



A green green avocado soap

Un savon vert... et vert !

Auteur(s) : Émilie Ramel

Adresse(s) de messagerie : emilie.ramel@ac-versailles.fr

Niveau : Première STL

Type d'enseignement : DNL, ETLV



Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions

A green green avocado soap

Un savon vert... et vert !

Auteur(s) : Émilie Ramel
 Adresse de messagerie : emilie.ramel@ac-versailles.fr
 Établissement : Lycée Notre Dame les Oiseaux
 Académie : Versailles

Niveau et type d'enseignement

Niveau : Première STL
 Type d'enseignement : DNL, ETLV

Sources

L'activité proposée est largement inspirée d'un article paru dans le « Journal Of Chemical Education » en juin 2015, intitulé : « Green Soap : An extraction and saponification of avocado oil ».

Les sources des différents documents proposés (textes, images) sont citées dans la ressource.

Étapes de la séquence

Séance 1 : 15 minutes

Présentation de l'activité. Les élèves travaillent individuellement et en autonomie la première partie avant la première séance

Séance 2 et 3 : 2 heures et 2 heures

Extraction de l'huile d'avocat (séance à caractère expérimental)
 Synthèse du savon à l'huile d'avocat (séance à caractère expérimental)

Séance 4 : 1 heure (ETLV)

Présentations orales

Évaluation :

La présentation orale pourra éventuellement être évaluée (qualité de la synthèse et de l'expression orale).

Présentation

Dans cette activité, les élèves sont invités à utiliser une ressource qu'ils ont peu l'occasion de manipuler en laboratoire : l'avocat. En tentant de respecter les principes de la chimie verte, ils extraient de l'avocat son huile avant de l'utiliser pour synthétiser un savon vert... et vert !

Référentiel, programme

Les objectifs disciplinaires correspondent aux parties du programme de 1ère STL (option SPCL) suivantes :

- La chimie face à l'environnement
- Synthèses et environnement
- Séparation et purification
- Synthèses organiques

Compétences travaillées

S'approprier	■ ■ ■ □
Analyser	■ ■ ■ □
Réaliser	■ ■ ■ □
Valider	■ □ □ □

Niveaux de compétences en langue

Langue : Anglais

Comprendre	Écouter	<input type="checkbox"/> A2	<input type="checkbox"/> B1	<input type="checkbox"/> B2
	Lire	<input type="checkbox"/> A2	<input checked="" type="checkbox"/> B1	<input type="checkbox"/> B2
Parler	Prendre part à une conversation	<input type="checkbox"/> A2	<input checked="" type="checkbox"/> B1	<input type="checkbox"/> B2
	S'exprimer oralement en continu	<input type="checkbox"/> A2	<input checked="" type="checkbox"/> B1	<input type="checkbox"/> B2
Écrire	Écrire	<input type="checkbox"/> A2	<input checked="" type="checkbox"/> B1	<input type="checkbox"/> B2

Mots clés

Anglais, Chimie, Chemistry, Chimie verte, Green Chemistry, Extraction, Saponification, DNL, ETLV

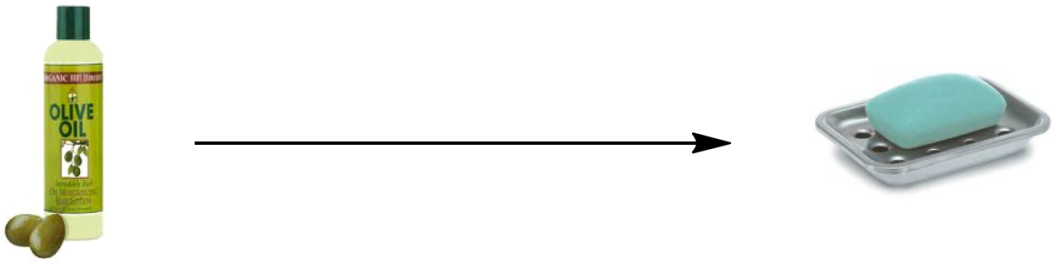
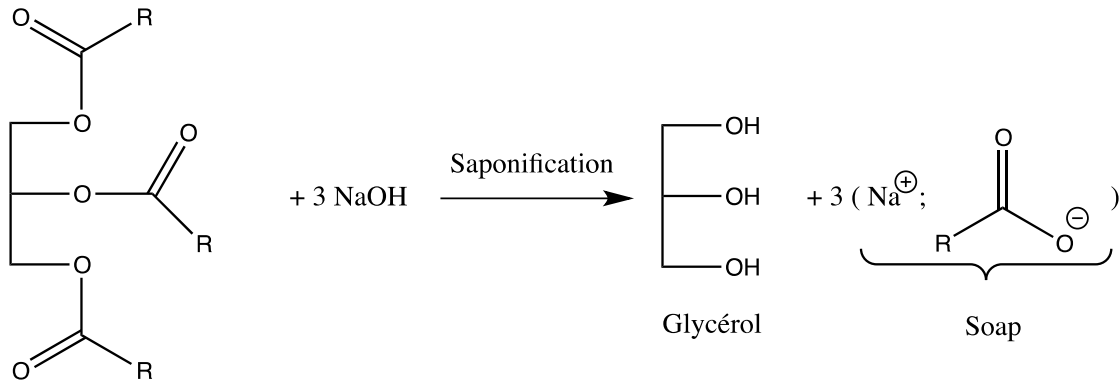
Table of Contents

For students	2
PART I: EXTRACTION OF AVOCADO OIL	5
PART II: MAKE YOUR OWN SOAP	7
For teachers	9
Objectifs disciplinaires détaillés	10
Démarche pédagogique et conseils à l'attention du professeur	10
Réflexion autour du titre de la ressource	12
Appendices	13

For students

Over the last few years, "making your own cosmetics" has been the new trend. In this three part-lab activity, you will prepare a green soap using avocado oil.

Doc 1: How to make soap? Two different approches

<p>For DIY-addicts</p>		<p>A soap making process involves mixing a vegetable oil or a combination of oils, such as coconut oil, olive oil and palm oil with an alkali (sodium hydroxide, commonly known as « lye » or potassium hydroxyde). The resulting chemical reaction, saponification, turns the mixture into bar soap.</p>
<p>For chemists</p>	 <p>Triglyceride R = long hydrocarbon chain</p> <p>Glycérol</p> <p>Soap</p>	<p>Triglycerides are the main constituents of vegetable oil (coconut, palm, avocado and olive oils) and animal fats (lard). A triglyceride is a triester with three long fatty-acid-like hydrocarbon chains. When a triglyceride reacts with three equivalents of a strong base such as NaOH or KOH, the three ester bonds are hydrolyzed to yield three fatty acid salts (soap molecules) and one molecule of glycerol as shown on the left. This saponification can also be referred to a base hydrolysis. NaOH produces a harder bar while KOH is used more frequently for liquid soaps.</p>

Source:

- <http://webpages.uidaho.edu/chem276/files/7%20-%20synthesis%20of%20soap.pdf>
- "Soap Crafting: Step-by-Step Techniques for Making 31 Unique Cold-Process Soaps" (Anne-Marie Faiola)
- <http://facweb.northseattle.edu/jpatterson/pdf/chem252p/252Preparation%20of%20%20Soap10.pdf>

Doc 2: The 12 principles of Green Chemistry - Pocket Guide from ACS (American Chemical Society)

Green Chemistry *Everyone's Doing It!*

The 12 Principles of Green Chemistry

A framework for designing or improving materials, products, processes and systems.

1. Prevent Waste
2. Atom Economy
3. Less Hazardous Synthesis
4. Design Benign Chemicals
5. Benign Solvents & Auxiliaries
6. Design for Energy Efficiency
7. Use of Renewable Feedstocks
8. Reduce Derivatives
9. Catalysis (vs. Stoichiometric)
10. Design for Degradation
11. Real-Time Analysis for Pollution Prevention
12. Inherently Benign Chemistry for Accident Prevention

*Anastas, P. T.; Warner, J. C. Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press: New York, 1998, p.30. By permission of Oxford University Press.

www.acs.org/greenchemistry

A New Kind of Chemistry

Green Chemistry is based on a set of principles that when used in the design, development and implementation of chemical products and processes, enables scientists to protect and benefit the economy, people and the planet.

Green Chemistry uses renewable, biodegradable materials which do not persist in the environment.

Green Chemistry is using catalysis and biocatalysis to improve efficiency and conduct reactions at low or ambient temperatures.

Green Chemistry is a proven systems approach.

Green Chemistry reduces the use and generation of hazardous substances.

Green Chemistry offers a strategic path way to build a sustainable future.

© 2014 ACS Green Chemistry Institute®
To catalyze and enable the implementation of green chemistry and engineering throughout the global chemical enterprise

Before the experiment:

- Read documents 1 and 2. What do you think about Green Chemistry?
- Search the "safety data sheet" of sodium hydroxide. What would you recommend to friends interested in making their own soap at home?

PART I: EXTRACTION OF AVOCADO OIL

Doc 3: Description of an avocado.

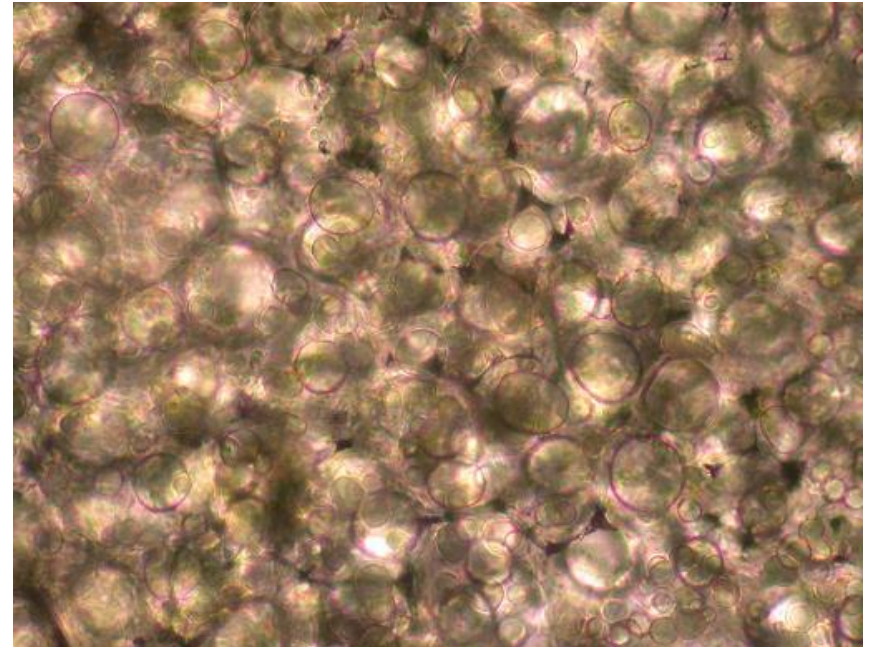
<p>There are about 400 varieties of avocado, but they all have these characteristics in common:</p> <ul style="list-style-type: none">- the skin is relatively hard, green to black and slightly ribbed;- the soft and creamy flesh is light green or yellow;- the pit at the center is quite big.		<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">Nutritional value per 100 g (3.5 oz)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Energy</td><td>670 kJ (160 kcal)</td></tr><tr><td>Carbohydrates</td><td>8.53 g</td></tr><tr><td> Sugars</td><td>0.66 g</td></tr><tr><td> Dietary fiber</td><td>6.7 g</td></tr><tr><td>Fat</td><td>14.66 g</td></tr><tr><td> Saturated</td><td>2.13 g</td></tr><tr><td> Monounsaturated</td><td>9.80 g</td></tr><tr><td> Polyunsaturated</td><td>1.82 g</td></tr><tr><td>Protein</td><td>2 g</td></tr></tbody></table>	Nutritional value per 100 g (3.5 oz)		Energy	670 kJ (160 kcal)	Carbohydrates	8.53 g	Sugars	0.66 g	Dietary fiber	6.7 g	Fat	14.66 g	Saturated	2.13 g	Monounsaturated	9.80 g	Polyunsaturated	1.82 g	Protein	2 g
Nutritional value per 100 g (3.5 oz)																						
Energy	670 kJ (160 kcal)																					
Carbohydrates	8.53 g																					
Sugars	0.66 g																					
Dietary fiber	6.7 g																					
Fat	14.66 g																					
Saturated	2.13 g																					
Monounsaturated	9.80 g																					
Polyunsaturated	1.82 g																					
Protein	2 g																					

(Source: en.wikipedia.org and www.naurespride.eu)

Doc 4: Avocado oil

Avocado oil is contained in the flesh, more exactly in the cells storage compartments (membranes) called elaioplastids. A solvent like isopropanol is generally used to help breaking up the cell membranes (in purple) in order to release the oil.

Picture of elaioplastids (source: flickr)



Doc 5: About triesters

Avocado oil is mostly composed of several triesters and fatty acids. The main triester in the avocado oil is called OOP:

chain like oleic acid : O

chain like oleic acid : O

chain like palmitic acid : P

Triesters are :

Not soluble in water

Soluble in ethyl acetate, diethyl ether, chloroform and benzene

Doc 6: Solvent Data

Solvent	Ethyl acetate	Diethyl ether	Chloroform	Benzene
CLP Hazard pictograms				
Classification	<ul style="list-style-type: none"> Flammable Liquid (Category 2) Eye irritation (Category 2) Specific target organ toxicity - single exposure (Category 3), Central nervous system 	<ul style="list-style-type: none"> Flammable liquids (Category 1) Acute toxicity, Oral (Category 4) Specific target organ toxicity - single exposure (Category 3), Central nervous system 	<ul style="list-style-type: none"> Acute oral toxicity, Oral (Category 4) Acute toxicity, Inhalation (Category 3) Skin irritation (Category 2) Eye irritation (Category 2) Carcinogenicity (Category 2) Reproductive toxicity (Category 2) Specific target organ toxicity - single exposure (Category 3), Central nervous system Specific target organ toxicity - repeated exposure (Category 1) 	<ul style="list-style-type: none"> Flammable liquids (Category 2) Skin irritation (Category 2) Eye irritation (Category 2) Germ cell mutagenicity (Category 1B) Carcinogenicity (Category 1A) Specific target organ toxicity - repeated exposure (Category 1) Aspiration hazard (Category 1) Chronic aquatic toxicity (Category 3)

During the experiment:

- Imagine a procedure to extract oil from an avocado.
- Fill in your lab notebook: describe your procedure, draw your experiment and write down your results. Be sure to include information on the amounts of all substances. Comment on the yield of the extraction of the oil from the flesh.

PART II: MAKE YOUR OWN SOAP

Doc 7: Saponification Value or SAP

Every soap recipe calls for a certain, specific amount of lye. Each oil has its own saponification value (SAP). This is the amount of lye that is needed to turn 1 gram of that oil into soap. For example, the soap value of coconut oil is commonly given at 0.178, meaning that it takes 0.178 grams of lye to turn 1 gram of coconut oil into soap.

Source: "Soap Crafting: Step-by-Step Techniques for Making 31 Unique Cold-Process Soaps" (Anne-Marie Faiola)

Doc 8: Sample procedure

- ✓ Pour 50 mL of water into a beaker. Carefully add the sodium hydroxide while stirring well. Stir until dissolved. The temperature will get to about 90°C (HOT!).
- ✓ Pour 50 mL of the olive oil into an erlenmeyer flask.
- ✓ When the sodium hydroxide solution has cooled down to room temperature, slowly add the lye water mixture to the oil with care.
- ✓ Stir with a magnetic stirrer and reflux for 30 - 40 min.
- ✓ Add 100 mL of a cold saturated sodium chloride solution.
- ✓ Filter using a Buchner funnel and rinse the soap with ice-cold water.
- ✓ Place the soap in a cup and then place the container in an oven at 100°C.



Picture: <http://www.huileriecoop-beaucaire.com/fr/cosmetiques/29-savon-de-marseille.html>

Doc 9: Hot or cold saponification

The two most commonly used methods to make soap at home are called the cold process and the hot process. Both require a heat source. The hot process (reflux) uses heat to speed up the reaction. The cold process (45°C to 55°C) uses just enough heat to ensure that all the fat is melted prior to reacting with the base. The cold process is preferred because it is simpler, it requires less energy, and results in a creamier bar.

Source: <http://facweb.northseattle.edu/jpatterson/pdf/chem252p/252Preparation%20of%20%20Soap10.pdf>

Doc 10: Properties of oil

Oil or Fat	SAP	Properties in soap lather		Recommended usage	Notes
Palm oil	0.142	Mild lather	Hard, long lasting bar	25 – 50%	Has negative environmental effects
Castor oil	0.129	Fluffy and stable lather	Hard bar	5 – 10 %	Can be used for shampoo or shaving bar
Olive oil	0.134	Mild and creamy lather	Soft bar	25 – 80% Can be used up to 100%	Very mild and nourishing. Soap for sensitive skin, elder skin or baby skin. Soaps high (50%+) in olive oil need longer to cure
Avocado oil	0.133	Fluffy lather	Soft bar	5 – 20 %	Avocado oil is a wonderful substitute for some of the olive oil in a recipe. It is high in vitamin E and other vitamins and minerals, making it a great addition to facial bars or bars for elder skin. Moisturizing and conditioning properties
Lard	0.139	Mild stabilizing creamy lather	Hard white bar	25-50%	Great laundry soap

Source:

- "Soap Crafting: Step-by-Step Techniques for Making 31 Unique Cold-Process Soaps" (Anne-Marie Faiola)
- <http://www.soap-making-resource.com>
- <http://www.lovinsoap.com>

During the experiment:

- Imagine a procedure to make your own soap.
- Fill in your lab notebook: describe your procedure, draw your experiment and write down your results. Be sure to include information on the amounts of all substances.

To conclude:

- Prepare a poster (powerpoint) to introduce your work to the class in five minutes.
- Did you make a green green soap? Explain.

Most of this pedagogical sequence was inspired by this article:

"Green Soap: An extraction and Saponification of Avocado Oil" - Susan Sutheimer, Jacqueline M. Caster, and Simone H. Smith – JCE 2015, 92, 1763 - 1765

For teachers

Objectifs disciplinaires détaillés

Les objectifs disciplinaires évoqués en introduction de la ressource sont ici détaillés.

Notions et contenus	Capacités
<p>La chimie face à l'environnement Rôle de la Chimie dans des problématiques liées à l'environnement Toxicité de certaines espèces chimiques. Impact environnemental des synthèses et des analyses</p>	<p>Relever des informations relatives à la toxicité d'espèces chimiques (classes de danger pour la santé et de danger pour l'environnement) et respecter les conseils de prudence et de prévention associés. Choisir, parmi plusieurs procédés, celui qui minimise les impacts environnementaux.</p>
<p>Synthèses et environnement Analyse de l'impact environnemental d'une synthèse. Chimie « verte », Chimie douce.</p>	<p>Citer les exigences en matière de chimie « verte » ou durable, en ce qui concerne le choix des matières premières, des réactions et des procédés. Comparer les avantages et les inconvénients de différents procédés de synthèse. Réaliser une extraction d'une espèce naturelle et mettre en œuvre une hémisynthèse à partir de cette espèce.</p>
<p>Séparation et purification Techniques : distillation, filtration sous vide</p>	<p>Réaliser une distillation simple, une filtration sous vide.</p>
<p>Synthèses organiques Réactivité des acides et dérivés (estérification, hydrolyse)</p>	<p>Reconnaître les réactions d'estérification et d'hydrolyse.</p>

Démarche pédagogique et conseils à l'attention du professeur

Après un travail préliminaire qu'ils auront à réaliser en autonomie à la maison, les élèves sont répartis en binôme pour l'intégralité de la séquence.

Dans la colonne « Rôle du professeur », les grandes lignes du protocole expérimental à suivre sont explicitées : mélange de solvants d'extraction utilisés et proportions, proportions à utiliser pour le mélange d'huile à saponifier. Notons que la saponification d'huile d'avocat

donne un savon qui reste liquide après saponification, ce qui explique que dans l'activité, les élèves sont incités à mélanger l'huile d'avocat à de l'huile d'olive.

Séances	Durée	Activité proposée	Rôle du professeur	Rôle de l'élève	Compétences mises en œuvre
1	15 min	Travail préliminaire à la maison	Distribution de l'introduction de l'activité (doc 1 et 2) et présentation du travail à réaliser	L'élève lit les deux premiers documents. Il se familiarise avec le vocabulaire de la séquence (saponification d'une huile) et le vocabulaire de la chimie verte	APP
2	2h	Extraction de l'huile d'avocat en travaux pratiques	Le professeur oriente grâce aux documents les élèves vers l'utilisation d'un mélange d'acétate d'éthyle/isopropanol (90/10, ces proportions étant imposées par le professeur). Le mélange huile d'avocat/solvants est ensuite récupéré par filtration sous vide et le solvant est évaporé par distillation simple. Attention : le chauffage ne doit pas être trop fort pour ne pas dégrader l'huile d'avocat.	Les élèves, grâce aux documents 3 à 6, doivent proposer un protocole d'extraction de l'huile d'avocat à partir de la chaire d'un avocat (APP + ANA). Le protocole est ensuite mis en œuvre (REA). Enfin, le rendement de l'extraction de l'huile d'avocat est comparé aux données du document N°3 (VAL)	APP ANA REA VAL COM
3	2h	Synthèse du savon à base d'huile d'avocat en travaux pratiques	Le professeur aide les élèves à élaborer le protocole et les oriente vers un mélange d'huiles avocat/olive (20/80 par exemple) et un procédé « à froid » (chauffage vers 50°C)	Les élèves proposent un protocole de saponification inspiré du document N°8 (APP + ANA). Les élèves réalisent ensuite leur savon (REA) puis préparent leur présentation numérique	APP ANA REA COM
4	1h	Présentation orale et conclusion	Distribution de la parole aux différents groupes et conclusion sur le titre de l'activité	Les élèves présentent oralement leur protocole et leur savon à l'aide d'un support numérique	COM

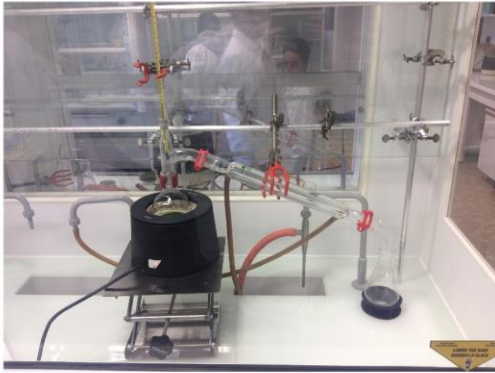
Remarque : peu d'élèves se sont orientés vers un procédé à froid, en chauffant le milieu réactionnel lors de la saponification à des températures beaucoup plus élevées.

Réflexion autour du titre de la ressource

Pour conclure, une réflexion autour du titre (« a green green soap ») doit impérativement être menée. Le savon est en effet de couleur verte (grâce à l'huile d'avocat et à l'huile d'olive). Il répond à quelques critères de la chimie « verte » par l'utilisation de solvants les moins nocifs possibles pour l'extraction de l'huile d'avocat et par la mise en œuvre d'un procédé le moins « énergivore » (saponification à froid). Néanmoins, les élèves peuvent s'interroger sur l'utilisation d'avocats ayant parcouru plusieurs milliers de kilomètres avant d'arriver au laboratoire.

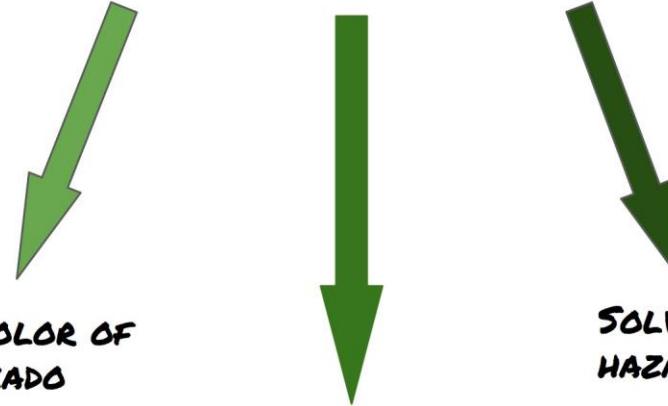
Appendices

Quelques productions d'élèves de la classe de première STL de l'établissement :



**GREEN COLOR OF
THE AVOCADO**

A green green soap



ECOLOGICAL PRODUCTS

**SOLVANT LESS
HAZARDOUS**



How do you make a soap?

1° Extract the oil of the flesh

-get off the flesh, mixed
and add solvent.

-Make a distillation to take
Off the solvent.



2° Synthetised the soap:

-Add NaOH

-Make a filtration and take back the
soap



3° Place it in a oven



A green green soap



Part 1.
extraction a flesh

add solvents

Part 2.
Filtration

add olive oil

Part 3.
distillation

filtration

Final.
put in the oven and
wait for the formation
of soap



A green green soap with avocado oil.



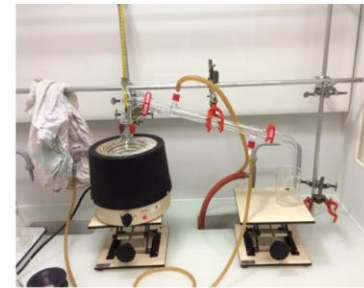
Mash.



Add isopropanol and ethyl acetate and stir.



Use a Buchner filter to filter the solvents and avocado flesh.



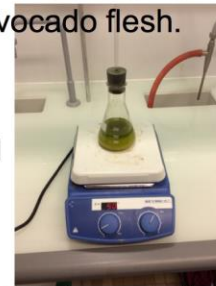
Extraction of the solvents.



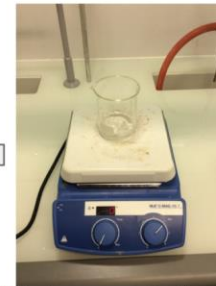
Pour the oil in a cup and put it in the oven.



Filter the oil.



Add the solution of sodium hydroxide after warming the avocado



Make a solution of sodium hydroxide



Add olive oil.