

# Conversion d'énergie

Moteur à courant continu  
à aimants permanents

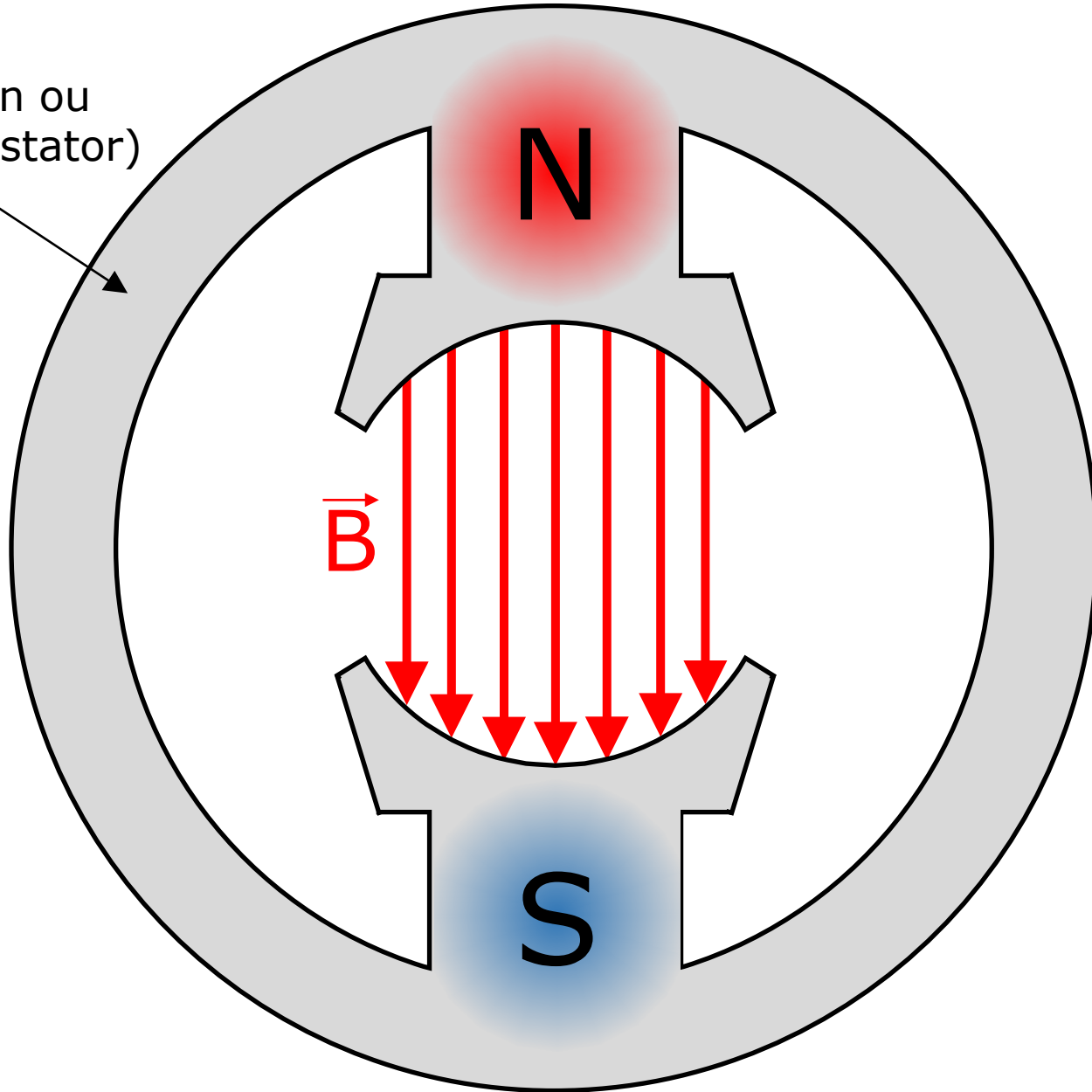
André Hodder

# Sommaire

- Principe de fonctionnement
- Equation de tension, tension induite de mouvement et schéma équivalent
- Bilan de puissance et couple électromagnétique
- Moteur à courant continu à aimants permanents
- Démarrage

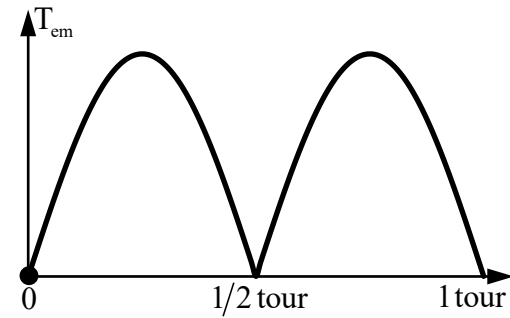
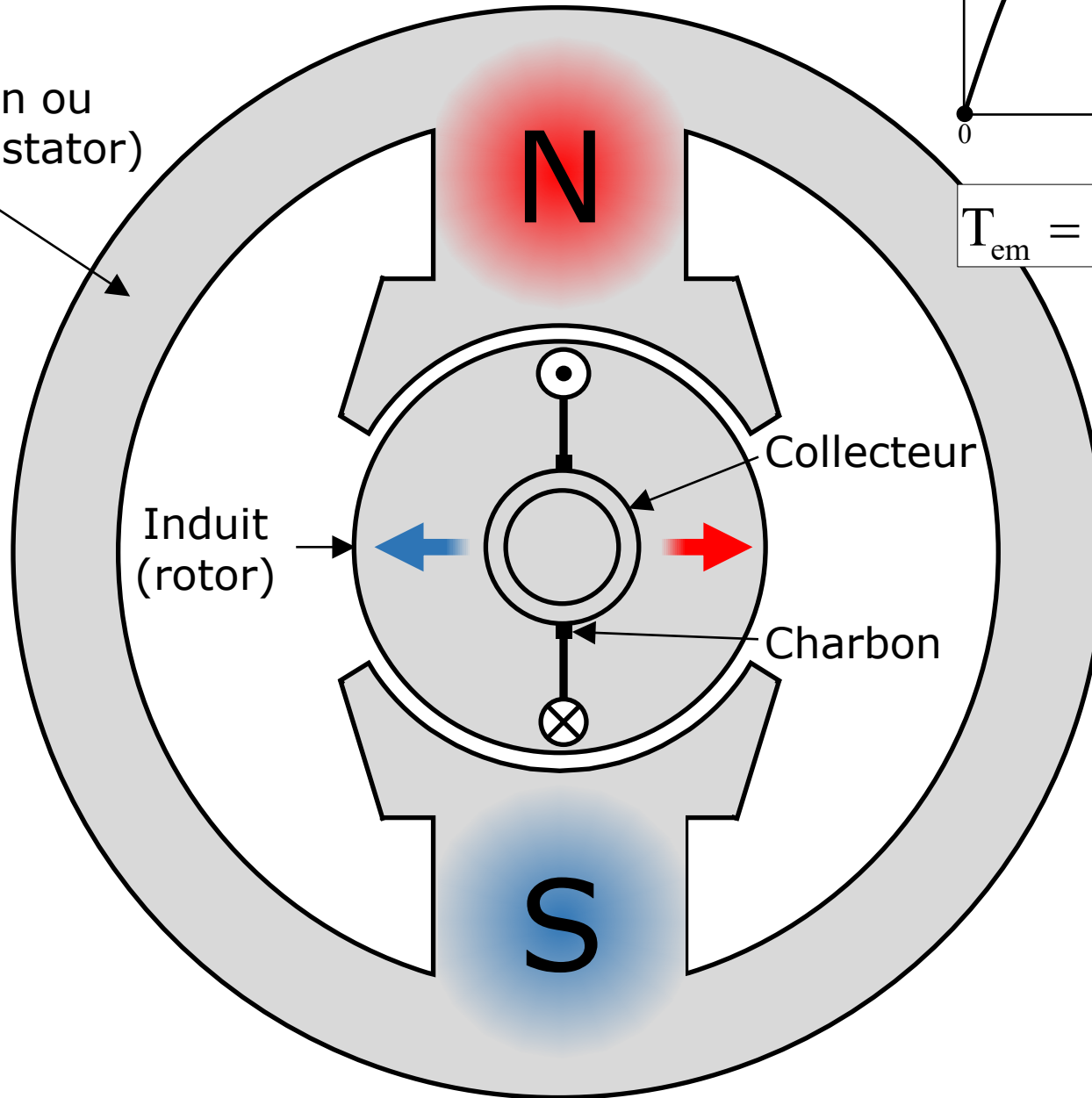
# Principe de fonctionnement

Excitation ou inducteur (stator)



# Principe de fonctionnement

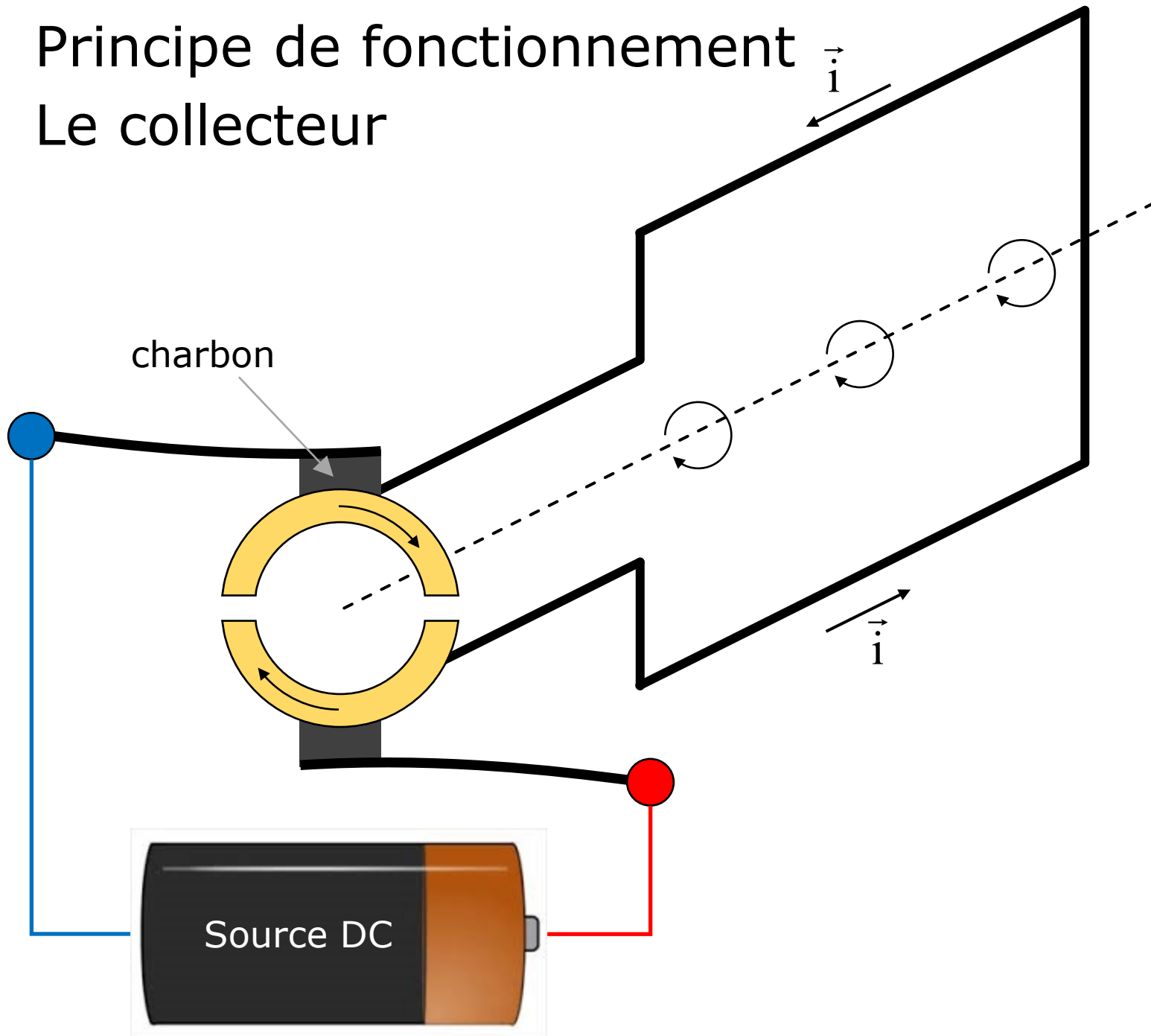
Excitation ou inducteur (stator)



$$T_{em} = k \hat{B}_s \hat{B}_r p \sin \delta$$

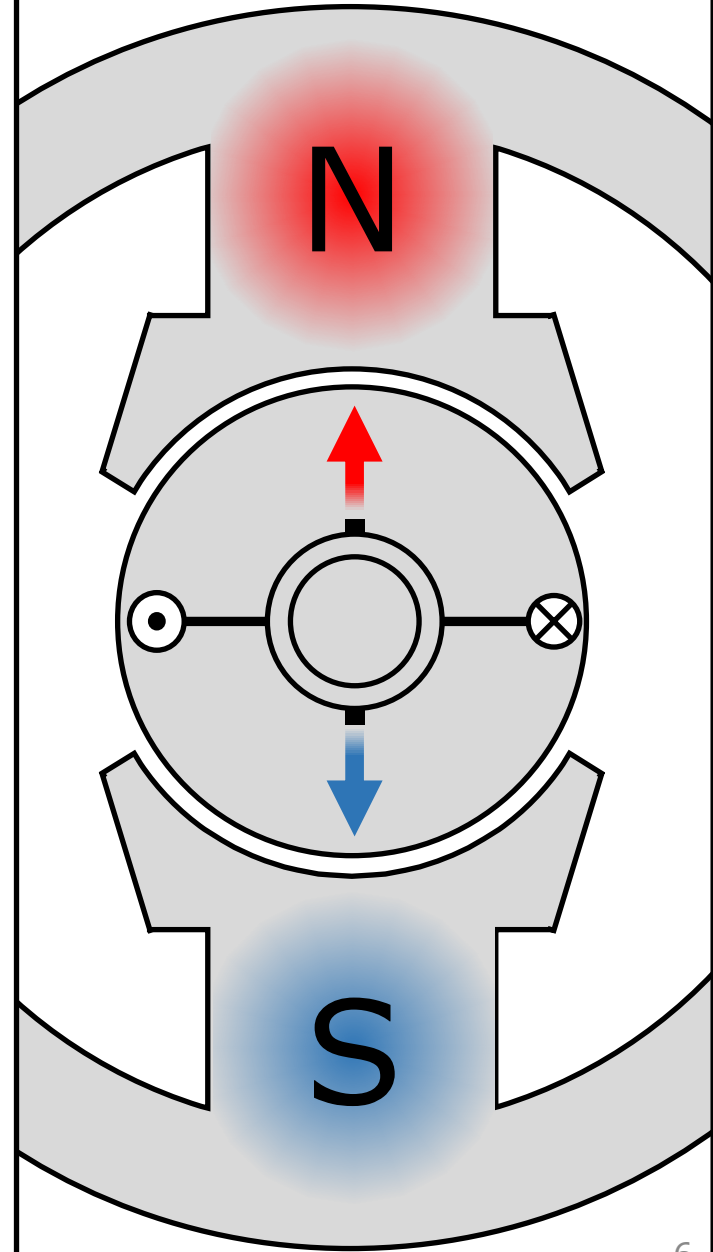
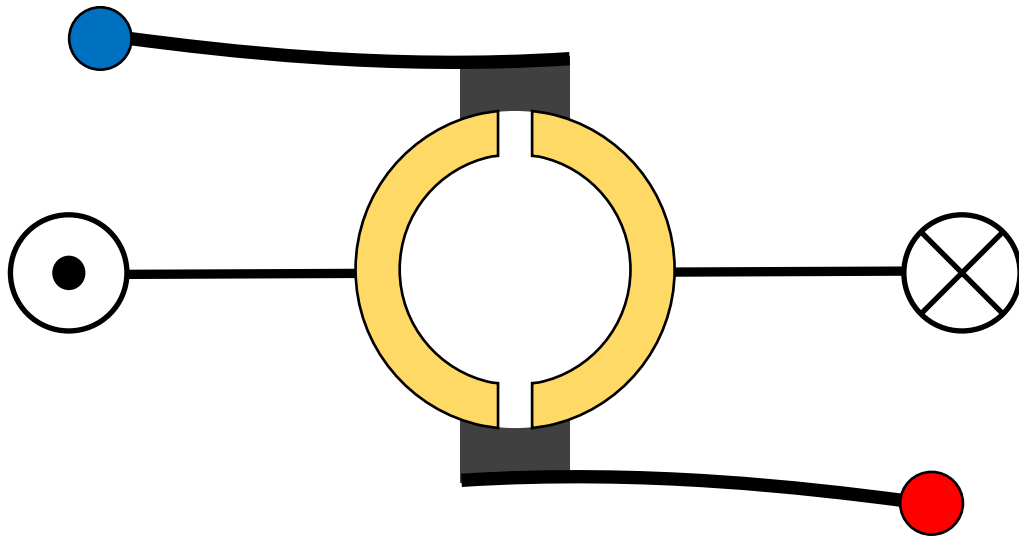
# Principe de fonctionnement

## Le collecteur



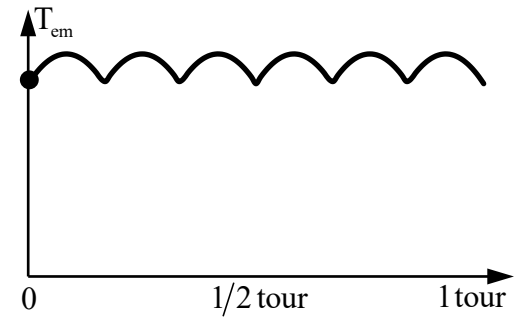
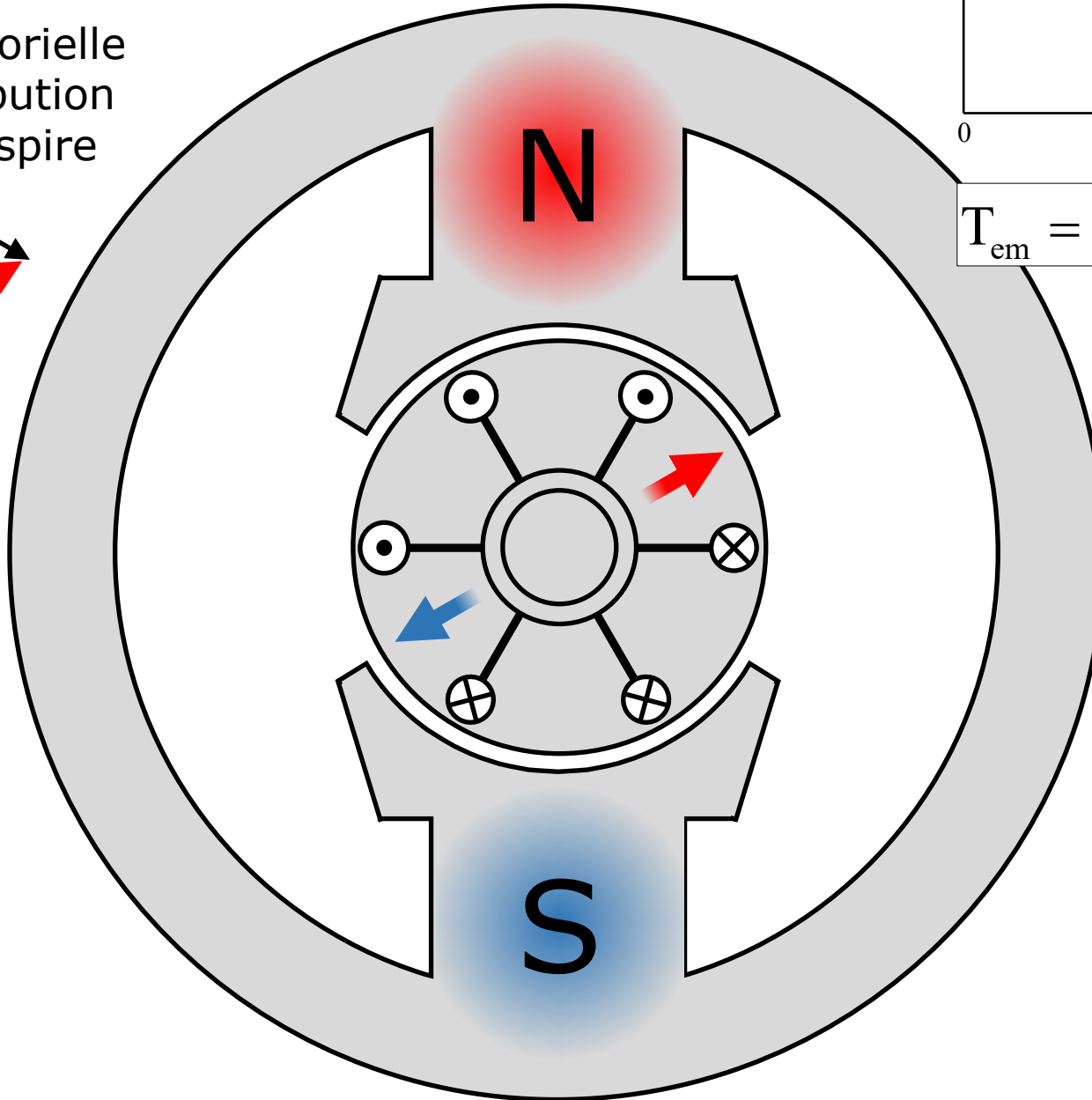
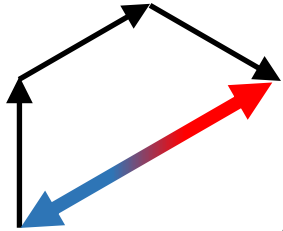
# Principe de fonctionnement

## Le collecteur



# Principe de fonctionnement

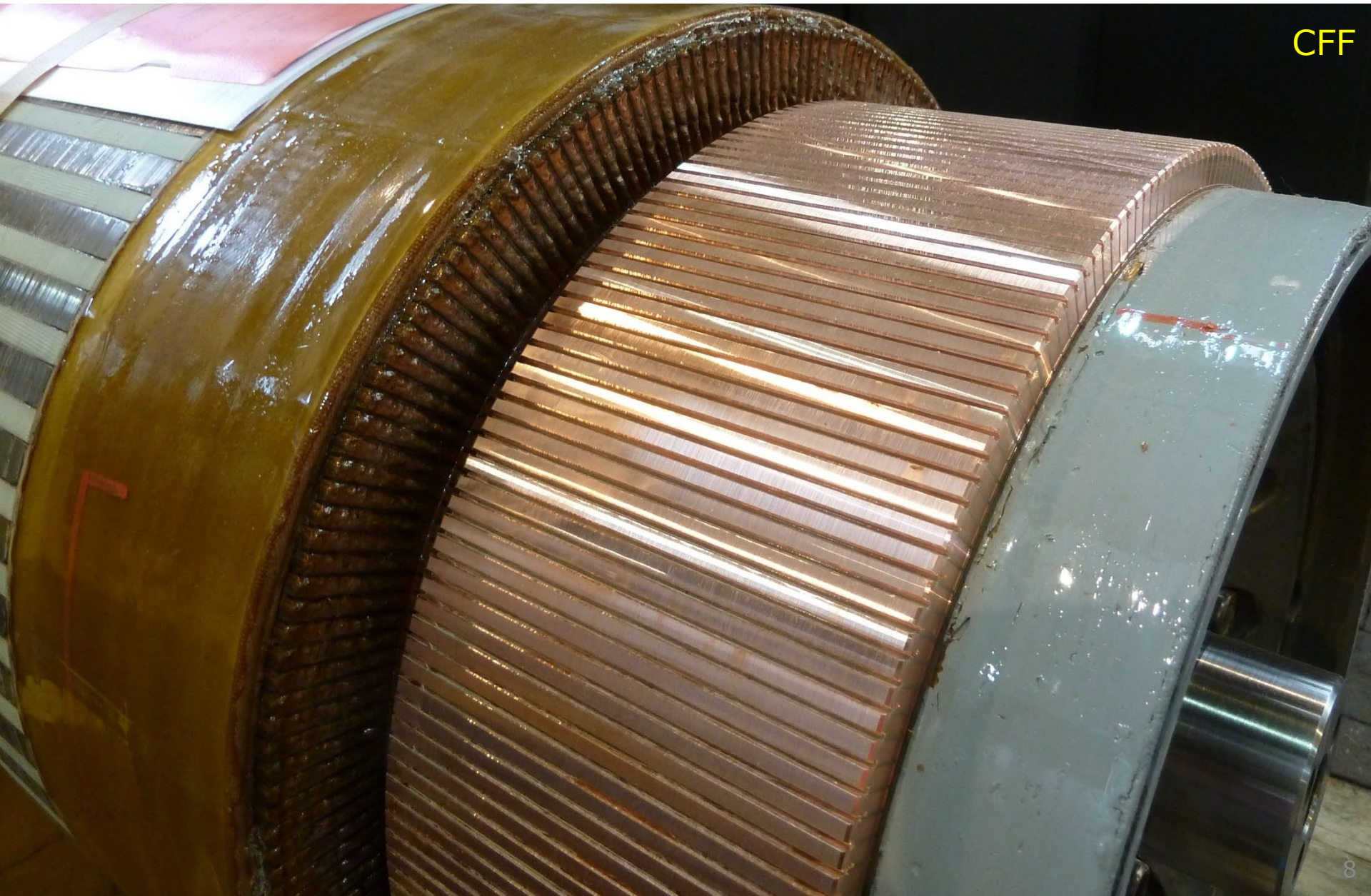
Somme vectorielle  
de la contribution  
de chaque spire



$$T_{em} = k \hat{B}_s \hat{B}_r p \sin \delta$$



# Le collecteur

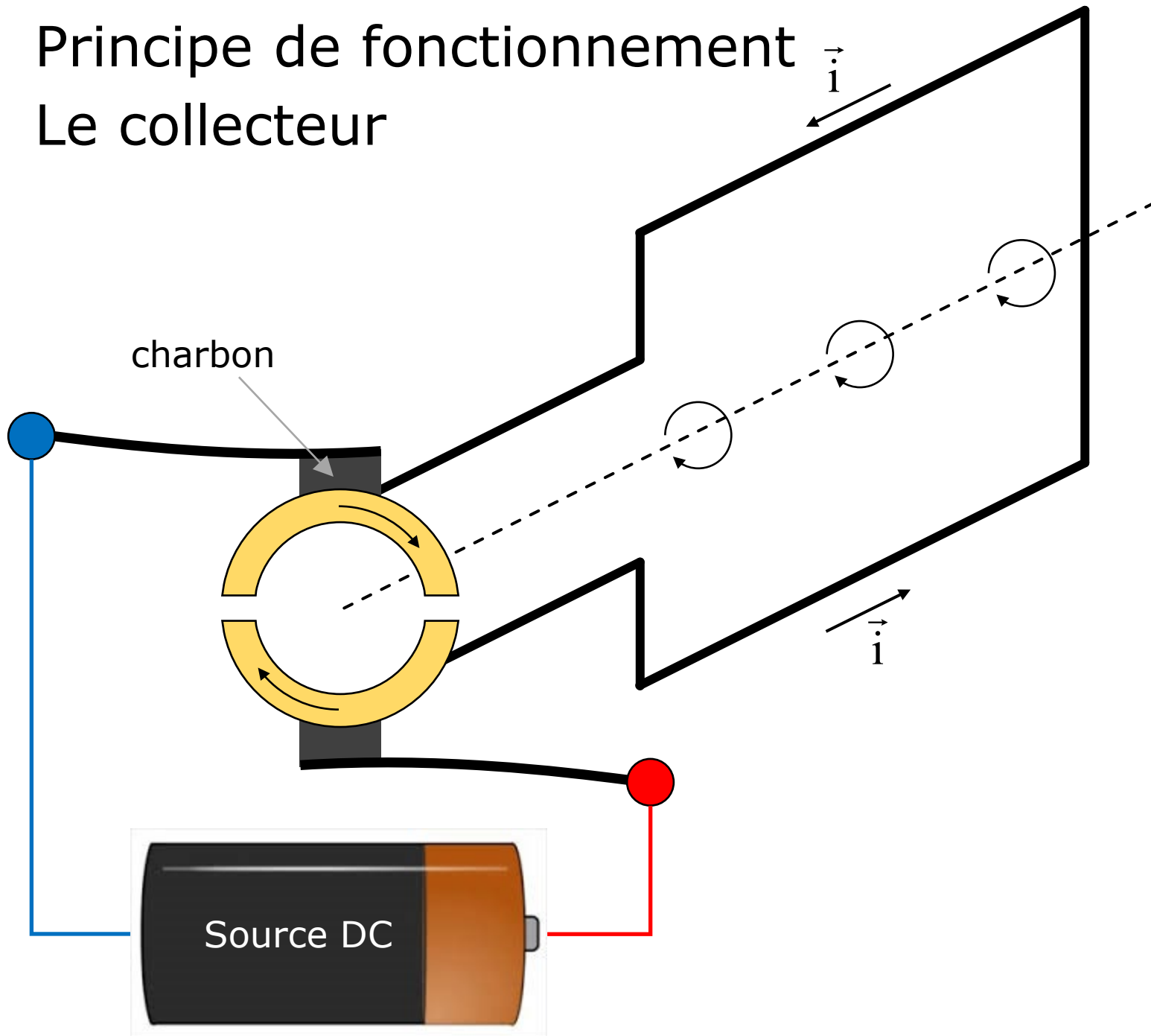


CFF

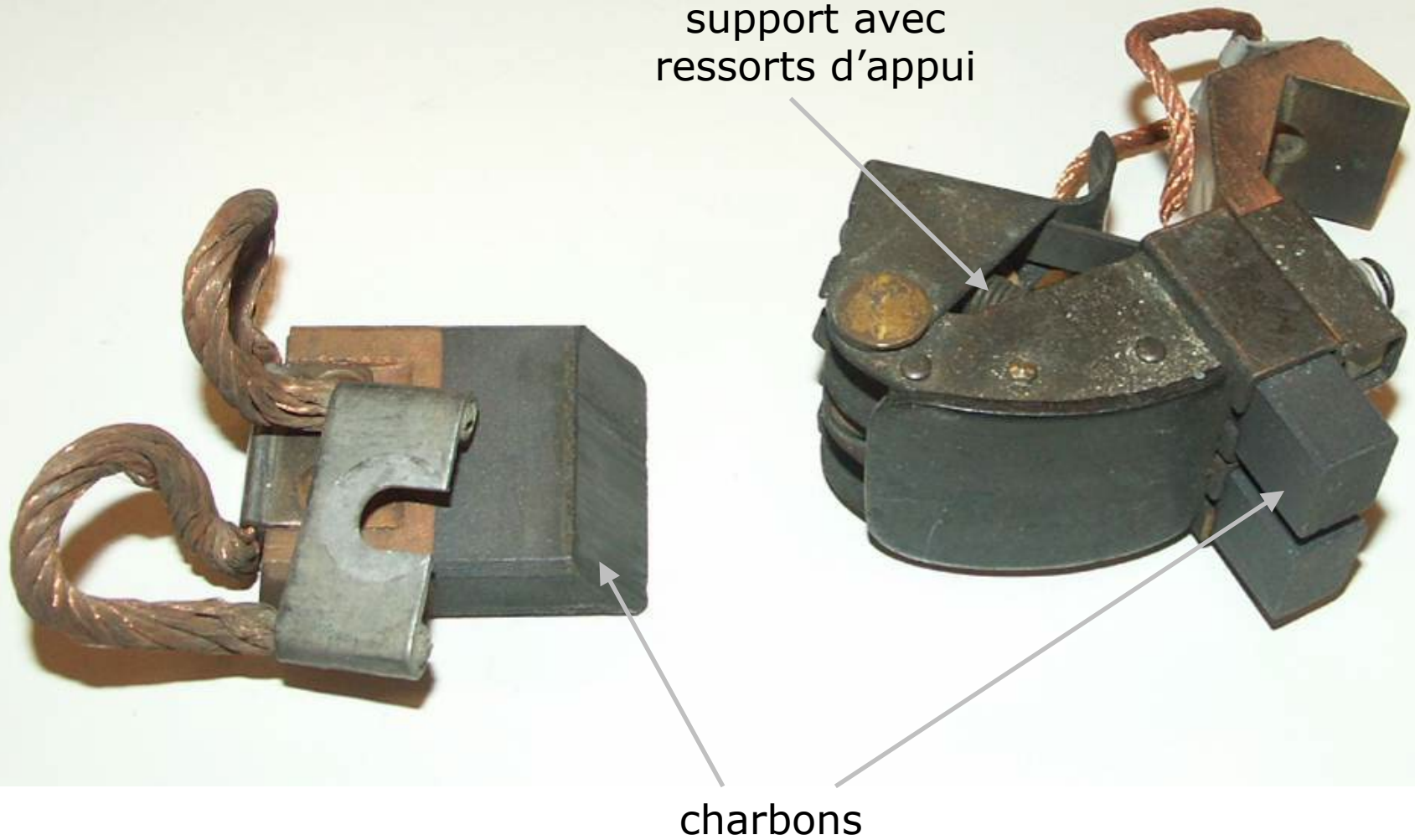


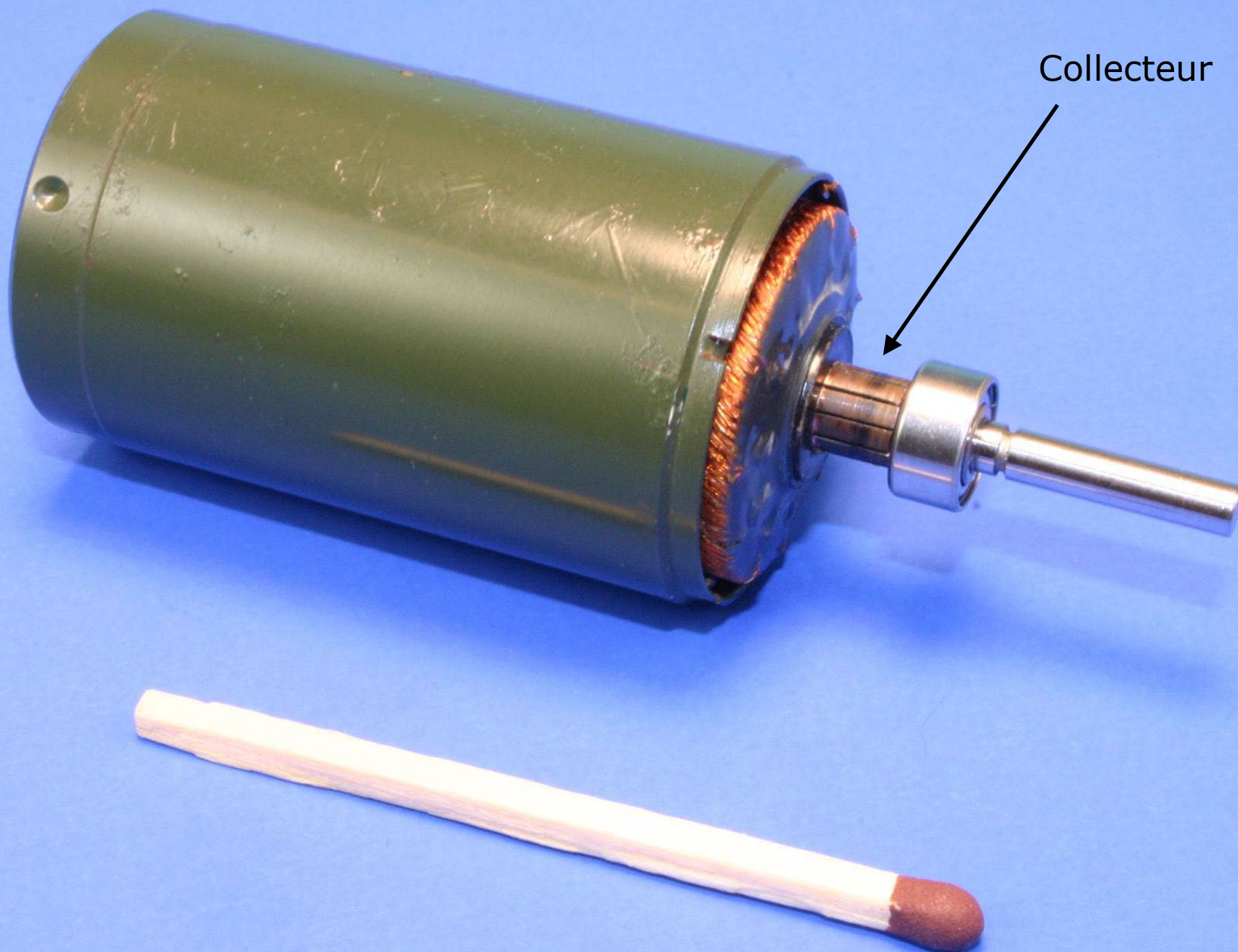
# Principe de fonctionnement

## Le collecteur



# Les charbons





Collecteur

# Sommaire

- Principe de fonctionnement
- Equation de tension, tension induite de mouvement et schéma équivalent
- Bilan de puissance et couple électromagnétique
- Moteur à courant continu à aimants permanents
- Démarrage

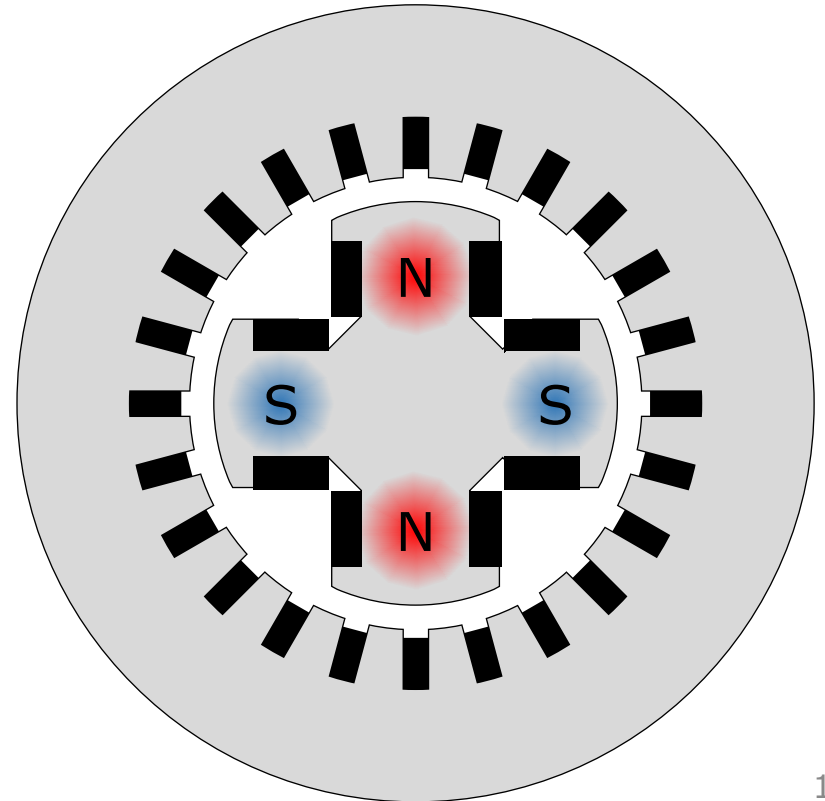
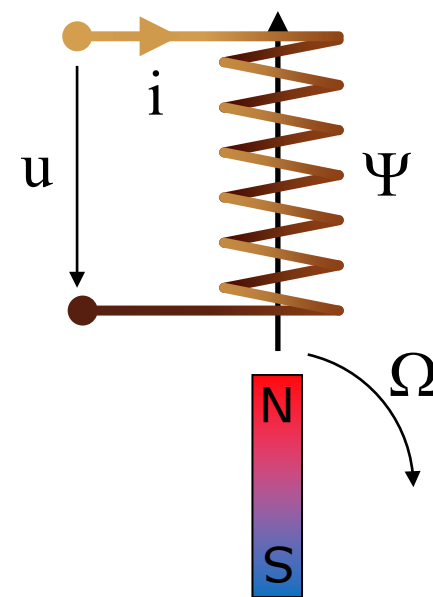
# Tension induite généralisée

$$u = R i + \frac{d\Psi}{dt}$$

$$u = R i + \underbrace{L \frac{di}{dt}}_{\text{Tension induite de transformation}} + \underbrace{k_{\phi} \Omega}_{\text{Tension induite de mouvement}}$$

Tension induite de transformation

Tension induite de mouvement





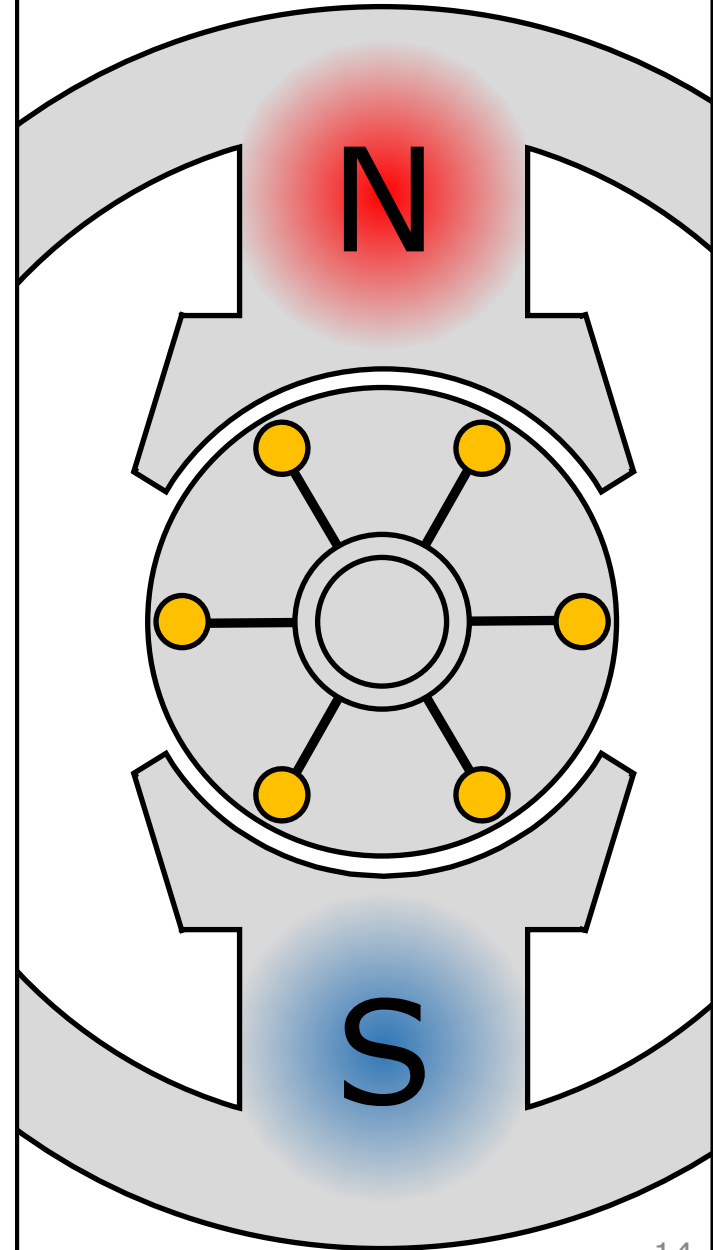
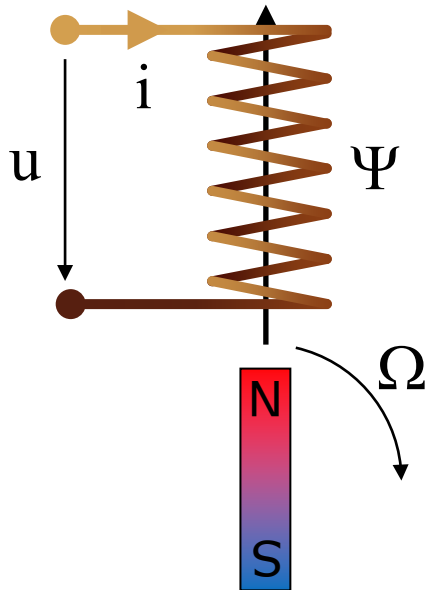
# Tension induite généralisée

$$u = R i + \frac{d\Psi}{dt}$$

$$u = R i + L \frac{di}{dt} + k_{\phi} \Omega$$

Tension induite de transformation

Tension induite de mouvement



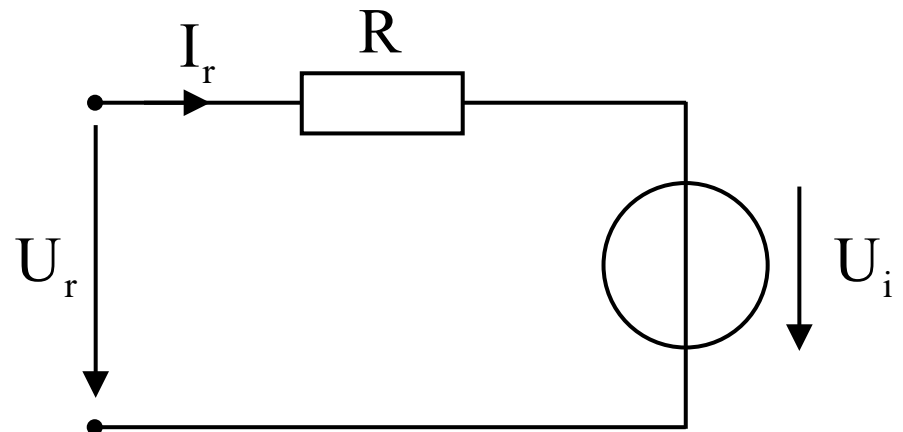
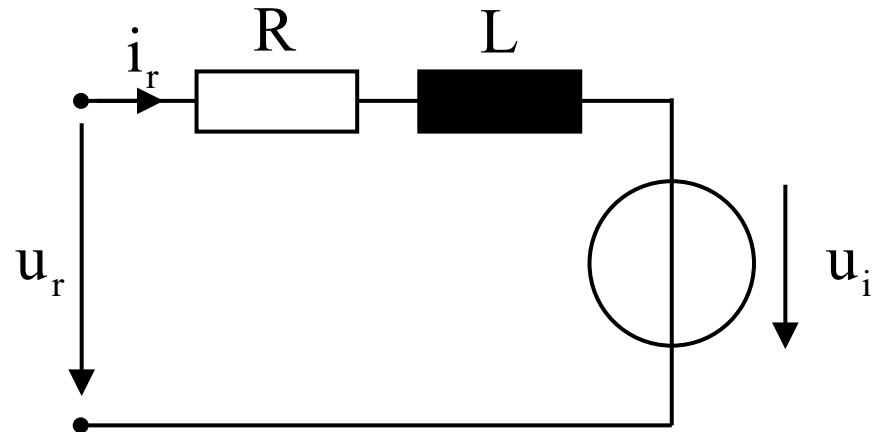
# Equation de tension et schéma équivalent

$$u_r = R_r i_r + \frac{d\Psi}{dt}$$

$$\frac{d\Psi}{dt} = L_r \frac{di_r}{dt} + u_i$$

$$u_r = R_r i_r + L_r \frac{di_r}{dt} + u_i$$

$\xrightarrow{\text{régime permanent}}$   $U_r = R_r I_r + U_i$





# Tension induite de mouvement

$$u_i = \frac{d\Psi}{dt} = N \frac{d\Phi}{dt} \quad \text{avec} \quad \Phi = \sum \hat{\Phi}_v \sin \omega_v t$$

$$U_{i\sim} = \frac{1}{\sqrt{2}} N \omega \hat{\Phi} = \sqrt{2} \pi N f \hat{\Phi}$$

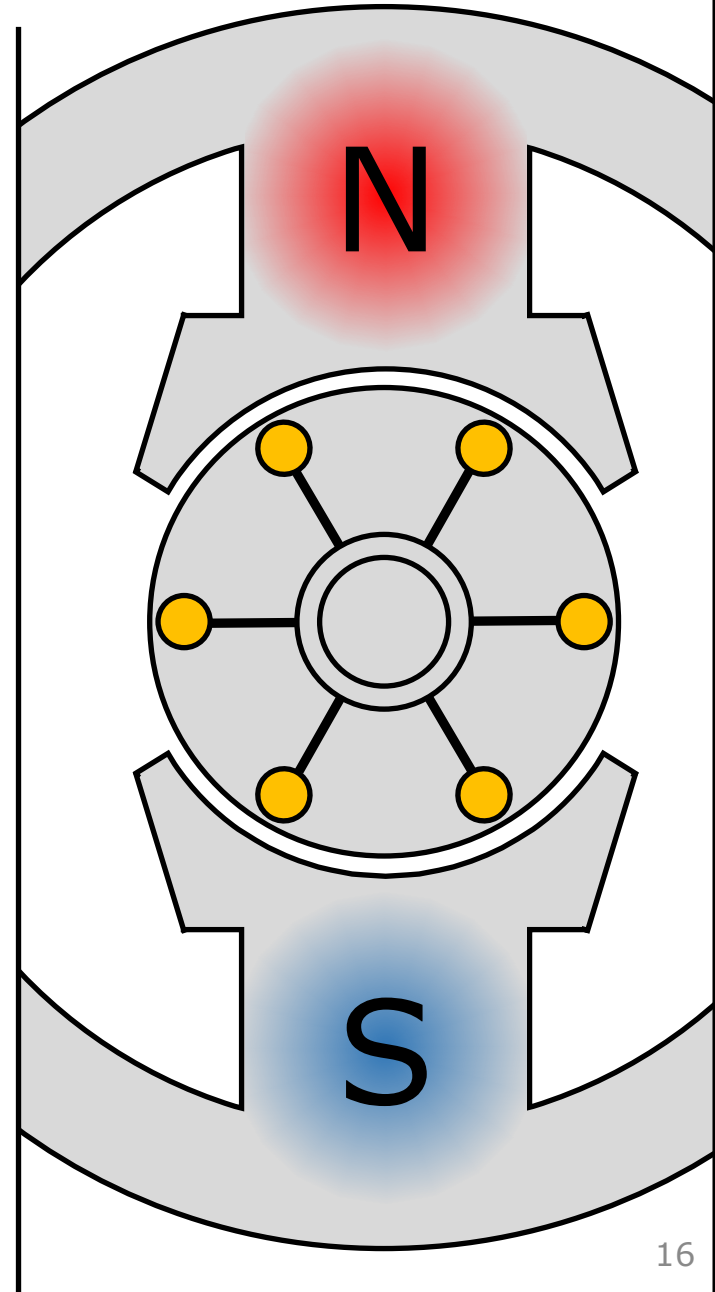
$$U_{i=} = \sqrt{2} U_{i\sim} = \sqrt{2} \sqrt{2} \pi N f \hat{\Phi} = 2\pi N f \hat{\Phi}$$

$$\Omega = \frac{2\pi f}{p} [\text{rad} / \text{s}]$$

$$U_i = 2\pi N \frac{\Omega p}{2\pi} \hat{\Phi} = N \Omega p \hat{\Phi}$$

$$\longrightarrow \boxed{U_i = k_\Phi \Omega}$$

la tension induite est  
proportionnelle à la  
vitesse de rotation



# Equation de tension et schéma équivalent

$$u_r = R_r i_r + \frac{d\Psi}{dt}$$

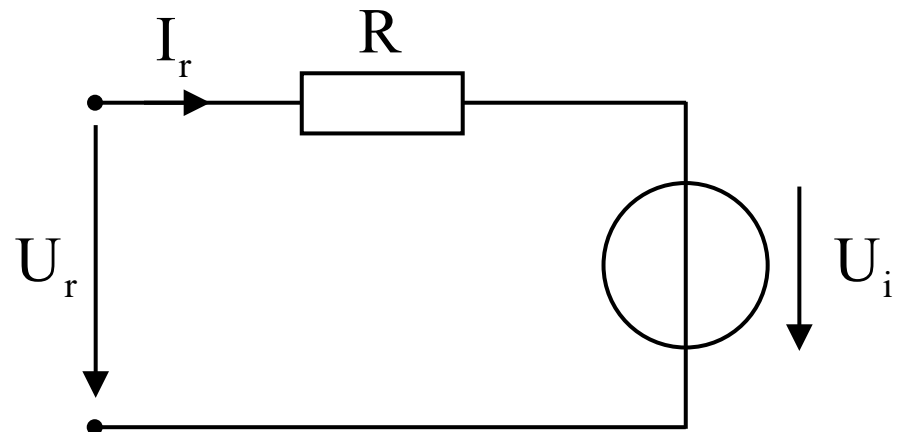
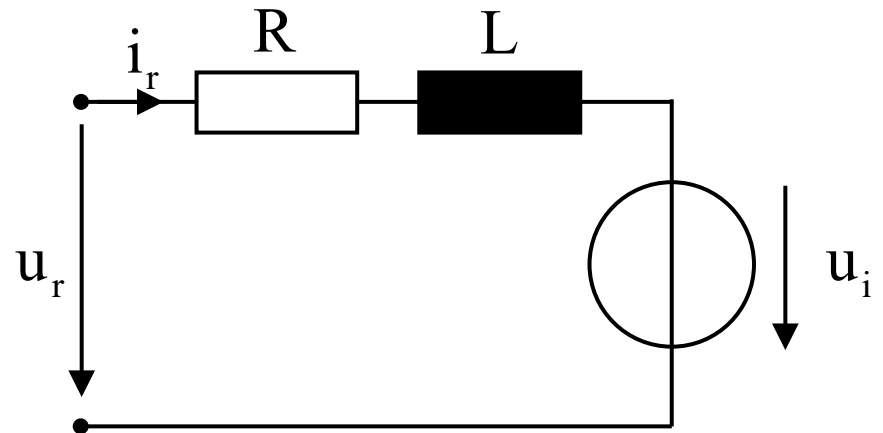
$$\frac{d\Psi}{dt} = L_r \frac{di_r}{dt} + u_i$$

$$u_r = R_r i_r + L_r \frac{di_r}{dt} + u_i$$

régime  
permanent  $\rightarrow U_r = R_r I_r + U_i$

$$U_i = k_\Phi \Omega$$

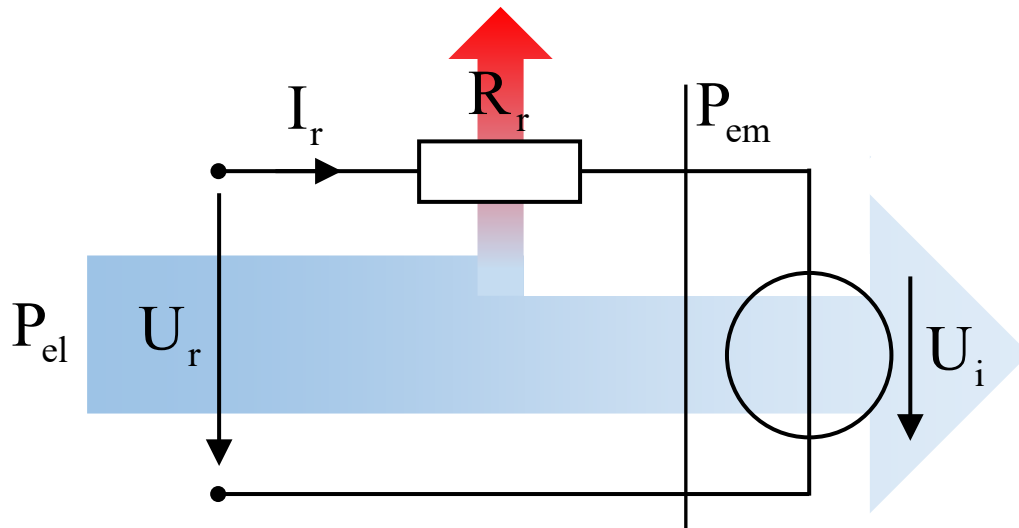
$$U_r = R_r I_r + k_\Phi \Omega$$



# Sommaire

- Principe de fonctionnement
- Equation de tension, tension induite de mouvement et schéma équivalent
- Bilan de puissance et couple électromagnétique
- Moteur à courant continu à aimants permanents
- Démarrage

# Bilan de puissance



$$P_{el} = P_j + P_{em}$$

$$P_{el} = U_r I_r$$

$$P_j = R_r I_r^2$$

$$P_{em} = U_i I_r$$

## Couple électromagnétique

$$P_{mec} = T_{em} \Omega = U_i I_r$$

$$T_{em} = \frac{P_{mec}}{\Omega} = \frac{U_i I_r}{\Omega} = \frac{k_\Phi \Omega I_r}{\Omega}$$



$$T_{em} = k_\Phi I_r$$

le couple est  
proportionnel  
au courant  $I_r$

# Sommaire

- Principe de fonctionnement
- Equation de tension, tension induite de mouvement et schéma équivalent
- Bilan de puissance et couple électromagnétique
- Moteur à courant continu à aimants permanents
- Démarrage

# Moteur à aimants permanents

$$U = R I + U_i$$

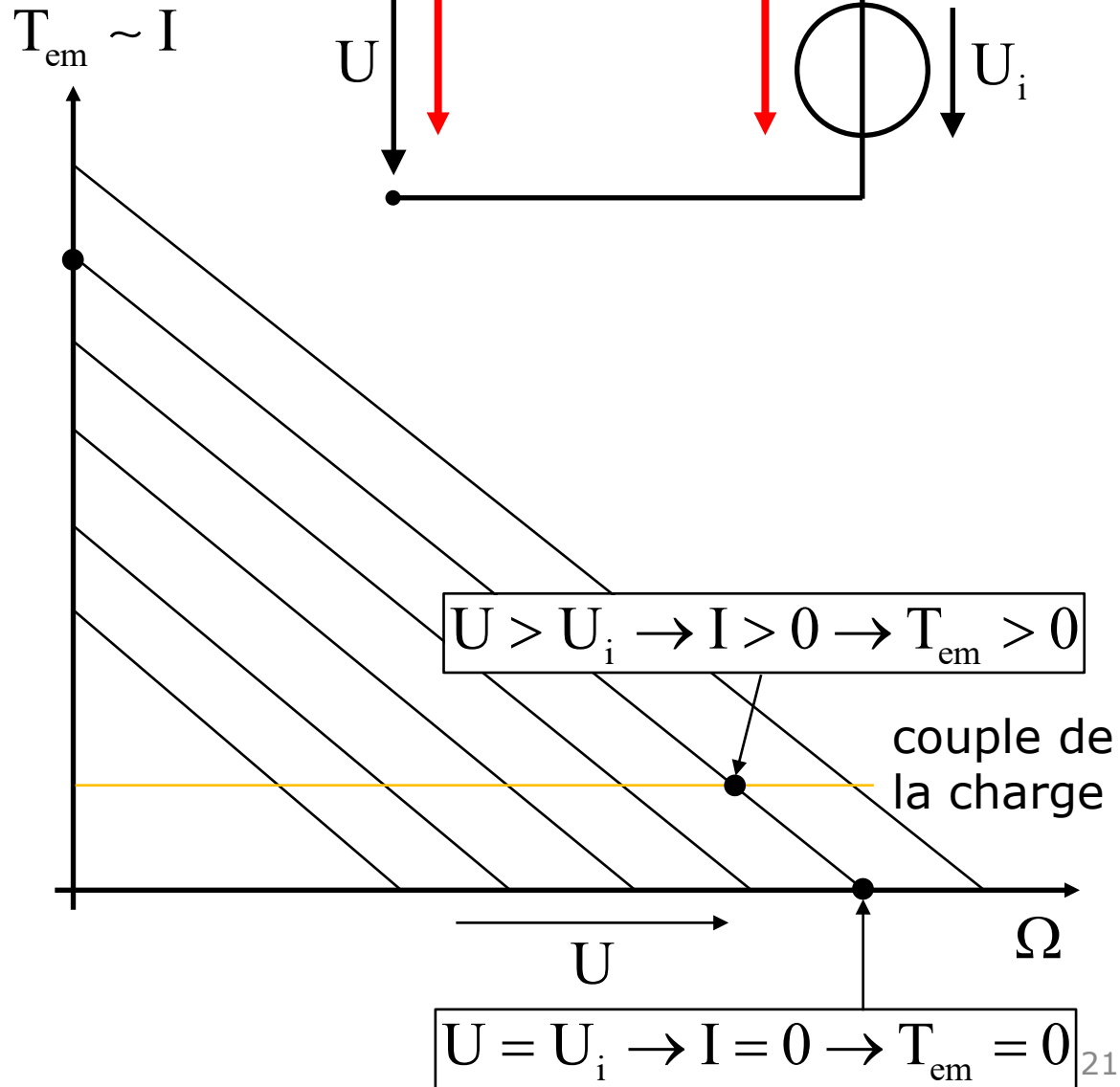
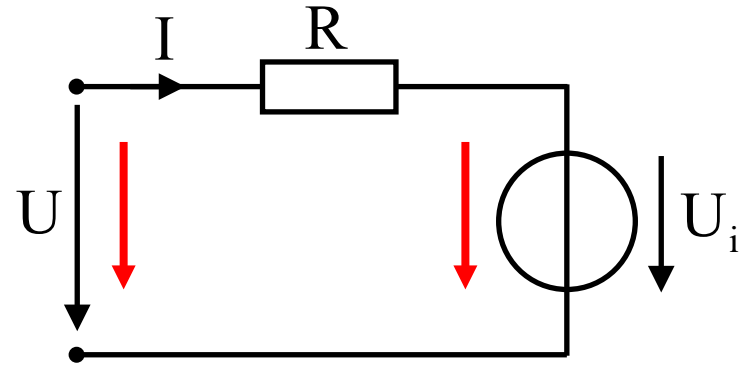
$$U_i = k_\Phi \Omega$$

$$T_{em} = k_\Phi I$$

$$U = R I + k_\Phi \Omega$$

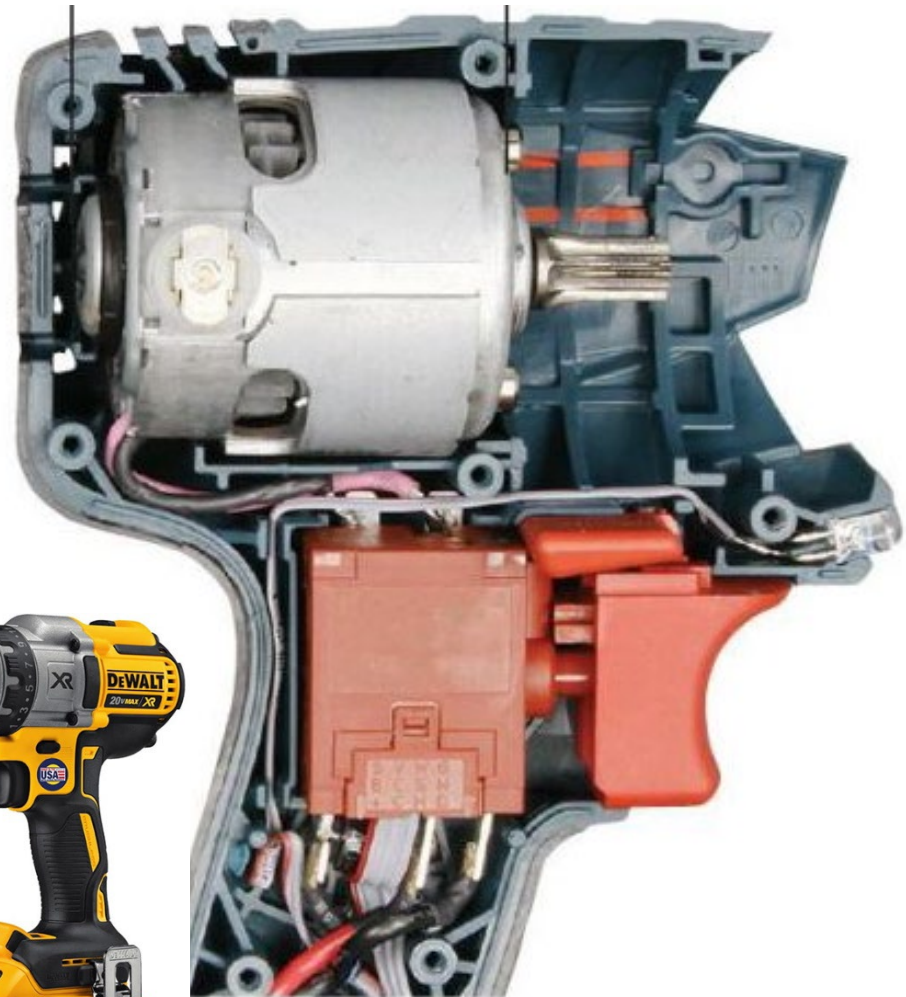
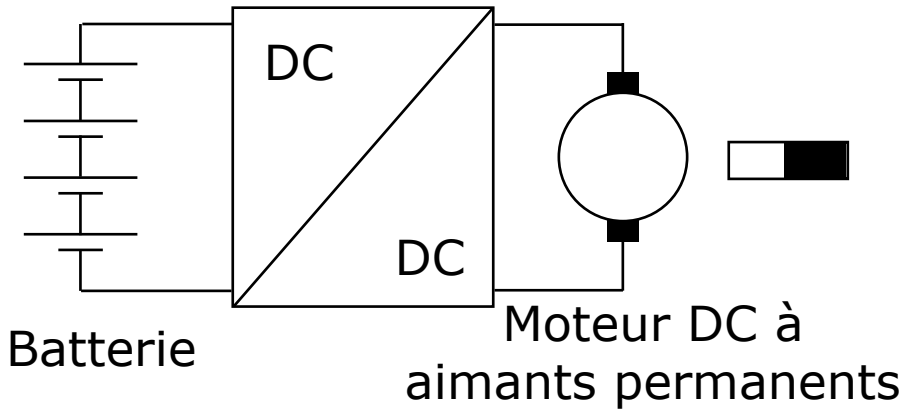
$$I = \frac{U - k_\Phi \Omega}{R} = \frac{T_{em}}{k_\Phi}$$

$$T_{em} = k_\Phi \frac{U - k_\Phi \Omega}{R}$$



# Alimentation à tension variable

## Convertisseur DC/DC



## Moteurs DC avec balais

Les moteurs DC maxon sont des moteurs à courant continu d'excellente qualité équipés d'aimants permanents puissants. Le «cœur» du moteur est constitué par son rotor sans fer, qui fait l'objet d'un brevet international. Il s'agit d'une technologie de pointe au service d'entraînements de dimension réduite, aux performances élevées et de faible inertie. Grâce à un moment d'inertie de masse réduit, les moteurs DC disposent d'une excellente accélération. Les gammes modulaires A-max et RE-max présentent d'innombrables options et des performances exceptionnelles à un prix attractif.



### Gamme DCX

Configurez les tailles d'un Ø de 6 à 35 mm. Choisissez entre balais graphite ou métal précieux, roulements à billes ou paliers lisses frittés et bien plus encore.

Pour les détails et les spécifications du produit:

[Online Shop](#)



### Gamma DC-max

Configurez les modèles de Ø 16 et 22 mm. Choisissez des balais en métal précieux ou en graphite, des roulements à billes ou des paliers frittés et bien d'autres composants.

Pour les détails et les spécifications du produit:

[Online Shop](#)

Source : [toolguyd.com/dewalt-brushless-impact-driver-dcf886/](http://toolguyd.com/dewalt-brushless-impact-driver-dcf886/) et [toolguyd.com/dewalt-cordless-drills-uwo-torque/](http://toolguyd.com/dewalt-cordless-drills-uwo-torque/)  
[www.toolsofthetrade.net/power-tools/cordless-tools/brushing-up-on-brushless\\_o](http://www.toolsofthetrade.net/power-tools/cordless-tools/brushing-up-on-brushless_o)



# Sommaire

- Principe de fonctionnement
- Equation de tension, tension induite de mouvement et schéma équivalent
- Bilan de puissance et couple électromagnétique
- Moteur à courant continu à aimants permanents
- Démarrage

# Exemple pour le moteur à aimants permanents

$$U = R I + U_i$$

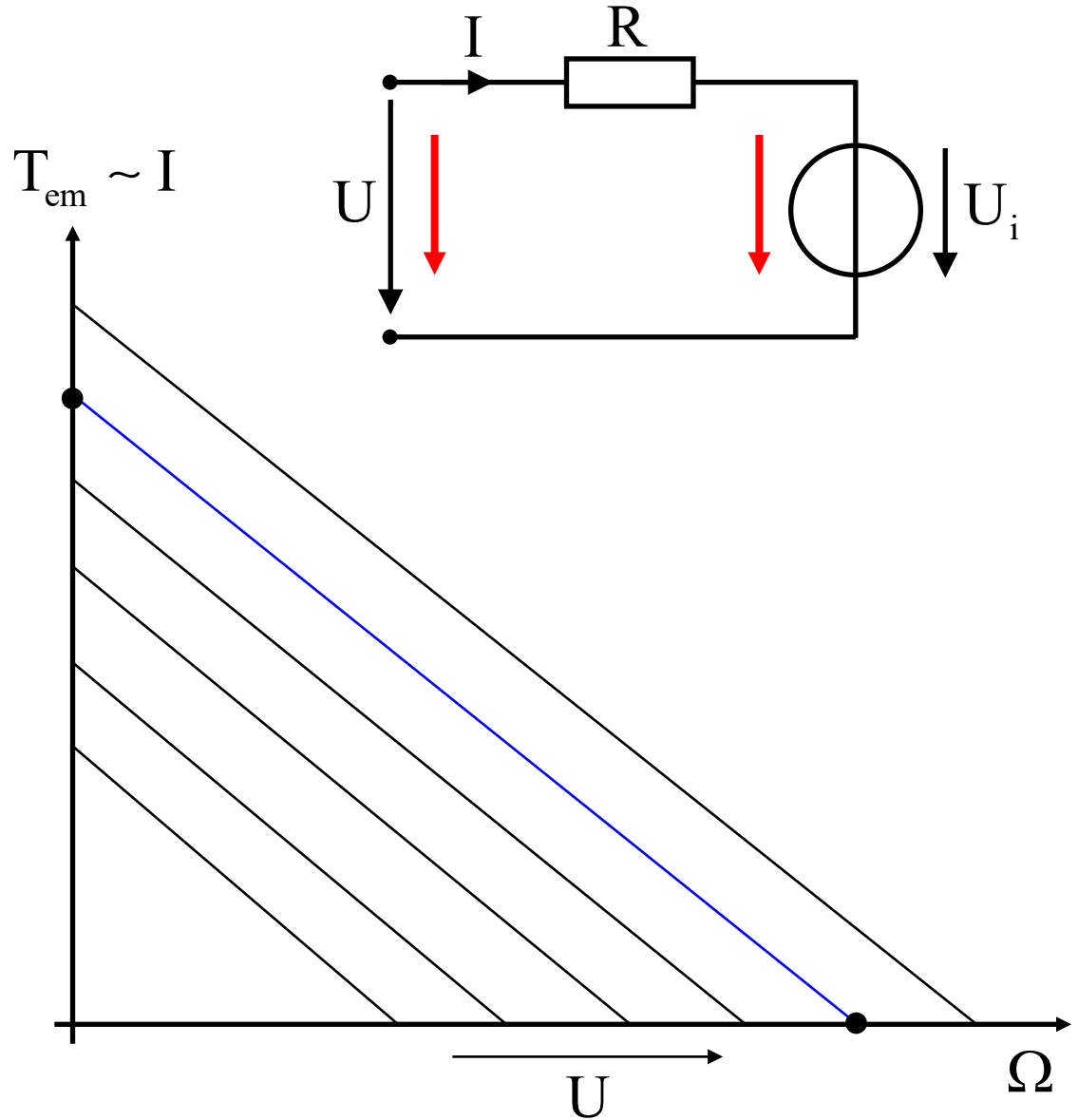
$$U_i = k_\Phi \Omega$$

$$T_{em} = k_\Phi I$$

$$U = R I + k_\Phi \Omega$$

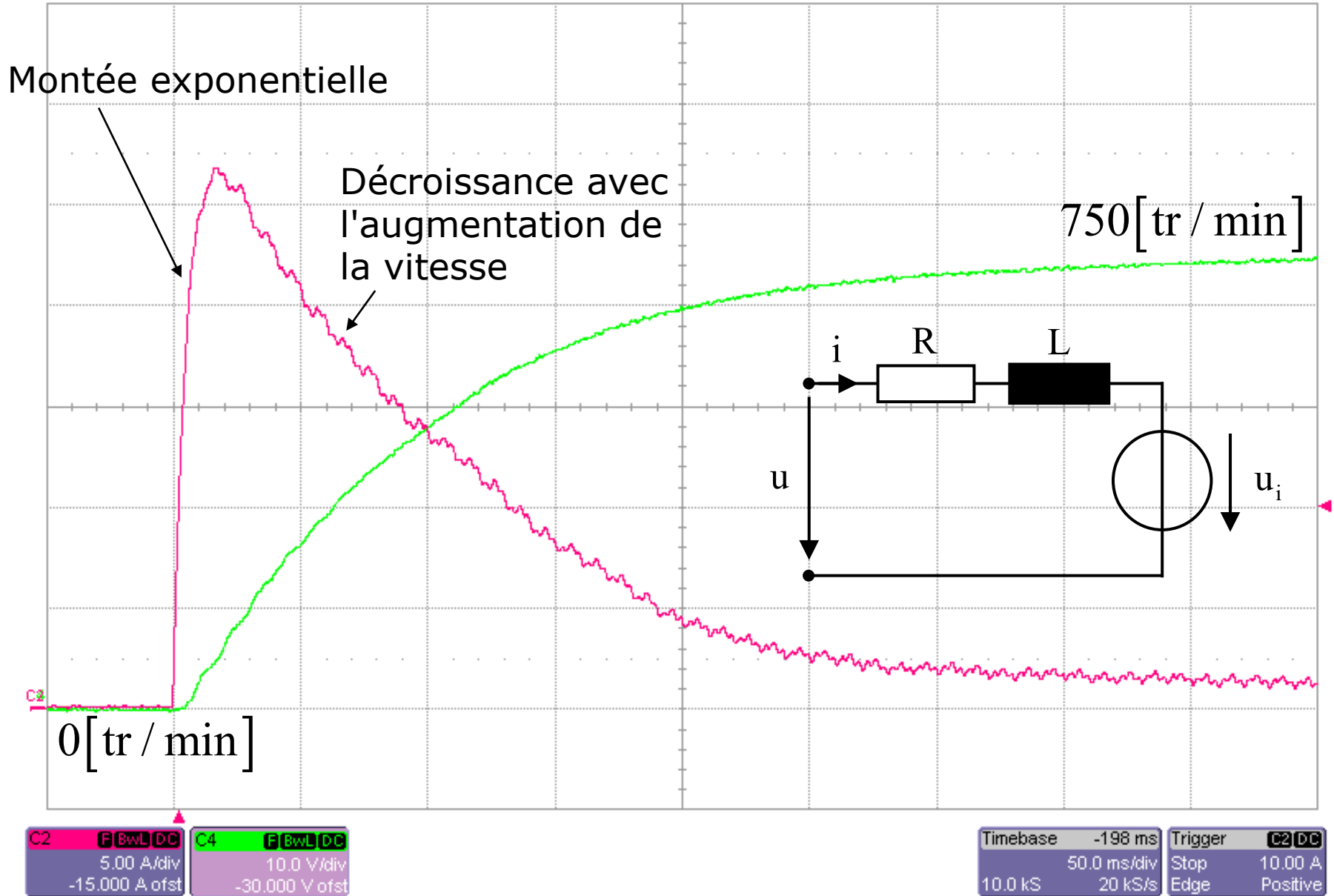
$$I = \frac{U - k_\Phi \Omega}{R} = \frac{T_{em}}{k_\Phi}$$

$$T_{em} = k_\Phi \frac{U - k_\Phi \Omega}{R}$$



# Démarrage d'un moteur à courant continu

## Démarrage (750 tr/min à vide)



DETAILS  
RE 65 Ø65 mm, Graphite Brushes, 250 Watt  
Part number 353294



VALUES AT NOMINAL VOLTAGE

|                                           |           |
|-------------------------------------------|-----------|
| Nominal voltage                           | 18 V      |
| No load speed                             | 3520 rpm  |
| No load current                           | 755 mA    |
| Nominal speed                             | 3250 rpm  |
| Nominal torque (max. continuous torque)   | 427 mNm   |
| Nominal current (max. continuous current) | 10 A      |
| Stall torque                              | 13600 mNm |
| Stall current                             | 295 A     |
| Max. efficiency                           | 81 %      |

CHARACTERISTICS

|                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| Terminal resistance      | 0.0609 Ω              |
| Terminal inductance      | 0.0226 mH             |
| Torque constant          | 46 mNm/A              |
| Speed constant           | 208 rpm/V             |
| Speed / torque gradient  | 0.275 rpm/mNm         |
| Mechanical time constant | 3.98 ms               |
| Rotor inertia            | 1380 gcm <sup>2</sup> |