

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MOTEURS À COMBUSTION INTERNE

Session 2016

ÉTUDE DES MOTEURS U52 – ÉTUDE ET ANALYSE DES MOTEURS

Durée : 3 heures – Coefficient : 3

Documents et matériels autorisés :

Aucun document autre que le sujet n'est autorisé.

Moyens de calculs autorisés :

Matériel autorisé

Une calculatrice de poche à fonctionnement autonome, sans imprimante et sans moyen de transmission, à l'exclusion de tout autre élément matériel ou documentaire (Circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999 ; BOEN n°42).

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.
Le sujet comporte 15 pages.

CODE ÉPREUVE : 1606MOE5EAM		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MOTEURS À COMBUSTION INTERNE	
SESSION : 2016	SUJET	ÉPREUVE : ÉTUDE DES MOTEURS U52 – ÉTUDE ET ANALYSE DES MOTEURS			
Durée : 3h	Coefficient : 3	SUJET N° 10ED15		Pages 1/15	

OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Présentation générale

Les technologies modernes comme le VVT permettent d'explorer des réglages jusqu'ici inexploités en termes de distribution.

Sur un moteur 3 cylindres, on a réglé un RFA de 72° qui permet d'approcher un cycle de type ATKINSON ; on attend des bénéfices à faible charge.

L'utilisation d'un VVT à l'échappement permet en plus d'explorer des réglages de croisement/décroisement sur cette base d'ATKINSON à 72° pour rechercher des gains supplémentaires.

C'est l'objet de l'étude.

Objectifs :

- Analyser l'influence du comportement sur un cycle typé ATKINSON, en termes de rendement.
- Analyser le comportement dynamique du système VVT échappement (vitesse de déplacement).

L'étude comprend deux parties :

Lecture du sujet (temps conseillé : 15 min)

Première partie (temps conseillé : 90 min)

Deuxième partie (temps conseillé : 75 min)

Les calculs seront systématiquement précédés de formules littérales

Documents à rendre avec la copie : DR1 (page 12), DR2 (page 13), DR3 (page 14), et DR4 (page 15).

Première partie : - Analyse de l'influence du comportement sur un cycle typé ATKINSON

*** Documents utilisés : DT1 page 7/15**

*** Document réponse : DR1 page 12/15**

Objectif :

Déterminer des angles d'épure et analyser l'évolution du croisement de soupapes en fonction du calage VVT côté échappement.

1. Épure de distribution :

1.1. À l'aide du DT1, tracer sur le DR1 les épures de distribution pour l'admission en bleu et en vert pour les 2 cas extrêmes de l'échappement (calage décroisé et calage croisé).

Pour les deux cas, donner les noms des angles et leurs valeurs angulaires.

1.2. Déterminer les valeurs du croisement dans les deux cas (calage décroisé et calage croisé) en les reportant dans le DR1.

1.3. Quelles sont les deux influences « a priori » que l'on peut-on attendre d'un croisement important ?

2. Analyse des rendements sur le point N = 2000 tr.min⁻¹, PME = 2 bars pour l'épure en calage " Croisé " :

*** Documents utilisés : DT1 et DT2 page 7/15 et 8/15**

*** Document réponse : DR2 page 13/15**

Objectif :

Déterminer des caractéristiques de fonctionnement du moteur et analyser sur la chaîne des rendements l'impact du décalage du VVT échappement.

2.1. Calculs du RAS et du rendement effectif.

2.1.1. Écrire et équilibrer l'équation de combustion stœchiométrique.

2.1.2. En déduire le PCO.

2.1.3. À l'aide du DT2, déterminer le débit d'air correspondant. On prendra comme valeur par défaut un PCO à 14,55.

2.1.4. En déduire le RAS.

2.1.5. Calculer le rendement effectif et reporter le résultat dans le DR2.

2.1.6. Analyse : Commenter les résultats obtenus (RAS et rendement effectif). Justifier vos réponses.

2.2. Analyse des rendements partiels

*** Documents utilisés : DT1, DT2 et DT3 page 7/15, 8/15 et 9/15.**

*** Document réponse : DR2 page 13/15.**

2.2.1. Calculer le rendement thermodynamique théorique.

2.2.2. Rendement indiqué.

À l'aide du document DT3, calculer les PMI, PMI Hp et PMI Bp.

Calculer les masses de carburant en $\text{g.cycle}^{-1}.\text{cyl}^{-1}$.

En déduire le rendement indiqué et le rendement indiqué HP.

2.2.3. Rendement de combustion.

Déterminer les puissances perdues dans le CO et les HC.

Déterminer la puissance chimique.

En déduire le rendement de combustion.

2.2.4. Rendement de forme.

Déduire le rendement de forme des résultats précédents.

2.2.5. Conclusion.

Recopier les valeurs des rendements dans le DR2.

Comparer les rendements donnés pour l'épure à calage décroisé (DR2) avec les calculs précédents (calage croisé). Quel est le rendement qui permet un gain significatif ?

2.3. Analyse du gain sur le rendement de forme

Les parties précédentes ont permis de mettre en évidence un gain de rendement de forme significatif avec un calage maxi. Il s'agit maintenant d'analyser la raison de ce gain.

2.3.1. Comparaison des 2 boucles BP.

Sur le DR2, indiquer par un hachurage, la surface **la plus significative** faisant apparaître un gain.

Avec l'aide des valeurs des angles en mode croisé, situer ROA et RFE sur le diagramme PV en vous aidant des positions indiquant le PMH et le PMB du piston(DR2).

2.3.2. Qu'est-ce qui permet de justifier cette variation de la boucle BP ?

Deuxième partie : Analyse du comportement dynamique du système VVT échappement

L'objectif est de vérifier si le fonctionnement du VVT à l'échappement satisfait au cahier des charges.

* **Fonctionnement du VVT : documents utilisés DT4 et DT5 page 10/15 et 11/15**

*** Cahier des charges :**

- Vitesse angulaire "mini" de déplacement du vérin : 100vil.s^{-1}
- Plage de déplacement angulaire : 50°vil

On donne les graphiques suivants :

*** Documents utilisés : DT5 page 11/15**

*** Documents réponses : DR3 et DR4 page 14/15 et 15/15**

- Position VVT = fonction du temps et de la température d'huile: DR4 Fig 1
- Vitesse de croisement/décroisement = fonction du régime moteur : DR4 fig 2 et 3
- Pression huile = fonction du régime moteur et température: DT5

1. Exploitation du graphe de Position VVT = f(temps, T°huile) : DR4

- 1.1. Expliquer en deux lignes maxi comment est réalisé le déphasage de l'arbre à cames (voir document technique DT4).
- 1.2. Remarque : l'huile utilisée est une huile de viscosité 5W30. Donner la signification de 5W30.
- 1.3. À l'aide du DR4 figure 1, que constate-t-on pour les températures d'huile de 145°C et 155°C ? Commenter votre réponse (deux lignes maxi).
- 1.4. Faire apparaître sur le graphe DR4 figure 1 les intervalles de temps correspondant à une vitesse de 100vil.s^{-1} pour les phases de croisement et de décroisement.
- 1.5. Quelles températures d'huile permettent de respecter le cahier des charges ?
- 1.6. Étude du débit huile consommé par le VVT au circuit de graissage

Nota : Des essais ont montré qu'un débit absorbé de moins de 3L.min^{-1} avait peu d'incidence sur la pression d'huile du circuit de graissage. L'objectif est de calculer le débit d'huile nécessaire pour assurer une rotation du VVT de 50°vil tout en assurant une vitesse de 100vil.s^{-1} (voir document technique DT4).

1.6.1. On considère que le volume balayé par le déplacement d'une palette équivaut à $4651,38 \text{mm}^3$.

Sachant que le déphaseur est équipé de **cinq palettes**, on vous demande de calculer le débit consommé au circuit de graissage pour assurer la vitesse de 100vil.s^{-1} .

1.6.2. Le débit calculé est-il acceptable ?

1.7. Influence de la pression huile sur le couple exercé sur le VVT en phase croisement.

En déphasage croisement sur le VVT échappement, le couple du ressort varie de 2000 mm.N à 3250 mm.N (de 0 à -50vil).

1.7.1. D'après le tableau des pressions d'huile en fonction du régime et de la température d'huile du document technique DT5, calculer le couple exercé sur le VVT pour la condition la plus défavorable, c'est-à-dire à 145°C , et à 1000tr.min^{-1} .

Nota : on prendra le rayon moyen où s'exerce la force due à la pression d'huile sur les palettes égal à **39,5 mm**.

1.7.2. Faire une conclusion par rapport à la question précédente 1.3.

2. Exploitation du graphe de la vitesse de croisement / décroisement = f (Nmot) : DR4 figure 2 et figure 3

2.1. Justification de l'allure de la courbe.

À l'aide du DT5 indiquer le paramètre influant principalement sur la vitesse de croisement / décroisement.

2.2. Justification de la différence croisement / décroisement.

2.2.1. À l'aide du graphe DR4 figure 2 et figure 3, donner les valeurs de vitesse de déplacement en croisement et décroisement pour une vitesse moteur de 3000tr.min^{-1} .

2.2.2. Indiquer par des flèches sur le schéma de la distribution (DR3) :

- Le sens du couple généré par la courroie sur le pignon d'échappement ; vous le nommerez **couple courroie**.

- Le sens dans lequel on doit tourner l'arbre à cames d'échappement pour le croisement ; vous le nommerez **couple de croisement**.

- Le sens dans lequel on doit tourner l'arbre à cames d'échappement pour le décroisement ; vous le nommerez **couple de décroisement**.

2.2.3. Dans l'étude menée dans la deuxième partie, laquelle des deux phases (croisement ou décroisement) est pénalisée ?

Justifier votre réponse (deux lignes maxi).

2.2.4. Hormis la pression d'huile que l'on ne peut pas modifier, parmi les propositions citées ci-dessous proposer deux solutions architecturales au niveau du VVT pour dépénaliser la phase en question (barrer la mention inutile) :

* augmenter le rayon moyen des palettes ; * diminuer le rayon moyen des palettes

* augmenter le tarage du ressort spirale (spring) ; * diminuer le tarage du ressort.

DT1 : données techniques du sujet

Caractéristiques du moteur d'origine

Alésage	71 mm
Course	84 mm
Longueur bielle	148,8 mm
Désaxage – Vilebrequin / Fût.	7,5 mm
Désaxage – Piston / Fût	-0,6 mm
Cylindrée	998,9 cm ³
Nombre de cylindres / Architecture	3
Nombre de soupapes / cylindre	4
Rapport volumétrique	11 / 1
Mode d'injection	indirecte
Pompe à huile à cylindrée variable	Régulation mécanique
Poussoirs mécaniques	Pas de rattrapage de jeu
Régime maxi.	6750 tr.min ⁻¹ (Régime de coupure 6500 tr.min ⁻¹)

Caractéristiques de calage du moteur équipé des deux déphaseurs

Admission fixe :

Pendant les essais : RFA = 72°, durée angulaire d'ouverture = 234°

Échappement variable :

Avec calage décroisé à AOE = 63° et calage croisé à AOE = 16°

Durée angulaire d'ouverture = 248°

DONNÉES DE CALCUL :

Caractéristiques carburant :

Carburant : EURO 95

- Masse volumique : 750 g.dm⁻³ à 18°C

- PCI = 42900 kJ.kg⁻¹

- Rapport $\gamma = H/C = 1,89$

- PCI du CO = 10132 kJ.kg⁻¹

Masses atomiques : H = 1 ; N = 14 ; O = 16 ; C = 12

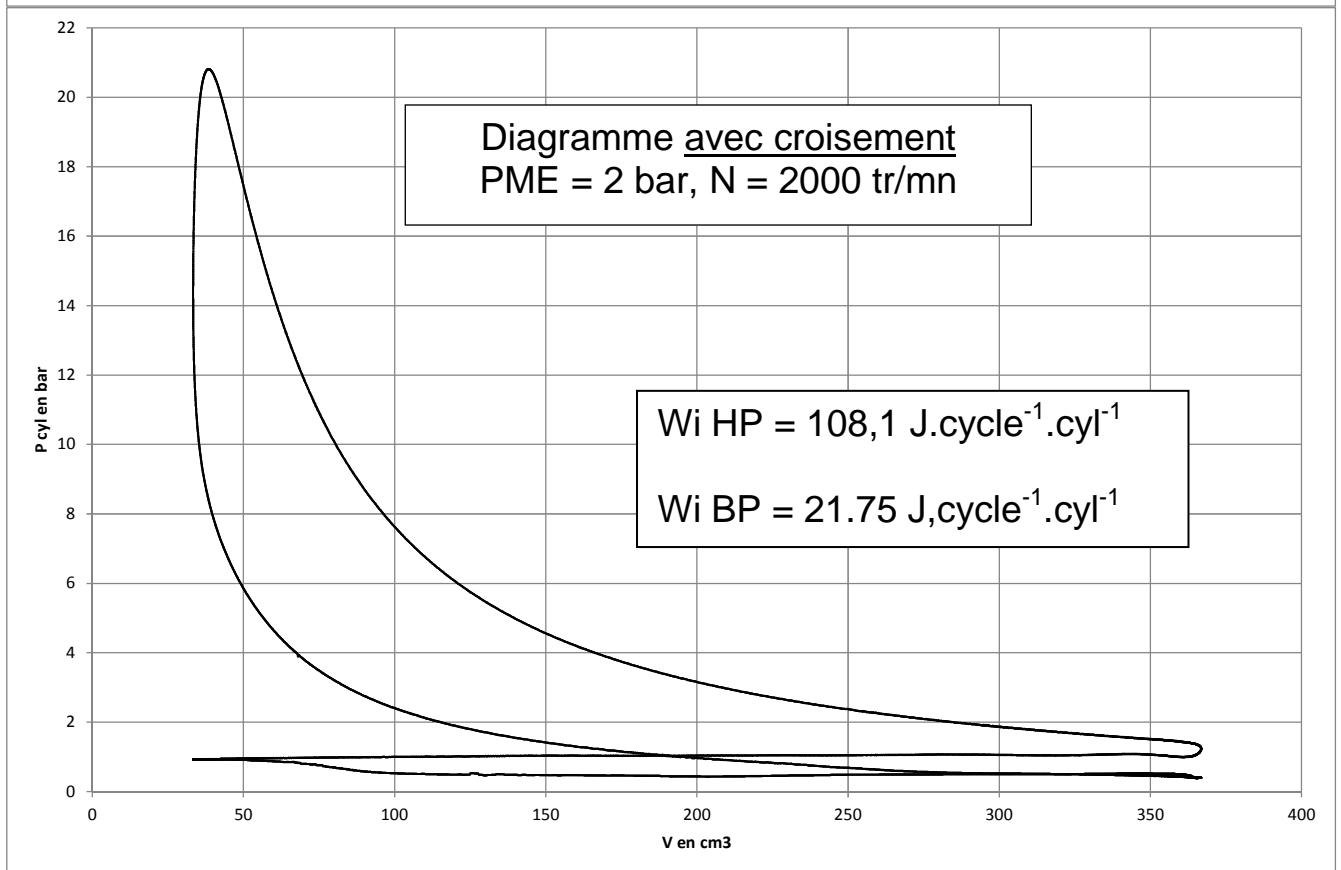
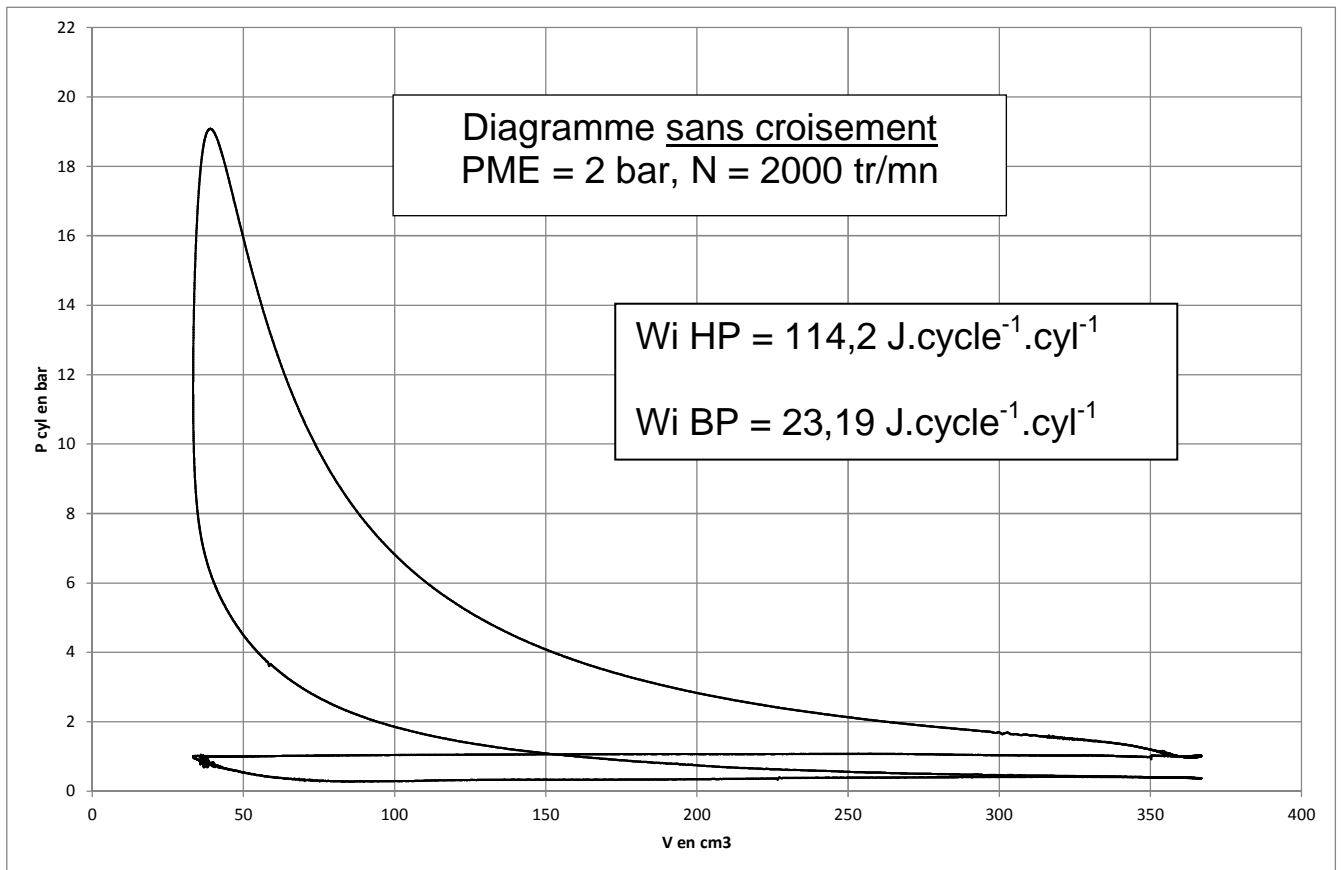
Air: (O₂ + 3,76 N₂), gamma air : $\gamma = 1,35$

Constante des gaz parfaits $r = 287 \text{ J.kg}^{-1}.\text{k}^{-1}$

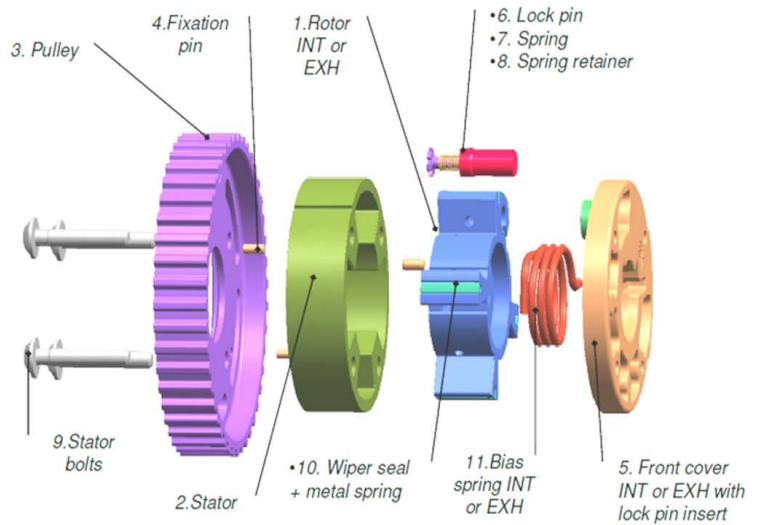
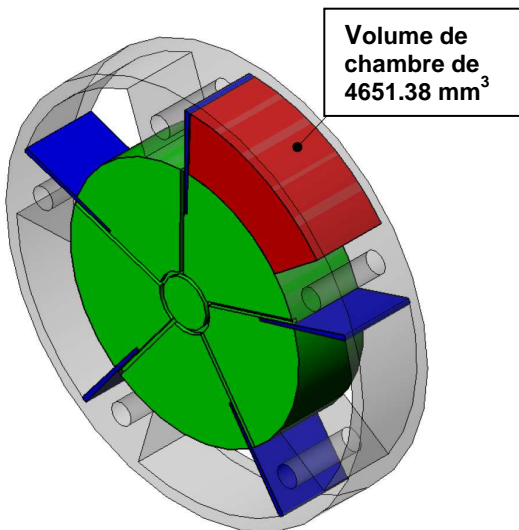
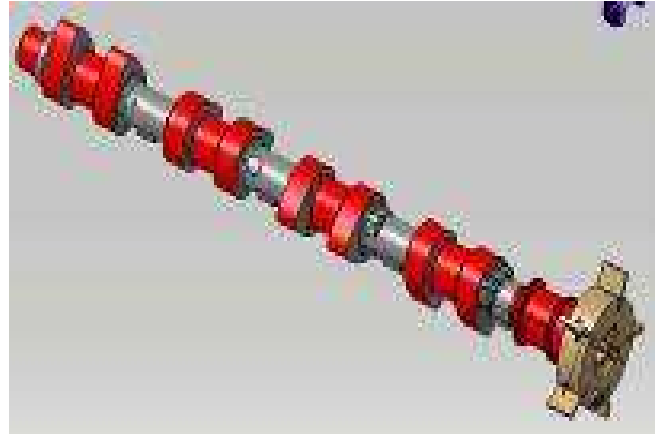
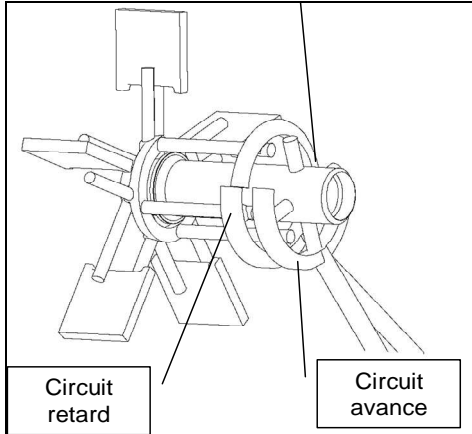
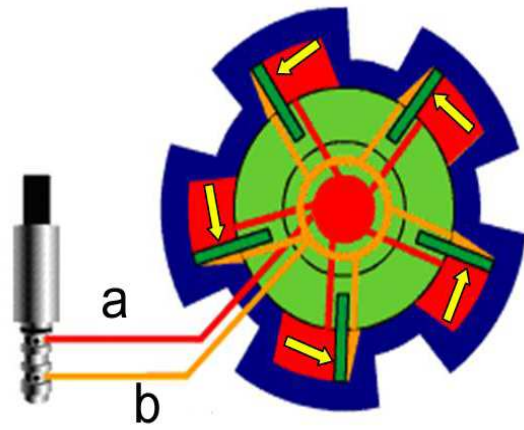
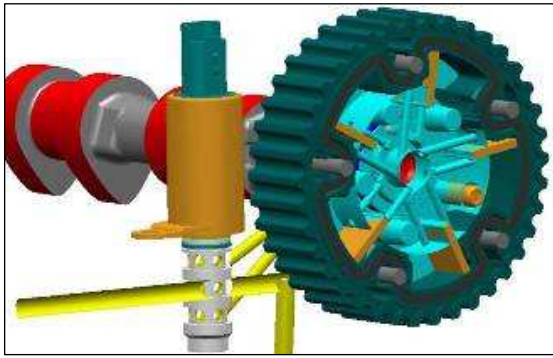
DT2 : Données de mesures

<u>Caractéristiques</u>	<u>Unités</u>	<u>VVT décroisé</u>	<u>VVT croisé</u>
Pression air standard	mbar	1000	1000
Température d'air standard	°C	25	25
Régime	tr.mn ⁻¹	2000	2000
Richesse	su	1,01	1,01
Temps d'injection	ms	3,03	2,82
AA	°il	27,04	30,86
Pression admission	mbar	430	438
PME	bar	2,1	2
Couple effectif	N.m	16,70	15,91
Puissance effective	kW	3,60	3,33
Qm CO	g.h ⁻¹	92,01	77,76
Qm HC	g.h ⁻¹	16,83	15,69
Qm carb	kg.h ⁻¹	1,29	1,15
Alpha Pression max	°il	12,61	14,35
Qm air	Kg.h ⁻¹	16,27	<u>à calculer</u>

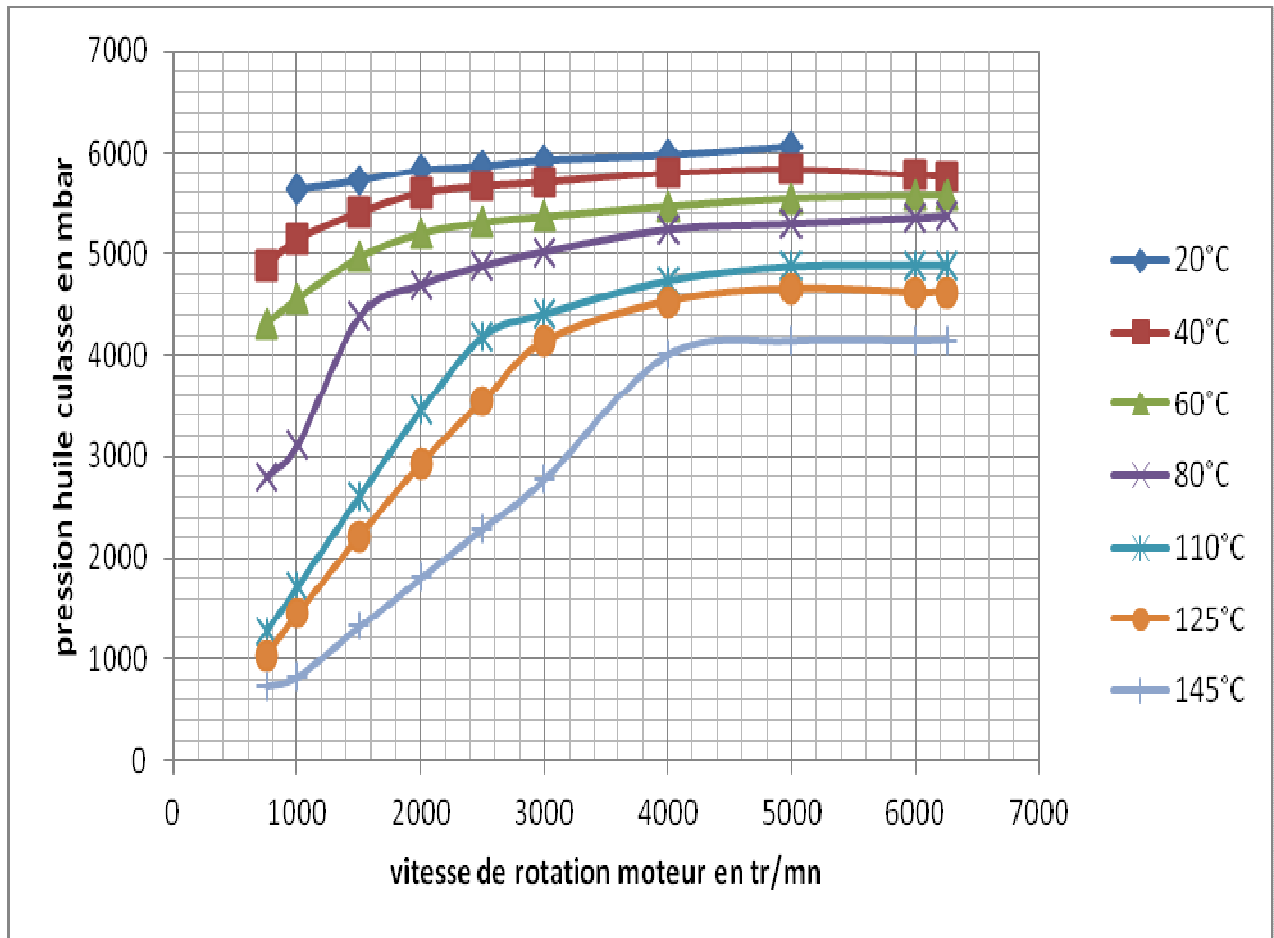
DT3 : cycles PV



DT4 : le système de VVT



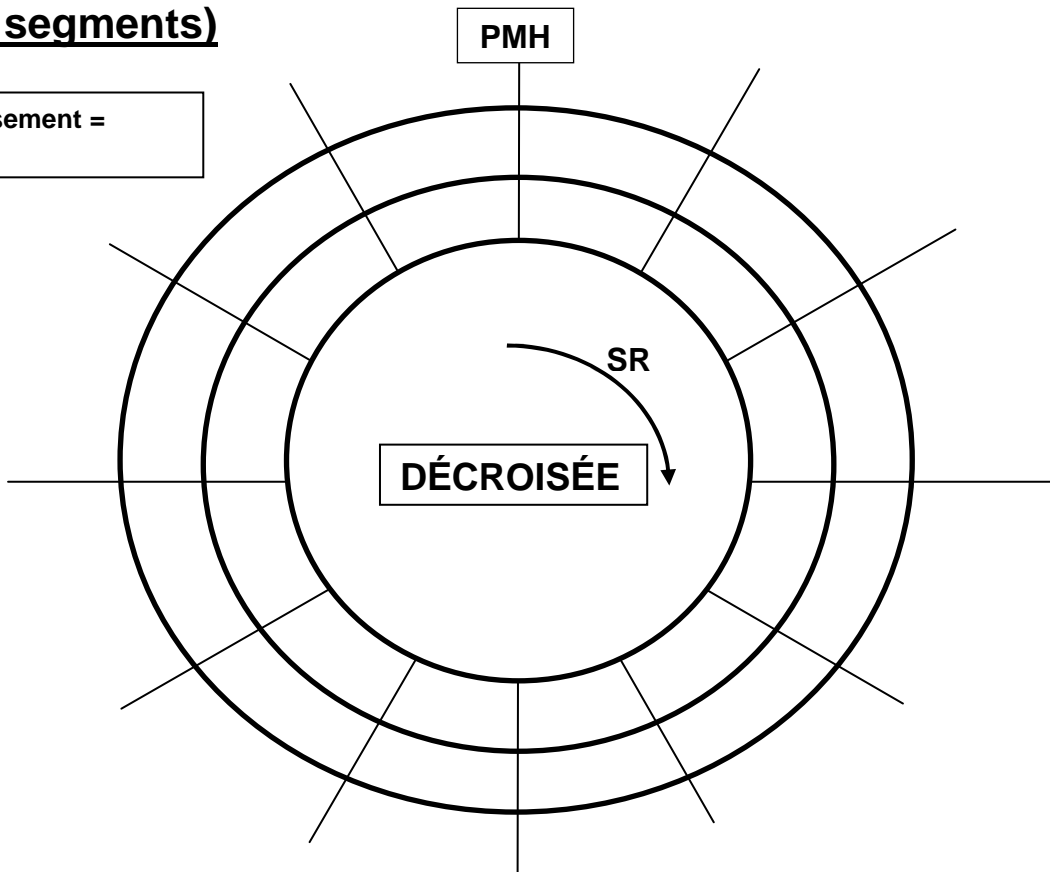
DT5 : caractéristiques pression d'huile



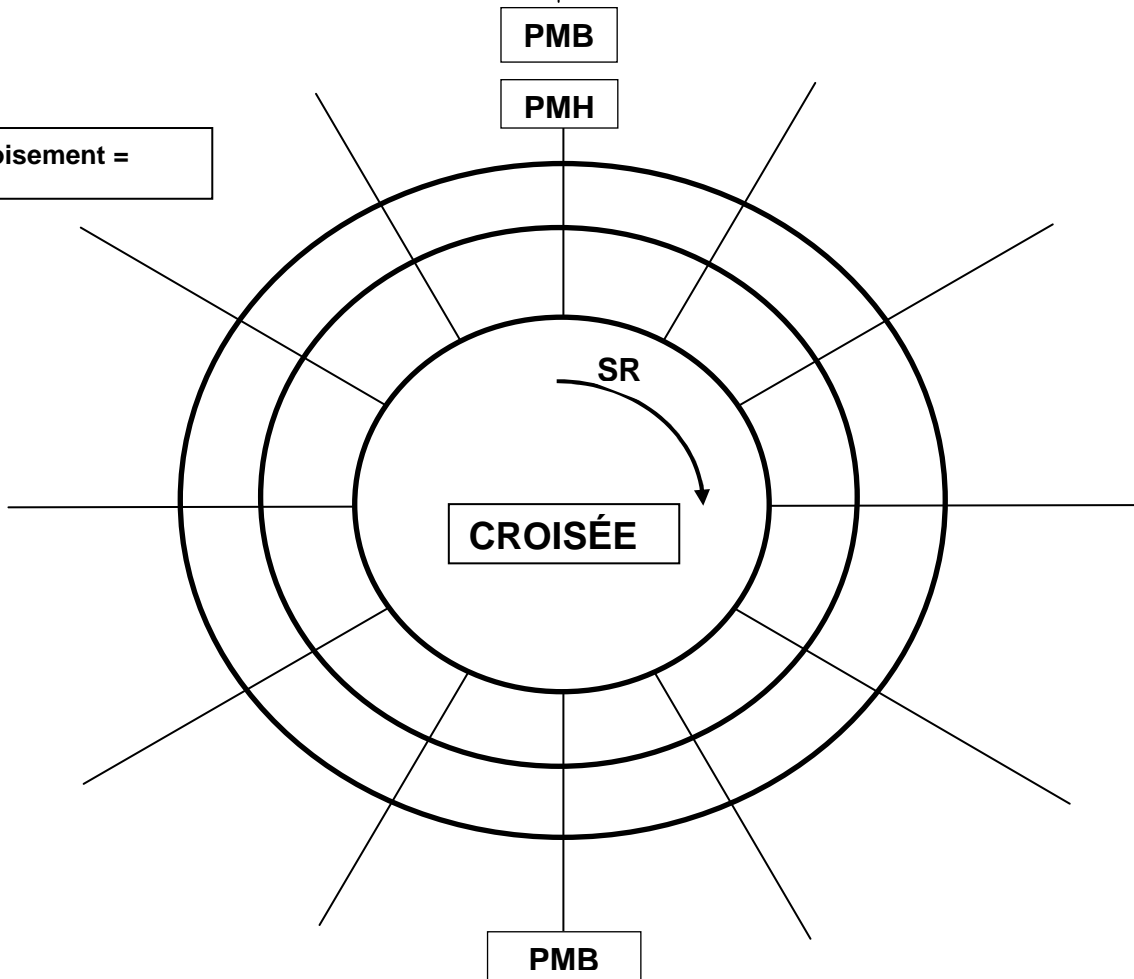
Pression huile Entrée culasse (mbar)		Température d'huile (°C)						
		20°C	40°C	60°C	80°C	110°C	125°C	145°C
Régime moteur	6250		5765	5579	5369	4883	4622	4155
	6000		5784	5576	5347	4886	4612	4147
	5000	6061	5843	5545	5293	4872	4652	4142
	4000	5981	5804	5466	5237	4734	4532	4010
	3000	5929	5710	5368	5020	4409	4142	2776
	2500	5873	5670	5308	4883	4190	3547	2294
	2000	5830	5602	5204	4698	3457	2930	1814
	1500	5723	5410	4969	4386	2609	2219	1323
	1000	5637	5146	4567	3112	1729	1458	829
	750		4883	4324	2802	1280	1032	738

DR 1 : épures réalisées pour les essais : (angle de 30° entre les segments)

Angle de croisement =



Angle de croisement =

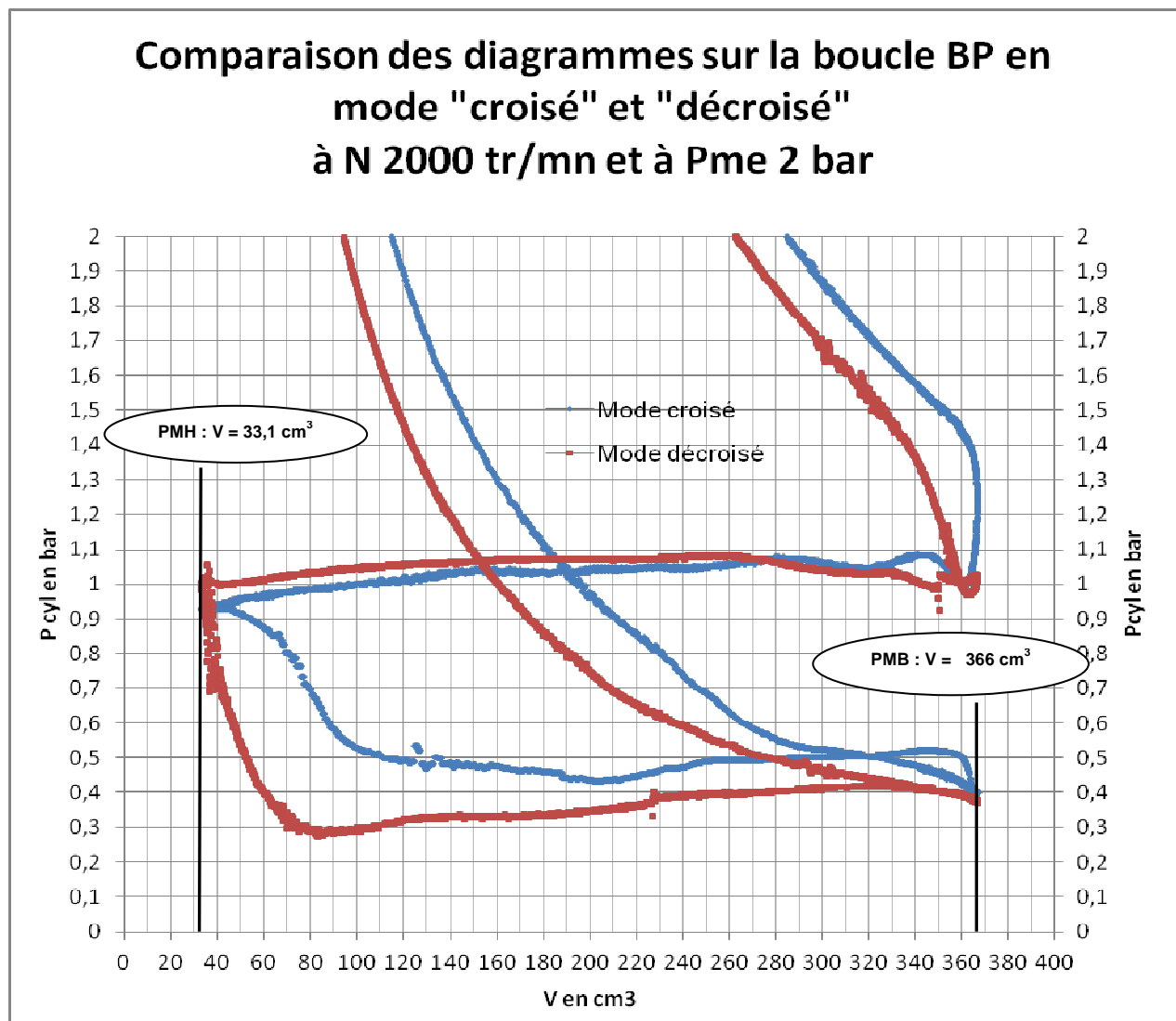


DR2 : analyse rendements

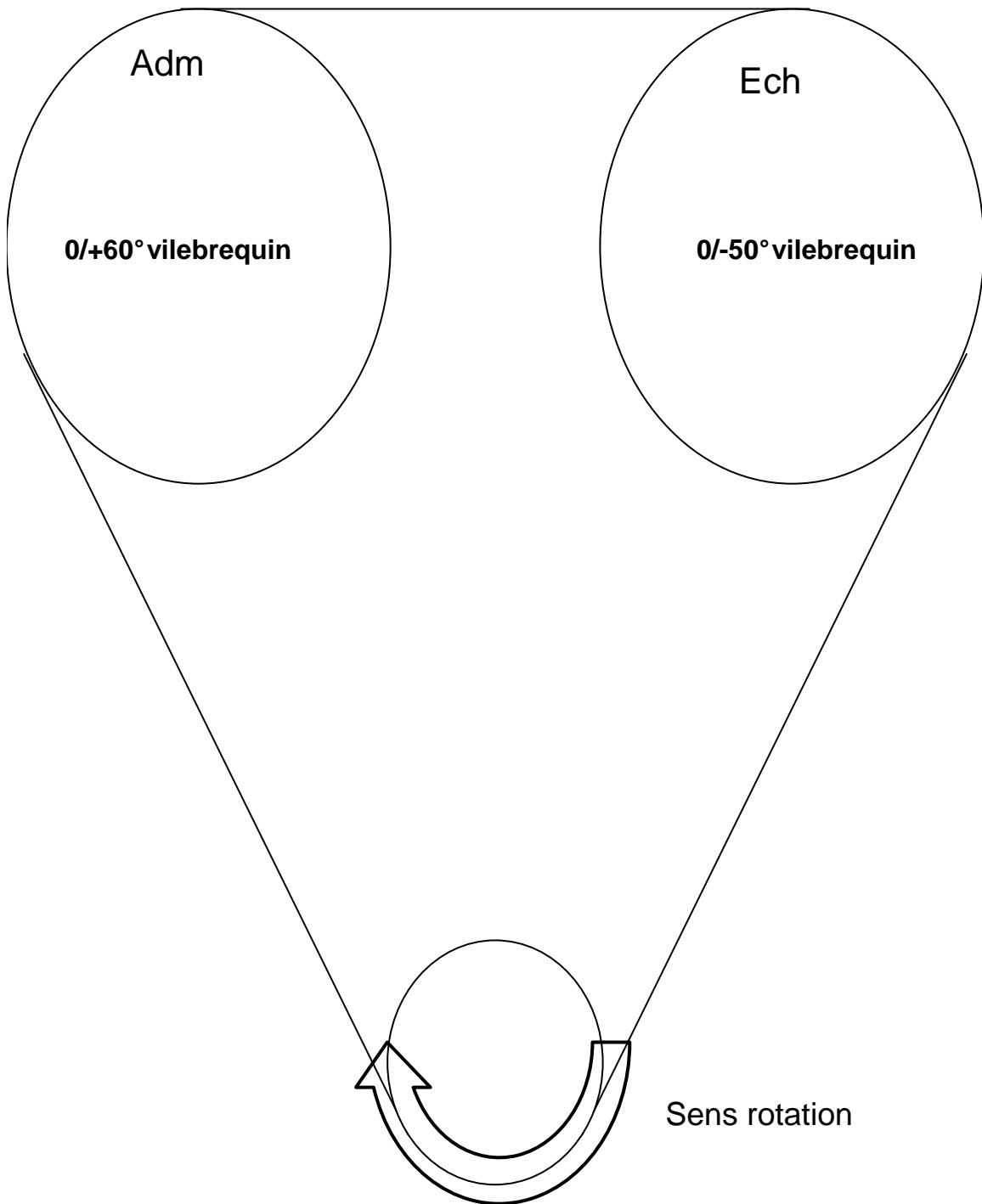
Récapitulatif des valeurs calculées :

	Épure décroisée	Épure croisée
Rendement effectif	0,227	
Rendement de Combustion	0,970	
Rendement théorique	0,567	
Rendement indiqué HP	0,371	
Rendement indiqué	0,296	
Rendement de forme	0,538	

analyse des boucles Basse Pression



DR3 : entraînement de distribution



DR4 : vitesse des actionneurs

Figure 1

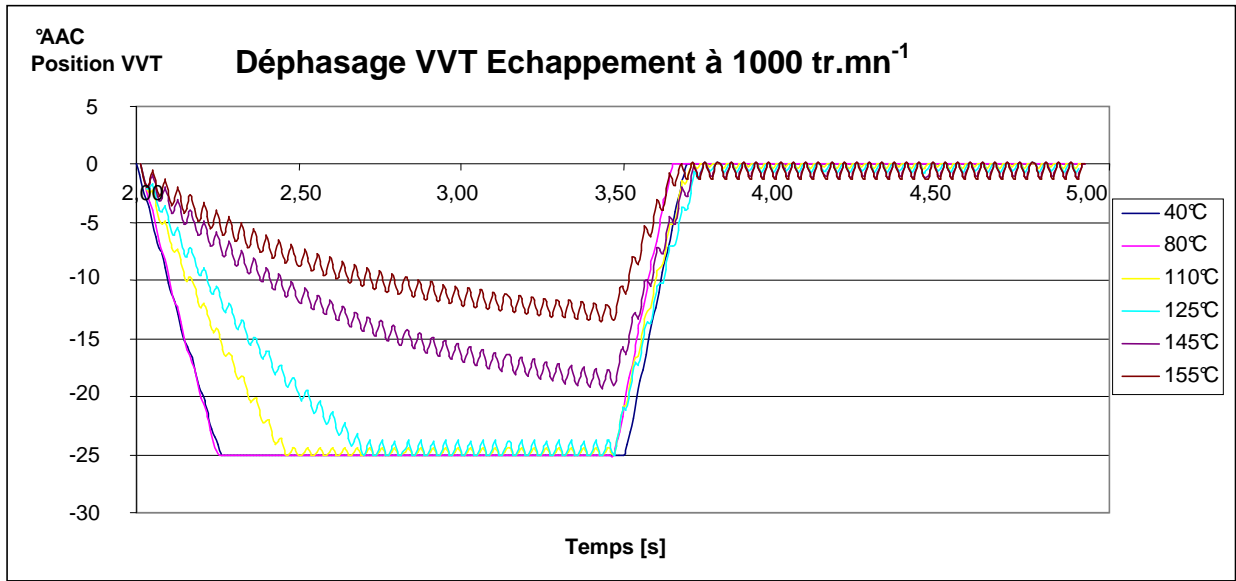


Figure 2

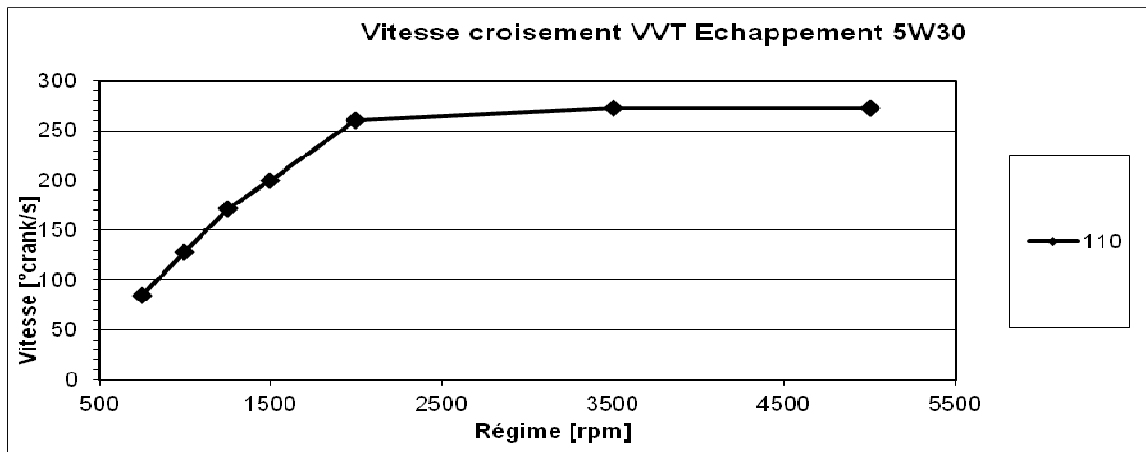


Figure 3

