricité), pour les moteurs électriques normalement utilisés dans des applications industrielles de 0.5 kW à 500 kW, le recours à une classe d'efficacité plus élevée se justifie économiquement dans pratiquement toutes les situations.

■ La vente de nouveaux moteurs a permis d'économiser environ 120 GWh/an, soit environ 4% de la consommation annuelle des moteurs. Le recours systématique à des moteurs IE4 aurait cependant permis d'économiser deux fois plus de courant.

■ Particularités de l'année 2021:

- Les moteurs de la classe d'efficacité IE3 sont facilement disponibles dans le commerce et peuvent être livrés par plusieurs fournisseurs dans les différentes versions (puissance nominale et nombre de pôles) généralement dans un délai maximum de 4–6 semaines. C'est nettement moins le cas pour les moteurs des classes IE4 et IE5. Les délais de livraison sont clairement plus longs et la tendance s'accroît avec la taille des moteurs. Les commentaires de distributeurs importants ont confirmé cette situation.
- Dans le contexte du post-COVID, les fournisseurs mentionnent une pénurie d'approvisionnement et un excédent de demande. La part des moteurs de plus petite taille a augmenté de même que celle des moteurs 2 pôles.
- La part particulièrement élevée des moteurs IE2 s'explique notamment du fait du changement de règlement (production impossible dès les 01.07.2021 mais vente tolérée jusqu'au 30.06.2022). Les fournisseurs indiquent avoir « vidé leur stock ».

1.5.2 Convertisseurs de fréquence

Les résultats de l'enquête indiquent que près de 130'000 convertisseurs de fréquence ont été vendus en 2021 dont environ 89'000 pour les moteurs triphasés. De façon générale, la tendance vers des moteurs avec convertisseur va se poursuivre, notamment du fait d'une proposition de certains vendeurs les proposant « par défaut » et du recours à des moteurs synchrones. Il s'agit néanmoins de s'assurer que ces composants additionnels se justifient (vitesse réellement réglée). En termes de prix, les convertisseurs semblent avoir augmenté en 2021 de 2.5% environ.

1.5.3 Circulateurs

En 2021, 368'367 circulateurs ont été vendus en Suisse. Presque tous les circulateurs (2021: 99.9%) avaient un indice d'efficacité énergétique (IEE) de ≤ 0.23 et répondaient ainsi aux exigences minimales.

1.5.4 Pompes à eau

En 2021, 48'545 pompes à eau ont été vendues en Suisse. Pratiquement toutes ont satisfait les exigences minimales du Règlement européen sur l'écoconception n° 547/2012 et de l'annexe 2.9 de l'OEEE (MEI ≥ 0.4).

1.5.5 Ventilateurs

En Suisse, 105'927 ventilateurs ont été vendus avec 55.7% du marché occupé par les ventilateurs axiaux. Les modèles radiaux avec aubes inclinées vers l'avant et ceux radiaux avec aubes radiales atteignent 21.6%. Pour les ventilateurs radiaux avec aubes inclinées vers l'arrière sans boîtier et avec boîtiers, les ventes sont respectivement de 8.6% et 10.2%. Les deux dernières catégories diagonaux et tangentiels représentent une part congrue avec 1% et 3% du marché.

2. Zusammenfassung der Studie

2.1 Rahmen der Studie

Der vorliegende Bericht wurde im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE) im Rahmen des neuen Programms INCITE zur Optimierung elektrischer Antriebe erstellt. Er stellt die Ergebnisse der Marktstudie über den Verkauf von Motoren, Frequenzumrichtern, Pumpen und Ventilatoren in der Schweiz im Jahr 2021³ vor. Dieses Dokument setzt die Reihe von vier Berichten fort, die Topmotors in den letzten Jahren vorgelegt hat. Die neue Studie basiert jedoch auf neuen Datenquellen und einer anderen Methodik als frühere Studien. Daher lassen sich die Ergebnisse nicht direkt vergleichen.

2.2 Ziele

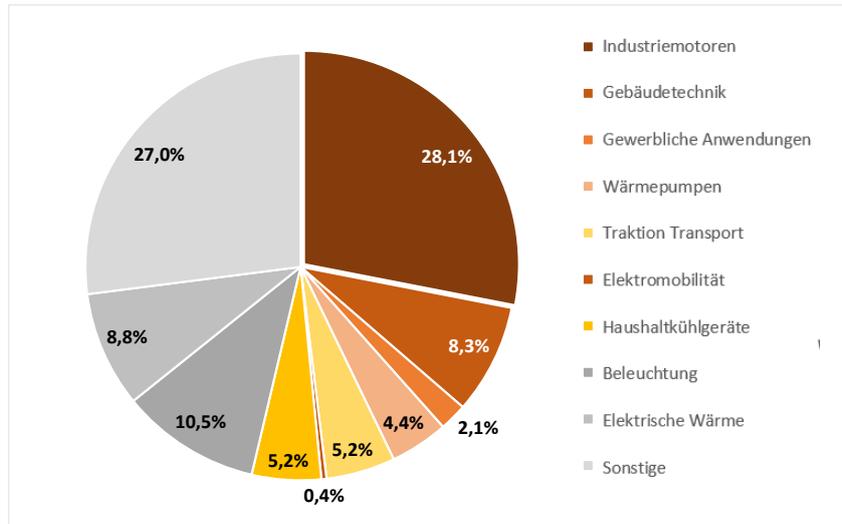
Der vorliegende Bericht gibt an, wie viele Elektromotoren, Pumpen und Ventilatoren auf dem Schweizer Markt im Jahr 2021 verkauft wurden. Ziel der Studie ist es, wie bereits in der Vergangenheit das BFE und alle Interessengruppen über die Verkaufsmenge der Elektromotoren und deren Effizienz zu informieren. Überdies wurden die Verfügbarkeit von Motoren nach Effizienzklassen und die Verkaufspreise von Motoren und Frequenzumrichtern (FU) untersucht. Der Schlussteil der Studie richtet sich eher an Anwenderinnen und Anwender. Dort wird der wirtschaftliche Nutzen von Motoren mit höheren Effizienzklassen den höheren Anschaffungskosten gegenübergestellt.

2.3 Anteil der Elektromotoren am Schweizer Stromverbrauch

Der gesamte Stromverbrauch in der Schweiz erreichte im Jahr 2021 58,1 TWh. Die folgende Grafik zeigt den Anteil der Motoren, die in Betrieb sind, am Stromverbrauch. Die Angaben basieren auf der Studie von J. Nipkow aus dem Jahr 2013 und Hochrechnungen gemäss der Entwicklung jener Sektoren mit den stärksten Veränderungen seither: Wärmepumpen (+ 0,8 TWh), Elektromobilität (+ 0,2 TWh), Beleuchtung (– 2,5 TWh) und Elektroheizung (– 1,6 TWh). Es wird angenommen, dass sich die anderen Sektoren kaum verändert haben (von 2013 bis 2021 sank der Gesamtverbrauch nur leicht von 59,3 TWh auf 58,1 TWh).

³ Es ist anzumerken, dass diese Studie zu den Verkäufen im Jahr 2021 zwischen 2023 und 2024 durchgeführt wurde.

Abb. 1 Anteil der elektrischen Antriebe am Stromverbrauch in der Schweiz⁴. Farblich markiert sind Sektoren, in denen Elektromotoren eingesetzt werden.



Nach dieser Berechnung ist der Anteil der elektrischen Antriebe am Stromverbrauch höher als vor 10 Jahren, da Sektoren mit gestiegenem Verbrauch (eher grosse) Motoren einsetzen, während jene mit vermindertem Verbrauch keine Motoren verwenden. Der Anteil der in Betrieb befindlichen Motoren am gesamten Stromverbrauch in der Schweiz hätte 2021 also etwa 53% betragen.

Industrieanlagen in der Schweiz verbrauchen 28% der elektrischen Energie für den Betrieb von Motoren. Laut einer Umfrage von YouGov Schweiz zu den Verkaufszahlen von Niederspannungsmotoren wurden im Jahr 2021 insgesamt 93'171 Elektromotoren mit einer Leistung zwischen 0,12 kW und 1000 kW verkauft. Diese Motoren entsprechen:

- einer installierten mechanischen Leistung von 592 MW
- einem theoretischen jährlichen Energieverbrauch von 1918 GWh, wie in Tabelle 5 dargestellt und in Abschnitt 8.3 näher erläutert.

Der theoretische jährliche Energieverbrauch der im Jahr 2021 verkauften Elektromotoren entspricht etwa 6% des gesamten Stromverbrauchs in der Schweiz im selben Jahr. Durch den Austausch alter und ineffizienter Motoren tragen die neuen Modelle zur Modernisierung des industriellen Motorenbestands sowie zur Steigerung der Energieeffizienz bei.

2.4 Methodik

Das Büro Planair SA, das für das Los 2 des INCITE-Programms verantwortlich ist, führte diese Marktstudie durch. Den Umfrageteil übernahm die Firma YouGov. Da auf Daten früherer Studien nicht zurückgegriffen werden konnte, wurde das Verfahren vollständig neu aufgesetzt – mit einer neuen Stichprobe und einer angepassten Methodik. Durch gezielte Screenings mit Unternehmen aus den relevanten Branchen wurden die wichtigsten Industrieunternehmen identifiziert, die elektrische Antriebe herstellen, importieren oder an Endverbraucher, Maschinenbauer und Grosshändler verkaufen. 503 Unternehmen wurden kontaktiert, 91 füllten das Formular mit den Verkaufsdaten aus. Mit 32 Lieferanten konnten Telefoninterviews geführt werden.

2.5 Wichtigste Ergebnisse

Die Umfrage 2021 behandelt elektrische Niederspannungsmotoren, Frequenzumrichter, Pumpen und Ventilatoren, welche die Mindesteffizienzkriterien der Energieeffizienzverordnung (EnEV) vom 1. November 2017 erfüllen.

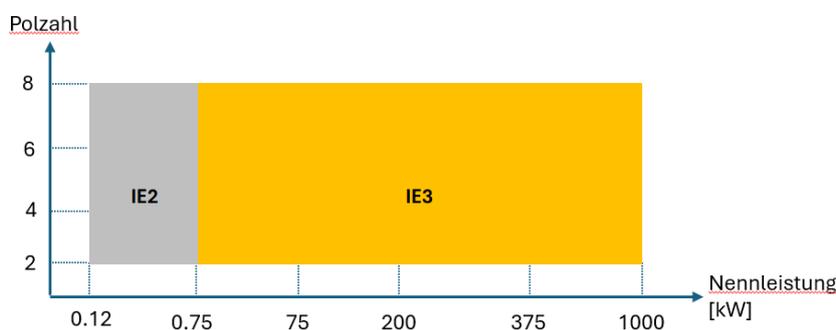
⁴ Quellen: siehe Ref. [1] bis [6].

2.5.1 Motoren

Einige einleitende Bemerkungen: 2008 wurde die internationale Norm IEC/EN 60034-30.1 zur Klassifizierung der internationalen Energieeffizienz (IE) von dreiphasigen Niederspannungs-Asynchronmotoren eingeführt. Sie wurde 2014 aktualisiert. Die Norm definiert Effizienzklassen für dreiphasige Induktionsmotoren mit fester Drehzahl bei 50 und 60 Hz. Sie reichen von IE1 (Standard) bis IE4 (Super Premium). Vor kurzem wurde eine neue Klasse IE5 (Ultra Premium) eingeführt mit dem Ziel, die Verluste im Vergleich zur Klasse IE4 um 20% zu senken. Diese neue Klasse steht in Verbindung mit der höheren Leistung, die neuere Synchronmotoren mit Permanentmagneten oder variabler Reluktanz erreichen.

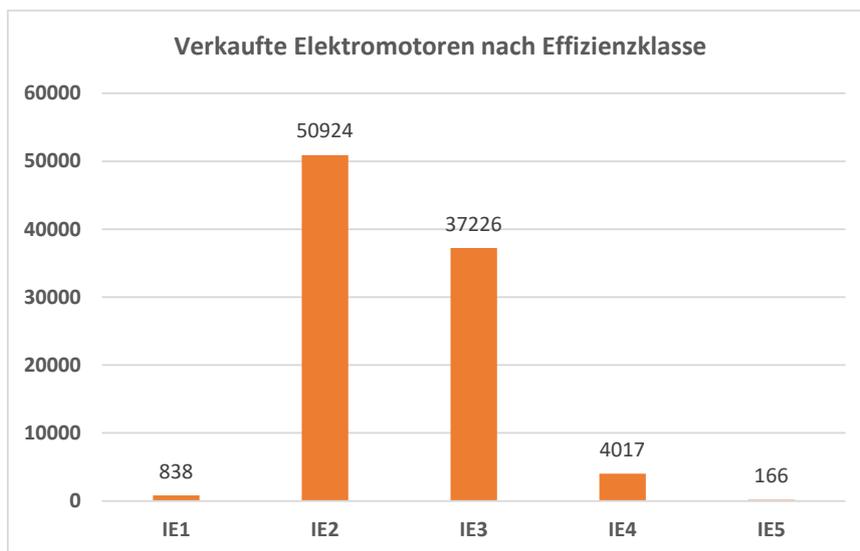
■ **Vorschriften:** Am 1. Juli 2021 trat die EU-Verordnung 2019/1781 in Kraft. Sie verlangt, dass Motoren mit einer Leistung zwischen 0,75 kW und 1000 kW mindestens der Klasse IE3 entsprechen müssen. Die folgende Abbildung stellt die Effizienzvorschriften ab dem 1. Juli 2021 dar.

Abb. 2 EU-Verordnung ab dem 1. Juli 2021



■ **Verkäufe:** Über alle Grössen, Klassen und Polzahlen (2 bis 8) erreichten die Verkaufszahlen von Motoren in der Schweiz 93'171 Einheiten im Jahr 2021.

Abb. 3 Anzahl der verkauften Elektromotoren nach Effizienzklasse für die Schweiz im Jahr 2021 (alle Grössen)



Von den verkauften Einheiten waren 45'182 (48,5%) 2-, 4- und 6-polige Motoren mit einer Nennleistung zwischen 0,75 kW und 375 kW und fielen somit unter die gesetzlichen Mindestanforderungen der EnEV. Die Einhaltung der gesetzlichen Mindestanforderungen im Geltungsbereich der EnEV stellt sich wie folgt dar:

- 43% der Motoren gehören zu den Klassen IE3, IE4 oder IE5 und erfüllen somit die Mindestanforderungen.

- Mit 55,7% machen IE2-Motoren den grössten Marktanteil aus. Wie weit sie die Mindestanforderungen tatsächlich erfüllen, konnte nicht festgestellt werden. Da etwa 95% dieser Motoren mit einem Frequenzumrichter verkauft wurden, wird angenommen, dass sie damit die Mindestanforderungen erfüllen.
- Sämtliche verkauften IE1-Motoren (1%) erfüllen die gesetzlichen Mindestanforderungen nicht. Sie dürfen deshalb nur ausserhalb des Geltungsbereichs der EnEV verwendet werden (z. B. als ungekühlte Motoren, die für kurze Zeiträume eingesetzt werden).

■ Bei allen Motoren ist der Anteil der IE2-Motoren mit 54,7 % sehr hoch. Er war unabhängig davon, wie gross die Motoren waren und ob sie in den Geltungsbereich der EnEV fallen oder nicht. Dies veranlasste die Studienleiter, bei den Anbietern zusätzliche Angaben einzuholen. Dabei stellte sich heraus, dass sich die bevorstehende Verschärfung der Vorschriften auf die Verkaufszahlen auswirkten (mehr dazu unten).

■ Die besonderen Umstände des Jahres 2021 wirkten sich auch auf die Verkaufsanteile nach Anzahl der Pole aus. So wurden ausnahmsweise mehr 2-polige Motoren verkauft als 4-polige Motoren.

■ Zum Energieverbrauch: Ergänzend zu den Angaben in Abschnitt 2.3 ist Folgendes hervorzuheben:

- Der Jahresverbrauch neuer Motoren beträgt etwas mehr als 6% des Verbrauchs sämtlicher installierten Motoren. Dies ergibt einen "energetischen" Erneuerungsrhythmus von etwa 15 Jahren.
- Kleine Motoren mit einer Leistung zwischen 0,12 kW und 0,75 kW, die nicht in den Geltungsbereich der EnEV fallen, machen zwar über 50% der Verkäufe aus. Ihr Anteil am Energieverbrauch beträgt jedoch nur 2,5%. Strengere Anforderungen in dieser Kategorie hätten somit nur geringe Auswirkungen auf den Stromverbrauch.
- Hingegen gehen etwas mehr als 10% des Energieverbrauchs auf sehr grosse Motoren zurück, die von der EnEV genauso wenig betroffen sind, Auch wenn sie nur 0,1% der Verkäufe ausmachen, ist ihr Effekt auf den Stromverbrauch nicht zu vernachlässigen.

Die Mehrkosten für höhere Effizienzklassen sind stark von der Motorengrösse abhängig. Bei kleinen Motoren ist IE4 rund 5% teurer als IE3, bei grossen ist der Unterschied mit 6% vergleichbar. Dagegen betragen die Mehrkosten bei mittelgrossen Motoren 33%. Von IE4 zu IE5 sind die Preisabstände ähnlich (kleine Motoren 7%, grosse 3%, mittelgrosse 23%).

■ Bei Elektromotoren für industrielle Anwendungen von 0,5 kW bis 500 kW ist eine höhere Effizienzklasse unter den derzeitigen Marktbedingungen in der Schweiz (Motorpreis und Stromkosten) in praktisch allen Fällen wirtschaftlich.

■ Durch den Verkauf neuer Motoren konnten etwa 120 GWh/Jahr eingespart werden. Dies entspricht etwa 4‰ des Jahresverbrauchs durch Motoren. Durch den konsequenten Einsatz von IE4-Motoren hätte doppelt so viel Strom eingespart werden können.

■ Besonderheiten des Jahres 2021:

- Motoren der Effizienzklasse IE3 sind im Handel leicht erhältlich. Sie können von mehreren Anbietern in verschiedenen Ausführungen (Nennleistung und Polzahl) innerhalb von 4 bis 6 Wochen geliefert werden. Bei Motoren der Klassen IE4 und IE5 sind die Lieferzeiten deutlich länger. Dies gilt umso mehr, je grösser der Motor, wie Kommentare wichtiger Händler zeigten.
- Für die Periode nach der Covid-Pandemie berichten die Lieferanten von Lieferengpässen und einem Nachfrageüberhang. Der Anteil kleinerer Motoren stieg, ebenso der Anteil zweipoliger Motoren.
- Der besonders hohe Anteil an IE2-Motoren erklärt sich unter anderem durch die Änderung der Verordnung (Produktion ab dem 1.7.2021 nicht mehr erlaubt, Verkauf bis zum 30.6.2022 geduldet). Die Lieferanten geben an, ihre Lager geleert zu haben.

2.5.2 Frequenzumrichter

2021 wurden fast 130'000 Frequenzumrichter verkauft, davon etwa 89'000 für Drehstrommotoren. Der Trend zu Motoren mit Umrichter wird sich fortsetzen, insbesondere weil einige Verkäufer diese standardmässig anbieten und wegen der Verwendung von Synchronmotoren. Es sollte jedoch sichergestellt werden, dass die Frequenzumrichter auch tatsächlich sinnvoll sind – dies ist nur dann der Fall, wenn die Drehzahl reguliert werden soll. Die Preise für Wechselrichter scheinen 2021 um etwa 2,5% gestiegen zu sein.

2.5.3 Umwälzpumpen

Im Berichtsjahr wurden in der Schweiz 368'367 Umwälzpumpen verkauft. Fast alle Umwälzpumpen (99,9%) hatten einen Energieeffizienzindex (EEI) von ≤ 0.23 und erfüllten damit die Mindestanforderungen.

2.5.4 Wasserpumpen

2021 wurden in der Schweiz 48'545 Wasserpumpen verkauft. Praktisch alle erfüllten die Mindestanforderungen der europäischen Ökodesign-Verordnung Nr. 547/2012 und des Anhangs 2.9 der EnEV (MEI ≥ 0.4).

2.5.5 Ventilatoren

In der Schweiz wurden 105'927 Ventilatoren verkauft, wobei der Marktanteil von Axialventilatoren 55,7% betrug. Radialmodelle mit nach vorne geneigten oder radialen Schaufeln kommen auf 21,6%. Radiallüfter mit rückwärts geneigten Schaufeln ohne Gehäuse machen 8,6% aus, solche mit Gehäuse 10,2%. Auf die beiden letzten Kategorien, Diagonal- und Tangentiallüfter, entfällt mit 1% bzw. 3% nur ein geringer Marktanteil.

3. Summary of the study

3.1 Framework

This report was drawn up with the support of the Swiss Federal Office of Energy (SFOE) as part of the new INCITE programme, which focuses on the optimization of electrical drives. It presents the results of the market study on the sale of motors, frequency converters, pumps and fans for the year 2021 in Switzerland⁵. This document follows on from the reports of Topmotors in recent years (4 editions). This new study is based on renewed contacts and a different methodology from previous studies. A direct comparison of the results is therefore not relevant.

3.2 Objectives

This document provides information on the state of sales on the Swiss market for electric motors, pumps and fans in 2021, exclusively. This study has broadly the same aims as those indicated in the past reports, i.e. to inform the SFOE and all stakeholders about the number and efficiency of sold electric motors. Their availability, considering their efficiency class, the market prices of motors and of frequency converters (FCs) were also investigated. This work finally includes a section aimed more at users, assessing the economic benefits of using motors with higher efficiency classes, which are more expensive to purchase.

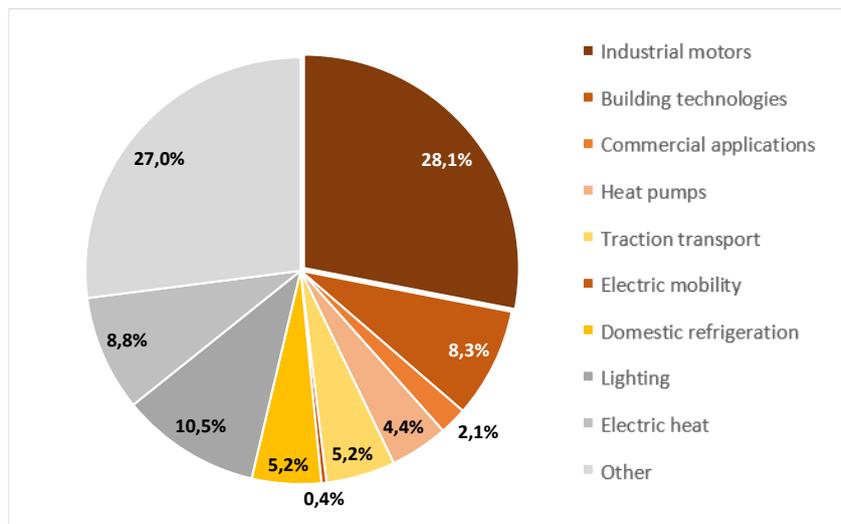
3.3 Share of electric motors in Swiss electricity consumption

The total electricity consumption in Switzerland reached 58.1 TWh in 2021. The graph below shows the contribution of motors in operation in the total Swiss electricity consumption. This result is based on the 2013 study by J. Nipkow and on the trends in the sectors that have seen the biggest changes over about a decade, i.e. heat pumps (up 0.8 TWh), electric mobility (up 0.2 TWh), lighting (down 2.5 TWh) and electric heating (down 1.6 TWh). The underlying assumption is that few changes occurred in the other sectors (slight fall to reach total consumption in 2021, slightly lower than in 2013 at 58.1 TWh compared with 59.3 TWh). The sectors indicated in colour correspond to equipment including electric motors.

Fig. 1 Share of electric drives in the Swiss electricity consumption in 2021⁶

⁵ It should be noted that this study of sales in 2021 was carried out between 2023 and 2024.

⁶ Sources: see refs. [1] to [6]



According to this study, the contribution of electric drives to the Swiss electricity consumption is higher than it was 10 years ago. All sectors which consumption currently grows make an extensive use of motors (which tend to be large), while sectors which consumption declines have none. Motors in operation made up 53% of the Swiss electricity consumption in 2021, and, of those, industrial motors represented 28%. According to YouGov Switzerland's survey of sales figures for low-voltage motors, 93'171 electric motors with a rated power between 0.12 kW and 1000 kW were sold in Switzerland in 2021. This corresponds to:

- an installed capacity of 592 MW (mechanical)
- a theoretical annual electrical consumption of 1918 GWh/a, as shown in Table 5 and described in more detail in section 8.3.

Based on those numbers, electric motors sold in 2021 were responsible for roughly 6% of the electrical energy consumed in Switzerland. By replacing old, inefficient motors, the new motors sold will help to rejuvenate the motor fleet in industry and improve the overall efficiency of installed electric motors.

3.4 Methodology

Planair SA, in charge of lot 2 of the INCITE programme, conducted the present market study, while the survey part was carried out by YouGov. As it was not possible to obtain the data from the previous studies, the process was started from scratch with a new sample and a new method. Targeted "screenings" with companies in the sectors concerned were used to identify the main industrial companies that manufacture, import or sell electric drives to end consumers, machine builders and wholesalers. 503 companies were contacted, 91 of which completed the form presenting their sales data. Telephone interviews were conducted with 32 suppliers.

3.5 Main results

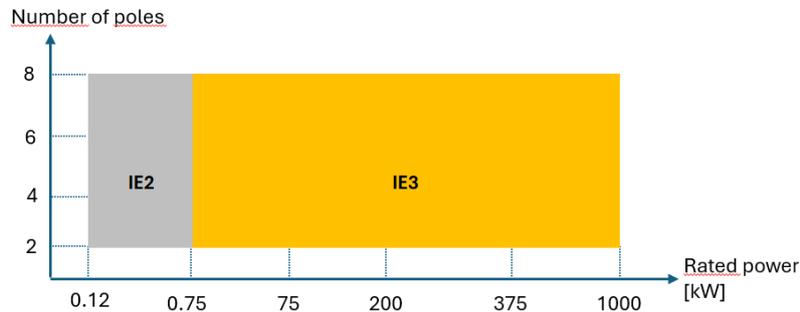
The 2021 survey therefore covers the market for low-voltage electric motors, frequency converters, pumps and fans that must meet the minimum efficiency criteria fixed in the Energy Efficiency Ordinance (OEEE) of 1st November 2017. The main results are summarised below.

3.5.1 Motors

An international standard was established in 2008 and updated in 2014 to classify the low-voltage three-phase asynchronous motors based on their international energy efficiency (IE). The current standard is IEC/EN 60034-30.1 and defines efficiency classes for single-speed, three-phase induction motors at 50 and 60 Hz. The classes range from IE1 (standard efficiency) to IE4 (super premium). A new class has recently been created, IE5 (ultra-premium), with the goal of reducing losses by 20% compared with the IE4 class. This new class is associated with the superior performance offered by recent synchronous motors (permanent magnets or variable reluctance).

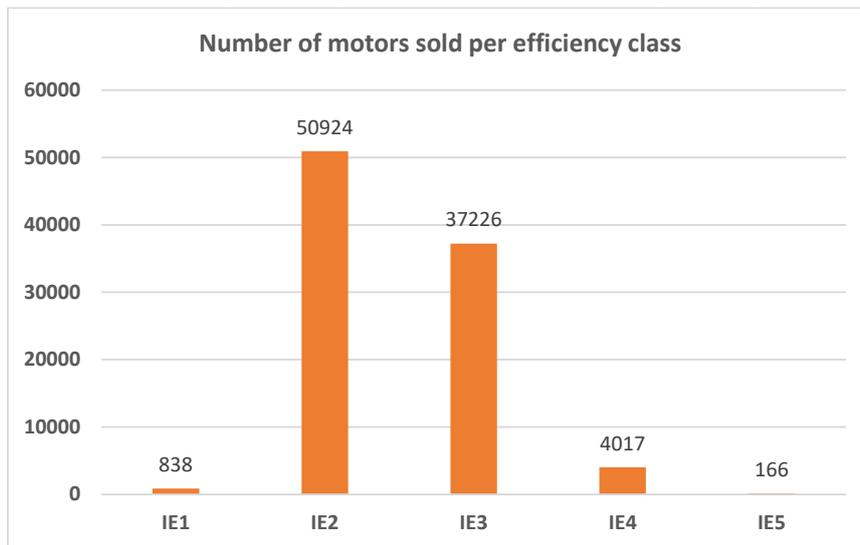
■ In terms of regulations, the obligation to sell at least IE3 class motors for power ratings between 0.75 kW and 1000 kW (EU Regulation 2019/1781) entered into force on the 1st July of 2021. The figure below illustrates the situation on 1st July 2021.

Fig. 2 Changes to the European regulation on the 1st of July 2021



■ Motor sales in Switzerland in 2021 totaled 93'171 units across all sizes, classes and numbers of poles (2 to 8).

Fig. 3 Number of electric motors sold by efficiency class in Switzerland in 2021 (all sizes)



Of 93'171 electric motors sold in Switzerland in 2021, 45'182 units (48.5%) fell within the scope of the OEEE's minimum legal requirements, i.e. 2-, 4- and 6-pole motors with a rated power of 0.75 kW to 375 kW.

In terms of compliance with the minimum legal requirements within the scope of the OEEE, it is observed that:

- 43% of motors are of class IE3, IE4 or IE5, and therefore meet the minimum requirements.
- For IE2 motors (55.7%), no precise statement can be made regarding the actual compliance with the minimum requirements; it is estimated that around 95% of these motors meet the minimum requirements, mainly because they were sold with a frequency converter.
- However, all IE1 motors sold (1%) do not meet the minimum legal requirements and can only be used outside the scope of the OEEE (e.g. as uncooled motors used for short periods).

■ The share of IE2 motors among all electric motors sold in Switzerland exceeded 50% in 2021. This share is similar for all sizes and does not depend on whether or not the motors fall within the scope of the OEEE. This situation led those responsible for the study to question suppliers for validation and explanation. It emerged that changes in regulations had had a strong influence (see below).

■ The particular circumstances of year 2021 also had an impact on the breakdown of sales by number of divisions. In 2021, sales of 2-pole motors had unusually exceeded those of 4-pole motors.

■ In addition to the information provided in section 3.3, the following points should be noted with regard to the fuel consumption of motors sold in 2021:

- With the consumption associated with new motors over a year representing just over 6% of that of motors already installed, we can deduce an "energy" renewal rate of around 15 years.
- While in terms of share of sales, small motors between 0.12 and 0.75 kW, outside the scope of the OEEE, exceed 50%, in terms of consumption they represent only 2.5%. This means that higher requirements for this category would have little impact.
- On the other hand, very large motors, which fall outside the scope of the OEEE, consume just over 10% of energy, even though they account for just 0.1% of sales. Their impact should therefore not be overlooked.

In terms of price, the differences between classes depend on the motor size. The IE4 class is 5% more expensive than the IE3 class for small motors, while this difference rises to 33% for medium-sized ones and only 6% for large ones. The same trend was observed for the IE5 class, with differences of 7%, 23% and 3%, respectively.

■ The use of a higher efficiency class is economically justified in virtually all situations, under current market conditions in Switzerland (motor price and electricity costs), and for industrial applications ranging from 0.5 kW to 500 kW rated power.

■ The sale of new motors led to electrical savings of around 120 GWh/year, or about 4‰ of annual motor consumption. A systematic use of IE4 motors would have doubled these energy savings.

■ Special features for 2021:

- Motors of the efficiency class IE3 are readily available on the market and can be delivered by several suppliers in different versions (rated power and number of poles) generally within a maximum of 4-6 weeks. This is much less the case for IE4 and IE5 motors, which delivery times are clearly longer, especially with greater motor sizes. Comments from major distributors confirmed this situation.
- In the post-COVID context, suppliers report a shortage of supply and an excess of demand. The shares of smaller motors and of 2-pole motors have increased.
- The particularly high proportion of IE2 motors can be explained by the change in regulations (production impossible from 01.07.2021 but sales tolerated until 30.06.2022). Suppliers say they have "emptied their stock".

3.5.2 Frequency converters

The survey results indicate that nearly 130'000 frequency converters were sold in 2021, of which 89'000 were three-phase motors. Generally speaking, the trend towards greater sales of motors with converters will continue, since those motors have, for some vendors, become the default option, and as synchronous motors are more and more used. Nevertheless, it is important to ensure that these additional components are justified (speed actually controlled). In terms of price, converters appear to have increased by around 2.5% in 2021

3.5.3 Circulators

In 2021, 368'367 circulators were sold in Switzerland. Almost all the circulators (2021: 99.9%) had an energy efficiency index (EEI) of ≤ 0.23 and thus met the minimum requirements.

3.5.4 Water pumps

In 2021, 48'545 water pumps were sold in Switzerland. Virtually all of them met the minimum requirements of European Ecodesign Regulation No. 547/2012 and Annex 2.9 of the OEEE (MEI ≥ 0.4).

3.5.5 Fans

In Switzerland, 105'927 fans were sold, with axial fans accounting for 55.7% of the market. Radial fans with forward-curved blades and radial fans with radial blades accounted for 21.6%. Radial fans with backward-curved blades without casing and with casing accounted for 8.6% and 10.2% of sales. The last two categories, diagonal and tangential, represented only 1% and 3% of the market sales.

4. Contexte et lien avec le programme INCITE

L'OFEN soutient l'optimisation des entraînements électrique depuis 2007 au travers de différentes initiatives comme les programmes Topmotors puis VELANI. Dans le cadre de ces programmes, des outils ont été développés, des manifestations, ateliers et formations ont été proposés.

Aujourd'hui, SuisseEnergie souhaite un recentrage des soutiens sur les activités en Suisse et sur une approche pratique de soutien aux entreprises. La réorganisation de ces activités a donné naissance à la campagne INCITE, qui vise à promouvoir l'efficacité énergétique des systèmes d'entraînement. L'objectif est notamment de pouvoir accompagner les entreprises dans leurs démarches de réduction de consommation d'électricité au travers de l'optimisation des entraînements électriques. Pour y parvenir, les axes suivants seront privilégiés:

- Rassembler les parties prenantes en Suisse : industriels, conseillers, fournisseurs par exemple dans le cadre de manifestations comme le Forum INCITE
- Proposer sur la plateforme de SuisseEnergie une démarche qui montre de façon simple aux industriels comment procéder à chaque étape d'une démarche d'optimisation : quelles actions entreprendre, quels outils méthodologiques sont à disposition, quels soutiens financiers sont disponibles, quels accompagnements existent
- Améliorer la formation des conseillers : l'optimisation des entraînements électriques exige certaines connaissances et expériences. Aujourd'hui, un nombre trop faible de conseillers disposent de ces aptitudes. Le programme INCITE va mettre en œuvre des formations pratiques et du mentorat à destination des conseillers de toutes les organisations intéressées.

Avec une part de 53% de la consommation d'électricité en Suisse, les systèmes d'entraînement constituent le premier consommateur d'électricité. Les moteurs dans l'industrie représentent à eux seuls plus du quart de la consommation nationale. Ils représentent le plus souvent autour de 80% de la consommation de courant des sites industriels. Comme des économies de l'ordre 20 à 40% sont possibles, avec souvent une bonne rentabilité, l'objectif d'optimisation du segment des entraînements électriques fait partie de la stratégie énergétique suisse 2050.

La présente étude de marché vise donc à donner une image des tendances en matière de pénétration des entraînements électriques les plus performants sur le marché.

5. Objectifs de l'étude de marché et changements par rapport aux éditions précédentes

L'objectif de cette nouvelle étude de marché est similaire à celui des précédentes éditions qui le précisaient de la façon suivante : « L'OFEN, organisme responsable de la mise en œuvre des mesures légales dans le domaine de l'énergie en Suisse, observe l'évolution du marché de tous les produits consommateurs d'énergie. Il s'intéresse particulièrement aux produits qui sont soumis à des exigences minimales en vertu de la Loi sur l'énergie (LEne) et de l'Ordonnance sur les exigences relatives à l'efficacité énergétique (OEEE), tels que les moteurs, les circulateurs, les pompes à eau et les ventilateurs. Il s'agit de vérifier que les exigences légales soient respectées et de planifier les exigences futures. Il est important de surveiller l'orientation du marché vers des produits et systèmes énergétiquement efficaces et surtout de vérifier l'impact des exigences minimales, c'est-à-dire le succès et l'efficacité des mesures politiques, et d'adapter leur portée en conséquence. En 2017, les analyses du Topmotors Market Report sur le marché des moteurs électriques ont été commandées pour la première fois afin d'étudier la vente, l'efficacité (respect des exigences minimales), la disponibilité, le prix spécifique (CHF/kW) des moteurs électriques et le prix spécifique des convertisseurs de fréquences (CF). L'objectif de cette étude était de couvrir au moins 50% du marché ».

Impact energy a ainsi publié 4 études de marché entre 2017 et 2020.

Si les objectifs demeurent, la présente étude se différencie des éditions précédentes. Les résultats ne peuvent donc être comparés directement. Les données du marché européen ne font pas partie du mandat d'étude et seules quelques informations figurent à titre indicatif.

Au final, le présent rapport présente les données de vente de 2021 des moteurs, des convertisseurs de fréquence, des circulateurs, des pompes à eau et des ventilateurs en Suisse.

Le présent rapport vise également à apporter des informations de rentabilité aux utilisateurs de moteurs. L'idée est ici de montrer dans quelles conditions le recours à des équipements de classes d'efficacité supérieures est une option rentable.

6. Bases légales et règlements

En Suisse, la LEn et l'OEEE prévoient des exigences minimales pour les moteurs, les pompes de circulation, les pompes à eau et les ventilateurs. Ces exigences minimales correspondent à la directive européenne sur l'écoconception, comme le montre le tableau 1.

Tableau 1: Exigences minimales dans l'UE et en Suisse

Produit	UE: Règlements écoconception No	CH: Ordonnance sur les exigences relatives à l'efficacité énergétique (OEEE) - Annexes No
Moteurs	640 / 2009	2.7
Circulateurs	641 / 2009	2.8
Pompes à eau	547 / 2012	2.9
Ventilateurs	327 / 2011	2.6

La Commission européenne a publié le 25.10.2019 le règlement (UE) 2019/1781 révisé pour les moteurs. Il prévoit l'entrée en vigueur progressive, à partir de 2021 et 2023, d'exigences plus strictes pour un champ d'application plus large concernant les moteurs et, désormais, les variateurs de vitesse.

La reprise de ces exigences plus strictes en Suisse a été effectuée le 22 avril 2020 par la modification de l'OEEE. Dès le 01.07.2023, il n'est plus possible de vendre des moteurs IE2 avec convertisseurs de fréquence pour la plage entre 0.75 et 375 kW.

Tableau 2: Classe d'efficacité (IE-code)

IE Code	Description
IE1	Efficacité standard
IE2	Haute efficacité
IE3	Efficacité Premium
IE4	Efficacité Super Premium

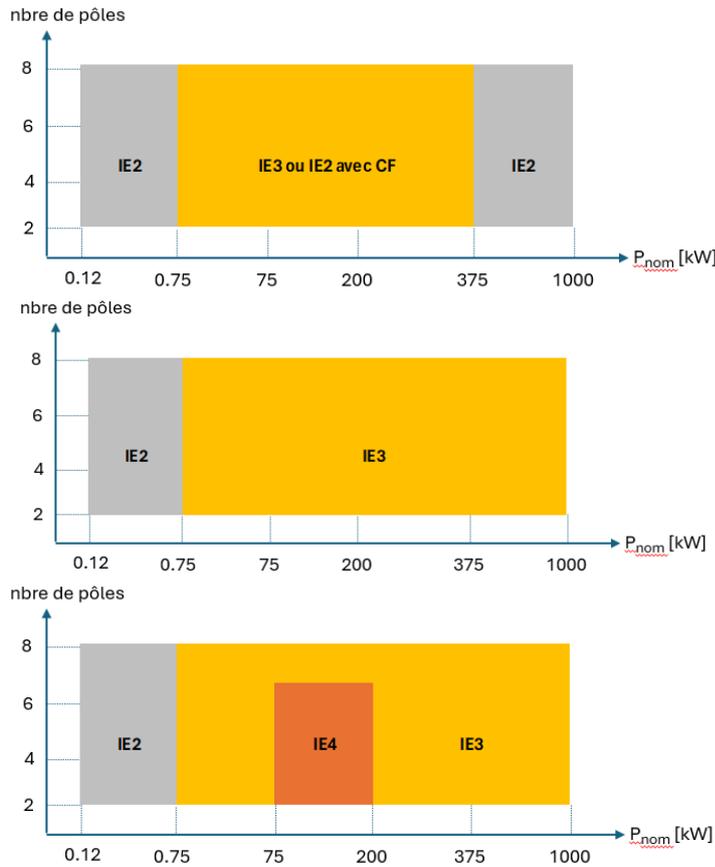
L'évolution des exigences a donc été la suivante :

- au 1er janvier 2017, les moteurs de la classe d'efficacité IE3 ou IE2 avec convertisseurs sont devenus obligatoires pour les tailles entre 0.75 et 375 kW
- au 1er juillet 2021, les moteurs de la classe IE3 sont devenus obligatoires de 0.75 à 1000 kW
- au 1er juillet 2023, les moteurs de la classe IE4 sont devenus obligatoires pour les exécutions de 2 à 6 pôles dans des tailles comprises entre 75 et 200 kW,

On notera qu'en 2021 les dernières conditions n'étaient pas encore applicables et les avant-dernières seulement partiellement.

Graphiquement, on peut représenter l'évolution de la façon suivante :

Fig. 4 Evolution du Règlement (CE) 1781, au 01.01.2017 (en haut), au 01.07.2021 (milieu) et au 01.07.2023 (en bas)



On soulignera encore que les normes d'écoconception ne prévoient pas la classe IE5 car celle-ci n'est actuellement réalisable qu'avec des moteurs alimentés via un convertisseur de vitesse intégré (ce qui les exclut du champ d'application de la directive 640/2009). Il existe la norme IEC 60034-30-2 pour les moteurs IE5.

7. Méthodologie

L'OFEN a commandé cette nouvelle étude de marché à Planair SA dans le cadre de la WTO SEEMS (21078) 805. L'un des éléments importants est la collecte et la présentation de chiffres clés pertinents qui doivent permettre de connaître la part des nouvelles classes d'efficacité, l'évolution des prix et la rentabilité du remplacement, entre autres, des moteurs électriques. Parallèlement, cela permettra d'approfondir la compréhension de l'évolution des différentes classes d'efficacité des moteurs électriques, des pompes, etc.

Pour la présente étude de marché, Planair SA a été mandaté l'entreprise YouGov pour collecter les données et les chiffres-clés de l'année 2021 auprès d'entreprises suisses. Ces données doivent servir en premier lieu à l'OFEN, aux fabricants et importateurs de moteurs électriques et de systèmes d'entraînement ainsi qu'aux fabricants dits OEM (Original Equipment Manufacturers).

Une population pertinente a pu être déterminée sur la base d'une procédure en plusieurs étapes, basée entre autres sur un échantillon tiré du Registre des entreprises et des établissements (REE) de l'Office fédéral de la statistique (OFS). Des « screenings » ciblés avec des entreprises des branches concernées ont permis d'identifier les principales entreprises industrielles qui fabriquent, importent ou vendent des entraînements électriques aux grands consommateurs finaux, aux constructeurs de machines et aux grossistes.

Afin d'augmenter l'accessibilité du groupe cible B2B spécifique, YouGov a opté pour une approche mixte qui, entre autres, permettait aux entreprises de participer à une enquête en ligne en plus de l'enquête téléphonique. Les principaux fabricants, importateurs et fournisseurs suisses ont été invités à participer à l'enquête pour les groupes de produits moteurs, pompes de circulation, pompes à eau, ventilateurs et convertisseurs de fréquence.

Au total, 503 sociétés ont été considérées dans le domaine des petites, moyennes et grandes entreprises. Elles ont été contactées jusqu'à trois fois dans le cadre de l'enquête pour participer à l'enquête ou finalement pour vérifier à nouveau leurs données. Parmi ces 503 entreprises, 91 ont complété le questionnaire et 34 ont été contactées par téléphone. En fin d'étude, 22 entreprises ont été recontactées pour des vérifications, précisions ou corrections.

Les données recueillies servent de base à Planair SA pour l'élaboration de la présente étude de marché. Il convient de souligner ici que la base de données ne reflète qu'une partie de l'ensemble du marché suisse. Il a également fallu procéder à une extrapolation pour le volume total du marché suisse.

Toutes les entreprises suisses participantes ont été informées du contexte et des objectifs de l'étude de marché dans le cadre de l'invitation à participer à l'enquête. Toutes les données collectées ont été traitées de manière confidentielle, puis anonymisées et agrégées pour d'éventuelles évaluations. Comme les données ont été collectées sur la base des déclarations des fabricants, importateurs et fournisseurs suisses interrogés, il est indispensable de faire preuve d'esprit critique en ce qui concerne l'interprétation et la classification des résultats. Pour les présents résultats, lorsqu'une comparaison avec les années précédentes a été jugée utile, cela est indiqué avec la source correspondante.

8. Moteurs et convertisseurs de fréquence

8.1 Données de vente pour les moteurs

Les résultats de l'enquête montrent que 93'171 moteurs ont été vendus en Suisse en 2021.

Tableau 3: Nombre de moteurs électriques vendus en Suisse par puissance nominale et nombre de pôles, 2021, avec, en gras les ventes dans le champ d'application de l'OEEE

Moteurs vendus en 2021	Nombre de pôles			
	2	4	6	8
Puissance nominale [kW]				
0.12 – 0.75	47870			
> 0.75 – 375	45182		23	
> 375 - 1 000	96			

Des valeurs minimales d'efficacité sont prescrites pour les moteurs dans le champ d'application de l'OEEE. En 2021, 45182 moteurs ont été vendus dans le champ d'application de l'OEEE. Cela correspond à 48.5% du nombre total de moteurs vendus (voir Tableau 3).

On constate par ailleurs que les moteurs entre 120 et 750 W représentent 51.4% des moteurs vendus alors que les très gros moteurs (>375 kW) représentent le 1‰ des ventes.

8.2 Respect des exigences minimales d'efficacité selon l'OEEE

Tableau 4: Chiffres de vente des moteurs en 2021 et degré de conformité des moteurs aux exigences de l'OEEE - Hypothèse : 95% des moteurs IE2 ont été vendus avec un variateur de vitesse et répondent ainsi aux exigences de l'OEEE.

Moteurs vendus en 2021	Total	IE1	IE2	IE3	IE4	IE5
Tous les moteurs	93171	838	50924	37226	4017	166
Part	100,0%	0,9%	54,7%	40,0%	4,3%	0,2%
Nbre de moteurs vendus dans le champ d'application de l'OEEE	45182	458	25206	17450	1927	141
Part	100,0%	1,0%	55,8%	38,6%	4,3%	0,3%
Nbre de moteurs vendus dans le champ d'application de l'OEEE, exigences satisfaites	43464	0	23946	17450	1927	141
Nbre de moteurs vendus dans le champ d'application de l'OEEE, exigences non satisfaites	1718	458	1260	0	0	0
Degré de conformité avec l'OEEE	96,2%					

Du tableau 4, on constate qu'en 2021, 96.2% des moteurs vendus (43'464 unités) appartenant au champ d'application de l'OEEE, sont supposés être conformes aux exigences minimales de l'OEEE. Dans le détail cela donne :

- 43.2% des moteurs dans le champ d'application de l'OEEE appartenaient aux classes d'efficacité IE3, IE4 et IE5 et étaient donc conformes aux exigences
- Pour 55.8% des moteurs de la classe d'efficacité IE2, il n'est pas possible de préciser dans quelle proportion exacte les exigences minimales ont été effectivement respectées. L'obligation de recourir à des moteurs IE3 dès le 1^{er} juillet 2021 étant accompagnée d'une disposition transitoire permettant la vente de moteur IE2 avec convertisseur jusqu'à mi-2022, nous avons considéré que le pourcentage de moteurs IE2 non conforme était limitée à 5%.
- Seule une infime part des moteurs vendus (classe d'efficacité IE1) n'étaient assurément pas conformes aux exigences minimales (2021: 458 unités, représentant 1%)

8.3 Consommation d'énergie des moteurs vendus

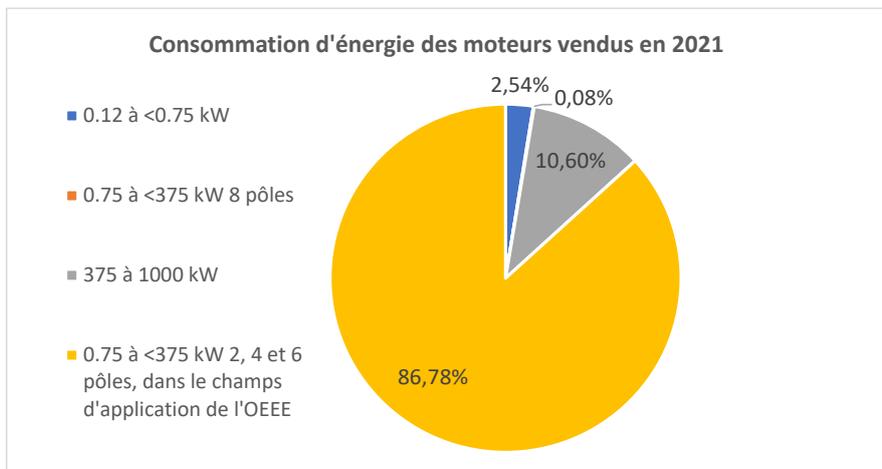
La consommation d'énergie annuelle théorique en cas de fonctionnement continu des moteurs est calculée selon la méthode proposée par Topmotors et utilisée dans les formules de l'outil PEIK:

- installation moyenne avec 4 500 heures de fonctionnement par an
- le facteur de charge annuel moyen dépend de la taille
- le rendement correspondant à chaque classe d'efficacité

Tableau 5: Nombre d'unités, puissances des moteurs (puissances mécaniques nominales), consommations d'énergie annuelles théoriques en fonctionnement continu et leurs parts par classe de puissance nominale et nombre de pôles pour les moteurs électriques vendus en Suisse, 2021

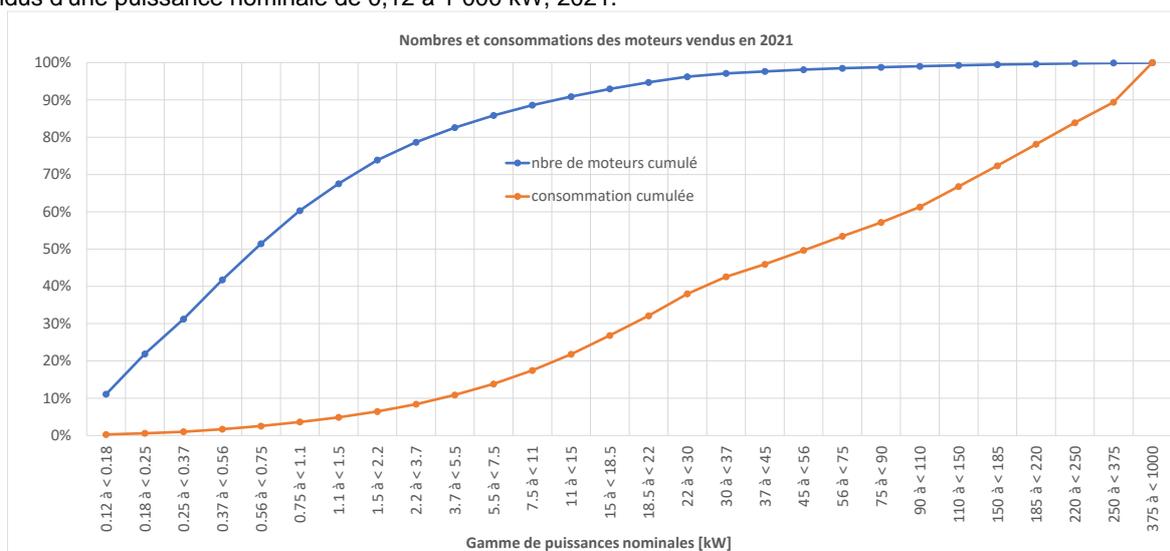
Moteurs vendus en 2021	Moteurs vendus			P moteur à l'arbre		Consommation	
	Nbre pôles	pièces	part	MW	part	GWh/a	part
Puissance nominale [kW]							
0.12 – 0.75	2, 4, 6, 8	47870	51,4%	16,8	2,8%	48,65	2,5%
> 0.75 – 375	2, 4, 6, 8	45205	48,5%	522,8	88,3%	1666,20	86,9%
> 375 - 1000	2, 4, 6, 8	96	0,1%	52,3	8,8%	203,32	10,6%
Total	2, 4, 6, 8	93171	100,0%	591,9	100,0%	1918,18	100,0%
> 0.75 – 375	2, 4, 6		65,7%	522,3	88,2%	1664,67	86,8%

Fig. 5: Consommation annuelle théorique d'énergie en fonctionnement continu des moteurs vendus par classe de puissance nominale, 2021.



Pour la plage de puissance 0.75 à 375 kW, la part de la consommation d'énergie des moteurs à l'intérieur et à l'extérieur du champ d'application de l'OEEE est également indiquée.

Fig. 6 Fréquence relative cumulée du nombre et de la consommation énergétique annuelle théorique des moteurs vendus d'une puissance nominale de 0,12 à 1 000 kW, 2021.



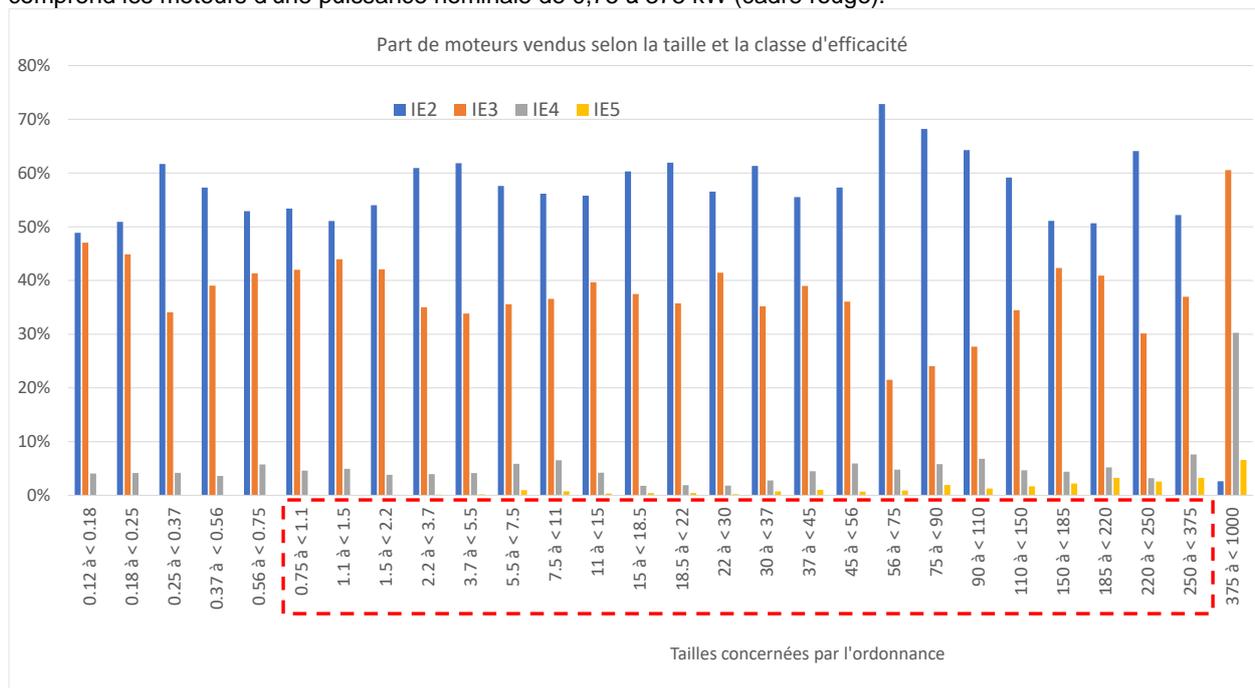
De ces tableaux et graphiques, on constate que :

- La consommation des nouveaux moteurs vendus en 2021 représente presque 2 TWh/an pour 30 TWh de moteurs installés, soit approximativement 6% de la consommation. Cela signifierait un rythme de renouvellement d'environ 15 ans.
- Si en termes de part des ventes, les petits moteurs entre 0.12 et 0.75 kW, hors champs d'application de l'OEEE, dépassent 50%, en termes de consommation, ils ne représentent que 2.5%. Cela signifie que des exigences plus élevées sur cette catégorie n'auraient que peu d'impact.
- Les très gros moteurs, hors champs d'application de l'OEEE, consomment un peu plus de 10% de l'énergie alors qu'ils ne représentent que 0.1% des ventes. Leur impact n'est donc pas à négliger.

8.4 Ventes par classe d'efficacité

Le graphique ci-dessous montre la répartition des ventes par classes d'efficacité et tailles de moteur.

Fig. 7 : Moteurs vendus par classe d'efficacité et de puissance nominale, 2021. Le champ d'application de l'OEEE comprend les moteurs d'une puissance nominale de 0,75 à 375 kW (cadre rouge).



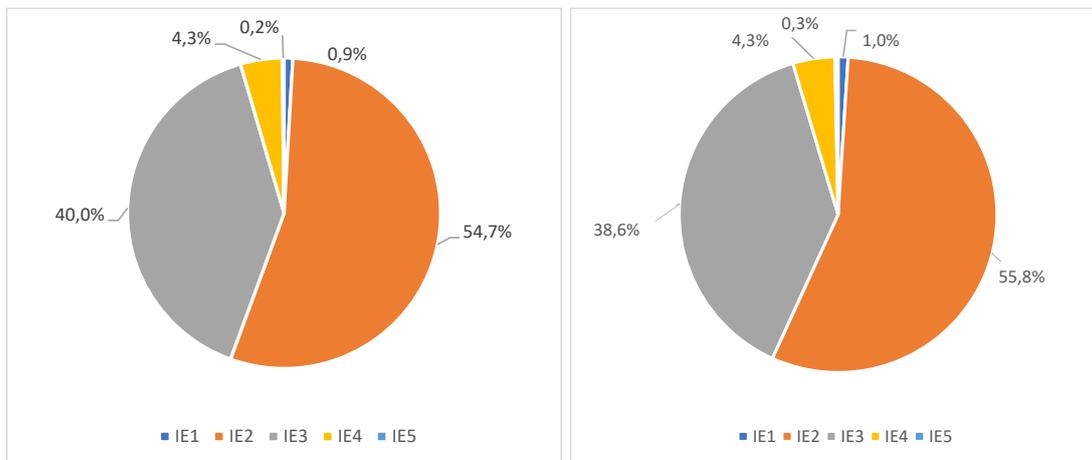
De façon agrégée, les chiffres de ventes par classe sont les suivants :

Tableau 6: Ventes par classe d'efficacité, Suisse 2021

moteurs vendus	2021	
	pièces	part
IE1	838	0.9%
IE2	50924	54.7%
IE3	37226	40.0%
IE4	4017	4.3%
IE5	166	0.2%
Total	93171	100%

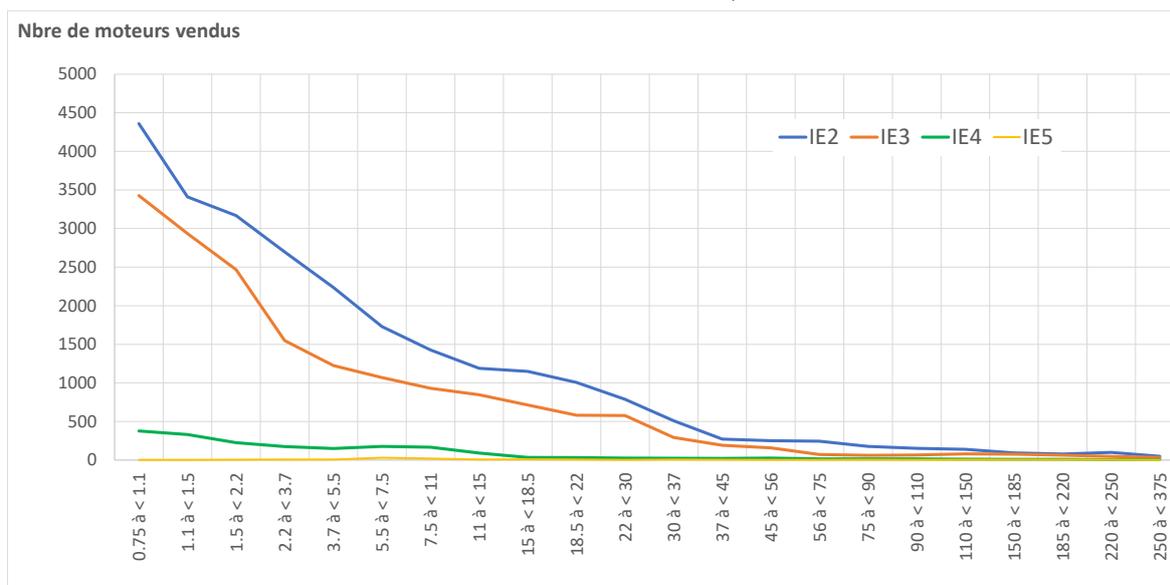
En distinguant les moteurs concernés par l'ordonnance de ceux qui ne le sont pas, on obtient les graphiques suivants :

Fig. 8 : Proportion des ventes par classes d'efficacité : pour tous les moteurs (à gauche), pour les moteurs dans le champ d'application de l'OEEE (à droite), 2021



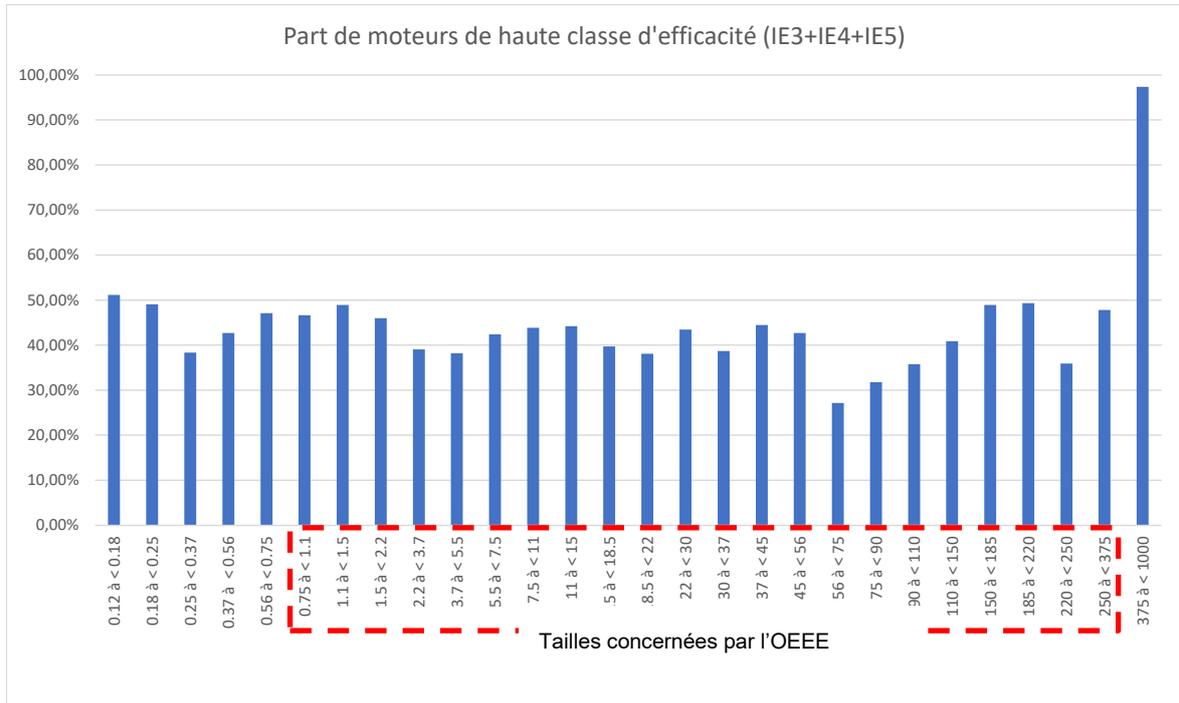
On constate des deux figures ci-dessus que la répartition des ventes selon les différentes classes diffère très peu entre les moteurs dans le champ d'application de l'OEEE et l'ensemble des moteurs. De ce point de vue, l'introduction de l'ordonnance montre peu d'effet.

Fig. 9: Nombre de moteurs vendus selon la taille et la classe d'efficacité, 2021



Lorsque l'on considère la part des ventes de moteurs de haute classe d'efficacité (IE3 à IE5) en fonction de la taille, le graphique ci-dessous ne montre pas de tendance claire, si l'on excepte les très gros moteurs pour lesquels les classes les plus élevées sont systématiquement choisies.

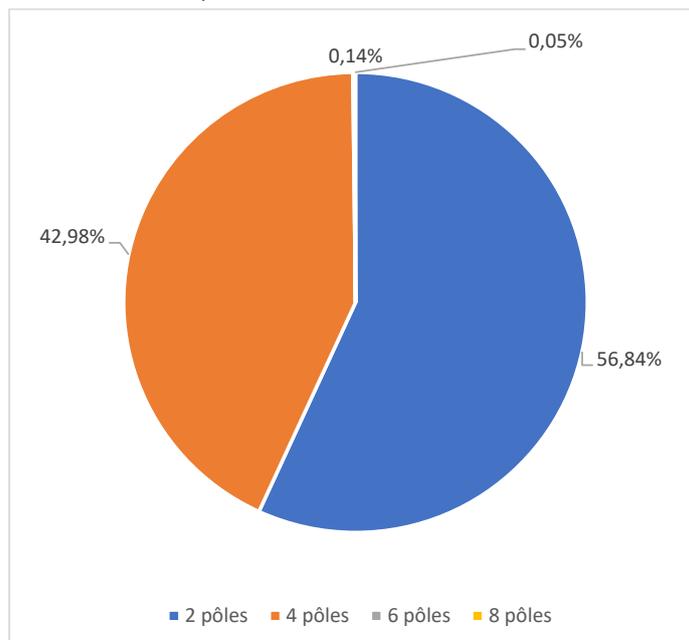
Fig. 10: Part des ventes de moteurs à haut rendement (classes IE3 à IE5), 2021



8.5 Ventes par nombre de pôles

La répartition des moteurs vendus selon le nombre de pôles est présentée ci-dessous.

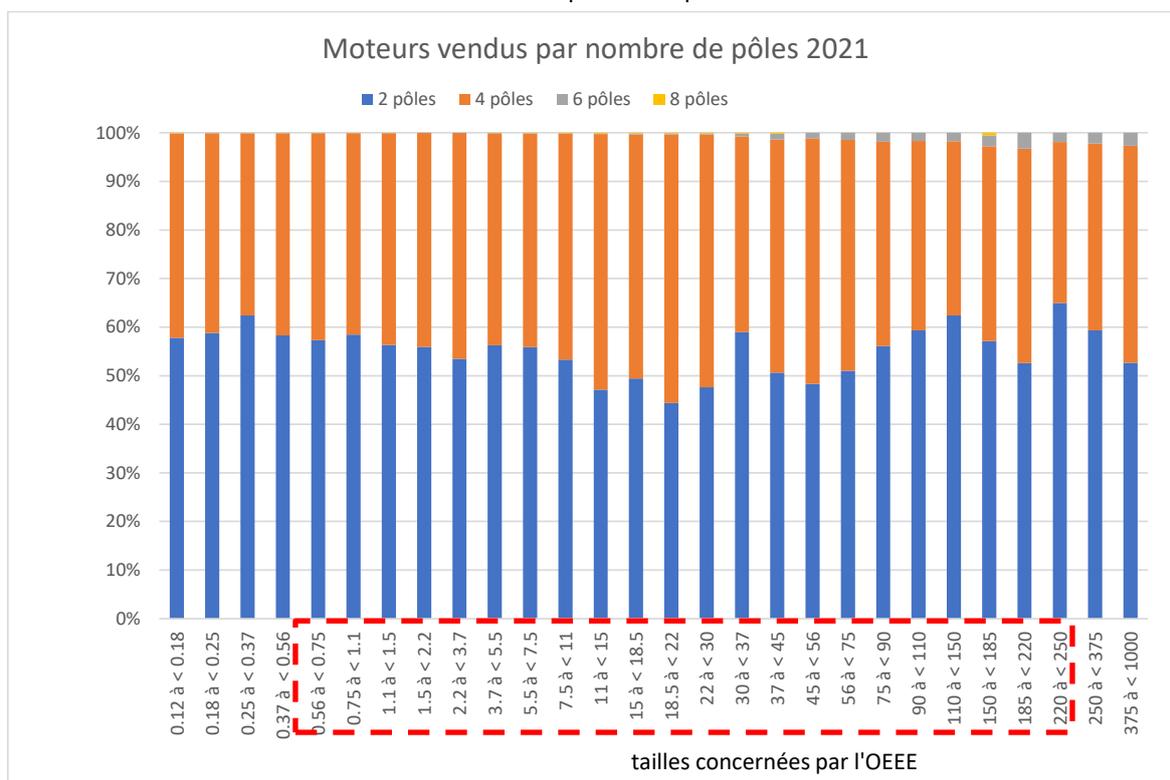
Fig.11: Parts du marché selon le nombre de pôles, 2021.



On constate que les moteurs 2 pôles représentent presque 57% des moteurs vendus en Suisse alors que les moteurs 4 pôles atteignent 42% et les autres nombres de pôles sont négligeables.

La répartition des ventes pour les différents nombres de pôles en fonction de la taille est présentée ci-dessous.

Fig. 12: Nombre de moteurs vendus selon le nombre de pôles et la puissance nominale 2021.



Du graphique ci-dessus on observe :

- Pas de tendance claire en termes d'influence de la taille sur la part des différents nombres de pôles, la répartition entre 2 et 4 pôles est relativement uniforme
- La part des moteurs de 6 et 8 pôles n'est perceptible que dans les plus grandes tailles de moteurs.

8.6 Disponibilité des moteurs sur le marché

Le tableau ci-dessous montre la capacité des distributeurs à livrer les différents types de moteurs dans un délai de 4 à 6 semaines. Le chiffre dans chaque cellule indique le nombre de fournisseur ayant validé ce délai pour le moteur considéré.

Tableau 7: Disponibilité des moteurs par classe d'efficacité, nombre de pôles et taille, 2021.

Puissance nominale [kW]	IE3 selon IEC 60034-30-1				IE4 selon IEC 60034-30-1				IE5 selon IEC 60034-30-1			
	nombre de pôles				nombre de pôles				nombre de pôles			
	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8
0.12 bis < 0.18	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0.18 bis < 0.25	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0.25 bis < 0.37	4	4	3	1	1	2	2	2	1	1	1	1
0.37 bis < 0.56	4	4	3	2	1	2	1	2	2	2	1	1
0.56 bis < 0.75	4	3	3	3	1	2	1	2	2	2	1	1
0.75 bis < 1.1	5	4	3	3	2	2	1	2	2	2	1	2
1.1 bis < 1.5	5	5	3	3	1	2	2	2	2	2	2	2
1.5 bis < 2.2	5	4	3	3	1	2	2	2	2	2	2	2
2.2 bis < 3.7	5	5	4	4	1	3	2	2	2	2	2	2
3.7 bis < 5.5	5	5	4	2	1	3	2	1	3	2	3	1
5.5 bis < 7.5	5	2	3	2	1	3	1	3	1	1	2	1
7.5 bis < 11	5	2	3	2	2	4	1	2	1	1	2	2
11 bis < 15	4	2	3	2	2	4	1	2	2	2	2	2
15 bis < 18.5	4	2	3	2	2	2	1	2	2	2	2	2
18.5 bis < 22	4	4	3	3	2	2	1	2	1	2	1	2
22 bis < 30	4	4	5	3	2	3	2	2	1	2	1	1
30 bis < 37	4	4	4	3	2	3	2	2	1	1	1	1
37 bis < 45	4	4	4	3	3	2	0	2	1	1	1	0
45 bis < 56	4	4	4	3	4	2	0	2	1	1	1	0
56 bis < 75	5	3	4	2	3	2	0	1	1	1	0	0
75 bis < 90	3	3	4	2	3	1	1	2	1	1	0	0
90 bis < 110	3	3	4	2	3	1	1	0	1	0	0	0
110 bis < 150	3	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0
150 bis < 185	3	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0
185 bis < 220	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0
220 bis < 250	2	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
250 bis < 375	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
375 bis < 1000	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0

On observe pour les moteurs d'efficacité supérieure des délais de livraison sont plus long. La tendance s'accroît avec la taille des moteurs. Les commentaires de distributeurs importants ont confirmé cette situation (§8.7).

8.7 Commentaires des fournisseurs sur les ventes de moteurs de l'année 2021

Les années 2020 et 2021 ont été particulièrement perturbées par les effets du COVID. Certains chiffres de vente interpellent et des commentaires quant à ceux-ci ont été demandés aux principaux fournisseurs ayant participé à l'enquête.

Nous avons condensé les réponses d'une dizaine de responsables d'entreprises contactés par téléphone par YouGov.

- Baisse des ventes en 2021 en raison du COVID : Dans le contexte particulier de l'année 2021, il faut notamment mentionner une pénurie d'approvisionnement et un excédent de demande. Pendant et après la pandémie (COVID), la demande n'a pas pu être satisfaite dans la mesure le marché l'aurait souhaité. Ce fut le cas pour les moteurs avec les problèmes d'approvisionnement et des stocks qui se vident très rapidement. En raison de certaines restrictions pendant la pandémie, la production a été réduite, les exportations ont été suspendues, les commandes n'ont pu être réalisées que partiellement ou n'ont pas pu être acceptées. Il a également été constaté un glissement de la demande des moteurs de tailles moyennes vers des moteurs plus petits (pour compenser le manque de moteurs de tailles moyennes lorsque c'était possible).

- Part anormalement élevée de moteurs 2 pôles : Les fournisseurs confirment avoir vendu exceptionnellement plus de moteurs 2 pôles que de moteurs 4 pôles en 2021. C'est un des résultats du changement de la demande.
- Données des moteurs de la classe IE5 : Certains fournisseurs ont eu des difficultés à transmettre les rendements et à préciser les chiffres de vente. Ils ont aussi mentionné l'absence de normes alors que ces moteurs sont définis par la norme IEC 60034-30-2. On remarque donc encore un manque d'expérience associée ces moteurs du fait notamment de leur exclusion de la directive 640/2009.
- Part de moteurs IE2 particulièrement élevée : Les fournisseurs ont indiqué avoir vendu plus de moteurs IE2 en 2021 qu'en 2020 ou 2019. L'objectif était de vider leurs stocks de moteurs de cette classe, sachant que le règlement allait interdire la production de moteurs IE2 à partir du 01/07/21 (et laisser jusqu'au 01/07/22 pour s'adapter et arrêter de vendre) Cela a été favorisé aussi en partie par le glissement de la demande vers des moteurs plus petits.
- Le nombre de très gros moteurs (>375 kW) est particulièrement faible en 2021, en regard de données plus anciennes. La pénurie et les difficultés de livraison ont été plus marquées dans cette catégorie de moteur.

8.8 Prix des moteurs

Le tableau ci-dessous présente l'évolution des prix des moteurs entre 2017 et 2021.

Tableau 8 Prix des moteurs en CHF/kW⁷

Prix spécifiques moyens des moteurs 2017 à 2021 [CHF/kW]				
Année de vente	IE2	IE3	IE4	IE5
2017	180	204	237	
2018	177	202	235	
2019	175	202	232	
2021	186	205	239	387*

*Valeur issue d'un petit nombre de moteurs

Il montre l'évolution des prix spécifique moyen des moteurs en CHF/kW (moyenne des prix spécifiques des 28 classes de taille entre 0,12 kW et 1 000 kW) par classe d'efficacité et entre 2017 et 2021. Le tableau montre pour 2021 une augmentation des prix des moteurs dans toutes les catégories. Même si la comparaison avec les années passées souffre du changement de prestataire en charge de l'enquête, d'une méthodologie différente et d'une liste de contacts renouvelée, cette augmentation fait sens aux vues des conditions particulières du marché post COVID. En 2021 cependant l'augmentation était encore limitée à quelque 3% pour les moteurs IE4.

Pour ce qui est des prix en fonction de la taille, la situation en 2021 est la suivante :

Tableau 9 Prix et différences de prix entre classes d'efficacité pour 3 tailles de moteurs 4 pôles

Prix de vente (moyennes) [CHF/kW]	IE3	IE4	IE5	IE3 <> IE4	IE4 <> IE5	IE3 <> IE5
taille des moteurs 4 pôles						
1.1 à < 1.5 kW	172	181	193	5%	7%	12%
11 à < 15 kW	36	48	59	33%	23%	64%
150 à < 185 kW	197	208	215	6%	3%	9%

⁷ Source des données 2017 à 2019 : Topmotors Market Report 2020 [7]

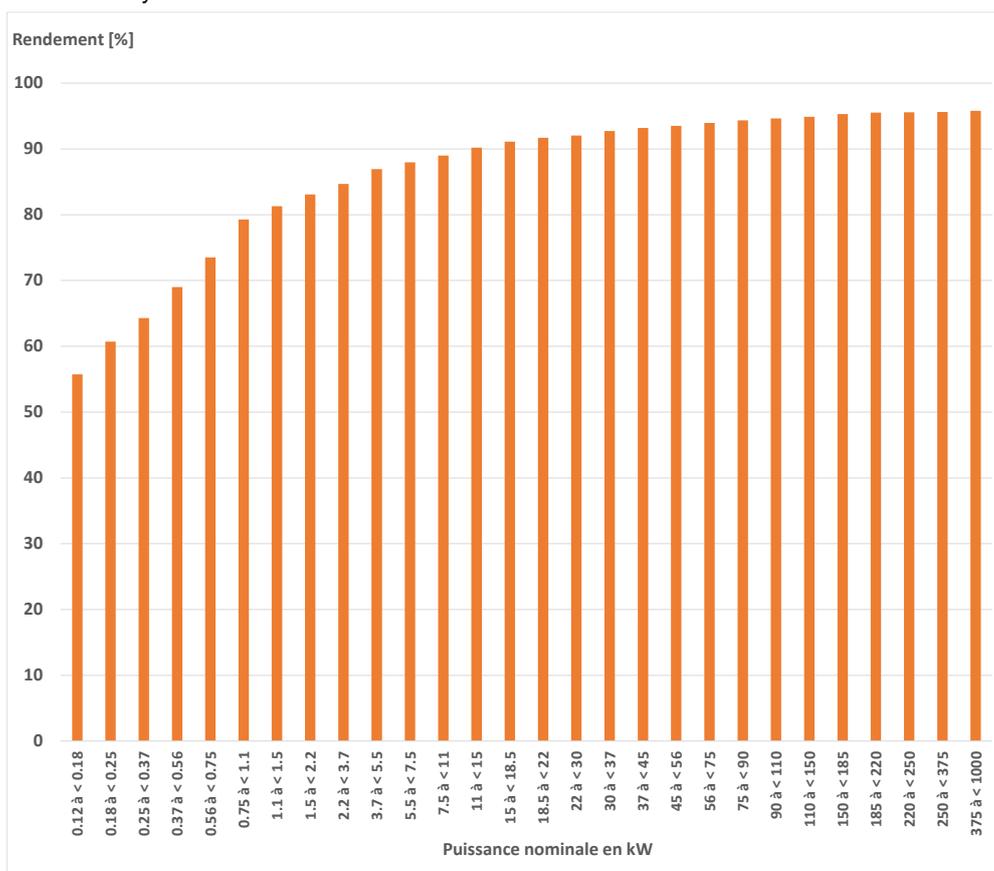
On constate que :

- Les prix spécifiques moyens sont plus élevés pour les petites tailles (difficulté de construction) et les grande tailles (rareté).
- Les différences de prix entre classes d'efficacité sont plus importantes pour les moteurs tailles moyennes

8.9 Rendement des moteurs

La figure 13 montre le rendement moyen en fonction de la puissance nominale pour les moteurs vendus en 2021.

Fig. 13: Rendements moyens des moteurs vendus en 2021 selon la taille



Dans le tableau ci-dessous, nous présentons l'évolution du rendement pour 3 tailles de moteurs de type 4 pôles.

Tableau 10 Rendement en fonction de la classe d'efficacité pour 3 tailles de moteurs 4 pôles

Rendement	IE2	IE3	IE3<>IE2	IE4	IE4<>IE3	IE5	IE5<>IE4
			[%]		[%]		[%]
1.1 à < 1.5 kW	81,4	84,1	3,32%	87,2	3,69%	89,5	2,64%
11 à < 15 kW	89,8	91,4	1,78%	93,3	2,08%	94,2	0,96%
150 à < 185 kW	94,9	95,8	0,95%	96,9	1,15%	97,1	0,21%

Des données du tableau, il apparaît que :

- Pour une taille donnée, le gain apporté par une nouvelle classe d'efficacité est pratiquement identique entre IE2 et IE3 qu'entre IE3 et IE4. Le gain associé au passage à IE5 est en revanche plus faible.
- Pour un changement de classe, le gain diminue fortement avec la taille du moteur.

8.10 Données de vente des convertisseurs de fréquence

L'intégration de convertisseurs de fréquences dans les entraînements électriques permet une modification de la vitesse de rotation et une adaptation à la charge. Cette mesure permet le plus souvent des économies d'énergie qui peuvent être très significatives. Des études de Topmotors avaient établi que les convertisseurs de fréquence se justifiaient dans 50% des situations. Aujourd'hui, cette proportion n'est pas encore atteinte dans les installations en fonctionnement. Les précédentes études de marché montraient une augmentation de leurs nombres ces dernières années. On peut imaginer que cette tendance est associée aux éléments suivants :

- depuis 2015, les moteurs IE2 ne peuvent être utilisés qu'en combinaison avec un convertisseur.
- les fournisseurs d'entraînements électriques (pompes, ventilateurs) ont tendance à proposer systématiquement des convertisseurs de fréquence
- les moteurs synchrones, de plus en plus proposés notamment pour des fonctionnements très efficaces dans une large plage de vitesse, ne peuvent pas fonctionner sans convertisseur.

Selon le tableau 11 ci-dessous, 129'272 convertisseurs de fréquence ont été vendus en Suisse en 2021 : 30% d'entre eux sont monophasés et 70% triphasés.

Tableau 11: Vente des convertisseurs de fréquence selon la taille, 2021

Données de vente des convertisseurs de fréquence				
Puissance [kW]	Phase	nombre	part	part
0.1 - 0.75	1 phase	30910	23,9%	30,7%
> 0.75 - 2.2		8020	6,2%	
> 2.2		735	0,6%	
< 2.2	3 phases	30610	23,7%	69,3%
2.2 - 7.4		29693	23,0%	
> 7.5 - 22		19318	14,9%	
> 22 - 75		6798	5,3%	
> 75 - 110		1228	1,0%	
> 111 - 250		1196	0,9%	
> 250 - 500		409	0,3%	
> 500		350	0,3%	
Total		129272	100%	

Les ventes de convertisseurs associés à des moteurs triphasés atteignent 89'000 unités. On peut remarquer que ce nombre est particulièrement élevé en regard du nombre de moteurs vendus (93'000 unités). Pour l'année 2021, il est clair le nombre élevé de moteurs IE2, vendus exclusivement avec des convertisseurs, a poussé vers le haut la part moteurs vendus avec convertisseurs. Cela n'explique que partiellement cette proportion très élevée de convertisseurs. Il faut relever que dans l'échantillon de distributeur, les vendeurs de convertisseur n'étaient pas systématiquement les vendeurs de moteurs et que des convertisseurs ont été vendus sans moteurs.

8.11 Prix de convertisseurs de fréquence

L'évolution du prix moyen des convertisseurs est la suivante :

Tableau 12: Prix moyen des convertisseurs de fréquence (valeur moyenne issue de 12 tailles), 2016–2021.

Prix spécifiques des convertisseurs de fréquence 2016-2021	
Année de vente	[CHF/kW]
2016	357
2017	374
2018	373
2019	368
2021	378

On constate qu'en termes de prix, les convertisseurs ont suivi la même tendance que les moteurs avec des valeurs à la hausse (+2.5% par rapport 2019).

9. Effets des moteurs de plus haute efficacité

9.1 Rentabilité du recours à des moteurs de plus haute efficacité

Les moteurs de classes d'efficacité élevées sont plus chers à l'achat que ceux de classes plus basses. La différence de prix entre classes a été présentée pour trois tailles de moteur dans le tableau 9. Certains exploitants sont sensibles au prix d'achat et ne considèrent pas les coûts énergétiques. Dans cette section, nous présentons la rentabilité associée à l'achat de moteurs de plus hautes classes d'efficacité en fonction des paramètres clés suivants :

- Taille du moteur
- Heures de fonctionnement annuelles
- Prix de l'énergie

Les considérations portent sur les moteurs 4 pôles qui, normalement, représentent la majorité du marché. Les passages de IE3 à IE4, de IE4 à IE5 et de IE3 à IE5 sont examinés dans cette section.

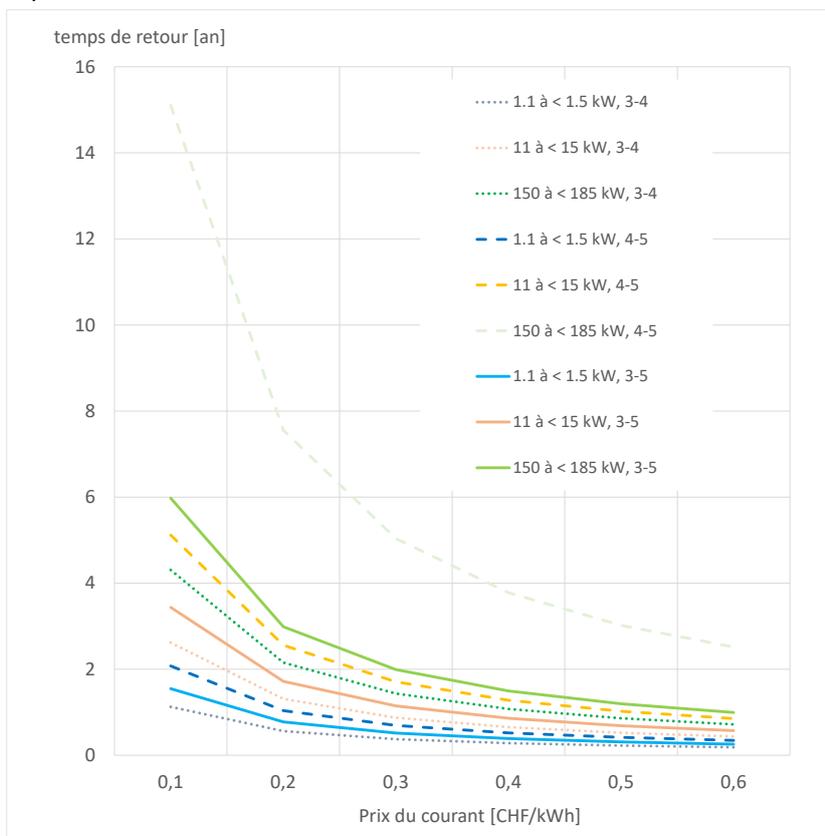
Pour une charge moyenne de 50%, un fonctionnement 4500 h/an et un prix du courant de 25 ct/kWh, le temps de retour liée à l'achat d'un moteur de classe plus élevée (surcoût) évolue ainsi :

Tableau 13: Temps de retour d'un surcoût associée à une classe d'efficacité plus élevée

Temps de retour [an]	IE3 <> IE4	IE4 <> IE5	IE3 <> IE5
moteurs 4 pôles			
1.1 à < 1.5 kW	0,45	0,83	0,62
11 à < 15 kW	1,05	2,05	1,38
150 à < 185 kW	1,72	6,04	2,39

Ce temps de retour est dépendant du prix du courant électrique. Le graphique ci-dessous montre l'évolution du temps de retour d'un surcoût pour un prix du courant entre 10 et 60 ct/kWh.

Fig. 14: Evolution du temps de retour des surcoûts de classe selon le changement de classe, la taille du moteur et le prix du courant électrique



Le tableau 13 et la fig.14 montrent que le surcoût associé au choix d'un moteur de classe plus élevée est une opération rentable dès que le courant dépasse 15 ct/kWh. La seule exception concerne le saut entre IE4 et IE5 pour les moteurs de très grande taille. On notera que ces estimations concernent des machines moyennement chargées avec un rendement conservé. On rappelle que pour des moteurs pilotés en vitesse, les rendements des moteurs IE5 sont nettement plus élevés lorsque la vitesse diminue. Dans ce cas, le recours à un moteur IE5 se justifie entièrement.

9.2 Apport des moteurs de haute efficacité aux objectifs de réduction de consommation

Dans cette section nous présentons une estimation des économies apportées par les nouveaux moteurs ainsi que le potentiel inexploité qu'aurait apporté un recours systématique à du IE4.

Hypothèses :

- Tous les moteurs vendus en 2021 remplacent des moteurs existants (pas de nouvelles installations)
- 100% des moteurs existants remplacés étaient de classe IE1

Le rendement moyen des moteurs vendus en 2021 est de 77.0%

Le rendement moyen des mêmes moteurs (ventes selon la taille et le nombre de pôles) en classe IE1 serait de 72.5%

Si tous les nouveaux moteurs vendus avaient été des moteurs IE4, le rendement moyen aurait atteint 82.6%.

Le tableau ci-dessous montre l'effet de la vente de ces nouveaux moteurs sur la consommation avec leurs classes d'efficacité réelles et s'ils avaient tous été de la classe IE4.

Tableau 14: Economies effectives et possibles

	Rendement moyen [%]	Consommation totale [GWh/an]	Economie [GWh/an]	Remarque
Situation avant remplacement, 100% IE1	72.5	2037		
Moteurs remplacés, mixe de IE1, IE2, IE3, IE4 et IE5	77.0	1918	119	
Si tous les moteurs remplacés avaient été IE4	82.6	1791	127	économie supplémentaire

On constate que les nouveaux moteurs installés en 2021 ont apporté une économie de l'ordre de 119 GWh/an. Le recours systématique à des moteurs IE4 aurait permis d'économiser 127 GWh/an de plus. Ce renoncement induit, sur les 10 ans en moyenne de durée de vie des moteurs vendus, une « surconsommation » de 1.3 TWh.

9.3 Autres effets du recours à des moteurs de classe d'efficacité plus élevée

Choisir un moteur de classe d'efficacité plus élevée pose différentes questions. Il apparaît, de discussions avec des fournisseurs, que la majorité des clients sont prêt à payer un peu plus cher pour un moteur d'une classe plus élevée. Cette disposition disparaît largement lorsque le moteur de classe plus élevée implique un délai de livraison plus long. Cette situation est liée au fait que beaucoup d'industriels procèdent aux changements en cas de casse (urgence) et pas de façon planifiée.

On notera également que l'encombrement d'un moteur IE4 par rapport à son pendant IE3 est différent et demander parfois des adaptations mécaniques.

Au niveau environnemental, les classe d'efficacité supérieures impliquent un besoin en matériaux plus élevé (IE3 à IE4). La question de l'impact de cette augmentation a été au cœur d'analyses menées au niveau européen [8]. Les résultats ont montré que chaque kWh économisé côté utilisateur (moteur), permettait de réduire les besoins de production et donc la quantité de matériaux nécessaires à celle-ci de 0.75 kg dont 0.15 kg de métaux. Pour un moteur de 11 kW par exemple, le passage d'un moteur IE3 à cage (alu) à un moteur IE4 à cage (alu) représente une quantité supplémentaire de métaux de 11 kg. Si ce moteur travaille 1750 h/an à pleine charge, les économies atteindront 366 kWh/an et permettront une baisse des besoins moyens en métaux pour la production de 55 kg.

10. Pompes et ventilateurs

10.1 Pompes

10.1.1 Circulateurs

Les circulateurs à rotor noyé sont utilisés pour la circulation de l'eau dans un circuit fermé, essentiellement dans les installations de chauffage, mais aussi pour le refroidissement, etc. Un circulateur à rotor noyé, conformément au Règlement européen sur l'écoconception (CE) n° 641/2009, est désigné comme circulateur dont le rotor est installé directement sur l'arbre du moteur et dont le moteur est immergé dans le fluide à transporter. Une autre distinction est faite entre les pompes indépendantes et les pompes intégrées. Les pompes indépendantes sont vendues séparément et ne font pas partie d'une machine ou d'un système. Les pompes intégrées font partie d'une machine ou d'un système (par exemple, une chaudière, un échangeur de chaleur) qui est acheté complet par l'utilisateur final. Le Règlement européen sur l'écoconception n° 641, applicable aux circulateurs d'une puissance hydraulique comprise entre 1 W et 2 500 W, est en vigueur en Europe depuis 2013 et a été renforcé en 2015. L'exigence minimale ne peut être respectée qu'avec une pompe intégrée hautement efficace, composée d'un convertisseur de fréquence, d'un moteur à aimant permanent (PMM) et d'une roue de pompe. En 2021, 368'367 circulateurs ont été

vendus en Suisse. Presque tous les circulateurs (2021: 99.9%) avaient un indice d'efficacité énergétique (IEE) de ≤ 0.23 .

Tableau 15 Circulateurs vendus selon le type, 2021

Circulateurs vendus en 2021	
Type	Nombre
indépendant	164011
intégré	204356
Total	368367

Tableau 16: Circulateur vendus selon l'indice d'efficacité énergétique, 2021

Circulateurs vendus en 2021		
indice d'efficacité énergétique	Nombre	Part
EEI > 0.23	302	0,1%
EEI \leq 0.23	368065	99,9%
Total	368367	100,0%

10.1.2 Pompes centrifuges (pompes à eau)

Les typologies selon Règlement européen sur l'écoconception n° 547/2012 et également utilisée dans l'annexe 2.9 de l'OEEE est peu utilisé par les fabricants et les données d'une fiabilité limitée. Dans cette étude, les pompes à eau sont considérées dans leur ensemble. Ces pompes à eau Inline sont utilisées pour les différentes applications de transport de liquides, mais d'abord pour de l'eau propre. Pour ce faire, on trouve des pompes axiales, multi-étagées, mais aussi des pompes submersibles. Le tableau ci-dessous présente les chiffres de vente selon les catégories de puissance.

Tableau 17: Pompes centrifuges vendues en 2021

Pompes centrifuges vendues en 2021		
Puissance nominale [kW]	Nombre	Part
< 0.75	31749	65%
> 7.5 - 37	15484	32%
> 37	1311	3%
Total	48545	100%

En 2021, 48'545 pompes à eau ont été vendues en Suisse. Parmi celles-ci, 65% étaient inférieures à 0.75 kW, 32% entre 7.5 kW et 37 kW et 3% supérieures à 37 kW.

Pour ce qui est du taux de pompes vendues qui ont satisfait aux exigences minimales du Règlement européen sur l'écoconception n° 547/2012 et de l'annexe 2.9 de l'OEEE (MEI de ≥ 0.4), on remarque ci-dessous qu'il s'approche de l'unité.

Tableau 18: Part des pompes à eau respectant les exigences minimale d'efficacité 2019.

Degré de conformité aux exigences minimales des pompes à eau	Puissance nominale [kW]		
	< 7.5	> 7.5 - 37	> 37
Nombre total de pompes	31749	15484	1311
Degré individuel de conformité	99,5%	99,7%	99,8%
Degré moyen de conformité	99,7%		

10.2 Ventilateurs

La typologie des ventilateurs intégrés dans cette étude comprend 6 types distincts (Règlement européen sur l'écoconception n° 327/2011) :

- Ventilateur axial
- Ventilateur radial avec aubes inclinées vers l'avant et ventilateur radial avec aubes radiales
- Ventilateur radial avec aubes inclinées vers l'arrière sans boîtier
- Ventilateur radial avec aubes inclinées vers l'arrière avec boîtier
- Ventilateur diagonal
- Ventilateur tangentiel

Les données de vente selon la puissance et le type sont les suivantes :

Tableau 19: Ventilateurs vendus selon la taille, 2021

Ventilateurs vendus en 2021		
Puissance nominale [kW]	Nombre	Part
	81179	76,6%
	23558	22,2%
	1190	1,1%
	105927	100,0%

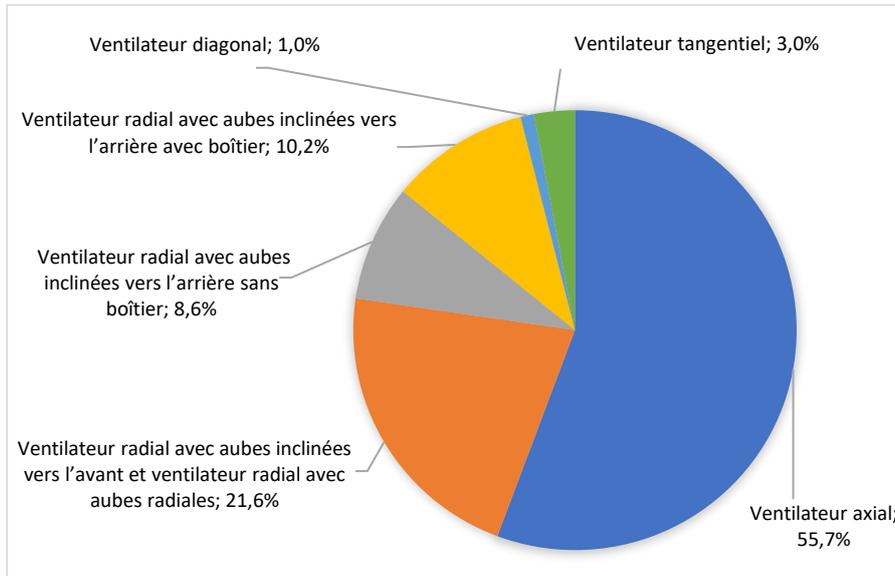
En Suisse, 105'927 ventilateurs ont été vendus. On constate que les petits ventilateurs de moins de 750W représentent 76% du marché, les machines de tailles moyenne 22% et les gros ventilateurs dépassant 37 kW à peine plus de 1%.

Tableau 20: Ventilateurs vendus selon le type, 2021

Ventilateurs vendus en 2021		
Type de ventilateur	Nombre	Part
Ventilateur axial	58995	55,7%
Ventilateur radial avec aubes inclinées vers l'avant et ventilateur radial avec aubes radiales	22896	21,6%
Ventilateur radial avec aubes inclinées vers l'arrière sans boîtier	9063	8,6%
Ventilateur radial avec aubes inclinées vers l'arrière avec boîtier	10783	10,2%
Ventilateur diagonal	1042	1,0%
Ventilateur tangentiel	3146	3,0%
	105927	100,0%

Les ventilateurs axiaux sont de loin les plus vendus avec 55.7% du marché. Les ventilateurs radiaux avec aubes inclinées vers l'avant et les ventilateurs radiaux avec aubes radiales atteignent 21.6%. Pour les ventilateurs radiaux avec aubes inclinées vers l'arrière sans et avec boîtiers, les ventes sont respectivement de 8.6% et 10.2%. Les deux dernières catégories diagonaux et tangentiels représentent une part congrue avec 1% et 3% du marché.

Fig. 15 Ventilateurs vendus selon le type, 2021



11. Observations et conclusions

Cette étude de marché est menée pour la cinquième fois en Suisse. Comme mentionné, la présente étude repose sur des bases différentes en termes d'échantillon et de méthodologie. Cela rend la comparaison avec les années passées peu appropriée et nous y avons, sauf pour quelques points, renoncé.

Il n'en demeure pas moins qu'en regard de ce qui est attendu en année normale, les résultats de l'année 2021, montrent des résultats qui interpellent. La vente de moteur IE2 dans une proportion plus élevée que les années d'avant (selon indications de fournisseurs) ou la part de moteurs 2 pôles dépassant celle des moteurs 4 pôles en sont des exemples.

Cette année 2021 a donc été inhabituelle du fait de la période post COVID présentant un déséquilibre entre l'offre et la demande et cette dernière qui a dû s'adapter. Le changement de règlement vers une interdiction de vente programmée des moteurs de classe IE2 a conduit la forte augmentation de ceux-ci dans les chiffres de vente.

Les données associées à cette année particulière ne sont donc pas représentatif de la tendance de fond mais donnent une bonne image de l'effet des circonstances particulières rencontrées et citées ci-dessus. On notera que les résultats montrent peu de différence entre les moteurs concerné par l'OEEE et les autres. L'influence de cette dernière sur la répartition des ventes entre classe d'efficacité n'est donc pas manifeste.

En termes de consommation, on observe que si les petits moteurs 0.12 à 0.75 kW représentent plus de la moitié des ventes, leur contribution à la consommation est très faible (2.5 %), ce qui montre que l'introduction d'exigences plus sévères n'aurait que peu d'effet sur la consommation globale des moteurs. A l'autre extrémité de l'échelle des tailles, les moteurs de plus de 375 kW ne représente que 0.1% des ventes mais ils comptent pour 10% de la consommation. Des mesures y auraient donc plus d'impact. En termes de recours à des moteurs de classe plus élevées, les résultats montrent que, dans pratiquement tous les cas, il vaut la peine économiquement de choisir le moteur de la plus haute classe d'efficacité possible, le surcoût étant rapidement amorti. En termes écologiques, l'augmentation de la quantité de matériaux, inhérents aux classes plus élevées, est largement compensé par les économies d'énergie qui permettent à leur tour une baisse du besoin en matériaux du côté de la production d'électricité.

Nous avons également estimé, sur la base de quelques hypothèses, quelles économies apportaient le panel de moteurs vendus en 2021. La valeur obtenue est de 120 GWh/an. Nous avons effectué un parallèle les gains supplémentaires qu'aurait apporté un recours systématique à des moteurs de la classe IE4. Il en ressort que les économies auraient été deux fois plus élevées. Sachant que l'effet énergétique négatif

des moteurs de classe inférieure perdureront sur une dizaine d'années, on de ces valeurs que pousser à l'achat des classes les plus élevées se justifie.

Au regard des résultats particuliers de l'années 2021, il sera intéressant de pouvoir considérer dans une étude associée à une année plus « normale » l'évolution des tendances. On notera que des retours des distributeurs les années suivantes ont été marquées pour une très forte augmentation des prix de l'électricité puis la baisse de ces derniers.

Bibliographie

- [1] S.A.F.E. / J. Nipkow 2013
- [2] EnergieSchweiz, Stromverbrauch für Beleuchtung in der Schweiz 2012 bis 2021
- [3] BFE, schweizerische Elektrizitätsstatistik 2022
- [4] 9607-Zeitreihe_Elektrowärmepumpen_in_der_Schweiz
- [5] 5465-Zeitreihe_Endverbrauch_Schweiz_nach_Verbrauchergruppen
- [6] 8059-805.160 ECH_Bro_Elektroheizung_A5_F_WEB
- [7] D_MR_Topmotors_Market_Report_2020.pdf
- [8] F. Nuno, B. DeWatcher : The environmental Impact of every MWh of electricity over the next 20 years in The EU – Its relevance for motor MEPS, eemods'24