

IV.1. INTRODUCTION :

Notre travail expérimental a pour objectif l'étude du comportement rhéologique des quatre huiles végétales. Cette étude nécessite la connaissance des paramètres rhéologiques et comportement ainsi que l'effet de la température sur les paramètres rhéologiques.

La température choisie varie de 20°C à 60°C avec un pas de 10°C.

Les essais de charge et de décharge fait pour les mêmes gradients de vitesse, donne presque une même valeur de la contrainte de cisaillement. Ce résultat est valable pour tous les essais, et montre que le phénomène d'hystérésis est très faible, la représentation des courbes de décharge n'est pas donc nécessaire.

IV.2. RESULTATS OBTENUS A L'AIDE DU RHEOMETRE MCR 302 :

IV.2.1. L'huile d'olive :

a) Relation « contrainte-vitesse de cisaillement » (τ [pa], $\dot{\gamma}$ [s^{-1}]) :

Les figures ci-dessous représentent les diagrammes de l'huile d'olive à des différentes températures choisies :

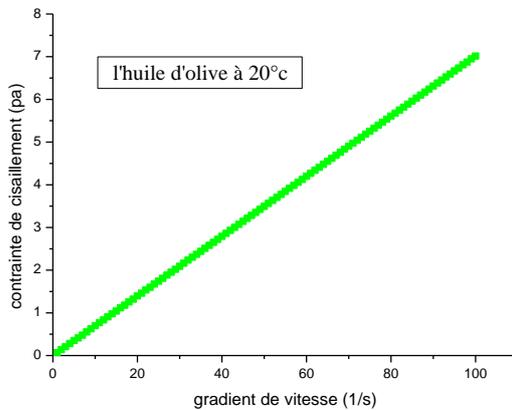


Figure IV.1 : Rhéogramme de l'huile d'olive à 20°C.

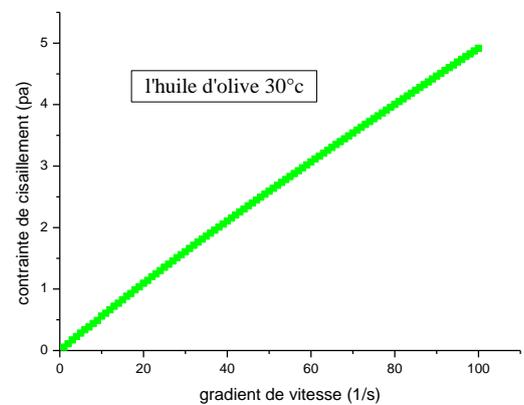


Figure IV.2 : Rhéogramme de l'huile d'olive à 30°C.

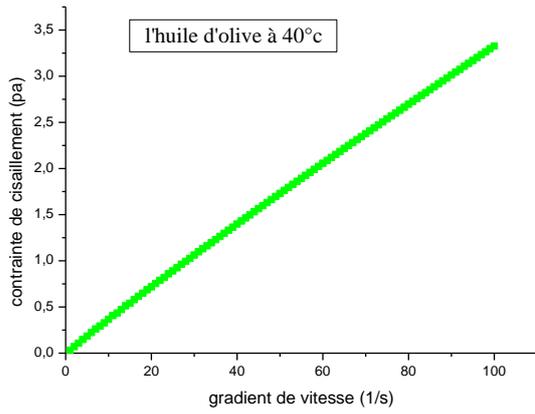


Figure IV.3 : Rhéogramme de l'huile d'olive à 40°C.

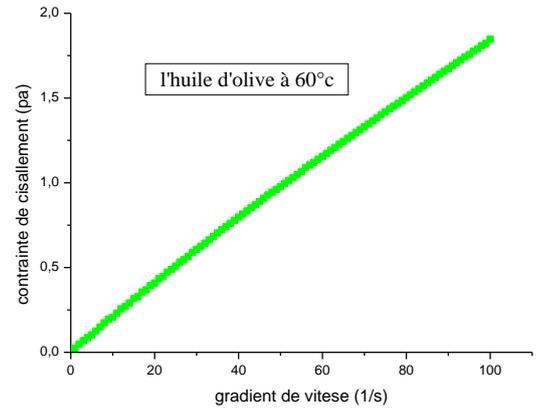


Figure IV.5 : Rhéogramme de l'huile d'olive à 60°C.

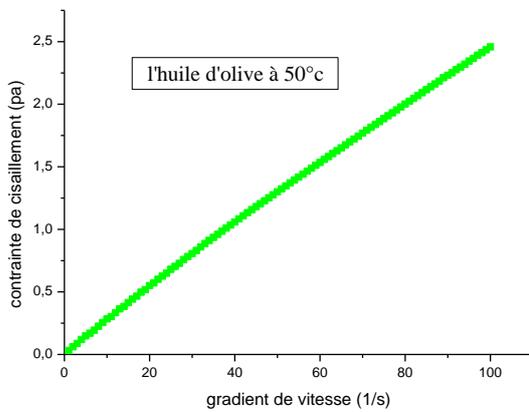


Figure IV.4 : Rhéogramme de l'huile d'olive à 50°C.

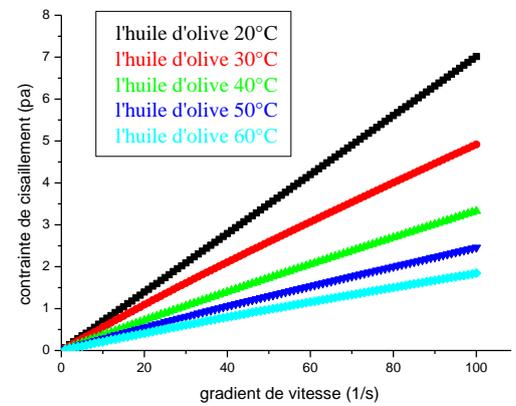


Figure IV.6 : Rhéogramme de l'huile d'olive à différentes températures.

b) Relation viscosité-gradient de vitesse :

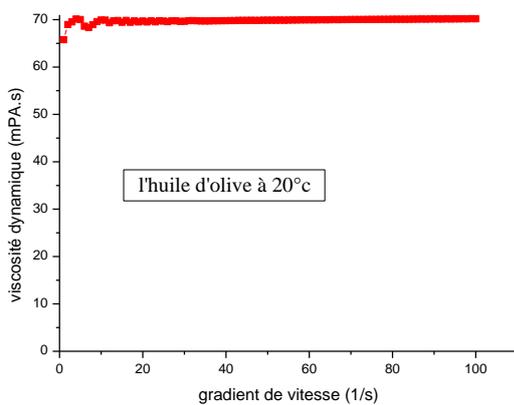


Figure IV.7 : Courbe de viscosité dynamique-gradient de vitesse d'huile d'olive à 20°C.

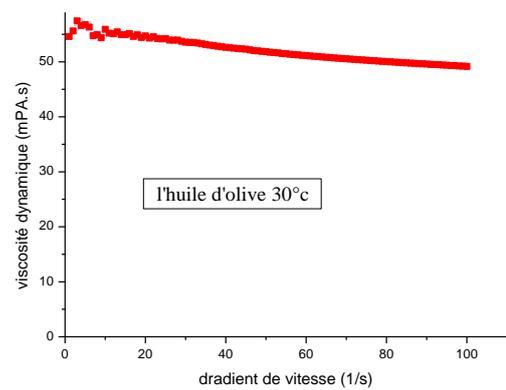


Figure IV.8 : Courbe de viscosité dynamique-gradient de vitesse d'huile d'olive à 30°C.

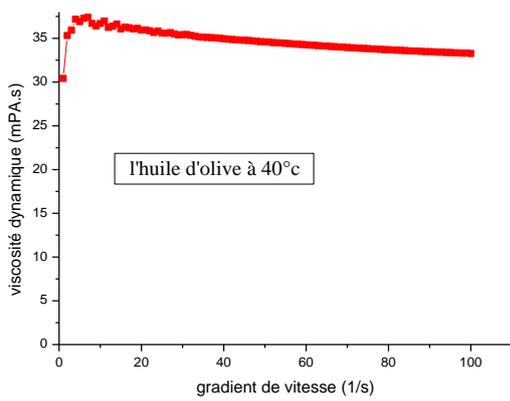


Figure IV.9 : Courbe de viscosité dynamique-gradient de vitesse d'huile d'olive à 40°C.

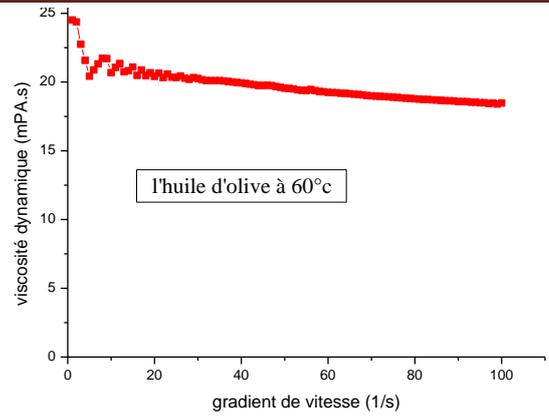


Figure IV.11 : Courbe de viscosité dynamique-gradient de vitesse d'huile d'olive à 60°C.

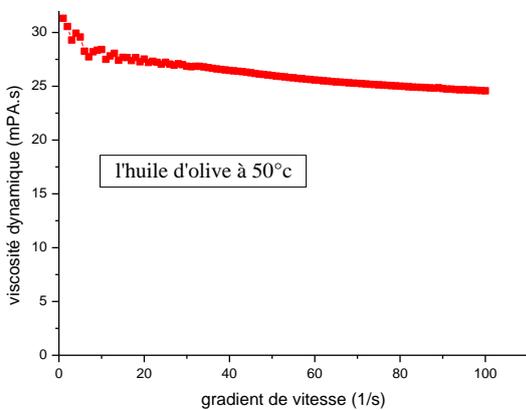


Figure IV.10 : Courbe de viscosité dynamique-gradient de vitesse d'huile d'olive à 50°C.

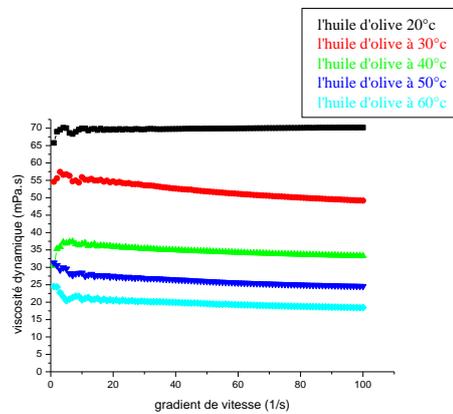


Figure IV.12 : Courbe viscosité dynamique-gradient de vitesse d'huile d'olive pour les 5 températures.

c) Relation viscosité dynamique-température a contrainte de cisaillement constante:

Le tableau ci-dessous représente le diagramme de la viscosité dynamique en fonction de la température à contrainte de cisaillement constante telle que $\tau = 1,8 \text{ N/m}^2$:

température (°C)	20	30	40	50	60
viscosité dynamique (mPA.s)	69,56	53,276	34,491	25,214	18,403

Tableau. IV.1 : viscosité en fonction de la température.

d) Relation viscosité dynamique-température à différents valeurs de gradients de vitesse:

Les différentes recherches faites sur la variation de la viscosité dynamique en fonction de la température, ont montrées que la viscosité diminue avec l’augmentation de la température.

Pour étudier cette variation, la fixation d’un gradient de vitesse est nécessaire.

Pour cela, deux gradients de vitesse constants ont été choisis :

- 1) Un gradient de vitesse moyen : $\dot{\gamma} [s^{-1}]$
- 2) Un gradient de vitesse élevé : $\dot{\gamma} [s^{-1}]$

température (°C)	20	30	40	50	60
Viscosité pour un gradient de vitesse moyen 50 (s ⁻¹)	69,879	51,832	34,599	26,003	19,553
Viscosité pour un gradient de vitesse élevé 100 (s ⁻¹)	70,16	49,165	33,265	24,58	18,472

Tableau. IV.2 : présentation des valeurs de viscosité dynamique à différents gradient de vitesse pour l'huile d'olive.

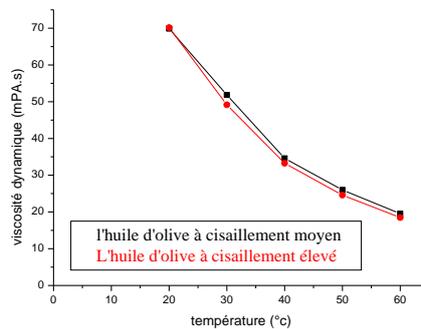


Figure IV.13 : La courbe viscosité dynamique-température à différents gradients de vitesse pour l'huile d'olive.

IV.2.2. L’huile d’arachide :

a) Relation contrainte-vitesse de cisaillement :

Les figures ci-dessous représentent les diagrammes de l’huile d’arachide à des différentes températures choisis :

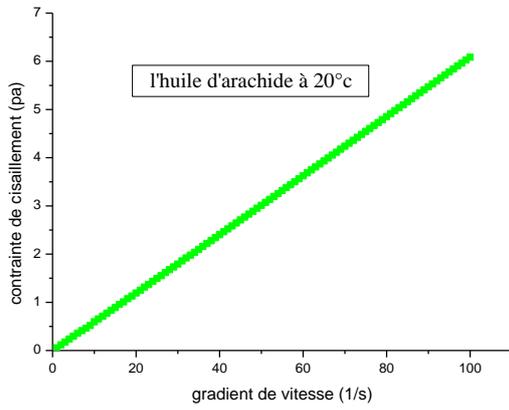


Figure IV.14 : Rhéogramme d'huile d'arachide à 20°C.

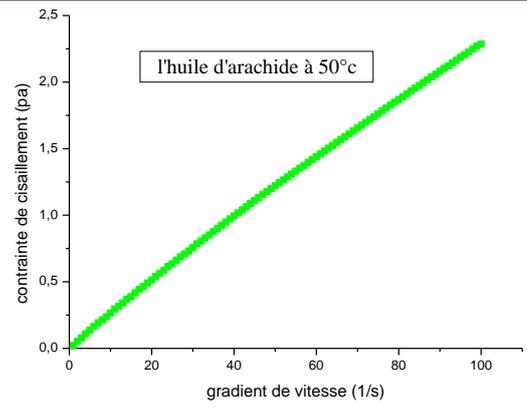


Figure IV.17 : Rhéogramme d'huile d'arachide à 50°C.

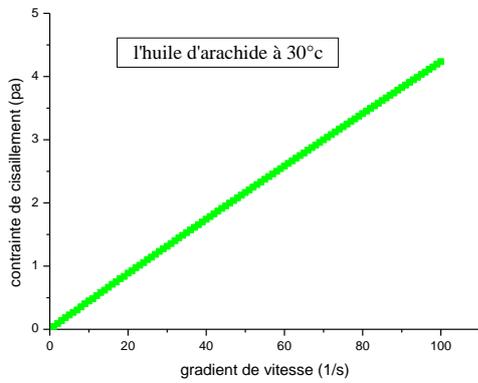


Figure IV.15 : Rhéogramme d'huile d'arachide à 30°C.

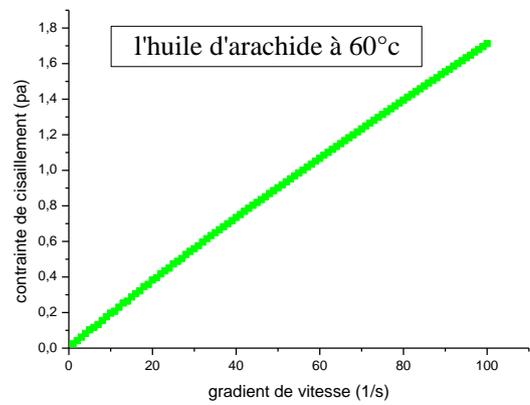


Figure IV.18 : Rhéogramme d'huile d'arachide à 60°C.

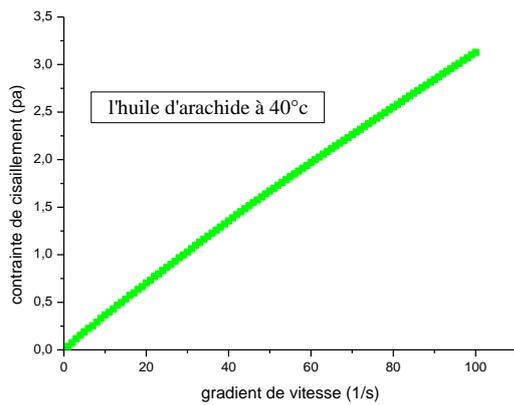


Figure IV.16 : Rhéogramme d'huile d'arachide à 40°C.

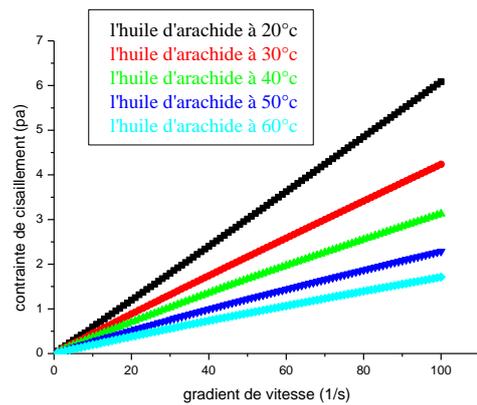


Figure IV.19 : Rhéogrammes d'huile d'arachide à différentes températures.

b) Relation viscosité dynamique-vitesse de cisaillement :

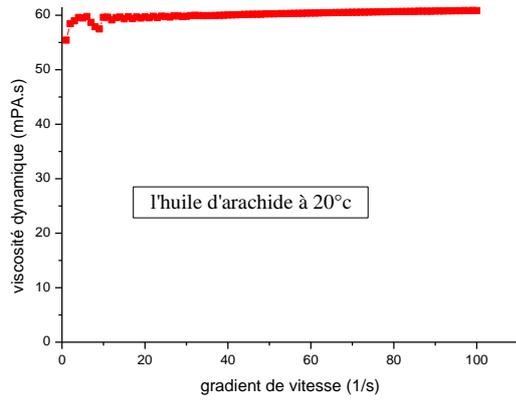


Figure IV.20 : Courbe de viscosité dynamique-gradient de vitesse d'huile d'arachide à 20°C.

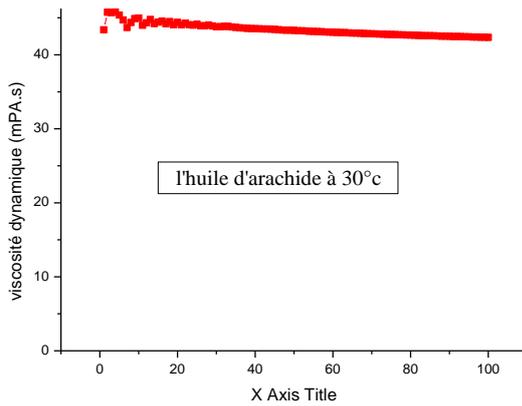


Figure IV.21 : Courbe de viscosité dynamique-gradient de vitesse d'huile d'arachide à 30°C.

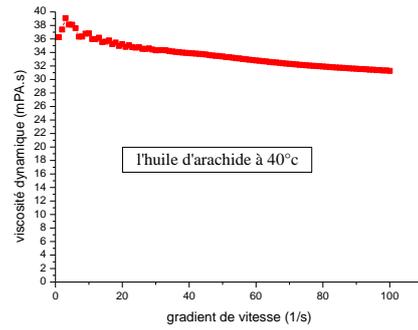


Figure IV.22 : Courbe de viscosité dynamique-gradient de vitesse d'huile d'arachide à 40°C.

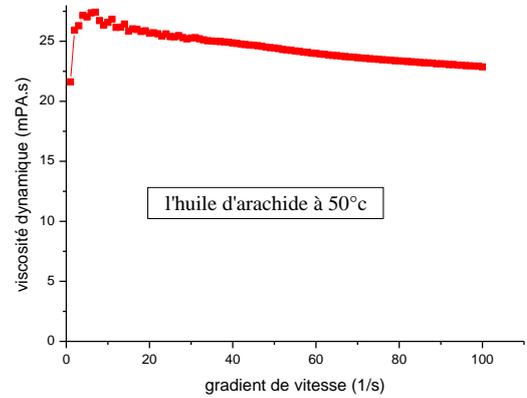


Figure IV.23 : Courbe de viscosité dynamique-gradient de vitesse d'huile d'arachide à 50°C.

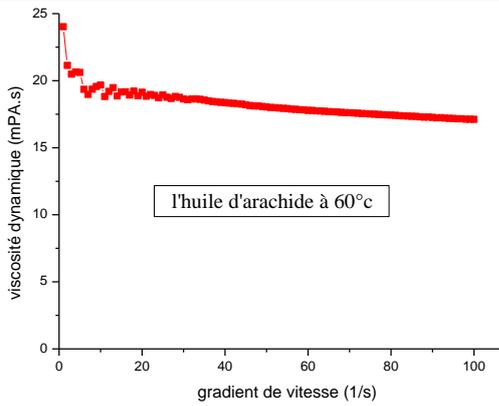


Figure IV.24 : Courbe de viscosité dynamique-gradient de vitesse d’huile d’arachide à 60°C.

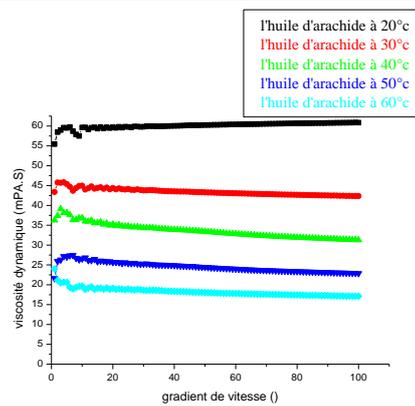


Figure IV.25 : Courbe de viscosité dynamique-gradient de vitesse d’huile d’arachide à différentes températures.

c) Relation viscosité dynamique-température à contrainte de cisaillement constante:

Le tableau ci-dessous représente le diagramme de la viscosité dynamique en fonction de la température à contrainte de cisaillement constante telle que $\tau = 1,8 \text{ N/m}^2$:

température (°C)	20	30	40	50	60
viscosité dynamique (mPA.s)	59,943	43,494	33,108	23,439	17,121

Tableau. IV.3 : présentation des valeurs de viscosité en fonction de la température.

d) Relation viscosité dynamique-température à différentes valeurs de gradient de vitesse:

température (°C)	20	30	40	50	60
Viscosité pour un gradient de vitesse moyen 50 (s ⁻¹)	60,25	43,296	33,398	24,437	18,042
Viscosité pour un gradient de vitesse élevé 100 (s ⁻¹)	60,851	42,357	33,398	22,864	17,121

Tableau. IV.4: tableau représentant les valeurs de viscosité dynamique à différents gradient de vitesse pour l'huile d'arachide.

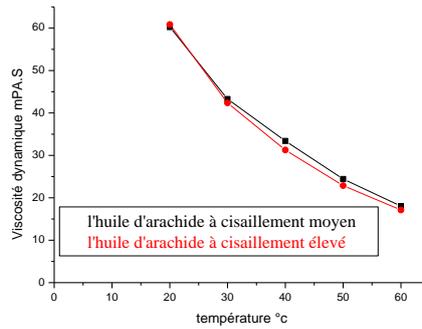


Figure IV.26 : Courbe de viscosité dynamique-température à différents gradients de vitesse pour l'huile d'arachide.

IV.2.3. L'huile de radis :

a) Relation contrainte-gradient de vitesse :

Les figures ci-dessous représentent les diagrammes de l'huile de radis à des différentes températures choisies :

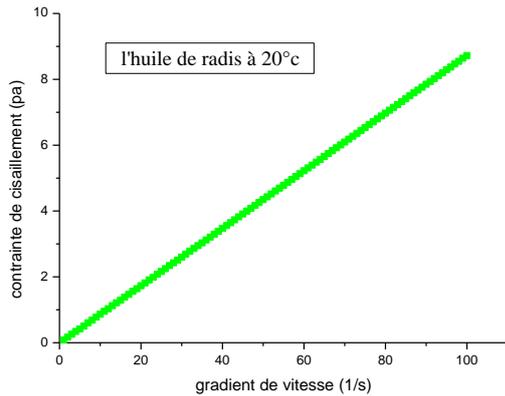


Figure IV.27 : Rhéogramme d'huile de radis à 20°C.

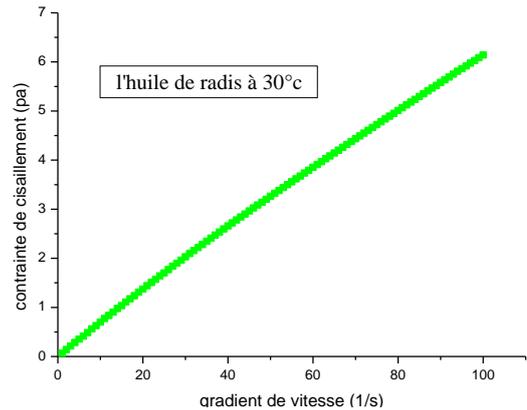


Figure IV.28 : Rhéogramme d'huile de radis à 30°C.

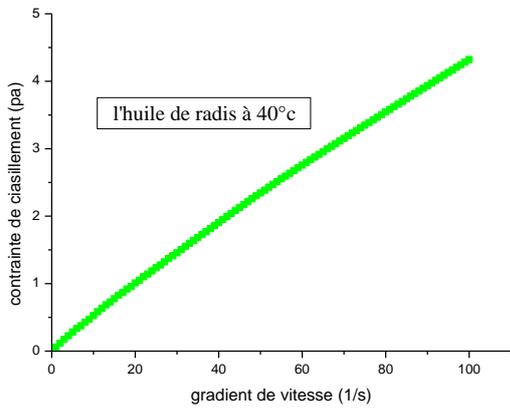


Figure IV.29 : Rhéogramme d'huile de radis à 40°C.

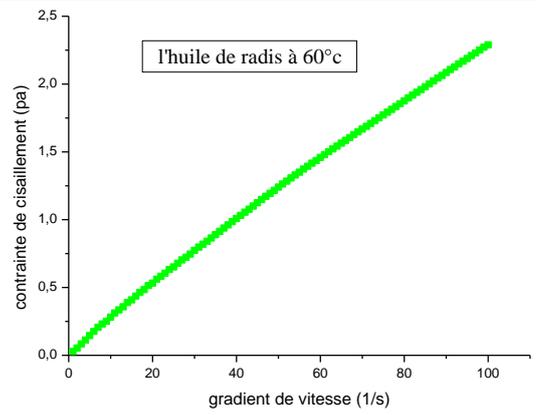


Figure IV.31 : Rhéogramme d'huile de radis à 60°C.

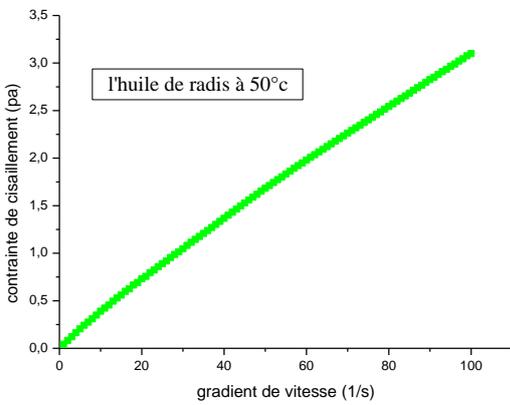


Figure IV.30 : Rhéogramme d'huile de radis à 50°C.

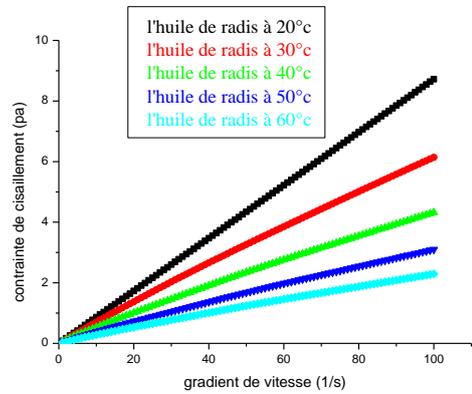


Figure IV.32 : Rhéogrammes d'huile de radis à différentes températures.

b) Relation viscosité-gradient de vitesse :

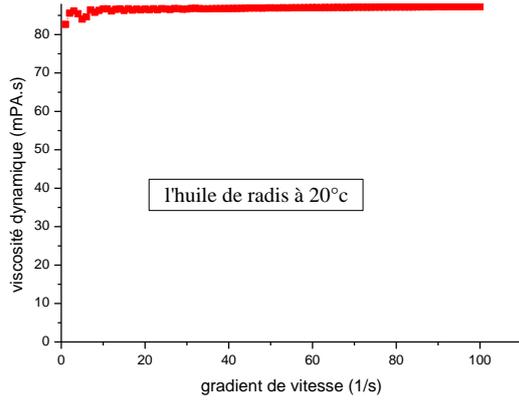


Figure IV.33 : Courbe de viscosité dynamique-gradient de vitesse d'huile de radis à 20°C.

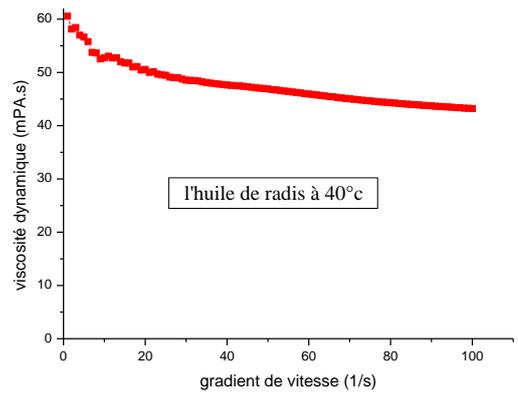


Figure IV.35 : Courbe de viscosité dynamique-gradient de vitesse d'huile de radis à 40°C.

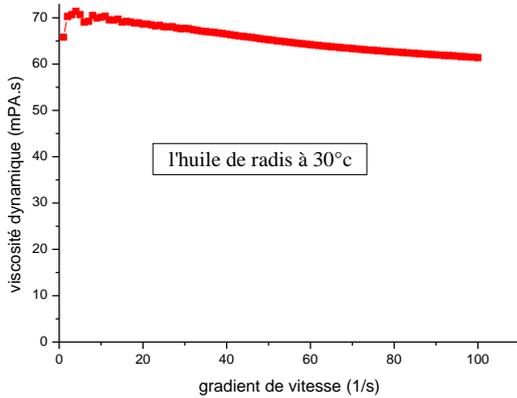


Figure IV.34 : Courbe de viscosité dynamique-gradient de vitesse d'huile de radis à 30°C.

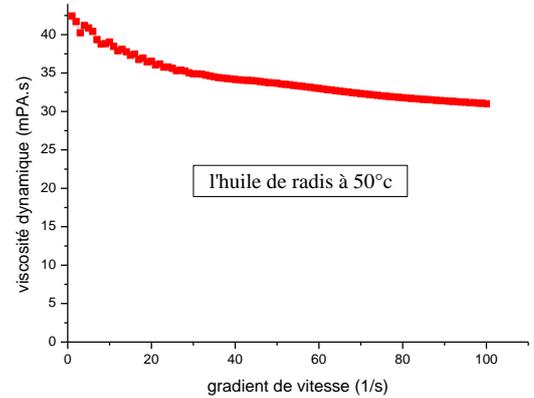


Figure IV.36 : Courbe de viscosité dynamique-gradient de vitesse d'huile de radis à 50°C.

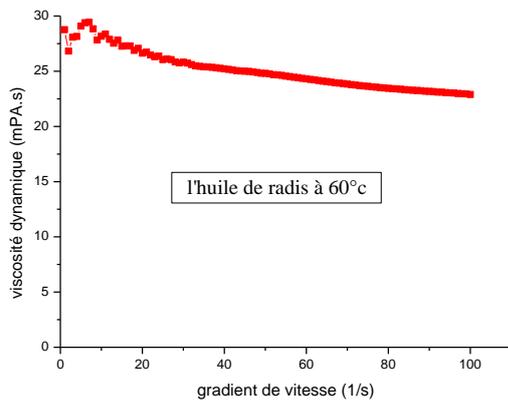


Figure IV.37 : Courbe de viscosité dynamique-gradient de vitesse d’huile de radis à 60°C.

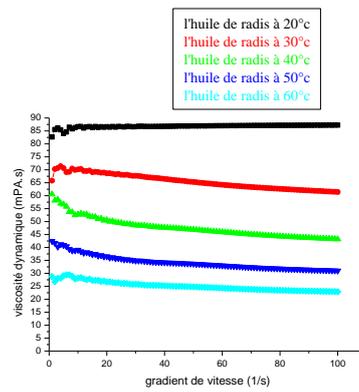


Figure IV.38 : Courbe de viscosité dynamique-gradient de vitesse d’huile de radis à différentes températures.

c) Relation viscosité dynamique-température à contrainte de cisaillement constante:

Le tableau ci-dessous représente le diagramme de la viscosité dynamique en fonction de la température à contrainte de cisaillement constante telle que $\tau = 1,8 \text{ N/m}^2$:

température (°C)	20	30	40	50	60
viscosité dynamique (mPA.s)	86,45	68,068	47,797	33,38	23,547

Tableau. IV.5: présentation des valeurs de viscosité en fonction de la température.

d) Relation viscosité dynamique-température à différentes valeurs de gradient de vitesse:

température (°C)	20	30	40	50	60
Viscosité pour un gradient de vitesse moyen 50 (s ⁻¹)	86,941	65,278	46,886	33,662	24,804
Viscosité pour un gradient de vitesse élevé 100 (s ⁻¹)	87,225	61,402	43,208	31,002	22,897

Tableau. IV.6: tableau représentant les valeurs de viscosité dynamique à différents gradient de vitesse pour l’huile de radis.

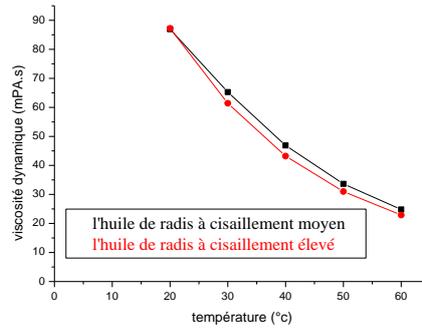


Figure IV.39: courbe viscosité dynamique-température à différents gradients de vitesse pour l'huile de radis.

IV.2.4. L'huile de soja :

a) Relation contrainte de cisaillement :

Les figures ci-dessous représentent les diagrammes de l'huile de soja à des différentes températures choisies :

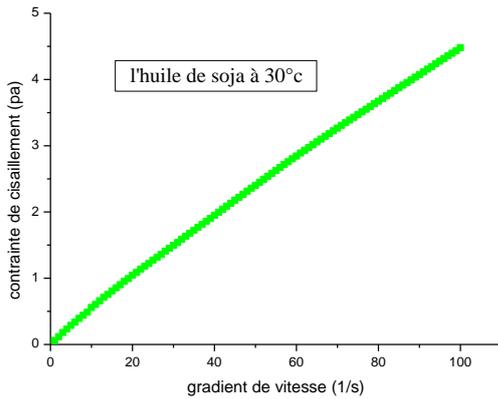


Figure IV.40 : Rhéogramme d'huile de soja à 30°C.

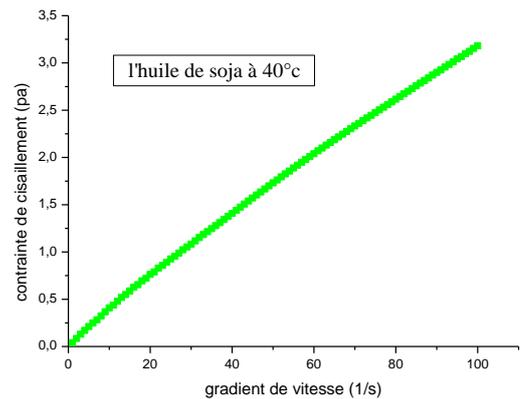


Figure IV.41 : Rhéogramme d'huile de soja à 40°C.

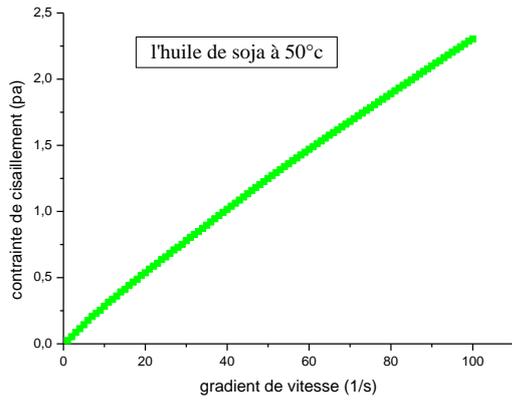


Figure IV.42 : Rhéogramme d'huile de soja à 50°C.

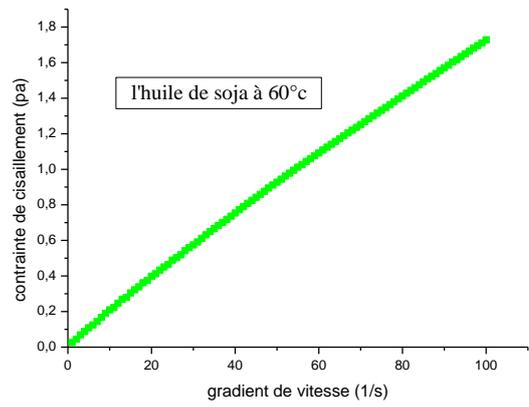


Figure IV.43 : Rhéogramme d'huile de soja à 60°C.

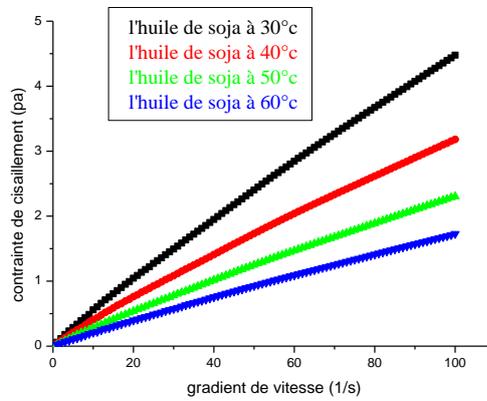


Figure IV.44 : Rhéogrammes d'huile de soja à différentes températures.

b) Relation viscosité-gradient de vitesse :

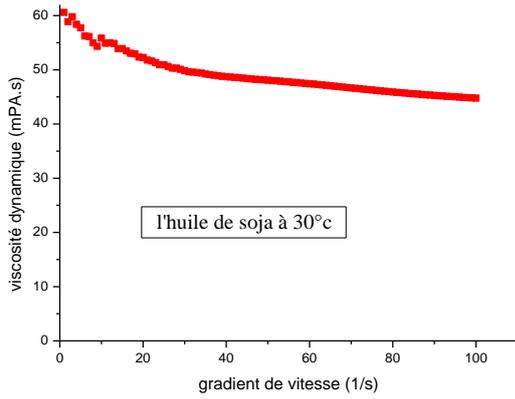


Figure IV.45 : Courbe de viscosité dynamique-gradient de vitesse d'huile de soja à 30°C.

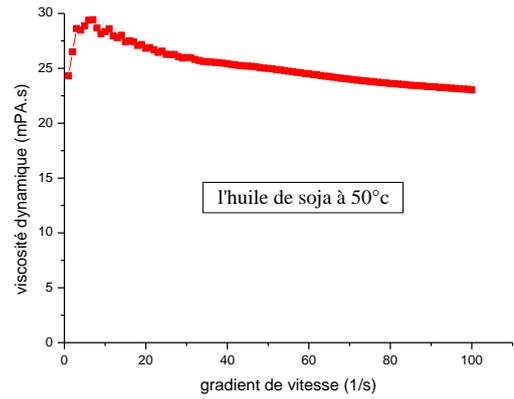


Figure IV.47: courbe viscosité dynamique-gradient de vitesse d'huile de soja à 50°C.

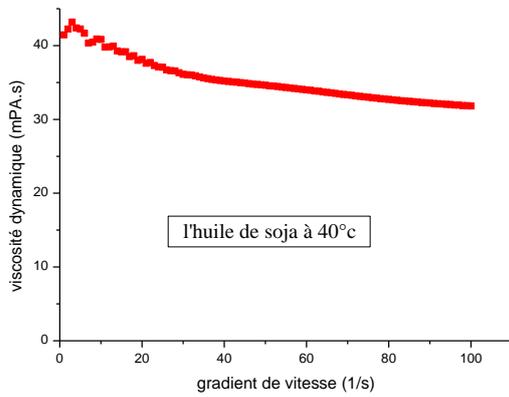


Figure IV.46: courbe viscosité dynamique-gradient de vitesse d'huile de soja à 40°C.

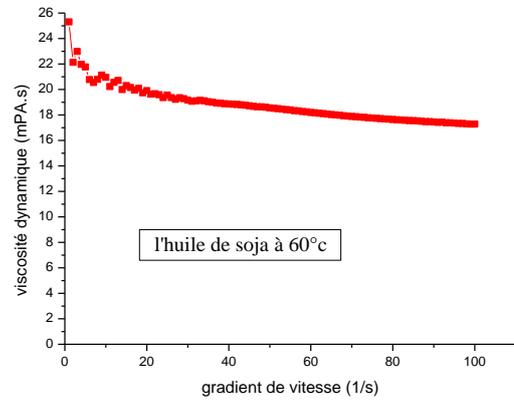


Figure IV.48 : Courbe de viscosité dynamique-gradient de vitesse d'huile de soja à 60°C.

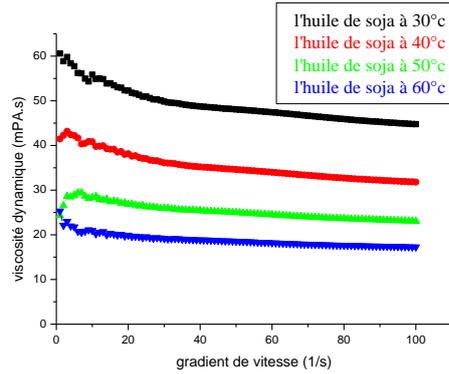


Figure IV.49 : Courbe viscosité dynamique-gradient de vitesse d’huile de soja à différentes températures.

c) Relation viscosité dynamique-température a contrainte de cisaillement constante:

Le tableau ci-dessous représente le diagramme de la viscosité dynamique en fonction de la température à contrainte de cisaillement constante telle que $\tau = 1,8 \text{ N/m}^2$:

Température (°C)	30	40	50	60
Viscosité dynamique (mPA.s)	48,991	34,456	23,766	17,284

Tableau. IV.7 : présentation des valeurs de viscosité en fonction de la température.

d) Relation viscosité dynamique-température à différentes valeurs de gradients de vitesse:

Température (°C)	30	40	50	60
Viscosité pour un Gradient de vitesse moyen 50 (s ⁻¹)	48,065	34,629	24,99	18,555
Viscosité pour un Gradient de vitesse élevé 100 (s ⁻¹)	44,779	31,808	23,035	17,284

Tableau. IV.8 : présentation des valeurs de viscosité dynamique à différents gradient de vitesse pour l'huile de SOJA.

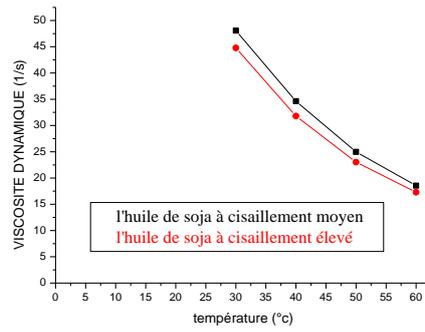


Figure IV.50 : Courbe viscosité dynamique-température à différents gradients de vitesse pour l'huile de soja.

IV.3. ANALYSE DES RESULTATS :

Pour donner une analyse rhéologique à un comportement d'un fluide, il est nécessaire de mettre en évidence les relations entre les paramètres de l'écoulement et les fonctions qui régissent bien cet écoulement.

Les rhéogrammes et les courbes de viscosité des huiles étudiées (huile d'olive, huile d'arachide, huile de radis, huile de soja) représentés dans les figures ((1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11) et (14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24) et (27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37) et (40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48)), caractérisent le comportement de ces huiles dans une plage de cisaillement de 1 à 100 s^{-1} , et dans une plage de température de 20°C à 60°C .

Dans l'analyse des courbes d'écoulement, on peut déduire que les rhéogrammes représentent, d'une façon générale, des points pratiquement alignés sur toutes les courbes.

Les paramètres rhéologiques déduits à partir des courbes, montrent des contraintes de cisaillement critiques très proches de zéro et sont pratiquement nulles.

Donc on peut parler d'un comportement newtonien des huiles étudiées, dans les plages de cisaillement et température précédemment énoncées.

De l'examen des courbes de viscosité, nous remarquons des valeurs de viscosité variables aux cisaillements très faibles, dans la plage des cisaillements moyens et forts, les points du couple (viscosité-vitesse de cisaillement) forment une ligne droite horizontale, donc une viscosité qui ne varie pas légèrement avec le cisaillement, ce qui renforce la conclusion du comportement newtonien des huiles étudiées.

Les figures (6, 19, 32, 44), représentent les rhéogrammes des huiles étudiées (huile d'olive, huile d'arachide, huile de radis, huile de soja), à des températures différentes. Le comportement rhéologique a été modifié par la variation de la température. L'allure de ces courbes est toujours celle d'un fluide newtonien.

On peut remarquer que les contraintes de cisaillement diminuent en fonction de la température.

On peut constater sur les figures (13, 26, 39, 50), que l'augmentation de la température fait chuter la viscosité dynamique des huiles étudiées.

Pour les vitesses de cisaillement élevées, le comportement rhéologique tend vers celui d'un fluide newtonien, car pour les faibles vitesses de cisaillement la décroissance de la viscosité dynamique est plus importante.