

المجلة الجزائرية للعلوم

Revue Algérienne des Sciences



جامعة الشاذلي بن جديد
UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

- Sciences de la Nature et de la Vie
- Sciences Techniques



تصدرها جامعة الشاذلي بن جديد الطارف تحت إشراف الأستاذ الدكتور. العايش عبد العزيز

Editée par l'Université Chadli BENDJEDID El Tarf sous le haut patronage
du Pr. Dr . LAICHE Abdelaziz



REVUE ALGERIENNE DES SCIENCES

Section -A-

- Sciences de la Nature et de la Vie
- Sciences techniques

<http://univ-eltarf.dz/fr/>

Sous le haut patronage du Pr. Dr. A LAICHE



Directeur de la revue

Pr. Dr. A BENAKHLA

Rédacteur en Chef

Dr. C. AISSAUI

Rédacteur en chef adjoint

Dr. CHEMAM C

Comité de rédaction

AIT BARA A
BENTRAD S
BOUTABIA L
DJELLOUL R
GUENADIL F
HADEF A
HAMDI S
RIGHI S
TIAR G
YOUBI Z

Comité scientifique

ALAYAT H (Univ. El Tarf)
AOUN L (Univ. El Tarf)
BENOUARETH D.E (Univ. Guelma)
BOUDECHICHE L (Univ. El Tarf)
HOMRANI A.K (Univ. Mostaganem)
KHIARI S (Univ. El Tarf)
MAMMACHE B (Univ. Batna)
MEKROUD A (Univ. Constantine)
NAJAR T (INAT. Tunisie)

Responsable de la conception

Dr. M. BOUCHEIKHCHOUKH



REVUE ALGERIENNE DES SCIENCES

Section -A-

- Sciences de la Nature et de la Vie

- Sciences techniques

<http://univ-eltarf.dz/fr/>



SOMMAIRE

SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

- Effect of very high rearing temperature on changes in hormones responsible physiological stress in broilers reared in western Algerian** 5-10
Attou S *et al.* (Université Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem)
- Frequency and dynamics of sheep infestation by scabies mites in the Guelma region (northeastern Algeria)** 11-17
Sedraoui S *et al.* (Université Chadli Bendjedid - El Tarf)
- Contribution to the characterization of the physico-chemical and bacteriological quality of dairy cattle watering in the zone of El Tarf, Algeria.** 18-21
Kadri S *et al.* (Université Chadli Bendjedid - El Tarf)
- Valeurs usuelles et influence de l'âge sur quelques paramètres hématologiques et ioniques chez le cheval dans le Nord Algérien** 22-26
Mekroud M *et al.* (Université des frères Mentouri - Constantine 1)
- Caractéristiques de l'activité sexuelle chez les brebis pâturant les prairies littorales de l'extrême nord est algérien** 27-31
Hadeif A *et al.* (Université Chadli Bendjedid - El Tarf)
- Inventaire des espèces de puces parasitant les animaux de l'extrême nord-est de l'Algérie** 32-36
Boucheikhchoukh M *et al.* (Université Chadli Bendjedid - El Tarf)
- Inventaire des poux des poulets fermiers dans deux régions du nord est algérien** 37-40
Bouledroua R *et al.* (Université Chadli Bendjedid - El Tarf)

SCIENCES TECHNIQUES

- Cooperative Approach navigation for autonomous Mobile Robots (Application on a building Site)** 41-45
Benmachiche *et al.* (Université Chadli Bendjedid - El Tarf)
- Un Modèle de Planification Multi Robots basé sur les Algorithmes Génétiques pour la Navigation Optimale de Robots Autonomes** 46-49
Benmachiche *et al.* (Université Chadli Bendjedid - El Tarf)
- Hybridation PSO/ACO pour l'identification de fonction des protéines** 50-60
Zekri *et al.* (Université Chadli Bendjedid - El Tarf)
- Un système de recommandation hybride basé flou adapté à l'apprentissage amélioré par la technologie** 61-68
Maâtallah *et al.* (Université Chadli Bendjedid - El Tarf)
- Apprentissage évolutionnaire d'une chaîne de Markov cachée pour la reconnaissance automatique de la parole audiovisuelle** 69-78
Makhlouf *et al.* (Université Chadli Bendjedid - El Tarf)
- Une décomposition multi résolution pour une stéganalyse passive** 79-82
Bouguerme *et al.* (Université Chadli Bendjedid - El Tarf)
- Données liées dans l'éducation : un examen des contributions dans les revues SSCI** 83-88
Chemam *et al.* (Université Chadli Bendjedid - El Tarf)



REVUE ALGERIENNE DES SCIENCES

Section -A-

- Sciences de la Nature et de la Vie
- Sciences techniques

<http://univ-eltarf.dz/fr/>



Effect of very high rearing temperature on changes in hormones responsible physiological stress in broilers reared in western Algerian

Attou Sahnoun^{a,*}, Aissaoui Chadli^b, Nemmiche Said^a, Homrani Abdelkader^a

^a Abdelhamid Ibn Badis University, Faculty of Sciences Nature and Life, Department of Agronomy, Hamadou Hossine Avenue BP 300 Mostaganem, Algeria

^b Department of Agricultural Sciences, Chadli Bendjedid El Tarf University, Algeria.

Article Info	Abstract
<p>Keywords :</p> <p>Algeria Climate Hormonology Poultry Resistance Scorching heat</p> <p>*Correspondance : attousahnoun@hotmail.fr</p> <p>Reçu le 31 mai 2018, Révisé le 17 juin 2018, Accepté le 18 juin 2018.</p>	<p>This study was conducted to evaluate the effects of a very hot temperature on broilers. Faced with this severe heat, we wanted to determine the limits variations in growth performance in broilers. Above all, it was of interest to determine whether or not the hormones triiodothyronine (T3), thyroxine (T4), aldosterone (Ald) and ACTH would also be affected by changes resulting from very hot.</p> <p>Two hundred male chicks (Hubbard) of a day were reared during 50 days. They were divided into two groups. Two thermal environments were applied from the 7th day of rearing: Thermoneutral (NT: 25 °C) for the first group and a very hot temperature (HT: 37°C) for the second. Every day, broiler chickens received ad libitum feeds and water drink.</p> <p>DRG® ELISA (Enzyme linked Immuno Sorbent Assay) kits were used for the determination of T3, T4, Ald and ACTH (EIA-3801, 4568, 4128 and 3647 respectively).</p> <p>Decrease in the feed intake (FI) due to HT was observed. Superiority of body weight (BW) in NT broilers was recorded. A significantly higher deposit of subcutaneous lipids (SCL) up to 105g/Animal was obtained in HT broilers. Weight of abdominal fat (AF) was higher in NT broilers.</p> <p>From day 18, T3 decreases were recorded in HT broilers. At the end of the breeding, the level of T3 in HT broilers was identical to that of NT broilers. The HT broilers had recorded higher levels of Ald. From the 40th day, significant increases in ACTH levels were recorded in HT broilers.</p>

1. Introduction

In western Algerian, poultry faces several problems such as climatic conditions. Indeed, summer temperatures often very high and persistent are a real obstacle to the success of poultry farming. Because of mortality, these temperatures can cause significant economic losses. Economic losses caused by heat relate laying hens [21] and broilers [10]. Because of this problem, several studies on the heat acclimatization of the chicks were performed. Generally, these studies were conducted over short or medium exposure duration to heat [1, 38, 6, 33].

Further studies were performed to determine the effects of heat on the production parameters and poultry physiology [2, 12]. In addition, the temperatures tested by these authors were moderately hot compared to those recorded in Algeria, especially in summer.

Because of these differences between the temperatures already tested, we tested other more severe thermal conditions and similar to the Algerian reality [4]. In these thermal conditions, we recorded large changes in performance in broilers [4]. However, some questions remained unanswered to better explain the changes induced by the high heat. So, we wanted to determine how to vary the main hormones responsible for the physiological stress (Ald and ACTH) [22, 23] and growth (T3 and T4) [17].

For this study, we extended the same experimental conditions as those applied by Attou *et al.* [4]. In, the thermal conditions in which broilers were reared were severe. They are similar to environmental conditions poultry farms in Algeria. From a young age until the end of breeding, the animals were raised in a temperature of 37 °C.

The main objective of this study was to determine how the animal reacts to this extreme

heat throughout the rearing period: Especially if certain hormones undergo changes? The hormones involved in this study are T3, T4, aldosterone and ACTH considered primarily responsible for stress and growth.

2. Materials and methods

2.1. Animals and diets

Two hundred male broilers chickens Hubbard aged one day were raised during 50 days. The chicks were divided into 2 groups, each group contained 100 animals.

Just after hatching, the chicks were vaccinated against Marek disease and infectious bronchitis. After one, two and three weeks of age, they had received in the drinking water vaccination against Newcastle disease associated with a triple vaccine (respiratory disease, Gumboro and infectious bronchitis).

Two ambient temperatures were applied from the 7th day of rearing. The first group was exposed to thermo neutral temperature (NT: 25°C) and the second group at a very hot temperature (HT: 37°C). The average weight of chick was 39.2±3g. The diets characteristics were presented in **Table 1**. Every day, the animals received ad libitum feeds and water drink.

The measures of feed intake (FI), body weight (BW), eviscerated carcass (EC), abdominal fat (AF) and subcutaneous lipids (SCL) were determined on the 50th day.

At 18, 25, 32, 40 and 50 days of age, other broilers were bled and blood samples were made for analyzes of T3, T4, aldosterone (Ald) and ACTH.

Table 1: Compositions and nutritional characteristics of diets.

Ingredients (g/kg)	Starter diet	Grower diet
Crude Protein	200	190
Fat	35.6	34.9
Crude Fiber	27.7	28
Ashes	43	41.6
Moisture	55	60
MVC ¹	10	10
L-Méthionine	0.3	-

¹Mixture Mineral and Vitamin (mg/kg diet): Fer: 60; Brass: 10; Zinc: 80; Manganese: 80; Cobalt: 0.2; Selenium: 0.2; Iodine: 1; Vitamin E: 15; Menadione (K₃): 5; Thiamin (B₁): 3; Riboflavin (B₂): 7; Pantothenic acid (B₅): 10; Niacin: 30; Folic Acid (B₉): 0.5; Vitamin B₁₂: 0.02; Pyridoxin (B₆): 4; Choline chloride : 300

2.2. Laboratory analysis

The crude protein of diets was determinate by the Kjeldahl method [3]. The concentration of fiber diets was determinate with the Weende method after a double hydrolysis of non-cellulosic constituents in acid solution and in the other basic respectively [3]. The content of lipids diets was determined by extraction in a dispositive SOXHLET

by the petrol ether [3]. The subcutaneous lipids were determined after extraction with chloroform-methanol (2v/1v) [11].

DRG® (Enzyme linked Immuno Sorbent Assay) kits were used for the determination of hormones. For analysis of T3 and T4, we used a solid phase competitive enzyme immunoassay (EIA-3801 and EIA-4568 respectively). The antibodies used were Rabbit anti-Sheep IgG antibody and donkey anti-mouse IgG antibody (Respectively for T3 and T4). The analysis of Ald follows the principle of ELISA according to the model of competitive binding (EIA-4128). Rabbit anti-aldosterone antibody was used. The ACTH immunoassay test was a two-site ELISA for the measurement of the biologically active 39 amino acid chain of ACTH (EIA-3647). A goat anti-ACTH antibody and a mouse anti-ACTH antibody were used.

2.3. Statistical analysis

The statistic was undertaken by analysis of variance (ANOVA) in two factors of variation (temperature and age) with XLSTAT. The Newman-Keuls test was applied for comparison of mean values. Each mean value is assigned a letter; means followed by different letters are significantly different. Difference between two means was considered statistically significant at p<0.05. Microsoft Office Excel (2007) was used for the histograms of figures.

3. Results

Some results of growth performance and carcass parameters are shown in **Table 2**. A decrease of 18% of the FI was recorded in HT broilers. A significant decrease (p<0.05) of BW in HT broilers was observed at the end of breeding. Otherwise, the HT had a significant negative effect (p<0.05) on the EC with a decline of 15%. This allowed EC/BW lower in HT broilers. The HT caused a significantly higher SCL at the end of rearing. What caused the EC oilier with SCL/EC significantly higher. Conversely, the AF was significantly greater in NT broilers.

Table 2: Feed intake (FI), body weights (BW), eviscerated carcass (EC), subcutaneous lipids (SCL) and abdominal fat (AF) from broilers reared at the very hot temperature (HT) and thermoneutral temperature (NT).

Parameters	Age (day)	Rearing Temperatures (°C)	
		NT	HT
FI (g/d) (n=30)	50	141	119
BW (g) (n=30)	50	2142 ^a ± 108	1937 ^b ± 139
EC(g) (n=10)	50	1620 ^a ± 65	1373 ^b ± 95
EC/BW (%) (n=10)	50	75.28 ^a ± 3	71.47 ^b ± 6
SCL/EC (%) (n=10)	50	4.14 ^b ± 0.2	7.1 ± 0.6 ^a ± 0.3
AF (g) (n=10)	50	38.31 ^a ± 2.50	31.73 ^b ± 3.23

Results expressed as mean and standard deviation (SD).

a, b: values with different letters differ significantly (p<0.05).

From 18 days, significant decreases in T3 were recorded in HT broilers (**Fig. 1**). These decreases vary according to the age of broilers. These decreases had reached high values of approximately 50, 25 and 71% respectively in the 25th, 32nd and 40th days. At the end of the rearing T3 in NT broilers had been a significant increase and become equivalent to that of HT broilers.

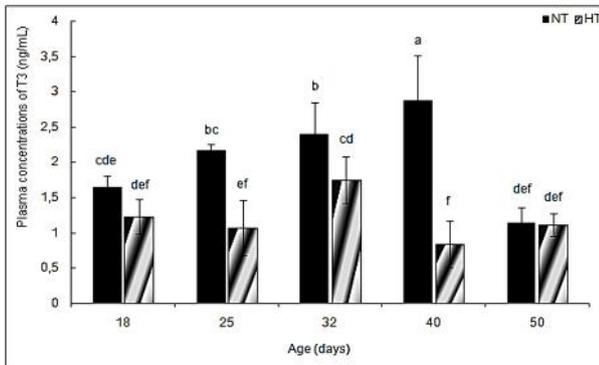


Fig. 1: Plasma concentrations of triiodothyronine (T3) in Broilers reared at the very hot temperature (HT) and thermoneutral temperature (NT). Data are means of 7 replicates (n=7).

Such as T3, T4 were significantly decreased ($p < 0.05$) from the 25th day in HT broilers (**Fig. 2**). Compared to NT, the decrease in T4 has reached 39% in the growth phase of HT broilers (25th day). She was only 16% in the finishing phase (50th day).

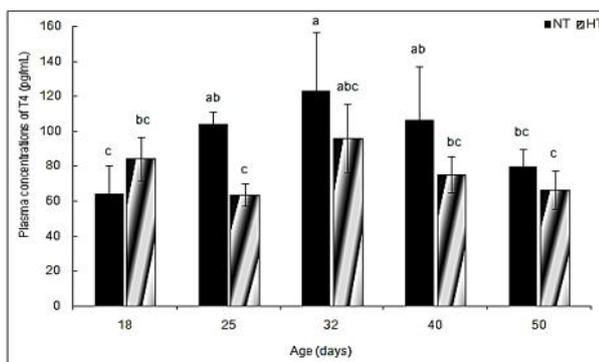


Fig. 2: Plasma concentrations of thyroxine (T4) in Broilers reared at the very hot temperature (HT) and thermoneutral temperature (NT). Data are means of 7 replicates (n=7).

The broilers HT showed levels of Ald significantly ($p < 0.05$) higher than that of NT broilers, except at 32 days of age (**Fig. 3**). At the beginning of the growth phase, these increases were approximately 30% in the 18th and 25th day. At 40 and 50 days, moderate increases of Ald caused by HT were recorded. Whatever the temperature applied progressive and significant ($p < 0.05$) increases of Ald levels were recorded until day 32.

Then they decreased significantly for both temperatures.

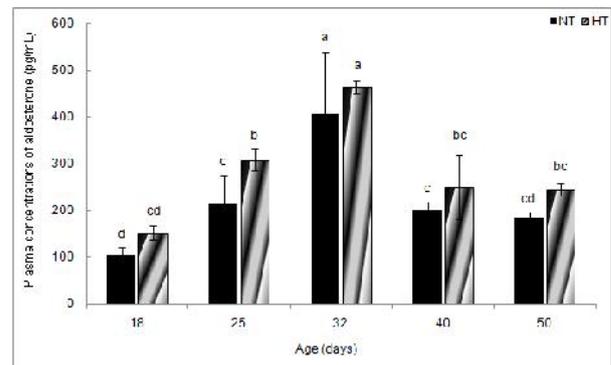


Fig. 3: Plasma concentrations of aldosterone (Ald) in Broilers reared at the very hot temperature (HT) and thermoneutral temperature (NT). Data are means of 7 replicates (n=7).

Until the 32th day, no temperature effect on ACTH was observed in broilers (**Fig. 4**). From the 40th day, significant increases ($p < 0.05$) of ACTH caused by HT were recorded. These increases were 92 and 39% in broilers 40 and 50 days of age respectively. However, for both rearing temperatures no significant increases of ACTH were noted with age until day 32. However, the increases become significant from 40th day in HT broilers.

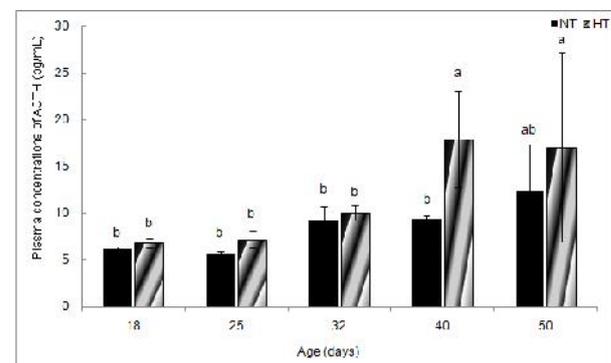


Fig. 4: Plasma concentrations of ACTH in Broilers reared at the very hot temperature (HT) and thermoneutral temperature (NT). Data are means of 7 replicates (n=7).

4. Discussion and conclusion

The very hot temperature caused a depressive effect on T3 by decreasing its concentration in broilers during the two phases (growing and finishing). Our results agree with those of other authors [36, 20]. During the growth of broilers, heat stress of short duration (35 °C or 36.5 °C; 6-24 h) may cause a decrease in T3 [36, 20]. By cons, a less intense heat (28 or 30 °C) has a limited effect on T3 [37].

The thermal effect on thyroid hormones was more noticeable at higher heat. Indeed, significant decreases in T3 were already reported

by Kataria *et al.* [17] exposing broilers at temperatures of 42-45 °C. According to Sokolowicz & Herbut [27], the decrease of T3 could be related to low metabolic activity followed by better thermoregulation. This physiological state condition protects birds against hyperthermia.

The decrease of FI observed in HT broilers corroborates the results of Attou *et al.* [4]. It could be attributed to the decrease of T3. Previously, this observation was reported by Carew *et al.* [5] who found a correlation between decrease FI in the heat and thyroid hormones. The same correlations between FI and T3 were obtained by Yahav [37] in broiler chickens and turkeys placed in temperatures 28 to 30 °C.

In addition, the decrease thyroid hormone was followed by a decrease in BW of HT broilers. Even depressive effect of HT on BW was found by Attou *et al.* [4]. This could justify the role of thyroid hormones in the growth process of animals. Our results corroborate those of Yahav *et al.* [35] who were unanimous on the direct or indirect involvement of heat on the altered of T3 and consequently decrease the growth of broilers. However, these changes differ from one environmental condition to another, i.e. an experimental model to another. This decline in growth caused by heat and thyroid hormones may be the result of a temporary or chronic disruption of metabolic activities, depending on the intensity and duration of heat stress.

Moreover, the involvement of T3 in the growth process was highlighted by the thyroid status of the animals by the hormonal treatment. Thus, an association between growth and T3 was observed earlier in the thyroidectomized chicks [13]. Higher levels of T3 in the fast-growing broilers were reported by Lauterio *et al.* [18], which suggests the important role of the T3 in the synthesis metabolism. Moreover, it has been established that the administration of T3 in animal increases its oxygen consumption and heat production [34]. By cons, hypothyroidism causes opposite effects [14].

Changes of thyroid hormones caused by HT could have indirect effects on intestinal function. Remember the existence of correlation between FI and T3 mentioned above. This suggests morphological changes in the small intestine and new dynamics of enterocytes that result in changes in FI then influencing T3. After administration in animal, T3 could lead to increased cell proliferation and the activity of Brush Border Membrane and the thickness of intestinal mucosa [15, 16]. I.e, it is likely that the HT and FI reduction caused a decrease in T3. In turn, decrease of T3 could alter the proliferative capacity of the enterocytes. Accordingly, this results in a decrease of intestinal absorption. Decreases in T3 content in HT broilers might be related with the decrease of AF and increase of SCL.

The relationship between thyroid gland and adiposity has been already reported by Decuypere *et al.* [7] who observed a decrease in AF of broilers treated with T3 or T4.

Our results also corroborate those of Stewart and Washburn [29] who found a negative correlation between T3 and carcass fat of broilers. Finally, whatever direct or indirect involvement of T3, high heat is the trigger of this process of adiposity, with a limited AF and increased SCL.

Simultaneous declines of T3 and T4 caused by the HT assume that there is a relationship between these two hormones. This relationship is explained by the renewal of the T3 when the body needs this hormone. As in mammals, three deiodinase enzymes are responsible for the conversion of T4 to T3 in birds [8]. This is an Outer-Ring Deiodinase-1 (ORD-1) that converts T4 to T3 biologically active. Second, the ORD-2 which also converts T4 to T3 and whose action is mainly in the brain (also present in other peripheral tissues such as liver). Third, the Inner-Ring Deiodinase-3 (IRD-3) which degrades T3 to T2 or converts T4 to reverse-T3. Thus, 3,3',5-Triiodothyronine (T3 active), considered the main cause of biological actions, comes mainly from the peripheral deiodination of T4 by ORD-1 in the liver, kidney and intestines [8, 24].

It is likely that during chronic exposure of chickens to HT, the T3 had continued to decline. But at the same time, the conversion of T4 to T3 by the ORD-1 remained insufficient. What had led to lower T3 levels in HT broilers. However, the balance between T3 and T4 could not be obtained until the end of rearing. This discrepancy between the decrease in T3 and T4 conversion has already been observed in broilers exposed to heat [25, 28, 30]. We suggest that discrepancies between T3 and T4 also result from the difference between the experimental models. Indeed, after exposure of broilers to a cyclic heat (heat cycles), T4 response to his conversion was relatively slow and did not begin until the second day of heat exposure [30].

Changes in Ald caused by heat coincide with two important phases of rearing (growing and finishing) during which the body is subjected to an intense metabolic activity. The intervention of an environmental factor such as high heat could cause a hormonal upheaval allowing the animal to adapt and/or resist this new physiological situation. Add to Ald another hormone could suffer the same changes. This hormone is ACTH. Indeed, the same trends to increased ACTH were observed in HT broilers especially at the end of growth and during finishing. Our results agree with those of Deyhim & Teeter [9] who noted an increase in Ald in broilers exposed to cyclic summer temperatures 24-35-24 °C. They also agree with those of Kataria *et al.* [17] who observed a strong increase in Ald in broilers after exposure to elevated temperatures (42-45 °C)..

A simultaneous increase of Ald and ACTH is serious evidence of physiological stress in chickens, especially in old age [22, 23]. These two hormones intervene in perfect synergy. Their increase caused by HT was presumably followed by a succession of physiological changes. These physiological changes had allowed the animal to adjust its metabolism to resist and/or adapt to this environmental factor that high heat. Among these changes, some aspects have already been mentioned by Attou *et al.* [4]. Moreover, a decrease of growth in broiler after administration of ACTH or exposure to heat was reported by Thaxton *et al.* [32], Puvadolpirod & Thaxton [22] and Lin *et al.* [19]. Also, a disturbance followed by a decrease in FI was observed by Zachariassen [39] in chicks treated with ACTH. This decrease of FI was also followed by increased consumption of water (polydipsia) and polyuria during physiological stress. These results could probably explain the decrease in the FI of HT broilers and their behavior to cluster around the waterers during the growing and finishing phases.

According Tankson *et al.* [31], broilers placed in a hot environment (24-34 °C) and treated with ACTH showed a decrease in their BW and muscle protein content of carcass. Remember that Attou *et al.* [4] had also found a decrease in BW broilers reared in 37 °C. This justifies that combined effect of heat and ACTH could cause physiological stress in the broilers. This physiological stress generated by the heat could modify other metabolic activities directly or indirectly linked to these two hormones.

Probably, the increase Ald in blood might allow maintaining a balance between water and minerals during heat stress. This could help broilers to retain Na⁺ in the body [17] and limit intestinal absorption of this mineral [26]. So in the heat, broilers were confronted with a dual stress, one of the higher temperature and the other to a fight against dehydration. During hot weather, the increase in Ald would be effective for the poultry for maintaining the balance of salt and water.

In conclusion, it seems that the hypothesis of the influence of intense heat on the main hormones was found. Indeed, chronic and continuous exposure of broilers to the HT had caused significant changes on the T3, T4, Ald and ACTH. Obviously, the element that triggered the hormonal and physiological changes was the chronic high heat. In these extreme thermal conditions broilers were able to adapt and resist through aldosterone and ACTH. Hormonal changes caused by HT persist until a late age of the animals. This indicates that broilers still needed Ald to face two problems: Resist the heat and drink enough water to dissipate this heat.

References:

- [1] Ain Baziz H, Geraert PA, Padilha JC, Guillaumin S, 1996. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. *Poult Sci* 75(4): 505-513. <http://ps.oxfordjournals.org/content/75/4/505>
- [2] Al-Fataftah ARA, Abu-dieyeh ZHM, 2007. Effect of chronic heat stress on broiler performance in Jordan. *Int J Poult Sci* 6 (1): 64-70. <http://www.pjbs.org/ijps/fin783.pdf>
- [3] AOAC, 1995. Official methods of analysis. 2nd ed Association of official analytical chemists. Vol. 16, Washington DC.
- [4] Attou S, Selselet-Attou G, Boudroua K, 2011. Effects of early and chronic exposure to high temperatures on growth performance, carcass parameters and fatty acids of subcutaneous lipid of broilers. *Afr J Biotechnol* 10(57): 12339-12347. <http://www.ajol.info/index.php/ajb/article/viewFile/96413/85740>
- [5] Carew LB, Everts KG, Alster FA, 1997. Growth and plasma thyroid hormone concentrations of chicks feed diets deficient in essential amino acids. *Poult Sci* 76(10): 1398-1403.
- [6] De Basilio V, Vilariño M, Yahav S, Picard M, 2001. Early-age thermal conditioning and a dual feeding program for male broilers challenged by heat stress. *Poult Sci* 80: 29-36. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11214333>
- [7] Decuyper E, Buyse J, Scanes CG, Huybrechts L, Kühn ER, 1987. Effects of hyper or hypothyroid status on growth, adiposity and levels of growth hormone, somatomedin C and thyroid metabolism in broilers chickens. *Reprod Nutr Dev* 27(2B): 555-565. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00898666>
- [8] Decuyper E, Buise J, 2005. Endocrine control of postnatal growth in poultry. *J Poult Sci* 42(1): 1-13. http://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/42/1/42_1/_article
- [9] Deyhim F, Teeter RG, 1995. Effect of heat stress and drinking water salt supplements on plasma electrolytes and aldosterone concentration in broiler chickens. *Int J Biomet* 38(4): 216-217.
- [10] Do Vale MM, Moura DJ, Nääs IA, Pereira DF, 2010. Characterization of heat waves affecting mortality rates of broilers between 29 days and market age. *Rev Bras Ciênc Avíc* 12(4): 279 - 285. <http://www.scielo.br/pdf/rbca/v12n4/a10v12n4.pdf>
- [11] Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH, 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animals tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13428781>
- [12] Gu XH, Li SS, Lin H, 2008. Effects of hot environment and dietary protein level on growth performance and meat quality of broiler chickens. *Asian Australas J Anim Sci* 21(11): 1616-1623. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2008.70395>
- [13] Harvey S, Sterling RJ, Phillips JG, 1981. Diminution of thyrotrophin-releasing hormone induced growth hormone secretion in adult domestic fowl (*Gallus domesticus*). *J Endocrinol* 89: 405-410.
- [14] Hoch FL, 1988. Lipids and thyroid hormones. *Progre Lip Res* 27(3): 199-270.

- <http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/27506/0000550.pdf?sequence=1>
- [15] Hodin RA, Chamberlain SM, Upton M, 1992. Thyroid hormone differentially regulates rat small intestinal Brush-Border Enzyme gene expression. *Gastroentero* 103(5): 1529-1536.
- [16] Hodin RA, Shei A, Morin M, Meng S, 1996. Thyroid hormone and the gut: Selective transcriptional activation of a villus-enterocyte marker. *Surgery* 120(2): 138-143.
- [17] Kataria N, Kataria AK, Gahlot AK, 2008. Ambient temperature associated variations in serum hormones and interrelated analytes of broiler chickens in arid tract. *Slov Vet Res* 45 (4): 127-134.
- [18] Lauterio TJ, Decuyper E, Scanes CG, 1986. Growth, protein synthesis and plasma concentrations of growth hormone, thyroxin and triiodothyronine in dwarf, control and growth selected strains of broiler-type domestic fowl. *Comp Biochem Physiol* 83: 627-632.
- [19] Lin H, Sui SJ, Jiao HC, Jiang KJ, Zhao JP, Dong H, 2007. Effects of diet and stress mimicked by corticosterone administration on early postmortem muscle metabolism of broiler chickens. *Poult Sci* 86: 545-554.
<http://ps.oxfordjournals.org/content/86/3/545>.
- [20] Mc Murtry J, Yahav S, Brocht D, Ashwell C, Rosebrough R, Kahl S, Leach JR, 2002. Endocrine and metabolite adaptations in the thermoconditioned chicken in response to high ambient temperature. *Poult Sci* 81: 214.
- [21] Pereira DF, Do Vale MM, Zevolli BR, Salgado DD, 2010. Estimating Mortality in Laying Hens as the Environmental Temperature Increases. *Braz J Poult Sci* 12(4): 265 - 271.
<http://www.scielo.br/pdf/rbca/v12n4/a08v12n4>
- [22] Puvadolpirod S, Thaxton JP, 2000a. Model of physiological stress in chickens 1. Response parameters. *Poult Sci* 79: 363-369.
<http://ps.oxfordjournals.org/content/79/3/363.full.pdf+html>
- [23] Puvadolpirod S, Thaxton J P, 2000b. Model of physiological stress in chickens 2. Dosimetry of adrenocorticotropin. *Poult Sci* 79: 370-376.
<http://ps.oxfordjournals.org/content/79/3/370.full.pdf+html>
- [24] Rahimi G, 2005. Thyroid hormones characteristics and hepatic deiodinase enzyme activity in broiler lines selected for growth and feed conversion. *Int J Poult Sci* 4(7): 482-487.
<http://www.pjbs.org/ijps/fin401.pdf>
- [25] Rudas P, Pethes G, 1984. The importance of the peripheral thyroid hormone deiodination in adaptation to ambient temperature in the chicken (*Gallus domesticus*). *Comp Biochem Physiol* 77: 567-571.
- [26] Skadhauge E, 1983. *Intestinal Transport*. Ed. by Gilles-Baillien M, Gilles R, Springer-Verlag. Temporal adaptation and hormonal regulation of sodium transport in the avian intestine. Berlin: 284-294.
http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-69109-6_21#page-1
- [27] Sokolowicz Z, Herbut E, 1999. Effect of chronic high temperature stress on thyroid activity and metabolic rate of broiler pullets and cockerels. *Roczn Nauk Zootech* 26(4): 377-383.
- [28] Sinurat AP, Balnave D, McDowell GH, 1987. Growth performance and concentrations of thyroid hormones and growth hormone in plasma of broilers at high temperatures. *Aust J Biol Sci* 40: 443-450.
- [29] Stewart PA, Washburn KW, 1983. Variation in growth hormone, triiodothyronine (T3) and lipogenic enzyme activity in broiler strains differing in growth and fatness. *Growth* 47: 411-425.
- [30] Tao X, Zhang ZY, Dong H, Zhang H, Xin H, 2006. Responses of thyroid hormones of market-size broilers to thermoneutral constant and warm cyclic temperatures. *Poult Sci* 85: 1520-1528.
<http://ps.oxfordjournals.org/content/85/9/1520.full.pdf>
- [31] Tankson, JD, Vizzier-Thaxton Y, Thaxton JP, May JD, Cameron JA, 2001. Stress and nutritional quality of broilers. *Poult Sci* 80: 1384-1389.
<http://naldc.nal.usda.gov/download/23665/pdf>
- [32] Thaxton JP, Gilbert J, Hester PY, Brake J, 1982. Mercury toxicity as compared to adrenocorticotropin-induced physiological stress in the chicken. *Arch Environ Contam Toxicol* 11: 509-514.
- [33] Temim, S, Bedrani L, Ain Baziz H, Ghaoui H, Kaddour R, Boudina H, Adjou K, 2009. Effet de l'acclimatation précoce sur les performances de croissance et la morphométrie intestinale des poulets de chair élevés en conditions estivales méditerranéennes. *Eur J Sci Res* 38(1): 110-118.
<http://www.eurojournals.com/ejsr-38-1-12.pdf>
- [34] Wrutniak-Cabello C, Casas F, Cabello G, 2001. Thyroid hormone action in mitochondria. *J Mol Endocrinol* 26(1): 67-77. <http://jme.endocrinology-journals.org/content/26/1/67.long>
- [35] Yahav S, Luger D, Cahaner A, Dotan M, Rusal M, Hurwitz S, 1998. Thermoregulation in naked-neck chickens subjected to different ambient temperatures. *Br Poult Sci* 39: 133-138.
- [36] Yahav S, Plavnik I, 1999. Effect of early-age thermal conditioning and food restriction on performance and thermotolerance of male broiler chickens. *Br Poult Sci* 40: 120-126.
- [37] Yahav S, 2000. Relative humidity at moderate ambient temperatures: its effect on male broiler chickens and turkeys. *Br Poult Sci* 41: 94-100.
- [38] Yalcin S, Ozkan S, Türkmüt L, Siegel PB, 2001. Responses to heat stress in commercial and local broiler stocks. 1. Performance traits. *Br Poult Sci* 42: 149-152.
- [39] Zachariasen RD, Newcomer WS, 1974. Phenylethanolamine-N-methyl transferase activity in the avian adrenal following immobilization or adrenocorticotropin. *Gen Comp Endocrinol* 23: 193-198.



Frequency and dynamics of sheep infestation by scabies mites in the Guelma region (northeastern Algeria)

Sedraoui Scherazad^a, Gherissi Djallel Eddine^b, Athamna Assila^b, Benakhla Ahmed^{a,*}

^a Département des sciences vétérinaires, Université Chadli BENDJEDID- El Tarf, Algérie.

^b Département des sciences vétérinaires, Université Mohamed-Cherif Messaadia, Souk Ahars, Algérie.

Article Info	Abstract
<p>Keywords :</p> <p>Guelma Mange mites Prevalence Seasonal pattern Sheep</p> <p>*Correspondance : benakhlaahmed@gmail.com</p> <p>Reçu le 24 mai 2018, Révisé le 04 juin 2018, Accepté le 05 juin 2018.</p>	<p>The present study was performed as a survey on prevalence, species composition of scabies and seasonal mange dynamic in cross-sectional study (80 sheep flocks and 1731 animals) and livestock markets (992 herds and 10028 animals) in Guelma area at the northeastern Algeria. Out of the cross-sectional study, 25% of herds and 10.45% animals were infested with one or more scabies species. <i>Sarcoptes</i> was significantly more common than <i>Psoroptes</i> in examined herds (70 % and 30% respectively, $P < 0.001$) and animals (68% and 32% respectively, $P < 0.001$). Both mange forms were completely absent during the summer and the spring. However, during the winter and the autumn, the mangy herds rates were 55% and 45%, respectively. Similarly, the prevalence of the infested sheep was 25.1% in the winter and 15.52% in the autumn. Results of the livestock markets survey supported results of our cross-sectional study. The two localities Heliopolis and Medjaz had the highest prevalence of infested animals (24.52% and 35.65%, respectively). However, Hammam Ouled Ali and Fedjouj showed the lowest frequencies (6.77% and 18.7%, respectively). The present study demonstrates the overall and seasonal occurrence of high prevalence of mange mites in sheep of the study area. Animal owners and veterinarians should jointly implement an effective plan against this pathology to limit their healthy and economic disasters.</p>

1. Introduction

With a sheep population of more than 28 million heads, Algeria ranks fifth in the world for sheep meat production [1]. The ovine herd in Algeria, due to its extensive type of farming, especially in the northern regions, faces numerous food and/or pathological problems that do not allow it to achieve adequate production performances. Parasitoses constitute a serious problem that leads to decreased lamb growth, degrading the fatness of adult animals, reducing longevity and prolificacy of ewes [2,3]. Nevertheless, the situation of parasitic diseases in sheep is little known in Algeria. The only pathologies that have been the subject of in-depth studies hepatic and rumen flukes [4,5] and strongylosis [6]. The sheep mange disease remained by far the most frequently encountered [7]. The distribution of these microscopic mites on animals varies seasonally. As the infestation is quiescent in reservoir locations such as the armpits, groin, infraorbital fossa and ear canal during the spring, summer and early autumn [8], the most epidemics

occur during the cold months [7,9]. Although, these mites are active on the surface or in the keratinized layer of the epidermis and cause direct damage to the skin [10], they also cause indirect economic losses by decreasing reproductive and production performance [11]. Similarly, a high mortality rate can reach up to 60% of the animals [12]. Finally, sheep mange is of social importance because humans can be parasitized by *Sarcoptes scabiei var ovis* [11].

The evolutionary cycle of *Sarcoptes scabiei var. ovis* lasts about 10 to 14 days [13]. However, a longer cycle of 10 to 26 days has been reported by some authors [14, 15]. This duration may vary when different external parameters increase or decrease the parasite metabolism. Similarly, the survival of sarcoptes outside the host varies with temperature and humidity conditions and can range from a few days to three weeks [11]. This mange infestation is easily identifiable by observing the flock. Its contagion is high, which leads to its rapid spread within a herd and results in intense itching which makes the animals restless and nervous. The lesions begin on the back, the withers, then gain the

sides and chest sides. Looking more closely, we observe the presence of yellowish crusts and small vesicles called mange. The integrated struggle against this parasitism in association with other dominant parasitic diseases such as estrose and fasciolosis in a particular bioclimatic and topography conditions at the north of Algeria had been subjected to a relevant study [9]. However, information on the prevalence and risk factors for mange infestations needs to be studied in detail in order to effectively apply these control measures. Therefore, this study was conducted to estimate the prevalence of sheep mange using two surveys, the first one at the sheep herds and the second one at the sheep market at the northeastern Algeria.

2. Materials and methods

2.1. The study area

The present study was conducted in Guelma area at the following localities: Roknia, Bouati, Ouled Ali Hammem, Heliopolis, El Fedjoui, Medjaz Amar, Hammem Debagh and Ain Hessainia (Figure 1). This region It is located at the extreme north-east of Algeria, at 36 ° 27'58 "North Latitude and 7 ° 26'2" East Longitude. Topographically, Guelma is an area of the average altitude of 256 meters above sea level and average annual rainfall of 647 mm with a mean temperature of 21 ° C [16]. The relief of this area is broken down into mountains (37.82%), plains (27.22%), hills and foothills (26.29%) and others (8.67%). The total land used for agriculture is 42 499 430 (ha) which is about 17.8% of the total area. The area used for grazing constitutes 77.5% of the total area [16]. The total human population is estimated at 506,007 inhabitants [16]. Livestock numbers in the region are represented by 88,300 cattle, 45,300 sheep, 60,500 goats and 1980 horses. So, this locality is ranked 20th in the country according to the number of small ruminants.

2.2. Study animals and design

This study was conducted on two aspects. The cross-sectional study was performed in 80 sheep farms and a total of 1731 sheep of local breeds belonging to search the presence of different mange forms. The study animals and herds were selected by systematic random sampling technique in the respective areas. Sampling was done between august 2015 and may 2016 in a single month by season, namely January for winter (20 herds and 466 animals), May for spring (20 herds and 425 animals), November for fall (20 herds and 415 animals) and August for the summer (20 herds and 425 animals). In the second part, the investigation on the prevalence of sheep mange was carried out monthly between october 2015 and september 2016 at the livestock market of Guelma. Total of 992 herds, whose 10028 sheep were inspected. The

sample size was determined according to Thrusfield (2005) with 95% confidence interval and 5% absolute precision [17]. In the case of the livestock market study, the expected prevalence rate of sheep mange was 4.85% [4]. The sample size required was 707. In fact, a total of 10028 sheep were selected from the target population which is largely representative. However, due to lake of studies on the relative prevalence of sheep mange in the farms of the study region, so the expected prevalence rate was taken as 50% and the sample size required were 384. Thus, to increase precision and to get more accurate, the sample size was taken as 1731 sheep.

2.3. Animal examination and sample collection

During the flock inspection, we look for animals with skin lesions such as crusts, alopecia and clinical signs of itching. Samples for laboratory tests were collected from suspected mange cases as well as form the apparently healthy animals. The detection of *sarcoptes* was carried out following the technique described by Euzéby *et al.*, (1981) [18].

2.4. Statistical analysis

The affected herds rate by was expressed as a percentage. The numerator includes the number of farms with at least one mangy animal; the denominator represents the total number of examined herds. Similarly, the prevalence of affected animals is calculated as percentage. The numerator includes the number of animals with clinical signs of mange which are confirmed by the detection by laboratory examination; the denominator represents the total number of examined animals. The comparison between the frequency of sarcoptic and psoroptic mange, as well as the study of the frequency association between mange cases and the potential risk factors (season, animal origin) were analyzed using Chi-square Test.

3. Results and discussion

3.1. Cross-sectional study at sheep farms

3.1.1. General prevalence of mangy animals and herds

The present study showed a total rate of infection by different species of mange in the examined herds and animals were about 25% (20/80) and 10.45% (181/1731) (Fig. 1). Our results are similar to those reported by Demissie *et al.* (2000) [12]. However, they were lower than the rates recorded by Athamna *et al.* (2014) in at the extreme northeastern of Algeria and Salifou *et al.*, (2013) at the West Africa (4, 19). Also, our results are clearly higher to those reported by Asghar *et al.* (2011), Enquebaher and Etsay (2010), Desie *et al.*

(2010) and Seid et al., (2016) with a prevalence of infested sheep ranged between 0.95% à 2.8% [20-22]. The difference in percentage mange disease between the present study and the other described one may be related to the difference in the strain of animals, sample size, immune state, as well as the atmospheric temperature difference between the study areas.

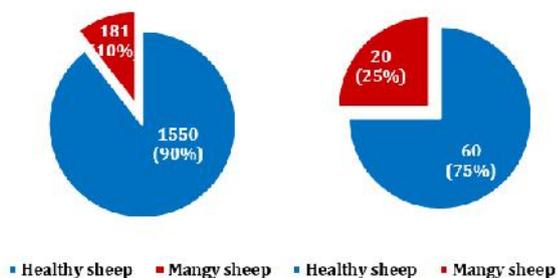


Fig. 1: Frequency and prevalence of infested herds (left) sheep (right) by mange.

3.1.2. Prevalence of different mange types

The sarcoptic mangy herds represent a significantly higher rate when they are compared to those with psoroptic mange (70% vs. 30% respectively, $P < 0.001$) (Table 1). Similarly, the prevalence of these two pathologies in the studied animals showed that the sarcoptic mange was significantly more common than psoroptic mange (68 vs. 32% respectively, $P < 0.001$) (Table 1). Our results corroborate those reported in Algeria by Athamna (2003) and to those reported by Mitra, et al. (1993) in India, Rahbari et al. (2009) in Iran, Tadesse (2011) and Asghar et al., (2011) in Ethiopia [20, 23, 24, 25, 26]. The psoroptic mange comes in second position and chorioptic mange was totally absent. This last one if it exists, it occurs only sporadically [23]. The high frequency of herds and animals affected by sarcoptic mange is related to the highly contagious nature of *Sarcoptes scabiei* [12]. However, it should be noted that psoroptic mange remains the most common form of sheep mange in some countries, such as, Argentina [27], the United States [28, 29], Ireland [30], France [31], Great Britain [32], Romania [33], Spain [34] and Tunisia [35].

Table 1: Prevalence of infested herds and sheep by different types of mange

		Herds (n=80)	Sheep (n=1731)	χ^2 Sig.
Mange forms	Sarcoptic	14 (70%)	123 (68%)	***
	Psoroptic	6 (30%)	58 (32%)	
Mangy herds/sheep		20 (25%)	181 (10.45%)	

***: $P < 0.001$

3.1.3. Effect of the season

The Fig. 2 illustrates the seasonal prevalence of mange in herds and animals. The present study showed a significant seasonal effect on mangy herds and animals ($P < 0.001$). Both sarcoptic and psoroptic mange forms were completely absent in examined sheep flocks during the summer and the spring. According to (36, 37), a latent phase of disease in healthy flocks often confirmed at summer season. During the autumn and the winter seasons, the affected sheep herds rate was 45% (9/20) and 55% (11/20, respectively). As for the prevalence of mangy animals, it was especially high during the winter 25.1% (117/466) compared to the autumn 15.52% (64/415) (Fig. 3).

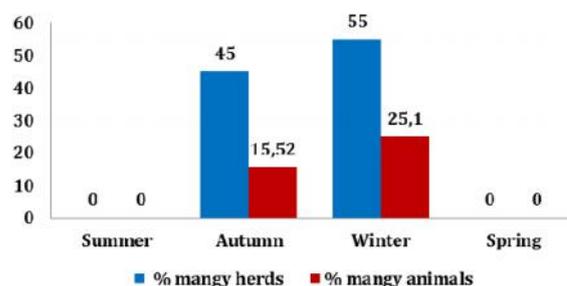


Fig. 2: Seasonal prevalence of mangy herds and sheep

These observations are consistent with the biological peculiarities of mites, which have less resistance during the summer months due to their sensitivity to dehydration [12, 38, 39]. In Morocco, Mouelhi (1977) and Dakkak and Ouhelli (1986) and in Saudi Arabia, Wasfi and Hashim (1986) also report that sarcoptic mange is much more common in autumn and winter than in other seasons [40, 41, 42]. At the study area, the sheep flocks are often maintained in extensive livestock system. The diet aspects are often overlooked by breeders and animals only have straw and occasionally little barley especially during the winter. So, the animal can't cover its maintenance and production needs or even withstand to various affections [43]. Thus, mange finds a favorable ground for its extension on deficient animals [21, 22, 39]. Likewise, some factors favoring the spread of mange, like precarious housing, defective hygiene, transhumance or concentration of sheep piled up in poorly ventilated and dirty sheepfolds. In addition, large numbers of animals gathered at animal markets and the transboundary pass of uncontrolled animals. Such conditions have proved favorable to the transmission of the disease spot, as is the case reported by random animal collection as that occurs in the Kingdom during the Hajj seasons [20].

In addition, *Sarcoptes* mites rate involvement in herds was statistically predominant

for the autumn and the winter (40% and 30%, respectively) compared with that for Psoroptes (5% and 25%, respectively) ($P < 0.001$) (Fig. 3). In this fact, the frequency of sarcoptic mange herds decreased during the transition period from autumn to winter, unlike to the pattern of changes of herds infested with psoroptic mange, which increased in the winter compared with autumn ($P < 0.001$).

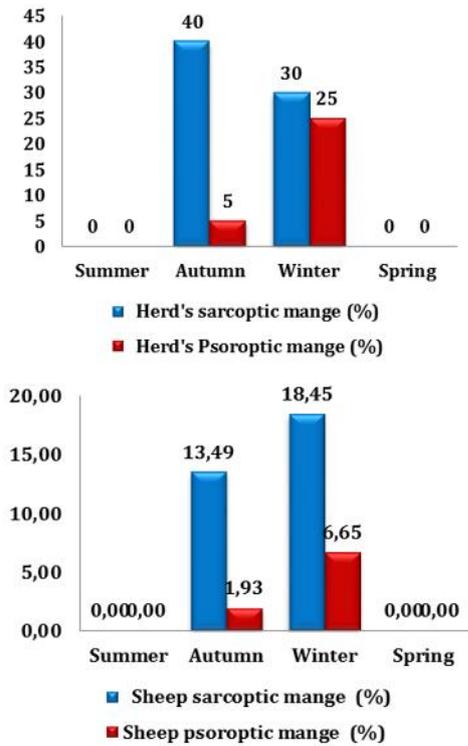


Fig. 3: Seasonal prevalence of infested herds (left) and sheep (right) by different mange forms

Regarding the seasonal changes of the different mange forms in the studied sheep, this results also show that the frequency of the affected animals was significantly dependent on season ($P < 0.001$). Thus, the prevalence of the animals suffering from sarcoptic mange was higher during the autumn (13.49%) and the winter (18.45%) compared to those infested with psoroptic mange (1.93% and 6.65%, respectively). Our study showed a contradictory point of view with Al-Ezzy et al., (2015), that infestation with *Psoroptes ovis*, *Chorioptes ovis* and *Sarcoptes scabiei* was not affected by gender and sea son [44].

3.1.4. Effect of animal origin

It should be remained that the study of sheep mange incidence by regions can't be performed for the two seasons of spring and summer because of the negative diagnosis of this pathology during these periods.

For the autumn and the winter, the frequency of many animals according to the study regions showed a significantly non-random distribution ($P < 0.01$ and $P < 0.05$). Indeed, the two localities Heliopolis and Medjaz had the highest prevalence of infested animals (24.52% and 35.65%, respectively). However, the two localities Hammam Ouled Ali and Fedjouj have the lowest frequencies of infested animals (6.77% and 18.7%, respectively) (Fig. 4).

The analysis of the results with respect to frequency of the tow mange forms in the study area showed a significantly nonrandom distribution in the different localities of Guelma department ($P < 0,001$) (Fig. 4). In fact, during the autumn, animals originating from Heliopolis are the most infested with *Sarcoptes* (24.52%), whereas animals from the Hammam Ouled Ali locality are the only ones infested with *Psoroptes* (6.67%). During the winter season, animals from Ain Hessainia are the most infested with sarcoptic mange (20.2%), although the animals from Medjaz Amar were the most prevalent for psoroptic mange (21.4%).

This study sound to be the first to describe the prevalence of sheep mange in different localities of Guelma department. It appeared that scab disease in sheep at the study area remains a truly neglected infectious disease. This investigation could serve as a tool for further studies of this important and widespread parasitic disease.

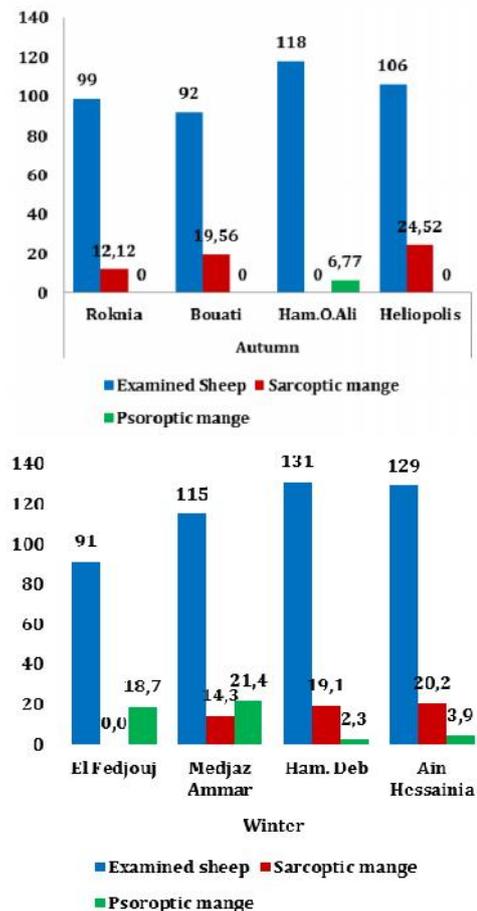


Fig. 4: Prevalence of different forms of sheep mange during the autumn (up) and the winter (down) in different localities of the study area

3.2. Survey at the livestock market

The table 2 showed the results of the investigation on mange infestation of animals and herds run into Guelma's livestock market. The overall prevalence of mangy sheep herds and animals was 11.4% (113/992) and 5.1% (509/10028), respectively. The patterns of monthly prevalence changes of infested flocks and sheep were generally transposable. It was characterized by high prevalence of herd infestation between December and March (28.4 to 30.7%) with slight decline in February (17.8%). The herd infestation was generally low for October, November, April and May (3.3 to 7.6%) and was completely nil between June and September. The monthly evolution of the frequency of sick animals displayed a clearly increase from October (1.2%) reaching a maximum in February (15.8%) and then decreased progressively until a complete disappearance of the disease between June and September. It should be noted that during the February, the rate of affected farms decreased while a peak prevalence of infested animals was observed.

Table. 2: Monthly evolution of frequencies and rates of farms and animals suffering from mange according to the survey undertaken at the livestock market.

Months	Examined herds	Affected herds	Affected herds (%)	Examined animals	Affected animals	Affected animals (%)
Oct	61	2	3,3	669	8	1,2
Nov	69	4	5,8	554	19	3,4
Dec	70	21	30,0	714	28	3,9
Jan	95	27	28,4	1102	82	7,4
Feb	107	19	17,8	1103	174	15,8
Mar	101	31	30,7	998	115	11,5
Apr	92	7	7,6	751	61	8,1
May	57	2	3,5	643	22	3,4
Jun	85	0	0,0	759	0	0,0
Jul	81	0	0,0	951	0	0,0
Agu	99	0	0,0	859	0	0,0
Sep	75	0	0,0	925	0	0,0
Total/ mean	992	113	11,4	10028	509	5,1

The recorded rate of sheep herds infestation at Guelma's livestock market was lower than those reported by Athamna *et al.*, (2014) in a neighboring department at the north eastern of Algeria and at the West Africa (Salifou *et al.*, 2013) [7, 19]. This high sheep flock contamination would be due to the lack of organized and sustained prevention action. However, rates as low as ours were reported in Greece and Sudan [45, 46]. The disease would be very rare in Spain and Italy [47, 48], even nonexistent in Belgium [49]. Regarding the prevalence of the disease in the animals presented at the livestock market (5.1%), it is lower than that observed in El-Tarf region [7], and in some countries such as: 58.8% in Senegal [50] and 23 to 28% in Nigeria [51].

4. Conclusion

This study demonstrated the occurrence and medium prevalence of sheep mange in bioclimatic conditions of Guelma area at the northeastern of Algeria when compared to previous reports of this disease in Algerian humid agroecological zone. Two mange mites genera were identified; *Sarcoptes* and *Psoroptes* with predominance of sarcoptic infestation. This parasitic affection occurs seasonally with more cases during wet season and a total absence during the dry season. So, an associated effort between animal owners and veterinarians should consider a well-reasoned integrating control of the external and internal parasites (particularly fascioliasis and estrosis) coordinated to public awareness about the economic importance and rigorous treatments of this disease.

Référence :

- [1] FAOSTAT (2016). available at: <http://faostat.fao.org/>
- [2] Benakhla, A., Sedraoui, S., Benouareth, D.E., Tahar, A., Boulard, C. (2001). Observation on the importance and dynamics of ovine infestation by *Oestrus ovis* in the region of El-Tarf (Algeria). COST Action 833, Agriculture and Biotechnology. In: "Mange and Myiasis of livestock" Proceedings of the workshop held at the ENV de Toulouse, France.
- [3] Boucheikhchoukh M., Righi S., Sedraoui S., Mekroud A., Benakhla A., (2012). Principales helminthoses des bovins : enquête épidémiologique au niveau de deux abattoirs de la région d'El Tarf (Algérie).
- [4] Mekroud A. (2004). Contribution à l'étude de la distomatose à *Fasciola hepatica* linnaeus 1785, dans le Nord Est Algérien. Recherches sur les ruminants et le mollusque hôte, Thèse d'Etat en Sciences Vétérinaires, Université de Constantine, 299 p.
- [5] Righi S. (2013). La Fasciologie Bovine dans la Région d'el Tarf : Epidémiologie et Détection Moléculaire de L'infestation Fasciolienne des Mollusques. Thèse de Doctorat vétérinaire, Université Chadli Bendjedid -El Tarf - Algérie.
- [6] Meradi M. (2009). Les strongles digestifs des ovins de la région de Batna (Algérie) : Caractérisation, spécificités climatiques et indicateurs physiopathologiques. 164p
- [7] Athamna A., Amara M., Benakhla A. (2014). La gale sarcoptique ovine dans le Nord-est algérien: incidence, aspects lésionnels et cliniques. *Tropicicultura*, 32(2), 103-109,
- [8] Urquhart GM, Armour J, Duncan JL, Dunn AM, Jennings FW. (1996). *Veterinary parasitology*. 2. Blackwell science Ltd: University of Glasgow, Scotland; 1996. pp. 3-137.
- [9] Sedraoui (2018). Contribution à l'étude de l'oestrose ovine en association avec la Fasciologie et la Gale dans l'extrême Nord-Est algérien : Modalités de prévention. Thèse de Doctorat vétérinaire, Université Chadli Bendjedid -El Tarf - Algérie.

- [10] Kassa Bayou (1998). Control of sheep and goat skin diseases. In : proceedings of control of sheep and goat skin diseases for improved quality of hides and skins, February 13 – 14, 1998, FAO, Addis Ababa, Ethiopia, p p : 13 - 15.
- [11] Soulsby E.J.L. (1982). Helminths, Arthropods and Protozoa of Domesticated Animals, Harcourt Publishers Ltd edn. Bailliere Tindall, London, UK.
- [12] Demissie A., Siraw B., Teferi K., Tsertse T., Mammo G., Mekonnen D., Shimelis S. (2000). Mange: a disease of growing threat for the production of small ruminants in the Amhara National Regional State. Proceedings of a conference held at Debu University, Awassa, Ethiopia from November 10 to 12, 2000. E (Kika) de la Garza Institute for Goat Research, Langston University, Langston. pp: 80-91.
- [13] Polack 2016. Cours de parasitologie. Econale Nationale de Medecine Vétérinaire Alfort. Paris. 2005.
- [14] Craplet C. (1964) : Le mouton: productions, reproduction, génétique, alimentation, maladies. Tome IV, 3ème édition, Vigot Frères (Paris)
- [15] Bussieras J., CHERMETTE R. (1995). Parasitologie vétérinaire. Fascicule III : Helminthologie (2ème édition). Ecole Nationale Vétérinaire de Maisons-Alfort, Unité de parasitologie vétérinaire, 299p.
- [16] (MADR 2012). Ministre de l'Agriculture, du Développement Rural
- [17] Thrusfield M. (2005). Veterinary Epidemiology. 2nd ed. UK: Black Well Science. P 180.
- [18] Euzéby J., Bussiéras J., Tan Hung N., (1981). Les avermectines dans la thérapeutique des gales des bovins, Bull. Acad.Vét. France, (54): 273-278.
- [19] Salifou S., Attindéhou S., Salifou C.F.A. Pangui L.J. (2013). Prevalence and zoonotic aspects of small ruminant mange in the lateritic and waterlogged zones, southern Benin. Rev. Bras. Parasitol. Vet. 22 (2).
- [20] Asghar A, Hassanien O., Alsadi A., Feda H., Fathi, S. (2011). Prevalence of scabies diagnosed in sheep and goats during Hajj Season in Makkah. Journal of Agricultural and Veterinary Sciences Qassim University, 4 (1): 37-43.
- [21] Enquebaher K., Etsay K. 2010. Epidemiological study on mange mite, lice and sheep keds of small ruminants in Tigray region, northern Ethiopia. Ethiop Vet J., 14: 51-65.
- [22] Seid K, Amare S., Tolossa Y.H. (2016). Mange mites of sheep and goats in selected sites of Eastern Amhara region, Ethiopia. J Parasit Dis. 2016 Mar; 40(1): 132-137.
- [23] Athamna A., 2003. La gale sarcoptique ovine dans le Nord-est algérien : aspects épidémiologique et thérapeutique. Mémoire de Magister, Université de Batna, Algérie.
- [24] Mitra M., Mahanta S.K., Sen S., Ghosh C., Hati A.K. (1993). Sarcoptes scabiei in animals spreading to man. Trop Geogr Med;45 (3):142-3.
- [25] Rahbari S., Nabian S., Bahonar. A.R. (2009). Some observations on sheep sarcoptic mange in Tehran province, Iran. Trop. Anim. Health Pro., (41) : 397-401.
- [26] Tadesse A., Fentaw E., Mekbib B., Abebe R., Mekuria S., Zewdu E. (2011). Study on the prevalence of ectoparasite infestation of small ruminants in and around Kombolcha and damage to fresh goat pelts and wet blue (pickled skin) at Kombolcha Tannery, North eastern Ethiopia. Ethiop Vet J. 15 (2):87-101.
- [27] Nunez J.L., Montaldo, H.L. (1985). Psoroptic scabies in sheep and cattle [Sarna Psoroptica en avinos y bovinos], 1ère édition, Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina, 145 pp
- [28] Kaufman P. E., Koehler P. G., Butler, J. F. (1993). External Parasites of Sheep and Goats. ENY-273 (IG129), one of a series of the Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
- [29] Muschenheim A.L., Thorne, E.T., Williams, E.S., Anderson, S.H., Wright, F.C. (1990). Psoroptic scabies in Rocky Mountain Bighorn sheep (ovis Canadensis Canadensis) from Wyoming. Journal of Wildlife Diseases, 26 (4) : 254
- [30] O'Brien D.J. (1992). Studies of the epidemiology of psoroptic mange of sheep in Ireland. PhD. Thesis, National University of Ireland, 14 -197
- [31] Rehby L., Personne F. (1998). Gale psoroptique des ovins. La semaine vétérinaire n°892, p 29
- [32] O'Brien D.J., Brown, D., Parker L.D., Mc Auliffe A, Pike K., Murphy T.M. (2001). Evaluation of the persistent activity of injectable endectocides against Psoroptes ovis. Vet. Rec., (149) : 522-523
- [33] Suteu, E. (1998). Zooparazitii si gazdele parazitare (Zooparasites and parasitic hosts). Edit. Genesis, Cluj-Napoca
- [34] Martinez J., Reina D., Morato E., Becerra C., Navarrete I., Hernandez S. (1999). Mange in Livestock Animals in the Southwest of Spain. COST Action 833, Agriculture and Biotechnology. in : " Mange and Myiasis of livestock " Workshops held at the University of Cluj (Romania)
- [35] Darghouth, M.A. and Kilani, M. (1987). Trial of ivermectin in the treatment of sarcoptic mange in Tunisian sheep. Recueil Med. Vet. 163(3): 241-244.
- [36] Urquhart, G.M., Armour, J., Duncan, J.L., Dunn, A.M. and Jennings, F. W. 2003. Veterinary Parasitology, Second Edition, Blackwell, Oxford, 192.
- [37] Bates P.G. (1996). The biology of the Psoroptes ovis. Paper presented at the sheep scab conference, Tralee .Co. Kerry :Republic of Ireland , 27 - 28, March, (1996).
- [38] Lonneux J.F. (1996). Psoroptes ovis, agent de gale chez le bovin : étude de différents aspects de la réponse immunitaire, implications diagnostiques et thérapeutiques, évaluation de l'impact zootechnique. Thèse de Doctorat vétérinaire, Université de Liège, 300 pp
- [39] Losson B.J. (2012). Sheep psoroptic mange: An update. Veterinary Parasitology 189 (2012) 39-43.
- [40] Mouelh A. (1977). Les gales ovines en Tunisie. Thèse de Doctorat vétérinaire, ENV de Toulouse, 47 pp
- [41] Dakkak A., Ouhelli, H. (1986). Gale sarcoptique généralisée de la chèvre : valeur thérapeutique de l'ivermectine. Rev.Méd.Vét., 137 (3) : 169-173.
- [42] Wasfi I.A., Hashim N.H. (1986). Ivermectin treatment of sarcoptic and psoroptic mange in sheep and goat. World Anim.Review, (59) : 29-33.
- [43] Radostits O.M., Gay C.C., Hinchcliff K.W., Constable P.D. (2007). A text book of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses. 10. Edinberg: Saunders; 2007. pp. 1608-1612.
- [44] Al - Ezzy A.I.A., GJameel G.H., Minnat T.R., Ahmed A.A., Khudhair B.T. (2015). Clinical , epidemiological and laboratory investigations of mange infestation in sheep in khalis city-diyala province in Iraq Biotechnology International 8 (1) : 1 - 10.

- [45] Papadopoulos E., Fthenakis G. (2017). Sarcoptic mange in guanacos: transmission to sheep and goats and treatment with moxidectin. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 63(3): 207-212.
- [46] Ibrahim K.E.E., Abu-Samra, M.T. (1988). Sarcoptic mange in goat and sheep: studies on the defects and economic losses resulting from damage caused by the disease on crust leather. *J.Soc.Leather Tech.Chem.*, (72) : 135-144
- [47] Díez Baños, P.; Panadero, R.; López, C.; Paz, A.; Morrondo, P. (1996). Respuesta inmune humoral del ganado vacuno infestado de forma natural por *Hypoderma* spp. y tratado precozmente con doramectina. IV Congreso Internacional de la Federación Mediterránea de Sanidad y Producción de Rumiantes (FEMESPRUM). Murcia, 28- 30 Marzo: 527-532.
- [48] Puccini, V., Lia, R., Colella, P., Shino, G. (1999). Efficacy of moxidectin against *Sarcoptes scabiei* var. *ovis* mange in naturally infested sheep. In : Abstracts, 17th International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology, "Parasites, Production and Environment"
- [49] Losson B., Lonneux, J.F. (1993). Field efficacy of injectable moxidectin in cattle naturally infested with *Chorioptes bovis* and *Sarcoptes scabiei*. *Vet.Parasitol.*, 51 (1-2) : 113-121
- [50] Pangui, L.J., Belot, J., Angrand, A. (1991). Incidence de la gale sarcoptique chez la mouton à Dakar et essai comparatif de traitement. *Rev.Méd.Vét.*, 142 (1) : 65-69
- [51] Opassina B.A., Dipeolu O.O. & Fagbemi B.O., (1983). Some ectoparasites of veterinary importance on dwarf sheep and goats under traditional system of management in the humid forest and derived savanna zones of Nigeria, *Rev. Elevage Med. Vétérinaire Pays Trop.*, (36) : 4, 387-391.



Contribution to the characterization of the physico-chemical and bacteriological quality of dairy cattle watering in the zone of El Tarf, Algeria.

Kadri Samira^a, Chaker-Houd Kahina^{b,*}, Boudechiche Lamia^c, Laadjal Abdesatar^c

^a Biodiversity and Pollution of Ecosystems Laboratory, Chadli Bendjedid El Tarf University, Algeria.

^b Agriculture and Ecosystems Functioning Laboratory, Institute of Agricultural Sciences, El Tarf University, Algeria.

^c Epidemiological Surveillance Laboratory, Health, Productions and Reproduction, Domestic and Wild Animals Experimentation and Cell Therapy. El Tarf University, Algeria.

Article Info	Abstract
<p>Keywords :</p> <p>Water Quality Physico-chemical Bacteriological Dairy cattle</p> <p>*Correspondance : kahina_houd_chaker@yahoo.fr</p> <p>Reçu le 02 mai 2018, Révisé le 10 juin 2018, Accepté le 11 juin 2018.</p>	<p>The objective of this study is to evaluate the physico-chemical and bacteriological quality of water from some watering sources of dairy cattle in the wetlands of El Tarf. Our study was carried out on water samples from different dairy cattle farms. Water samples were analyzed during the period from January to June of 2016. The study implies physico-chemical and bacteriological analyzes of various parameters related to the control of water quality in dairy farms. The results obtained have shown that the water has a satisfactory quality in terms of pH, temperature, salinity and can be considered as eligible and does not pose any threat for ruminant's consumption. However, nitrite concentrations exceed the drinking water standards recommended for dairy cattle. The bacteriological quality of the waters is poor and reveals groundwater table contamination by nearby pollutions (agricultural land, cattle breeding, existence of septic tanks), which presents a real threat to dairy cattle</p>

1. Introduction

Water quality has been a topic for many years, covering many aspects, such as the environment, human health and breeding. Water is one of the essentials of biological life, not only it is a vital nutrient, but also it participates in many basic physiological functions such as digestion, absorption, thermoregulation, waste disposal and Others [1]. Its availability and quality are key parameters in the health and livestock production [2]. Multiple qualitative parameters, such as pH, salinity, odor, etc, can have an impact on the taste of the water. A decline in livestock food consumption due to poor water quality can have a negative impact on the performance [3]. All surface or ground raw water, holds microorganisms.

The main health risk of drinking water is probably the microbiological contamination, but the total count, which represents an estimate of the total number of bacteria contained in water, is not sufficient to assess the threat, all depends on The nature of germs [4].

The objective of our contribution is to define the quality via the physico-chemical and bacteriological composition of the main sources used for dairy cattle watering in the town of Boutheldja and El Tarf in order to assess opportunities and risks associated with the use of such sources.

2. Materials and methods

2.1. The study area

The study was conducted in a dairy pool in the area of El Tarf, which is located to the northeast of Algeria (8 ° 11 'longitude and 36 ° 47' latitude). Climatically speaking, the region is located in the bioclimatic stage in sub-humid to warm-dampclimatic zone, with mild winters and dry summers. Climatic surveys over the last 10 years indicate an average annual rainfall of 800 to 1200 mm, characterized by a great intra-annual irregularity. Monthly precipitation varies between a maximum in December and January (134.34mm

and 136.42 mm respectively) and a minimum in July and August (3.97mm and 13.34mm). The average annual temperature is 19.24 °C with a maximum in August (27.35 °C) and a minimum in January (12.96 °C) [5] et [6].

2.2. The choice of breeders and sampling frequency

This contribution is part of a research project on the supply of water from watering sources of dairy cattle in the wetlands of El Tarf. This program aims to identify sources of high health animal risk in order to plan a sensible and targeted program for water quality prevention and control. Among the most responsive breeders who have agreed to cooperate with us in the town of El Tarf and Boutheldja, we have selected different watering sources such as: well, source, wadi, public drinking water supplies and borehole water.

Three selected breeders were visited for dairy cattle watering withdrawal from January until June 2016 with a weekly frequency that to say 24 samples per station. This period coincides with the most important phase of milk yield in lactating cows (peak lactation). The samples taken from the seven selected different watering sources: two wells, one natural source, one public drinking water supply, one wadi and two boreholes. The samples were taken in sterile glass bottles of 500mL, which are immersed immediately after opening in the water point, the water is taken to a depth of 30cm below the surface by smoothing a volume of air about 1/10 of the vial volume; thereafter, the vials are filled without leaving any air bubbles.

Temperature, pH and salinity were measured in situ at each sampling using a multi parameter water quality analyzer. The pollution parameters were analyzed at the laboratory according to the analytical methods recommended by [7]. The microbiological parameters analyzed in this contribution are: total coliforms; Thermotolerant coliforms; Escherichia coli and faecal streptococci, the latter were analyzed in the laboratory following the analytical protocol of [7].

2.3. Statistical analysis

The results are presented on average \pm standard deviation (SD), all the obtained results of the water quality were subjected to oneway analysis of variance (ANOVA) with the SAS system for generalized linear model (15) at the $p < 0.05$ level of statistical significance. The Student-NewmanKeuls test (SAS) (15) made it possible to seek homogeneous groups of averages.

3. Results and discussion

The turbidity of the water sources analyzed is not high; the waters are generally colorless or slightly colored except for the two wells and El Kebir wadi where the waters are turbid. Vegetation cover is one of the factors capable of increasing the turbidity [8]. This turbidity would then be partly organic and may lead to a significant increase in chlorine doses during water treatment [8].

The pH depends on the origin of the water, the geological nature of the substrate and the watershed crossed [9]. This parameter can have more significant impacts on animals. In ruminants, consumption of water with a pH less than 5.5 is associated with metabolic acidosis, whereas alkaline water with a pH above 8.5 may be the source of an increased risk of metabolic alkalosis [1]. Nevertheless, observed values indicate that the pH of all analyzed sources is neutral and therefore remains within drinking water standards for dairy cattle, except for the second well where the trend is alkaline. These values could be explained by the shallow depths of the wells and the geological characteristics of the terrain [10].

Conductivity is proportional to the amount of dissolved ionizable salts and is a good indication of mineralization of the water. The measured range from $130.4 \pm 4.8 \mu\text{S}/\text{cm}$ to $2515 \pm 35 \mu\text{S}/\text{cm}$. This reveals a significant variation between watering sources with strong mineralization associated with high salinity for certain points (borehole 2 and Well 2). Nevertheless, our results can be considered acceptable from conductivity and salinity points of view. Moreover, the analyzed waters are too hard, for all the points analyzed.

Analysis of the variance shows highly significant differences ($p < 0.001$) in terms of pH, turbidity, conductivity, salinity and hardness in the different analyzed sources, however, a significant difference ($p = 0.023$) is found in the sampling points in terms of temperature.

The results of the nitrate analyzes show that their contents range from $1.5 \pm 0.2 \text{ mg / l}$ to $15.23 \pm 2.3 \text{ mg / l}$ during this study period with highly significant differences ($p < 0.001$). All stored values do not exceed the recommended standards of 50mg /l. The quantities of nitrates in well water can vary abruptly, and depend on many climatic, environmental and agricultural factors; these results are consistent with those found by [11].

On the basis of the results achieved, nitrite concentrations show highly significant differences with values ranging from $0.01 \pm 0.006 \text{ mg / l}$ to $3.83 \pm 0.8 \text{ mg / l}$ for the second well water. However, the concentration of this element remains high compared to the standard of 0.1 mg / l and this for a significant number of our sampling points, which foretells an anthropogenic pollution.

A high nitrite content in ground and surface water is often associated with excessive use of nitrogen fertilizers, excessive manure application, runoff from livestock collecting areas. It often

happens that water sources close livestock farms contain high levels of nitrite. Generally, high concentrations of nitrite are found only when the source is polluted with organic waste and very low oxygen levels [12]. For phosphorus, all recorded values do not exceed standards ($p = 0.637$), these results are consistent with those found by [11].

Excess sulphates and chlorides cause corrosion but also give an unpleasant taste to water with a risk of under-consumption and can cause diarrhea [13]. According to the results of the samples analyzed, the concentrations of sulfate ions range from 82.92 ± 31.5 mg / l to 188.3 ± 40.2 mg / l. These values remain below the OMS value (VG =

500mg/l) of the water quality standards for livestock watering and do not constitute any danger. A similar result was observed for chlorides except for the second well and the second borehole where concentrations exceed international recommendations by 400mg / l. The analysis of variance shows very significant differences ($p=0.003$) for sulphates and highly significant for chloride between sampling points.

Table. 1: Results of physicochemical watering parameters

Parameters	Turbidity (UNT)	pH	Conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Salinity	Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Hardness ($^{\circ}\text{F}$)
Source	14,09 ^b ±6,5	7,08 ^c ±0,02	271,66 ^f ±43,4	0,1 ^c	16,8 ^a ±3,1	83,3 ^d ±20,8
Well 1	51,26 ^a ±14,4	7,09 ^c ±0,05	574,66 ^e ±39,6	0,3 ^c	19,7 ^a ±2,1	143,3 ^c ±5,7
Well 2	79,6 ^a ±8,6	8,1 ^a ±0,1	1430,6 ^b ±60,4	1,17 ^b ±0,2	15,43 ^a ±0,3	854,8 ^a ±47,2
Public Drinking Supplie	15,33 ^b ±5,8	7,72 ^b ±0,15	390,66 ^e ±20	0,1 ^c	18,03 ^a ±0,6	116,7 ^{cd} ±5,4
Wadi	57,23 ^a ±36,2	7,07 ^c ±0,07	511 ^d ±27,22	0,23 ^c ±0,05	19,06 ^a ±3,05	193,3 ^b ±11,5
Borehole 1	2,47 ^b ±2,07	7,01 ^c ±0,04	130,43 ^g ±4,8	0,1 ^c	17,6 ^a ±1,34	31,6 ^e ±2,8
Borehole 2	5,33 ^b ±2,08	7,99 ^a ±0,17	2515 ^a ±35	1,6 ^a ±0,05	15,43 ^a ±0,3	847,3 ^a ±21,4
P	0,001***	0,001***	0,001***	0,001***	0,023*	0,001***

ns: non significant *significant ($P < 0,05$) **very significant ($P < 0,01$) ***highly significant ($P < 0,001$)

Table. 2: Results of parameters of organic pollution of drinking water

Parameters	Nitrates (mg/L)	Nitrites (mg/L)	Phosphorus (mg/L)	Sulphates (mg/L)	Chloride (mg/L)
Source 1	5,16 ^c ±2,5	0,01 ^d ±0,006	0,17 ^a ±0,03	97,59 ^b ±25,9	56,8 ^c ±7,1
Well 1	1,5 ^d ±0,2	0,89 ^c ±0,1	0,10 ^a ±0,13	82,92 ^b ±31,5	125 ^c ±4,8
Well 2	15,23 ^a ±2,3	3,83 ^a ±0,8	0,22 ^a ±0,05	102,88 ^b ±27,6	749,3 ^b ±51
Public Drinking Supplie 1	2,88 ^{cd} ±1,3	0,07 ^d ±0,03	0,13 ^a ±0,05	119,9 ^b ±16,73	58,9 ^c ±4,6
Wadi	10,10 ^b ±0,9	2,03 ^b ±0,05	0,37 ^a ±0,4	99,78 ^b ±3,52	82,8 ^c ±8, 2
Borehole 1	1,67 ^d ±0,2	1,63 ^{bc} ±0,4	0,27 ^a ±0,12	98,07 ^b ±11,26	45 ^c ±14,8
Borehole 2	13,4 ^a ±1,1	1,40 ^{bc} ±0,2	0,23 ^a ±0,03	188,3 ^a ±40,2	1131 ^a ±100,5
P	0,001***	0,001***	0,637ns	0,003**	0,001***

ns: non significant *significant ($P < 0,05$) **very significant ($P < 0,01$) ***highly significant ($P < 0,001$)

Table. 3: Results of bacteriological parameters of drinking water:

	CT (UFC/100ml)	CF (UFC/100ml)	SF (UFC/100ml)	E.coli (UFC/100ml)
Source 1	12 ^c ±8,2	16 ^c ±4	0 ^c	0 ^c
well 1	220 ^b ±208,1	150 ^b ±30	2 ^b ±1	0 ^c
well 2	840 ^a ±160	476,67 ^a ±68,07	100 ^a ±10	10,33 ^a ±2,5
Public Drinking Supplie1	20 ^c ±17,3	2 ^d ±2	0 ^c	0 ^c
Oued	216,7 ^b ±76,4	100 ^b ±30	103,3 ^a ±6,66	4,33 ^a ±2,5
Borehole 1	17,3 ^c ±15,1	21 ^c ±5,29	0 ^c	0 ^c
Borehole 2	7 ^d ±6,1	26 ^c ±7,21	1,33 ^b ±0,58	0 ^c
P	0,001***	0,001***	0,001***	0,001***

ns: non significant *significant ($P < 0,05$) **very significant ($P < 0,01$) ***highly significant ($P < 0,001$)

The evaluation of the bacteriological quality of ruminant waterings based on the concept of germs known as indicators of fecal contamination [14]. The more there is fecal bacteria in the water, the

greater the risk of the presence of pathogens organisms is real [4].

Table 3 shows that the second wells as the most contaminated source of water with a total of 840 ± 160 UFC/100ml, however, the least contaminated

watering point with a total of $7 \pm 6,1 \text{ UFC}/100\text{ml}$ in the second drilling. Nevertheless, the second well is characterized by the most important bacteriological loads, and this for all the bacteria. However, the results of *E. coli* reveal an absence of this bacterium in all the points except the waters of wadi of kebir and the second well. Analysis of the variance shows highly significant differences ($p = 0.000$) in the bacterial load of the studied sources. The high bacteriological contamination of the waters analyzed could be due to: poor protection of wells (open pits). Moreover, the waters of the study area have a high fecal contamination, which is in line with those found by [15] for the Marrakech aquifer. The surface waters laden with microorganisms seep through the soil into groundwater table without having had an efficient filtration, and causes many different point sources of pollution. [16,17] also mentioned that water from underground reservoir is all the more vulnerable as the top of the underground water table is close to the surface of the ground, that the land above aquifers is permeable and surface sources of pollution are important. In addition, shallow aquifers, with access via wells, appear to be highly contaminated with organic materials of human and animal origin

4. Conclusion

This study reveals that the waters of the sources analyzed are highly mineralized, characterized by high salinity and high hardness; with detected nitric pollution. In addition, bacteriological analysis shows that the majority of our sources are highly contaminated with at least two bacteria, hence; the majority of the sources studied are unfit for dairy cattle consumption.

References:

- [1] Olkowski AA. (2009). *Livestock Water Quality: A Field Guide for Cattle, Horses, Poultry and Swine*, 185pp.
- [2] Houd K., Slimani A. (2014). Characterization of the physico-chemical quality of ruminant water in the semi-arid zone of Oum El Bouaghi, Northeast Algeria. *Livestock Research for Rural Development*. vol 26, N 2, PubN 25.
- [3] Weeth H J. (2001). Tolerance of growing cattle for sulfate-water. *Journal of Animal Science*. Vol. 34, pp, 256-260.
- [4] Chevet B. (2000). *Water quality: an indispensable link in dairy farming*; Technical Office for Dairy Promotion. ELNOR. pp 1-5.
- [5] Mebirouk-Boudechiche L., Boudechiche L., Maatallah S., Chemmam M., Menasri G. (2011). Feeding behavior of local breed cows on northeastern Algerian meadows ", *Fourrages*, vol. 205 pp. 53-59.
- [6] Chaker-Houd K., Mebirouk-Boudechiche L., Maatallah S., El-Hamza T. (2017). Food value of natural populations of *Sulla coronaria* L. from northeastern Algeria. *Fourrages*, 232 : 347-352.

- [7] Rodier JB, Legube N., Merlet. (2009). *Water analysis. Natural waters, sewage, seawater*. Dunod, 9th ed., 1600P.
- [8] Harrat N., Achour S. (2010). Physico-chemical pollution of the dam waters of the El Tarf region. Impact on chlorination. *Journal of the Underground and Surface Hydraulic Research Laboratory* vol. 8 pp. 47-54.
- [9] Bermond R., Vuichaard R., (1973). *Les paramètres de la qualité des eaux*. Documentation Française, Paris, 179P.
- [10] Gouaidia, L. 2011. Evaluation de la vulnérabilité d'une nappe en milieu semi-aride et comparaison des méthodes appliquées : cas de la nappe de Meskiana (Est algérien). *Sécheresse*, 22, 35-42.
- [11] Merzoug D., Khiari A., Aït Boughrou A and Boutin C. (2011). Aquatic fauna and water quality of wells and springs in the Oum El Bouaghi region (Northeast Algeria), *Applied Hydroecology*, vol. 17 : 77-97.
- [12] AAFL. (2000). *The systems of watering to the grazing*, Technical guide, of Association for the Development of the Valley of the Lot. Rance rivers and Cele, 2000 edition, 31p.
- [13] Gadin-Gouyon N. (2002) : Bacteriological quality of water, and impact in dairy cattle breeding. Thesis, Lyon Veterinary School: ENV. 145 p.
- [14] Dermaux V. (1999). Regulatory and sanitary study of the quality of drinking water in domestic animals. Doctoral thesis. Lyon, 111pp.
- [15] Boutin, C., Dias L. (1987). Impact of the spreading of wastewater from the city of Marrakech on the water table. *Bull. Faa. Sa. Marrakech*, vol. 3, 5-2
- [16] Boutin C. (1987). The water of superficial groundwater, a natural richness vital but vulnerable. The example of the rural areas of Morocco. *Water Sciences*, vol. 6, 357-365.
- [17] Willms, D., Kenzie, O., Mcallister, T., Colwell, D., Veira, D., Wilmshurst, J., Entz, T., Olson, M. (2002). Effects of water quality on cattle performance. *J. Range Manage.* 55: 452-460



REVUE ALGERIENNE DES SCIENCES

Section -A-

- Sciences de la Nature et de la Vie
- Sciences techniques

<http://univ-eltarf.dz/fr/>



Valeurs usuelles et influence de l'âge sur quelques paramètres hématologiques et ioniques chez le cheval dans le Nord Algérien

Mekroud Meriem^{a,*}, Titi Amal^a, Baiba Hayet^b, Mekroud Abdeslam^a, Kerrour Mustapha^c.

^a Laboratoire PADESCA, Institut des sciences vétérinaires, Université des frères Mentouri, Constantine 1, 25000 Constantine, Algérie.

^b Centre des chevaux reproducteurs, 25000, Constantine, Algérie.

^c Institut des sciences vétérinaires, Université des frères Mentouri, Constantine 1, 25000, Constantine, Algérie.

Informations	Résumé
<p>Mots clés :</p> <p>Cheval Sang Paramètres hématologiques Ions Age</p> <p>*Correspondance : meriem_mekroud@yahoo.fr</p> <p>Reçu le 16 mai 2018, Révisé le 21 mai 2018, Accepté le 02 juin 2018.</p>	<p>Le cheval, reste sans aucun doute, l'une des plus belles conquêtes de l'homme. Son statut d'animal prestigieux et d'une rare beauté font de lui une espèce qu'il faut entourer de tous les soins. A ce propos ce travail s'inscrit dans cette optique afin de mettre à la disposition des vétérinaires cliniciens des valeurs usuelles qui pourront servir dans le dépistage de désordres avant tout installation de pathologies cliniques. Ce travail étudie une série de paramètres hématologiques (GR, Hb, Ht, VGM, CCMH, TGMH, GB, %Neu, %Eos, %Baso, %Lym et %Mono) et ioniques (Na, K, Cl, Ca, Mg et P), puis analyse l'effet de l'âge sur ces paramètres étudiés. Dans l'ensemble, toutes les valeurs sont dans les normes physiologiques, excepté le chlore et le magnésium qui sont situés dans les limites maximales des fourchettes, ainsi que le sodium qui a un intervalle légèrement plus étendu. L'âge a montré une influence sur les globules blancs, le calcium et le phosphore qui diffèrent significativement entre jeunes et adultes.</p>

1. Introduction

Le cheval, qui est une espèce noble occupe un statut de prestige, et Les pouvoirs publics au cours de ces dernières années ont décidé de réhabiliter cette espèce animale par l'encouragement des producteurs de chevaux au développement de la production équine en général et du cheval barbe et arabe en particulier. Depuis quelques années, un intérêt de plus en plus croissant pour les sports équestres a contribué à ce souci de redonner au cheval son lustre d'antan. Il faut aussi reconnaître que si le cheval et surtout le barbe est aujourd'hui à nouveau l'objet de soins, cela est probablement dû aussi au fait que dans notre vaste pays la motorisation reste incomplète (région montagneuse sans accès routier). D'autre part ; le cheval est un bien ancestral et il est difficile de s'en débarrasser vu sa symbolique essentiellement dans le milieu rural. Sur le plan sanitaire, rares sont les travaux de recherches qui ont été engagés sur cette espèce animale mis à part les quelques études ponctuelles réalisées ici, et là beaucoup plus dans le but d'un travail de thèse que dans un souci de contribution effective à l'essor de l'espèce. De ce fait, pratiquement tout reste à faire à

commencer par l'établissement des standard de races hautement confirmées par les techniques aujourd'hui très élaborées telles que la biologie moléculaire jusqu'à connaître les pathologies dominantes, et les problèmes qui entravent sérieusement le développement du cheval en Algérie. A ce propos, nos vétérinaires praticiens ne disposent mêmes pas de valeurs usuelles concernant les races équines autochtones.

Dans le domaine médical vétérinaire, le cheval a fait l'objet de nombreux travaux antérieurs mais très peu d'entre eux ont été publiés. Sur certains aspects physiologiques comme les données hématologiques du cheval rares sont les études qui ont traité de la question. Pour cela nous avons jugé utile d'aborder ce sujet, le but étant de mettre à la disposition des vétérinaires praticiens travaillant sur l'espèce équine, des valeurs usuelles en ce qui concerne les valeurs hématologiques et des valeurs de l'ionogramme, afin de permettre à ces deniers de pouvoir dépister tout désordre avant que ne s'installent les signes cliniques. Notre travail consistera à traiter un effectif hétérogène de 125 chevaux à travers tout le territoire national sans distinction d'âge, de race, de sexe ou de mode

d'utilisation. Une étude comparative sera menée en tenant compte du facteur de l'âge.

2. Matériels et méthodes

2.1. Echantillonnage des animaux

Nos prélèvements ont été réalisés, sur 125 chevaux au niveau de 3 wilayas (Constantine, Sétif et Tiaret) et ont concerné des animaux exploités différemment (sauts d'obstacles, endurance et reproduction), sans distinction d'âge, de race et de sexe dans le but d'avoir des valeurs moyennes usuelles. Pour l'étude de l'influence de l'âge, et afin d'éviter des risques d'erreurs au niveau de l'analyse statistique, les animaux mis en comparaison ont été sélectionnés de telle sorte que l'âge soit le seul élément de variation (les animaux comparés sont tous de la même écurie « jumentrie de Tiaret », et dans les différentes classes d'âge, il y a presque autant de males que de femelles et sont tous de la même race). Quarante-vingt (80) ont été répartis en sept classes d'âge allant de moins d'un an à plus de 15 ans (moins d'1 an, de 1 à 2 ans, de 2 à 3 ans, de 3 à 4 ans, de 4 à 8 ans, de 8 à 15 ans et de plus de 15 ans).

2.2. Techniques de prélèvement

Cinq millilitres de sang ont été prélevés au niveau de la veine jugulaire à l'aide d'une seringue stérile puis immédiatement repartis entre 2 tubes à essais. Un tube à EDTA (Ethyl Diamine Tétra Acétate) pour l'analyse hématologique et un tube hépariné (Héparinate de Litium) pour le dosage des ions (Na, K, Cl, Ca, Mg et P). Le sang prélevé est agité immédiatement par retournements lents afin de permettre le mélange homogène du sang avec les anticoagulants. Ces échantillons sont envoyés le jour même au laboratoire d'analyses.

2.3. Transport et conservation

Les prélèvements ont été transportés dans des conditions isothermes (+4°C) jusqu'à leur arrivée au laboratoire d'analyses où ils ont été traités dans des délais très courts n'excédant jamais quelques heures.

2.4. Méthodes d'analyses

2.4.1 Analyses cytologiques

Les paramètres suivants ont été réalisés : nombre de globules rouges (GR), nombre de globules blancs (GB), taux d'hémoglobine (Hb), taux d'hématocrite (Ht), volume globulaire moyen (VGM), concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH) et teneur globulaire moyenne

en hémoglobine (TGMH). Ces analyses ont été faites par automate (mindray BC-3000 Plus). La formule leucocytaire (pourcentages des différents polynucléaires et mononucléaires) a été établie sur la base de l'observation de frottis sanguins.

2.4.2 Analyses ioniques

Pour ce qui est de l'ionogramme, le tube hépariné a été centrifugé, le plasma séparé du culot et récupéré dans des tubes Eppendorf de 2ml environ, puis expédié immédiatement au laboratoire. Les ions ont été traités par méthodes semi-automatiques, par potentiométrie (sodium, potassium et chlore) à l'aide de l'appareil (EX-D Jokoh ELECTROLYTE ANALYZER, Japon) ; Et par spectrophotométrie ou colorimétrie (calcium, magnésium et phosphore) à l'aide de l'appareil (KENZA MAX BioChemis Try, France).

2.4.2 Analyses statistiques des données

Pour nos différentes analyses statistiques, nous avons utilisé le logiciel XLSTAT- Pro 2015®, accessible librement sur le web. Dans ce travail, l'analyse statistique concerne tous les paramètres retenus dans l'étude et il est recherché d'éventuelles variations pour chaque paramètre en fonction de l'âge.

En raison du grand nombre de test de corrélations à envisager, nous avons opté pour l'utilisation d'une ACP (Analyse en Composantes principales). Cette analyse, n'est pas un test statistique mais est nécessaire au préalable devant un trop grand nombre de tests. Elle permet une analyse qualitative qui renseigne sur le ou les paramètres les plus « parlants » ou « discriminants ». En d'autres termes, pour le facteur de l'âge, l'analyse permet par des calculs complexes et donner le ou les paramètres pour lequel le nombre d'individus différents est le plus nombreux.

A ce moment uniquement, seuls ces paramètres discriminants peuvent faire l'objet d'une analyse de la variance (ANOVA). L'analyse de la variance est un test statistique utilisé pour des données paramétriques sur des échantillons indépendants. Le calcul de la valeur de Fischer permet de reporter cette dernière sur la table de Fischer et de définir le niveau de signification.

3. Résultats

Le **Tableau 1**, rapporte les valeurs sanguines usuelles (hématologiques et ioniques) chez les 125 chevaux prélevés au niveau des trois régions

Tableau 1 : Valeurs hématologiques et ioniques moyennes globales de tous les chevaux prélevés (125 chevaux).

Paramètres	Unités	Moyenne ± Ecart type	Min	Max
Paramètres hématologiques				
GR	$10^6/\text{mm}^3$	$7,02 \pm 1,28$	2,58	11,12
GB	$10^3/\text{mm}^3$	$7,83 \pm 3,51$	3,2	20,6
Hb	g/dL	$13,08 \pm 2,3$	5,8	21,2
Ht	%	$34,32 \pm 6,19$	12,9	55,6
Indices érythrocytaires				
VGM	μm^3	$48,96 \pm 3,21$	37,2	55,9
CCMH	g/dL	$38,24 \pm 1,89$	33,4	45,0
TGMH	Pg	$18,68 \pm 1,1$	15,1	22,5
Formules leucocytaires				
Val % Neu	%	$52,14 \pm 8,31$	29	71
Val abs Neu	c/mm^3	$4042,7 \pm 1835,67$	1664	12240
Val % Eos	%	$3,98 \pm 2,9$	0	13
Val abs Eos	c/mm^3	$331,69 \pm 342,4$	0	2424
Val % Baso	%	$2,04 \pm 2,15$	0	10
Val abs Baso	c/mm^3	$163,1 \pm 200,47$	0	12240
Val % Lym	%	$37,89 \pm 9,74$	20	69
Val abs Lym	c/mm^3	$2979,08 \pm 1541,78$	720	9384
Val % Mono	%	$3,94 \pm 2,85$	0	11
Val abs Mono	c/mm^3	$312,21 \pm 297,12$	0	2060
Ions				
Na	mmol/L	$135,5 \pm 7,07$	121,4	193,9
K	mmol/L	$4,12 \pm 1,51$	2,2	1,51
Cl	mmol/L	$104,79 \pm 6,65$	90,9	158,2
Ca	mg/L	$102,09 \pm 11,1$	76	137
Mg	mg/L	$22,62 \pm 2,99$	14	30,3
P	mg/L	$39,22 \pm 13,66$	17,3	78

Val abs : valeurs absolues, c : cellules, Abs : Absolue, % : pourcentage, Neu : neutrophiles, Eos : éosinophiles, Ba : basophiles, Lym : lymphocytes, Mono : monocytes.

Une ANOVA a été réalisée pour ces deux paramètres et a donné les résultats suivants

Tableau 2 : Résultats statistiques de l'ANOVA sur les GB et l'Ht en fonction de l'âge.

Paramètres	Degré de liberté (DDL)	Valeur de Fischer (F)	Probabilité au seuil de (%)	Niveau de signification
Globules blancs	6	3,788	0,002	S
Hématocrite	6	0,485	0,818	NS

S : significatif. NS : non significatif

Parmi les paramètres ioniques, et suite aux tests ACP, il semble que les variations les plus « parlantes » sont les ions phosphore, calcium et potassium.

L'ANOVA réalisée pour ces trois paramètres a donné les résultats suivants

Tableau 3 : résultats statistiques de l'ANOVA pour les ions P, Ca et K en fonction de l'âge.

Paramètres	Degré de liberté (DDL)	Valeur de Fischer (F)	Probabilité au seuil de (%)	Niveau de signification
Phosphore	6	52,983	< à 0,0001	S
Calcium	6	6,331	< à 0,0001	S
Potassium	6	0,641	0,697	NS

S : significatif. NS : non significatif

4. Discussion

D'après les résultats obtenus, les valeurs des GR sont dans la fourchette physiologique, ($7,02 \pm 1,28 \times 10^6/\text{mm}^3$). Il n'y a aucune variation significative de ce paramètre en fonction de l'âge. Contrairement à [1] et [2], ces auteurs ont rapporté que ce paramètre est influencé par l'âge et la race. Concernant les GB, nos valeurs concordent avec celles de références bibliographiques ($7,83 \pm 3,51 \times 10^3/\text{mm}^3$).

Les analyses statistiques révèlent que ce paramètre est significativement différent d'une classe à une autre. En effet, il est élevé chez les sujets âgés de 2 à 4 ans ($9,43 \pm 3,99 \times 10^3/\text{mm}^3$ à $12,77 \pm 6,39 \times 10^3/\text{mm}^3$), ainsi que chez ceux âgés de plus de 15 ans ($9,70 \pm 4,96 \times 10^3/\text{mm}^3$). Pour les autres classes les variations sont moins marquées. L'élévation leucocytaire chez les classes de 2 à 4 ans, pourrait être expliquée par le développement de l'immunité cellulaire chez les jeunes.

D'autre part ont relève la même constatation chez les chevaux très âgés. L'explication la plus plausible est l'effondrement de l'immunité humorale et sa compensation par une immunité cellulaire chez ces vieux sujets.

[3] ont par ailleurs, mené une étude sur de très jeunes poulains pur-sang en bonne santé depuis la naissance jusqu'à l'âge de 6 mois. Ils ont montré que les intervalles sont plus petits, et fluctuent entre 5,8 et $9,8 \times 10^3/\text{mm}^3$ sans qu'il y est une différence significative des GB entre les différentes classes d'âges. En ce qui concerne l'Hémoglobinémie, les valeurs obtenues sont globalement dans les normes physiologiques ($13,08 \pm 2,3 \text{ g/dL}$). Comme les érythrocytes, il n'y a aucune influence de l'âge sur ce paramètre. [1] a montré que ce paramètre est fortement dépendant de l'effort physique et de l'entraînement, mais également de l'âge et de la race. Pour ce qui est de l'hématocrite, les valeurs obtenues sont compatibles avec celles trouvées dans les références bibliographiques ($34,32 \pm 6,19 \%$). [4], attribuent l'augmentation de l'hématocrite à une érythrocytose ou à une hémococoncentration suite à la transpiration ; Contrairement à [5], qui associent l'entraînement à une baisse de l'hématocrite. Ceci est expliqué selon [6] par la rétention d'eau dans le secteur plasmatique grâce aux mouvements d'eau, dans le but de compenser les effets négatifs de la déshydratation.

Pour le VGM, la CCMH et la TGMH, et qui sont respectivement de $48,96 \pm 3,21 \mu\text{m}^3$, de $38,24 \pm 1,89 \text{ g/dL}$ et de $18,68 \pm 1,1 \text{ pg}$; ces valeurs fluctuent dans les intervalles physiologiques, et concordent avec celles de [7]. Nous n'avons trouvé aucune influence de l'âge sur ces trois paramètres. A l'inverse, [1] note que le VGM est influencé par l'âge, c'est-à-dire qu'à la naissance le volume des hématies est très faible ($37 \mu\text{m}^3$). Plus on avance dans l'âge, plus les hématies augmentent de volume ($> 50 \mu\text{m}^3$) pour des chevaux de plus de 20 ans.

En comparant ses données aux nôtres, il est nécessaires de préciser que l'auteur a travaillé sur des nouveau-nés et des poulains ne dépassant pas 6 mois, or en ce qui nous concerne la plus jeune classe testée regroupait des jeunes poulains de 3 mois à 1 an Il est donc probable que ces modifications des morphologies érythrocytaires se produisent durant les premiers mois de la vie. Ceci dit, et précisément pour la classe de moins d'un an ; la moyenne du VGM dans notre étude était en effet, l'une des plus basse ($47,5 \mu\text{m}^3$) par rapport aux autres classes sans pour autant être significativement différente.

D'après notre étude, les valeurs des leucocytes exprimés en pourcentage sont pour la majorité d'entre eux, dans les normes physiologiques. On note toutefois une légère basophilie sans que cette dernière ne soit significative sur le plan statistique. Une autre étude menée par [8] sur les différences liées à l'âge dans le profil hématologique des poulinières andalouses de souche chartreux, et qui a montré que les groupes des plus âgées (plus de 13 ans), ont une éosinophilie qui pourrait être lié à des infections parasitaires et surtout une baisse notable de l'immunité humorale qui sera automatiquement compensée par une immunité cellulaire dans cette catégorie d'âge. Les taux sériques moyens en sodium sur nos 125 chevaux prélevés ont donné des valeurs normales, avec une fourchette légèrement plus étendue que ceux proposés par les valeurs physiologiques ($135,5 \pm 7,07 \text{ mmol/L}$). La rareté des travaux concernant cet oligo-élément chez le cheval ne nous permet pas d'apporter plus d'éclaircissements.

Pour le potassium, nos valeurs concordent avec celles de [9] et [10]. Ce macro-élément est capital dans le maintien des équilibres osmotiques et ioniques de l'organisme pour le maintien de l'homéostasie [11]. L'alimentation du cheval ne doit pas en être déficiente et toute carence importante entraîne toujours une forte fatigue et des problèmes de santé telle que la diarrhée, troubles musculaire et autres [12]. En ce qui concerne le chlore, ce dernier se situe dans la limite maximale de la fourchette ($104,79 \pm 6,65 \text{ mmol/L}$). Cette observation est presque similaire à celle de [10]. L'utilisation d'une thérapie de réhydratation par des solutions contenant des électrolytes, précisément au niveau d'El Eulma, peut expliquer cette élévation,

contrairement à [9] et [13] qui ont trouvé des valeurs plus basses en chlore chez les chevaux d'endurance. Cela pourrait être dû à la transpiration et au protocole de travail de ces auteurs (prélèvements effectués juste à la fin de la course).

Pour notre part, et compte tenu de cette chlorémie quelque peu élevée, il serait intéressant de faire ultérieurement une étude plus approfondie sur les sources potentielles en chlore qui ont pu être à l'origine de ces valeurs (analyse de l'eau, analyses de l'alimentation distribuée,.....). Selon nos résultats personnels, il est à noter que la calcémie est influencé par l'âge ; puisqu'on note chez les jeunes de moins d'1 an jusqu'à 2 ans, une calcémie significativement plus importante que chez les adultes de > 2 ans. Cela peut s'expliquer par le fait que chez les jeunes, les besoins calciques sont beaucoup plus importants (phase de développement squelettique), d'où une disponibilité sanguine plus importante. Par ailleurs, les troubles au niveau du rapport phospho-calcique, ne doivent en aucun cas dépasser 1,5. Lors d'apport excessif de phosphore phytique (patûrages), cela plaide en faveur d'une hypercalcémie dans un souci de compensation du rapport phospho-calcique [14].

Nos résultats sériques en calcium sont globalement dans les normes physiologiques ($102,09 \pm 11,1 \text{ mg/L}$). Les taux sériques en magnésium de nos chevaux, est situé dans les limites supérieurs de référence ($22,62 \pm 2,99 \text{ mg/L}$). Presque les mêmes résultats ont été obtenus pour les chevaux d'endurance par [9, 10].

Cette augmentation peut être due à une grande tolérance des chevaux à l'excès du magnésium dans la ration, et plus spécifiquement pour les chevaux de course, à la masse musculaire plus importante. D'autre part, la majorité des auteurs rapportent qu'il est très rare d'avoir des défauts d'apport en magnésium tant ce macro-élément est très largement disponible dans les rations alimentaires [9, 11, 12, 14, 15]. Selon nos tests statistiques personnels, les taux de phosphore chez les jeunes de 1 à 2 ans, sont significativement plus élevés que chez les adultes de plus de 2 ans. Ces taux augmentent d'une façon importante vers la limite maximale de la fourchette ($39,22 \pm 13,66 \text{ mg/L}$). Les mêmes hypothèses émises pour les taux de calcium peuvent être reconduites pour le phosphore compte tenu de l'interdépendance de ces deux paramètres (rapport phospho-calcique).

5. Conclusion

Notre étude a été menée sur 125 chevaux appartenant à diverses structures équines de 3 régions (jumenterie de Tيارت, hippodrome d'El Eulma, centre de reproducteurs et club hippique de Constantine,) dans le but de traiter les valeurs moyennes globales de différents paramètres hématologiques et ioniques chez l'espèce équine, ainsi qu'un essai de corrélation entre ces divers

paramètres et le facteur de variation (l'âge). L'objectif principal était de mettre à la disposition des différents acteurs et utilisateurs du secteur équin notamment les docteurs vétérinaires, des valeurs usuelles pouvant leur servir dans leur vie professionnelle, notamment pour les aspects prophylactiques et médicaux.

Concernant les données hématologiques, les chevaux ont montré dans l'ensemble des valeurs similaires à celles des données bibliographiques. Cependant lors des essais de corrélations, et pour les globules blancs, il existe une influence significative selon les catégories d'âge (valeurs importantes chez les sujets de 2 à 4 ans, ainsi que chez ceux de plus de 15 ans).

Pour l'aspect ionique, il a été relevé des taux en chlore et en magnésium sont situés dans les limites maximales des fourchettes physiologiques. La natrémie fluctue dans une fourchette physiologique normale. Le facteur âge a une influence sur les deux éléments minéraux calcium et phosphore (calcémie et phosphorémie plus élevées chez les sujets de moins d'1 an jusqu'à 2 ans que chez ceux de plus de 2 ans). Enfin, nous espérons à travers ce modeste travail, avoir apporté notre contribution à la mise à la disposition des vétérinaires, des données usuelles pratiques pouvant leur être utiles dans leur diagnostic.

Référence :

- [1] BERMAN F. (2009) : Valeurs de références, Frédéric bermann., http://www.fbermann.com/Valeurs-de-reference_a25.html (consulté le 4 avril 2016).
- [2] SATUE K., HARNANDEZ A., MUNOZ A. (2012) : Physiological factors in the interpretation of equine hematological profile. *Hematology science and practice*. 24, 573-597.
- [3] CUNHA SANTOS F.C., FEIJÓ L.S., KASINGER S., JUNIOR F., CURCIO B.R., NOGUEIRA C.E.W. (2014) : hematologic values of thoroughbred foals from birth to six months of age. *Cienc. anim. bras. Goiânia*, 15, n°3, 307-312.
- [4] MONCELET A., DENIAU V., CORDE R. (2014) : Intérêt du bilan sanguin chez le cheval de sport. *Horse technologie évolutive*, 1-4.
- [5] ROBERT C., GOACHET A.G., FRAIPONT A., VOTION D.M., VAN ERCK E., LECLERC J.L. (2009) : Hydration and electrolyte balance in horses during an endurance season. *Equine Vet. J.*, 42, (suppl.38), 98-104.
- [6] WILMORE J.H., COSTILL D.L., KENNEY W.L. (2009): *Physiologie du sport et de l'exercice*. Édition de boeck, 4ème édition. Bruxelles, 51. 521p.
- [7] CAURE S., TOURTOULOU G., TRICAUD C., VALLOIS L., BOUTIN E., COUSTY M., NIGER G., LEVILLAIN N., BOULDOUYRE F., MARETTE J., PICANDET V. (2011) : COMMENT COMPRENDRE LES RESULTATS D'UN EXAMEN SANGUIN. *Clinique Vétérinaire Equine de Livet. Saint Michel de Livet*. p1-3. http://www.clinique-equine-livet.com/.../Interpretation_des_examens_sanguins. (consulté le 15 mars 2016).
- [8] SATUE K., BLANCO O., MUNOZ A. (2009): AGE-related differences in the hematological profile of Andalusian broodmares of Carthusian strain. *Veterinari Medicina*, 54, (4), 175-182.
- [9] PAROT C. (2011) : Bilans hémato-biochimiques chez le cheval d'endurance de haut niveau : intérêt pronostic et proposition de valeurs de référence. Thèse Med Vet. Alfort, 115 p.
- [10] LAABASSI F., MAMACHE B., MEZIANE T. (2010) : Influence de la saison et de la race du cheval de course sur le profil minéral sérique dans la région d'El-Eulma- SETIF. *Science et technologie*. n° 31, 39-45.
- [11] ANONYME1 : http://www.galopin-fr.net/alim/macro_elements.htm#k. (consulté le 11/04/2016).
- [12] ANONYME2 : <http://www.lesaboteur.com/alimentation-chevaux-mineraux/>. (consulté le 11/04/2016).
- [13] COHEN N.D., RUSSEL A.J., LUMSDEN J.H., COHEN A.C., GRIFT E., LEWIS C. (1993) : Alterations of fluid and electrolyte balance in thoroughbred race horses following strenuous exercise during training. *Can. J. Vet. Res.*, 57, 9-13.
- [14] ANONYME13 : <http://www.haras-nationaux.fr/information/accueil-equipaedia/alimentation>. (Consulté le 11/04/2016).
- [15] KOLB E. (1974) : *Physiologie des animaux domestiques*, éditions Vigot Frères. Paris, 974 p.



Caractéristiques de l'activité sexuelle chez les brebis pâturant les prairies littorales de l'extrême nord est algérien

Hadef Ahmed^{a,*}

^aDépartement des sciences vétérinaires, Université Chadli Bendjedid- El Tarf.

Informations	Résumé
<p>Mots clés :</p> <p>Agnelage Brebis Etat corporel Lutte Prairie</p> <p>*Correspondance : hadef_vet@yahoo.fr</p> <p>Reçu le 26 mai 2018, Révisé le 11 juin 2018, Accepté le 13 juin 2018.</p>	<p>Dans l'objectif de caractériser le rythme de reproduction, de déterminer l'influence des conditions de l'élevage semi-extensif et du niveau alimentaire sur le profil de l'activité sexuelle des brebis évoluant sur prairies naturelles de l'extrême nord est algérien, une enquête auprès des éleveurs a été menée. L'enquête a été réalisée via questionnaire, auprès d'éleveurs de la wilaya d'El-Tarf (n = 31) sise au nord-est de l'Algérie dans la zone bioclimatique subhumide. Cette enquête a révélé que l'activité sexuelle des brebis était fortement liée à la disponibilité saisonnière des aliments et au statut nutritionnel énergétique tels qu'évalués subjectivement par leur note d'état corporel (NEC). Ces variables nutritionnelles semblaient, vraisemblablement, être à l'origine de la concentration des luttes au printemps et de la survenue d'une seule saison d'agnelage (automne) chez les brebis maigres en déficit alimentaire. Le rétablissement rapide de l'activité sexuelle et le meilleur taux de fertilité et de fécondité durant les mois de Mai et Juin semblent être causés par un flushing naturel lié à la poussée printanière de l'herbe. La répartition des agnelages et des luttes durant l'année entière mais de façon plus concentrée sur deux saisons (jours long et jours courts) pourrait être le reflet de l'effet de l'interaction de la photopériode et le niveau alimentaire chez des brebis possédant un potentiel de dessaisonnement et élevées sous les conditions d'élevage semi-extensif irrégulier.</p>

1. Introduction

Dans le système traditionnel d'élevage ovin pratiqué dans la rive sud du bassin méditerranéen, la conduite de la reproduction du troupeau ovin sur parcours est mal maîtrisée techniquement. Dans ce système, les mâles courent généralement en permanence avec les femelles et la période des agnelages s'étale sur toute l'année, avec des pics automnaux et printaniers [1, 2].

En Algérie, les études publiées et qui traitent en partie des caractéristiques de l'activité sexuelle chez les brebis ont, jusque-là, concerné ordinairement la race ovine algérienne la plus dominante, en l'occurrence, la race Ouled-Djellal. Elles sont basées généralement sur des enquêtes menées, assez souvent, au niveau de la région steppique semi-aride [3, 4].

Dans l'étage bioclimatique méditerranéen humide de l'Algérie, la région d'El-Tarf sise dans l'extrême nord-est représente une zone agricole qui occupe une part importante des prairies naturelles du pays. Dans cette région sud

méditerranéenne, l'élevage ovin pratiqué est dominé par le mode semi extensif.

Dans le but d'évaluer les performances de reproduction, de déterminer l'influence des conditions de ce type d'élevage et du niveau alimentaire sur le profil de l'activité sexuelle des brebis évoluant sur prairies naturelles, une enquête auprès des éleveurs a été menée.

2. Matériels et méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude

Cette étude a été réalisée dans la wilaya d'El-Tarf. Cette dernière, sise au nord-est de l'Algérie dans la zone bioclimatique subhumide au niveau du sous étage subhumide inférieur doux, enregistre une moyenne annuelle pluviométrique inférieure à 700 mm variable en fonction des années (584,1 mm en 2010 et 699 mm en 2011, Station météorologique Rabah Bitat. Aéroport d'Annaba).

2.2. Enquête et collecte des données

Afin d'évaluer les performances de reproduction et les caractéristiques du cycle sexuel chez les brebis pâturant des prairies naturelles sous un système traditionnel d'élevage, trente et un (n=31) éleveurs ont été questionnés à l'aide d'un questionnaire.

Ces éleveurs qui ont une expérience moyenne de 23 ans (9 - 40) dans la pratique de l'élevage ovin ont été retenus et choisis selon leur volonté de participation et la région de pâturage où la majorité des éleveurs questionnés (figure 1 et 2) pratiquent l'élevage dans les communes où existent des surfaces importantes de pâturage à base de prairies naturelles et notamment celles de Ben M'hidi, Berrihane, et Lac des oiseaux. La taille des

troupeaux enquêtés varie entre 20 et 150 têtes par troupeau.

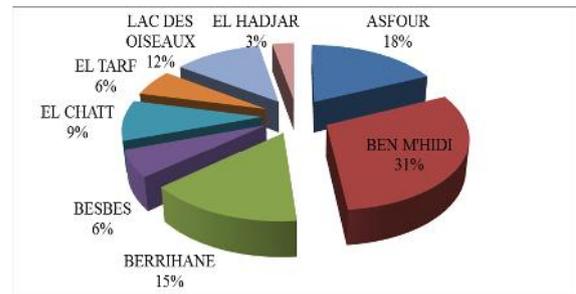


Fig. 1 : Répartition des éleveurs sur les communes enquêtées

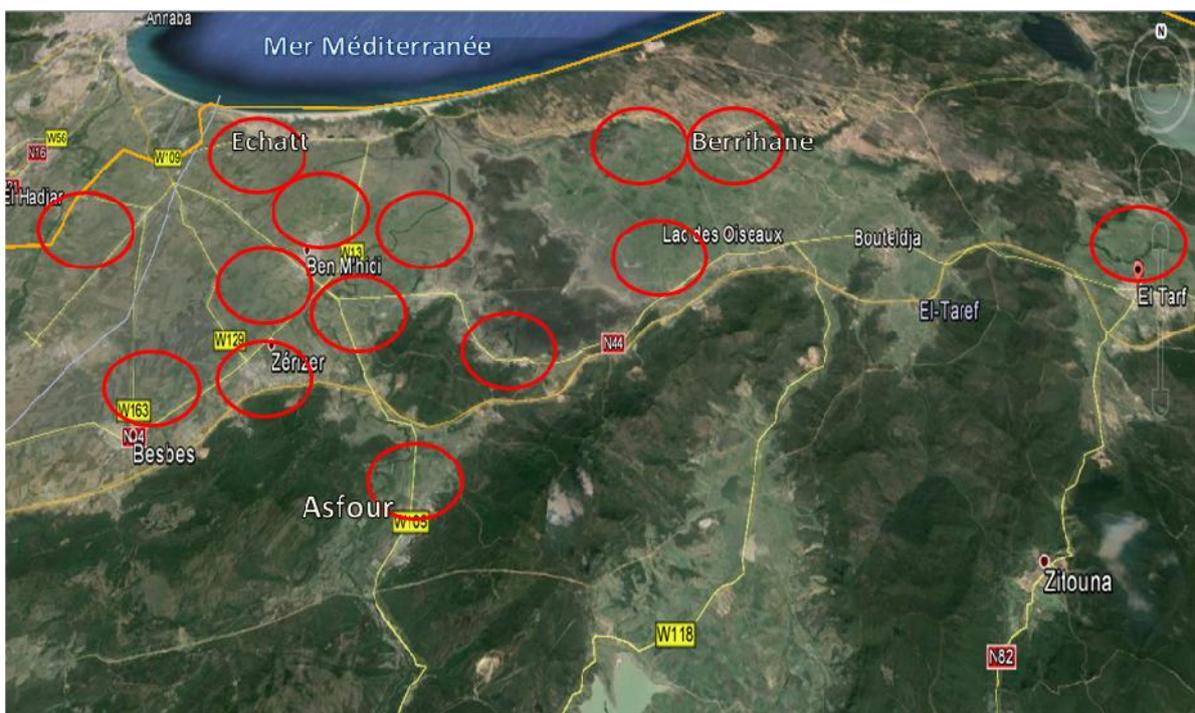


Fig. 2 : Communes et zones de pâturages (cercles rouges) des élevages ovins enquêtés

Par ailleurs, le niveau d'expérience en élevage ovin a été aussi pris en considération lors du choix des éleveurs. Le questionnaire utilisé a porté sur les points suivants :

- Description des conditions d'élevage dans les troupeaux enquêtés (pratique de pâturage, ressources alimentaires, prévention antiparasitaire).
- Performances de reproductions des brebis (prolificité et nombre d'agnelage), saisons des agnelages et caractéristiques de cyclicité en fonction de l'état corporel.
- Pour l'état corporel, un guide d'état corporel a été utilisé, mais les éleveurs ont, souvent et spontanément, défini l'état corporel en fonction de la disponibilité alimentaire sur prairies et

indépendamment du stade physiologique (non gestante, gestante, en lactation). Ils ont qualifié comme bon l'état corporel constaté lors d'une année pluvieuse où le rendement en herbe sur prairies est important (bonne saison agricole), et comme médiocre (brebis maigres) l'état corporel obtenu lors d'une année à faible production d'herbe (année de faible pluviosité).

- La connaissance des périodes d'agnelages (par mois) nous a permis de calculer et d'établir le moment de luttes fécondantes correspondantes.

Cependant, les éleveurs enquêtés ne pratiquaient ni l'identification de leurs animaux, ni l'enregistrement des données permettant d'avoir des renseignements sur l'âge ou les dates des

événements clés de la reproduction (agnelages, luttés).

2.3. Analyse statistique et traitement des données

Les paramètres de statistique descriptifs des données ont été traités par le logiciel Microsoft Excel (2010).

3. Résultats et Discussion

3.1. Conditions d'élevage dans les troupeaux enquêtés

3.1.1. Races élevées

Dans les troupeaux d'ovins enquêtés, la race blanche dominée par celle d'Ouled Djellal est la principale représentante avec 80 % de l'effectif élevés. Ceci a été déjà rapporté par Dekhili [5] qui a signalé l'importante exploitation de la race Ouled Djellal pour la production de viande à l'échelle nationale (zones steppiques et à l'est algérien notamment) au point de coloniser une partie des pays frontaliers (Maroc et Tunisie) grâce à ses bonnes aptitudes (maternelles et de reproduction, bonne résistance aux conditions difficiles et autres). Le reste de l'effectif est représenté par une race indéfinie dite locale élevée essentiellement dans zone de Berrihane, Sebaa, El Faïdh et El Houaïchia.

3.1.2. Alimentation et conduite d'élevage

Le système semi-extensif caractérise la conduite des troupeaux enquêtés. La lutte est naturelle et les béliers courent en permanence avec les brebis l'année durant. Les agneaux sont en permanence sous la mère et leur sevrage est naturellement spontané.

Dans ces troupeaux, le pâturage des prairies naturelles est pratiqué durant l'année entière (93,55%) à l'exception des temps pluvieux où les animaux restent dans les bergeries. Le foin d'herbe naturelle et les aliments concentrés à un degré moindre (tableau 1), constituent les principales autres ressources alimentaires en absence de pâturage en temps pluvieux (25,81%) ou comme complément (16,13%) fourni occasionnellement aux brebis parturientes. En été, les chaumes constituent une autre ressource fourragère gratuite disponible pour les ovins.

Le déparasitage est une pratique qui n'obéit pas toujours et ce dans 64,52 % aux instructions des vétérinaires ; les brebis gestantes sont souvent écartées de toute prévention antiparasitaire jusqu'à l'agnelage pour 54,84 % des éleveurs. Cette attitude expose les femelles gestantes aux risques d'infestations parasites et notamment internes.

Cette description a permis de caractériser les conditions de l'élevage semi extensif et la gestion traditionnelle dans cette région. Cette conduite est similaire celle du système extensif décrit par Dekhili

[4] dans la région de Sétif, à celle du système traditionnel prépondérant à plus de 90% en Tunisie, pays frontalier de la région d'étude [2], à celle décrite au Maroc [6] ainsi qu'à celle décrite en Afrique du nord globalement [1].

En Algérie, la conduite extensive et la gestion traditionnelle continuent à caractériser la majorité du cheptel national, et ce en dépit des efforts et des programmes de soutien de l'État dans le domaine de l'élevage [7].

Tableau 1 : Composition de la ration en absence de pâturage ou pour complément

	En absence de pâturage	Complément au pâturage
Foin seul	16,13%	6,45%
Concentré seul	9,68%	19,35%
Foin et Concentré	25,81%	16,13%

3.2. Performances de la reproduction dans les élevages enquêtés

3.2.2. Nombre d'agnelages par brebis et par an, et saison d'agnelage

La productivité ovine est déterminée en partie par le nombre d'agnelages/brebis/an. Un seul agnelage/brebis/an est le nombre constaté par 60,35% des éleveurs enquêtés. Il a lieu à n'importe quel mois de l'année (Fig.3), mais un pic se dessine durant le mois d'octobre (41,93%) et pendant la saison d'automne particulièrement (Septembre, Octobre, et novembre). La répartition des agnelages sur les 4 saisons de l'année a caractérisé les élevages extensifs de la région de Sétif [3], et ceux conduits traditionnellement en Tunisie [2].

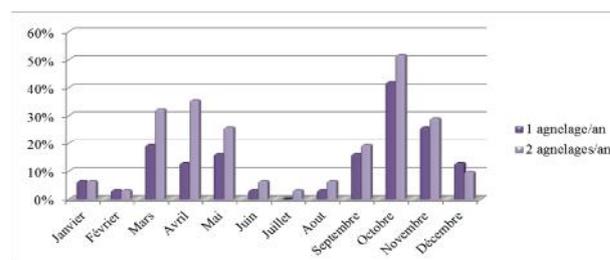


Fig. 3 : Fréquence mensuelle du nombre d'agnelages par brebis et par an.

Le rythme d'un seul agnelage/brebis/an a été observé par les éleveurs très souvent chez les brebis maigres (66,45%). Par contre, un rythme de deux agnelages/brebis/an, plus accéléré et souvent recherché, a atteint une fréquence de 38,79%. Il a été observé souvent chez des brebis en bon état corporel (81,92%). Cette catégorie de brebis a la possibilité de mettre bas deux fois par an, mais souvent durant deux saisons (Tableau 2),

l'automne avec un pic au mois d'octobre et le printemps durant les mois de mars, avril, et mai.

Tableau 2 : Nombre et saison d'agnelage par brebis et par an

Rythme d'agnelage	1 / brebis / an	2 / brebis / an
(%)	60,35%	38,79%
Brebis maigres	66,45%	18,08%
Brebis en bon état corporel	33,55%	81,92%
Tout au long de l'année	32,26%	19,35%
Rassemblés durant certains mois	70,96%	67,74%

Le rythme saisonnier des agnelages observés dans les troupeaux enquêtés semble être influencé donc par l'état corporel des femelles. Cet indicateur reflète le lien entre la disponibilité alimentaire des parcours pâturés et la conduite d'élevage. Cette disponibilité est, elle-même, sous l'influence des changements climatiques saisonniers, la température et la pluviométrie notamment. L'effet de la variation saisonnière du niveau nutritionnel (disponibilité d'herbe sur parcours) sur le rythme et la saison d'agnelage, passe logiquement par un effet sur la saison de reproduction [8].

3.3. Saison de reproduction et influence de l'alimentation (état corporel)

Les brebis ayant agnelé une fois par an (60,35 % durant l'automne et octobre notamment) avaient donc été fécondées le mois de mai (printemps), soit 5 mois plus tôt. Ceci pourrait traduire une certaine saisonnalité de la reproduction modulée peut-être par la photopériode ou par la disponibilité saisonnière des aliments ou par l'effet combiné des deux. Cette répartition mensuelle des agnelages et des luttes fécondantes rejoint celle rapportée par Benyounes *et al.* [9] chez des brebis Ouled Djellal dans la région de Souk-Ahras frontalière de la région d'étude (wilaya d'El-Tarf).

L'intervalle de 7 mois entre l'agnelage et la saillie fécondante a révélé une période d'anœstrus ou de moindre activité sexuelle chez plus de 60% de l'effectif des brebis enquêtées, dépassant ainsi le seuil de 50 % lequel est considéré par Thibault et Levasseur [10] comme un taux définissant la période d'absence d'œstrus réguliers ou d'activité ovulatoire cyclique. Cet intervalle est déterminé physiologiquement par les périodes d'anœstrus postpartum et saisonnier, et par les performances de reproduction des brebis, fécondité et fertilité intrinsèques.

3.3.1. Luttes fécondantes et luttes observées en fonction de l'état corporel

Les luttes fécondantes et les luttes observées chez la catégorie des brebis maigres qui manifestent fréquemment le rythme d'un seul agnelage/an, étaient réparties durant tous les mois de l'année. Ces luttes, fécondantes et observées, étaient concentrées essentiellement lors des mois de mai et juin (Figure 4). Cette saison de reproduction était quelque peu paradoxale car elle correspondait à une période où la disponibilité alimentaire était meilleure car liée à la poussée printanière d'herbe mais coïncidant avec une photopériode défavorable de jours longs. Les luttes fécondantes et les luttes observées chez la catégorie des brebis en bon état corporel, ayant souvent deux agnelages/an, ont été observées tout au long de l'année avec deux pics saisonniers. Le premier a eu lieu en fin de printemps-début d'été (mai et juin, surtout) et le second était observé en automne, au mois d'octobre et novembre (Figure 4) coïncidant avec la saison naturelle de reproduction (période de jours courts).

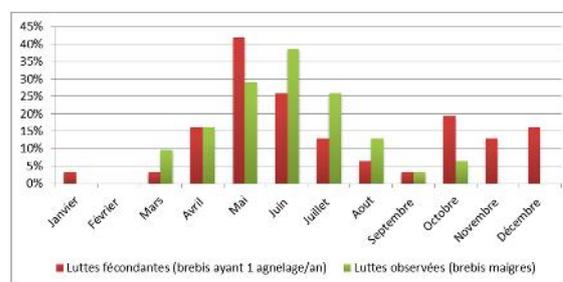


Fig. 4 : Répartition mensuelle des luttes fécondantes des brebis ayant 1 agnelage/an et des luttes observées chez les brebis maigres.

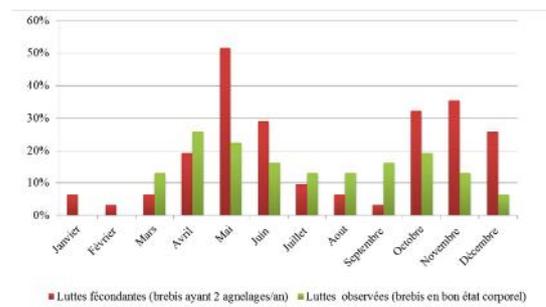


Fig. 5 1: Répartition mensuelle des luttes fécondantes des brebis ayant 2 agnelages/an et des luttes observées chez les brebis en bon état corporel.

Le profil de l'activité sexuelle dans cette région montre que les brebis, maigres (Figure 4) ou en bon état corporel (Figure 5), ont une période commune de reproduction (mai et juin) où le taux d'expression des chaleurs (luttes observées) et le taux de fécondité (luttes fécondantes) sont les plus élevés. Cette saison correspond probablement à une période de flusching naturel, poussée printanière des prairies naturelles et une meilleure disponibilité alimentaire sur les parcours de pâturage. Cette amélioration naturelle printanière

du niveau nutritionnel a probablement, influencé positivement l'activité sexuelle des brebis, en minimisant ainsi l'éventuelle influence négative des jours longs durant cette période. Cet impact nutritionnel semble être exercé via l'état corporel [11-14] selon des effets dynamique ou statique à long terme [15].

4. Conclusion

La présente enquête réalisée dans la zone subhumide de l'extrême nord-est algérien (wilaya d'El-Tarf) a montré que l'élevage ovin, dominé par la race blanche, est basé essentiellement sur le pâturage comme principale source alimentaire, les prairies naturelles notamment. Cet élevage est conduit traditionnellement de manière irrationnelle sans un réel contrôle des parasitoses internes. Les performances de reproduction des brebis dans ces troupeaux semblent être conditionnées par la disponibilité alimentaire. La variation saisonnière du niveau nutritionnel tel que révélé par celle de l'état corporel est probablement à l'origine de la variation des paramètres de reproduction et des caractéristiques de l'activité sexuelle. Le flushing naturel lié à la poussée printanière de l'herbe semble être à l'origine du rétablissement rapide de l'activité sexuelle et d'un meilleur taux de fertilité et de fécondité durant les mois de Mai et Juin. L'amélioration naturelle de l'état corporel a minimisé, probablement, l'éventuel effet négatif de l'allongement de la durée du jour pendant cette période.

Les agnelages et les luttes surviennent l'année entière mais de façon plus concentrée sur 2 saisons (jours long et jours courts) ; elles pourraient être le reflet de l'effet de l'interaction de la photopériode et des conditions d'élevage et notamment le niveau alimentaire avec le saisonnement de la reproduction chez des brebis possédant un potentiel de dessaisonnement.

Référence :

- [1] Rondia P. 2006. Aperçu de l'élevage ovin en Afrique du Nord. *Filière Ovine et Caprine*. 18: 11-14.
- [2] Lassoued N. 2011. Méthodes de maîtrise de la reproduction ovine selon le système d'élevage. In : *Mutations des systèmes d'élevage des ovins et perspectives de leur durabilité*. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens. 97: 103-110.
- [3] Abbas K, Benyoucef MT, Madani T. 2000. Systèmes d'élevage et objectifs de sélection chez les ovins en situation semi-aride algérienne. *Options Méditerranéennes. Série A: Séminaires Méditerranéens*. 43: 101-109.
- [4] Dekhili M. 2010. Fertilité des élevages ovins type «Hodna» menés en extensif dans la région de Sétif. *Agronomie*. 0: 1-7.

- [5] Dekhili M. 2014. Paramètres phénotypiques et génétiques de la reproduction de la brebis Ouled-Djellal (Algérie). *Arch Zootec*. 63(242): 269-275.
- [6] Bechchari A, Acherkouk M, El Koudrim M, Maatougui A. 2006. Caractérisation, atouts et contraintes de l'élevage ovin au Maroc Oriental. In: Boulanouar B, Paquay R, editors. *Chapitre 5, L'élevage du mouton et ses systèmes de production au Maroc*. p. 77-90.
- [7] Institut Technique des Elevages (ITELV). 2012. *Infos Elevages ITELV, Bulletin trimestrielle*. 2: 4 p.
- [8] Forcada F, Abecia JA. 2006. The effect of nutrition on the seasonality of reproduction in ewes. *Reprod Nutr Dev*. 46(4): 355-365.
- [9] Benyounes A, Rezaiguia M, Lamrani F. 2013. Rendement reproductif des brebis Ouled Djellal et Taâdmit élevées dans la région nord-est d'Algérie. *Livest Res Rural Dev*. 25(11):141. 199.
- [10] Thibault C, Levasseur MC. 2001. *La reproduction chez les mammifères et l'homme*. Editions Quae, Paris, INRA. 928 p.
- [11] Abecia JA, Forcada F, Sierra I. 1991. Influence de l'état corporel sur la cyclicité et le taux d'ovulation chez les brebis Rasa Aragonesa, In: *Etat corporel des brebis et chèvres*. Proceeding of FAO/CIHEAM; 1990 May 14-16; Zaragoza, Spain; 1991. *Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens*. 13:117-122.
- [12] Landau S, Molle G. 1997. Nutrition effects on fertility in small ruminants with an emphasis on Mediterranean sheep breeding systems. *Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens*. 34: 203-216.
- [13] Benyounes A, Lamrani F. 2013. Anoestrus saisonnier et activité sexuelle chez la brebis Ouled Djellal. *Livest Res Rural Dev*. 25(8):141. <http://www.lrrd.org/lrrd25/8/beny25141.htm>
- [14] Hadeif A, Miroud K, Kaidi R. 2014. Effects of body condition and anaemia status on postpartum ovarian activity in ewes under two management systems in Algeria. *Livest Res Rural Dev*. 26:219.
- [15] Smith JF, Stewart RD. 1990. Effects of nutrition on the ovulation rate of ewes. In: *Reproductive Physiology of Merino Sheep-Concepts and Consequences*. Oldham CM, Martin GB, Purvis IW, editors. School of Agricultural (Animal Science). The University of Western Australia. p. 85-101.



Inventaire des espèces de puces parasitant les animaux de l'extrême nord-est de l'Algérie

Boucheikhchoukh Mehdi^{a,*}, Leulmi Hamza^a, Benakhla Ahmed^a

^a Département des sciences vétérinaires, Université Chadli Bendjedid- El Tarf, Algérie.

Informations	Résumé
<p>Mots clés :</p> <p>Puces Animaux El Tarf Algérie</p> <p>*Correspondance : m.boucheikhchoukh@yahoo.fr</p> <p>Reçu le 16 avil 2018, Révisé le 02 mai 2018, Accepté le 06 mai 2018.</p>	<p>D'octobre 2015 à septembre 2016, une enquête entomologique a été menée sur plusieurs espèces animales (chèvres, chiens, chats, lapins, hérissons et mangouste). Le but de cette enquête était d'identifier et d'établir une liste exhaustive des espèces de puces parasites dans six localités de la région d'El Tarf situées dans l'extrême nord-est de l'Algérie. Pendant l'enquête, les spécimens de puces ont été collectés directement sur leurs hôtes. Ils ont ensuite été identifiés morphologiquement en utilisant les caractéristiques phénotypiques décrites dans une clé taxonomique spécifique. Plus de 1263 spécimens ont été collectés et identifiés ; parmi eux, quatre espèces : <i>Ctenocephalides felis</i>, <i>Ctenocephalides canis</i>, <i>Pulex irritans</i> et <i>Archaeopsylla erinacei</i>. Dans l'ensemble, cette étude représente le premier inventaire des espèces de puces dans la région d'El Tarf et met à jour les connaissances sur leur diversité en Algérie.</p>

1. Introduction

Les puces (Siphonaptera) sont de petits insectes sans ailes, holométaboles et hématothages ; organisés en près de 2600 espèces et plus de 200 genres regroupés par la plupart des auteurs dans 17 familles et 2 super-familles (super-famille Pulicoidea et superfamille Ceratophylloidea) [1-3]. Certaines de ces espèces sont spécifiques de l'hôte tandis que d'autres sont capables de parasiter un large éventail d'hôtes. Cependant, il est admis qu'ils sont principalement rencontrés chez les mammifères et plus rarement chez les oiseaux [4].

Reconnus comme des ectoparasites majeurs chez les animaux domestiques et les humains, les puces constituent un groupe important d'insectes impliqués dans la transmission de plusieurs agents pathogènes et zoonotiques tels que *Yersinia pestis*, *Bartonella* spp. et *Rickettsia typhi* [5-9]. De plus, l'injection de leur salive pendant la morsure de l'hôte peut provoquer une dermatite allergique sévère ou une paralysie [10-12].

En raison de leur importance médicale et vétérinaire, les puces ont fait l'objet de nombreuses études taxonomiques dans le monde [13, 14]. En Algérie, la description des premiers cas de peste au début des années 1940 et sa réapparition en 2003 [15] ont depuis lors alarmé la communauté scientifique et augmenté le nombre de travaux sur les puces et les maladies transmises par les puces.

En effet, les infections transmises par ces insectes émergent et réapparaissent partout dans le monde, augmentant ainsi leur incidence.

Comme ils gagnent de plus en plus de territoires, une mise à jour des connaissances sur le répertoire des puces et leurs micro-organismes associés en Algérie est réellement importante. Cette publication met à jour les connaissances sur les espèces de puces et la diversité des hôtes en Algérie.

2. Matériels et méthodes

2.1. Région d'étude et période de collecte

L'étude a été réalisée avec la permission des propriétaires d'animaux d'octobre 2015 à septembre 2016 dans six (6) différentes zones de la région d'El Tarf (36°51'21.5"N, 8°19'34.5"E) situées dans l'extrême nord-est algérien. Cette région est divisée en deux niveaux bioclimatiques : la partie nord est caractérisée par un climat chaud humide à subhumide avec des plaines et des contreforts. Cette partie est associée à une topographie très modérée du relief qui lui confère une haute valeur agricole. En revanche, le climat de la partie sud est humide à humide frais avec un complexe très vallonné et montagneux (Fig. 1).

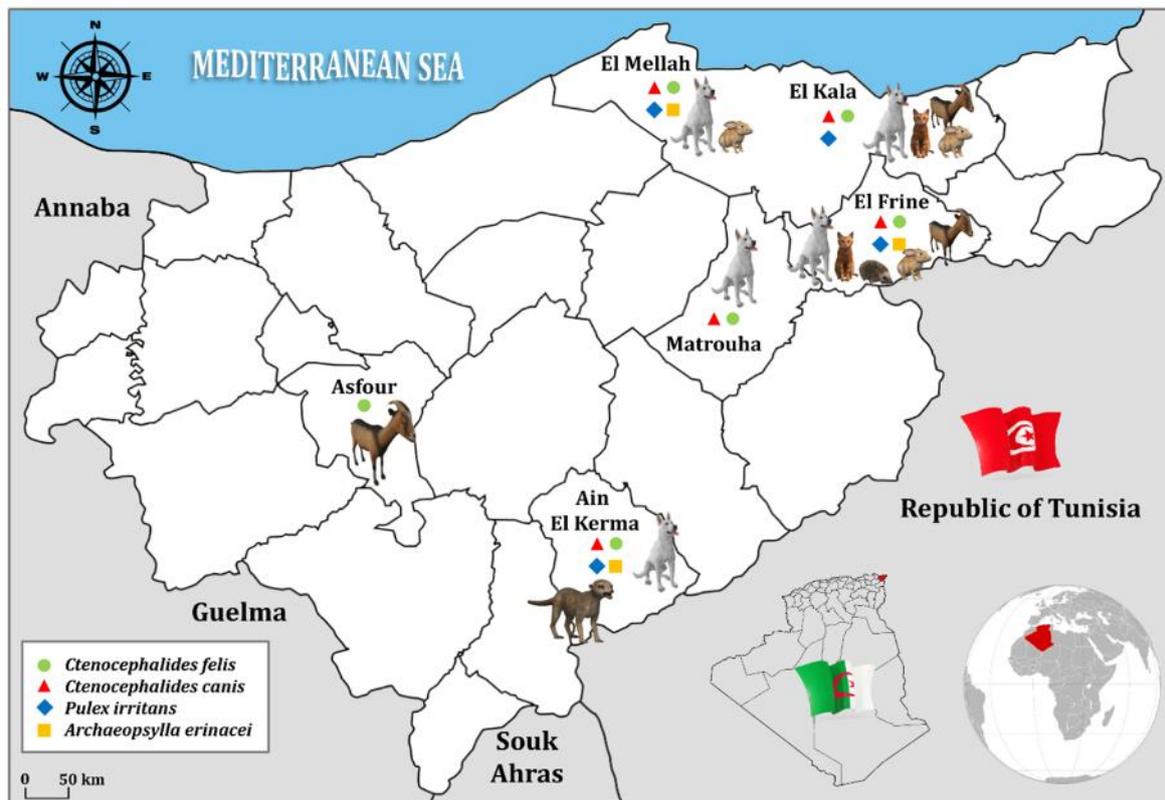


Fig.1 : Répartition géographique des espèces de puces collectées dans six localités de la région d'El Tarf (Extrême nord-est algérien).

2.2. Déclaration d'éthique

L'échantillonnage sur hérisson a été effectué conformément à la législation algérienne (ordonnance n° 06-05 du 19 Jomada Ethania 1427 du 15 juillet 2006 relative à la protection et à la conservation de certaines espèces animales menacées d'extinction).

2.3. Collecte d'échantillons et identification des puces

À l'aide d'un peigne et de leur réflexe d'évasion, des puces ont été collectées sur des hôtes domestiques : chèvres, chiens, chats et lapins reproducteurs et sur des hôtes sauvages : hérissons (*Atelerix algirus*) et mangoustes. L'échantillonnage était un peu plus laborieux sur les chats qui étaient souvent agités. Pour ce faire, une surface de travail blanchâtre a été placée sous leur corps pour recueillir les puces tombées lors du brossage. En ce qui concerne l'échantillonnage des hérissons, ces animaux ont été capturés à l'aide de pièges placés autour des champs de roseaux. Ils ont ensuite été manipulés avec soin en utilisant des gants pour les empêcher de se recroqueviller ; si c'est le cas, l'aide d'une autre personne était nécessaire pour brosser les parties poilues. D'autre part, des spécimens de puces collectés sur la mangouste ont été récupérés à

partir d'un cadavre frais trouvé sur le bord de la route.

Tous les échantillons collectés ont été stockés dans de l'éthanol à 70% et ont ensuite été envoyés au laboratoire de parasitologie de l'Université El Tarf. Les puces ont été montées et identifiées sur des lames de microscope après différentes opérations d'éclaircissement qui comprenaient une solution aqueuse de potassium (KOH 10%), transférée à l'eau distillée pendant 5 minutes et comprimant doucement le corps de la puce, déshydratation dans deux solutions éthanol (70% et absolu.) pendant 30 minutes chacun et montage en essence Euparal. L'identification morphologique a été réalisée à l'aide d'un microscope binoculaire Jeulin® et d'une clé taxonomique spécifique [14].

3. Résultats

L'échantillonnage des puces identifié dans cette étude était limité à six zones de la région d'El Tarf: Ain El Karma, El Kala, El Frina, Matrouha, Asfour et El Mellah. Plus de 1263 puces ont été collectées sur 77/106 hôtes (72,64%) infestés appartenant à diverses espèces animales. Les résultats de l'identification morphologique ont

révélé la coexistence de quatre espèces différentes dans la région d'El Tarf.

Parmi tous les animaux infestés, la puce la plus commune était *Ctenocephalides felis* avec 631/1263 échantillons prélevés (49,96%) suivie de la puce *Pulex irritans* avec 433/1263 échantillons (34,28%). La puce du chien *Ctenocephalides canis* ne représente que 10,76% (136/1263) des échantillons alors que seulement 4,98% (63/1263) des spécimens d'*Archaeopsylla erinacei* (puces du hérisson) ont été collectés.

3.1. Espèces de puces identifiées sur les chèvres

Au cours de notre enquête dans les localités d'Asfour, El Frine et El Kala, nous avons remarqué que les chèvres que nous avons examinées étaient infestées. Un total de 423/1263 (33,49%) puces ont été recueillies. Ils ont tous été identifiés comme *C. felis*.

3.2. Espèces de puces identifiées sur les chiens

601 puces ont été collectées chez des chiens âgés de 2 semaines à 5 ans. Ces chiens venaient des localités d'Ain El Karma, d'El Frina, d'El Kala, d'El Mellah et de Matrouha. Les résultats de l'identification morphologique des spécimens échantillonnés ont montré une nette prédominance de *P. irritans* avec 430/601 (71,54%) spécimens suivis de *C. canis* avec un taux de 21,96% (132/601). *C. felis* n'a pas été significativement observée sur les sujets infestés (seulement 5,49%). Par ailleurs, au niveau de la localité d'El Mellah, un chien était infesté par six puces. Elles ont ensuite été identifiées comme étant *A. erinacei*.

3.3. Espèces de puces identifiées sur les chats

L'enquête sur les chats dans les localités El Frine et El Kala nous a permis de collecter 149 puces. Les résultats montrent que la majorité d'entre eux 144/149 (96,64%) appartient à l'espèce *C. felis*.

3.3. Espèces de puces identifiées sur les lapins, les hérissons et les mangoustes

Dans cette étude, 13 lapins ont été trouvés infestés par les puces lors d'une visite à trois fermes dans les zones El Frine, El Kala et El Mellah. Les identifications morphologiques ont montré que les 12 échantillons prélevés étaient des *C. felis*. D'autre part, la recherche d'ectoparasites sur le corps de la mangouste morte nous a permis de recueillir 19 *C. canis* et deux mâles *P. irritans*.

En outre, trois hérissons (*Atelerix algirus*) (un mâle et deux femelles adultes) ont été capturés et examinés à la ferme El Frine. Toutes les 57 puces collectées ont été identifiées comme étant *A. erinacei*.

4. Discussion

Depuis la mort en 2003 d'un enfant de 11 ans de la peste bubonique près de la région d'Oran et le recensement de neuf autres cas la même année. L'ombre de la peste plane sur l'Algérie. Si nous avons atteint ce point, il est principalement lié à la négligence des animaux infestés et à la prolifération des rats infestés par *Xenopsylla cheopis*.

La présence d'animaux infestés à proximité des humains est devenue un phénomène banal, ce qui laisse supposer que la plupart des espèces de Pulicidae sont des vecteurs bien connus de plusieurs maladies telles que la peste et le typhus murin.

Face à cette situation alarmante et compte tenu du manque d'inventaires sur les puces, nous avons décidé d'enquêter sur les puces les plus communes dans l'une des régions les plus humides d'Algérie. Ce rapport décrit la première étude exhaustive des puces associées aux mammifères domestiques et sauvages dans l'extrême nord-est de l'Algérie (El Tarf). Les résultats détaillés ici représentent une mise à jour de toutes les données fragmentaires sur la diversité des puces et les enregistrements des hôtes en Algérie [16-19]. Fait intéressant, sur 1263 spécimens prélevés sur six hôtes différents, quatre espèces différentes appartenant à trois genres ont été identifiées (*C. felis*, *C. canis*, *P. irritans* et *A. erinacei*). Ces espèces ont été collectées sur six hôtes différents dans six localités de la région d'El Tarf.

Lors de notre étude, *C. felis* était l'espèce la plus récurrente avec 631/1263 (49,96%) spécimens collectés. Contrairement à d'autres espèces qui dépendent fortement de leurs hôtes et de leur biotope, comme *A. erinacei* qui est spécifique aux hérissons. Cette espèce cosmopolite est connue pour infester un large éventail d'animaux hôtes [20, 21].

C. felis est reconnue dans le monde entier et en Algérie comme le principal vecteur de l'agent de *R. felis* du typhus du chat-puce chez l'homme [17, 22-24] et d'autres bactéries du genre *Bartonella*. [6, 9, 23]. Elle est également considérée aux côtés de *P. irritans* et *C. canis* comme des hôtes intermédiaires de vers plats tels que *Dipylidium caninum* [25, 26], ou des nématodes tels que *Acanthocheilonema reconditum* [21]. De plus, cette espèce a été suspectée ces dernières années comme un vecteur possible de *Y. pestis* [4].

Avec 433/1263 spécimens, *P. irritans* était la deuxième espèce la plus importante identifiée. Cette puce a été trouvée beaucoup plus sur les chiens qui ont probablement été infestés lors d'activités de chasse ou de cohabitation de chien à chien. Incorrectement appelé "puce humaine"; cette dénomination est un vestige de la période de glaciation où l'homme partageait les mêmes biotopes que ses hôtes principaux (renard, blaireau) [27]. Il peut également être trouvé sur les rats où il

joue un rôle dans la transmission du typhus murin *Rickettsia typhi* murin (*R. typhi*) [28]. Signalée récemment en Tunisie comme vecteurs de *Bartonella* sp. Aux côtés de *C. canis* [9], les spécimens de cette espèce méritent plus d'attention car aucune étude n'est disponible en Algérie sur *P. irritans*.

Bien que son hôte préféré soit le hérisson, *A. erinacei* a été trouvé lors de notre enquête sur deux chiens dans la région d'El Tarf. De tels résultats ont déjà été observés chez des chiens et des chats infestés par cette espèce [27, 29]. On pourrait supposer que les contacts entre les hôtes sont en faveur de l'infestation des chiens par *A. erinacei*.

4. Conclusion

Cette première étude des puces sur les animaux de compagnie et sauvages dans l'extrême nord-est de l'Algérie a fourni un aperçu complet des espèces de puces et des associations d'hôtes présentes. Les résultats peuvent intéresser les vétérinaires et les acteurs de la santé publique. Les espèces les plus fréquemment identifiées dans cette étude sont des vecteurs bien connus de pathogènes.

Cependant, la compétence vectorielle des autres espèces n'a pas été évaluée. De telles données sont essentielles pour mieux comprendre les risques de propagation des maladies transmises par les puces aux animaux et probablement aux humains.

Référence :

- [1] R.E. Lewis, Resume of the Siphonaptera (Insecta) of the world, *J Med Entomol* 35(4) (1998) 377-89.
- [2] R.L. Wall, D. Shearer, *Veterinary ectoparasites: biology, pathology and control*, John Wiley & Sons 2008.
- [3] G. Duvallet, D. Fontenille, V. Robert, *Entomologie médicale et vétérinaire*, Editions Quae 2017.
- [4] I. Bitam, K. Dittmar, P. Parola, M.F. Whiting, D. Raoult, Fleas and flea-borne diseases, *Int J Infect Dis* 14(8) (2010) e667-76.
- [5] F. Iannino, N. Sulli, A. Maitino, I. Pascucci, G. Pampiglione, S. Salucci, Fleas of dog and cat: species, biology and flea-borne diseases, *Vet Ital* 53(4) (2017) 277-288.
- [6] J. Slapeta, A. Lawrence, M.P. Reichel, Cat fleas (*Ctenocephalides felis*) carrying *Rickettsia felis* and *Bartonella* species in Hong Kong, *Parasitol Int* 67(2) (2018) 209-212.
- [7] R.J. Eisen, K.L. Gage, Transmission of flea-borne zoonotic agents, *Annu Rev Entomol* 57 (2012) 61-82.
- [8] B.H. Noden, S. Davidson, J.L. Smith, F. Williams, First Detection of *Rickettsia typhi* and *Rickettsia felis* in Fleas Collected From Client-Owned Companion Animals in the Southern Great Plains, *J Med Entomol* 54(4) (2017) 1093-1097.
- [9] S. Zouari, F. Khrouf, Y. M'Ghirbi, A. Bouattour, First molecular detection and characterization of zoonotic *Bartonella* species in fleas infesting domestic animals in Tunisia, *Parasit Vectors* 10(1) (2017) 436.
- [10] N. Maleki-Ravasan, S. Solhjoui-Fard, J.C. Beaucournu, A. Laudisoit, E. Mostafavi, The Fleas (Siphonaptera) in Iran: Diversity, Host Range, and Medical Importance, *PLoS Negl Trop Dis* 11(1) (2017) e0005260.
- [11] E. Halpert, E. Borrero, M. Ibanez-Pinilla, P. Chaparro, J. Molina, M. Torres, E. Garcia, Prevalence of papular urticaria caused by flea bites and associated factors in children 1-6 years of age in Bogota, D.C, *World Allergy Organ J* 10(1) (2017) 36.
- [12] S. Singh, B.K. Mann, Insect bite reactions, *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 79(2) (2013) 151-64.
- [13] G.H.E. Hopkins, M. Rothschild, *An Illustrated Catalogue of the Rothschild Collection of Fleas (Siphonaptera) in the British Museum (Natural History): Tungidae and Pulicidae*, Oxford University Press 1953.
- [14] J. Beaucournu, H. Launay, Les puces (Siphonaptera) de France et du Bassin méditerranéen occidental, *Faune de France* 76 (1990) 548.
- [15] M.A. Malek, I. Bitam, M. Drancourt, Plague in Arab Maghreb, 1940–2015: A Review, *Front Public Health* 4 (2016).
- [16] M. Khaldi, C. Socolovschi, M. Benyettou, G. Barech, M. Biche, T. Kernif, D. Raoult, P. Parola, *Rickettsiae* in arthropods collected from the North African Hedgehog (*Atelerix algirus*) and the desert hedgehog (*Paraechinus aethiopicus*) in Algeria, *Comp Immunol Microbiol Infect Dis* 35(2) (2012) 117-22.
- [17] H. Leulmi, A. Aouadi, I. Bitam, A. Bessas, A. Benakhla, D. Raoult, P. Parola, Detection of *Bartonella tamiiae*, *Coxiella burnetii* and *rickettsiae* in arthropods and tissues from wild and domestic animals in northeastern Algeria, *Parasit Vectors* 9 (2016) 27.
- [18] A. Bessas, H. Leulmi, I. Bitam, S. Zaidi, K. Ait-Oudhia, D. Raoult, P. Parola, Molecular evidence of vector-borne pathogens in dogs and cats and their ectoparasites in Algiers, Algeria, *Comp Immunol Microbiol Infect Dis* 45 (2016) 23-8.
- [19] M.L. Bendjeddou, H.A. Loumassine, I. Scheffler, Z. Bouslama, Z. Amr, Bat ectoparasites (Nycteribiidae, Streblidae, Siphonaptera, Heteroptera, Mesostigmata, Argasidae, and Ixodidae) from Algeria, *J Vector Ecol* 42(1) (2017) 13-23.
- [20] B.E.M. Madoui, Caractérisation et dynamique des peuplements de puces de la faune sauvage et domestique : impact sur la santé, *Faculté des sciences, Département de biologie, Thèse en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat troisième cycle L.M.D - Ecologie animale. Université Badji Mokhtar, Annaba, 2014, p. 167.*
- [21] N. Maleki-Ravasan, S. Solhjoui-Fard, J.-C. Beaucournu, A. Laudisoit, E. Mostafavi, The Fleas (Siphonaptera) in Iran: Diversity, Host Range, and Medical Importance, *PLoS Neglected Tropical Diseases* 11(1) (2017) e0005260.
- [22] D. Raoult, B. La Scola, M. Enea, P.E. Fournier, V. Roux, F. Fenollar, M.A. Galvao, X. de Lamballerie, A flea-associated *Rickettsia* pathogenic for humans, *Emerg Infect Dis* 7(1) (2001) 73-81.
- [23] G.G. Duscher, A. Hodzic, A. Potkonjak, M.W. Leschnik, J. Spersger, *Bartonella henselae* and *Rickettsia felis* Detected in Cat Fleas (*Ctenocephalides felis*) Derived from Eastern Austrian Cats, *Vector Borne Zoonotic Dis* 18(5) (2018) 282-284.

- [24] L.D. Brown, K.R. Macaluso, Rickettsia felis, an Emerging Flea-Borne Rickettsiosis, Current Tropical Medicine Reports 3 (2016) 27-39.
- [25] R.F. Guzman, A survey of cats and dogs for fleas: with particular reference to their role as intermediate hosts of *Dipylidium caninum*, N Z Vet J 32(5) (1984) 71-3.
- [26] F. Beugnet, M. Labuschagne, J. Fourie, G. Jacques, R. Farkas, V. Cozma, L. Halos, K. Hellmann, M. Knaus, S. Rehbein, Occurrence of *Dipylidium caninum* in fleas from client-owned cats and dogs in Europe using a new PCR detection assay, Vet Parasitol 205(1-2) (2014) 300-6.
- [27] P. Choquart, Contribution à l'étude des puces de chien : Enquête épidémiologique en France, Ecole Nationale Vétérinaire, Université Paul Sabatier, Toulouse, 1999, p. 53.
- [28] R.J. Rakotonanahary, A. Harrison, A.N. Maina, J. Jiang, A.L. Richards, M. Rajerison, S. Telfer, Molecular and serological evidence of flea-associated typhus group and spotted fever group rickettsial infections in Madagascar, Parasit Vectors 10(1) (2017) 125.
- [29] M. Franc, P. Choquart, M. Cadiergues, Répartition des espèces de puces rencontrées chez le chien en France, Revue de Médecine vétérinaire 149(2) (1998) 135-140.



Inventaire des poux des poulets fermiers dans deux régions du nord est algérien

Bouledroua Rym^a, Youbi Sarra^a, Nahal Amir^a, Meguini Mohamed Nadir^b, Righi Souad^{a,*}

^a Département des sciences vétérinaires, Université Chadli Bendjedid- El Tarf, Algérie.

^b Département des sciences vétérinaires, Université Mohamed-Cherif Messaadia, Souk Ahars, Algérie.

Informations	Résumé
<p>Mots clés :</p> <p>Poulets fermiers Poux Prévalence Algérie</p> <p>*Correspondance : righi24@yahoo.fr</p> <p>Reçu le 11 février 2018, Révisé 12 Mai 2018, Accepté le 13 Mai 2018.</p>	<p>Cette étude a été réalisé dans deux régions du nord est algérien afin d'étudier l'infestation des poulets fermiers par les mallophages. L'effectif total des poulets examinés s'élève à 81. Le taux d'infestation global enregistré est de 92,59% avec une charge parasitaire de l'ordre de 111 poux par poulet infesté. L'identification morphologique a permis de mettre en évidence 9 espèces : <i>Menopon gallinae</i>, <i>Menacanthus stramineus</i>, <i>Menacanthus cornutus</i>, <i>Menacanthus pallidulus</i>, <i>Cuclotogaster heterographus</i>, <i>Lipeurus caponis</i>, <i>Goniocotes gallinae</i>, <i>Goniodes dissimilis</i>, <i>Goniodes gigas</i>.</p> <p><i>Menopon gallinae</i> était l'espèce la plus fréquemment rencontrée avec une abondance relative de 66,55% suivie de <i>Menacanthus stramineus</i> (15,06%).</p> <p>Cette étude a mis le point sur la fréquence du parasitisme par les mallophages dans les élevages traditionnels. Aussi plus d'attention devrait être accordée à ces parasites pour une bonne gestion de nos élevages avicoles.</p>

1. Introduction

Les poux (phtiraptères) sont des insectes dépourvus d'ailes, au corps aplati dorso-ventralement, de couleur terne [1]. Plus de 5000 espèces de poux sont ectoparasites des oiseaux et des mammifères mais la plupart sont méconnues sur le plan importance médicale et vétérinaire. Ils sont divisés en deux groupes : les poux piqueurs ou anoploures (associés aux mammifères), et les poux broyeur ou mallophages (associés aux oiseaux) [2].

Ce sont des ectoparasites permanents, hautement spécifiques de leurs hôtes. Leur importance en médecine vétérinaire reste non négligeable, ils peuvent causer de par leur action pathogène directe de l'irritabilité, des dermatoses, de l'anémie et des retards de croissance [3].

Douze espèces de poux mallophages ont été identifiées comme parasites des volailles [4], vivant principalement sur la peau, et se nourrissent de plumes et des écailles.

Ces ectoparasites peuvent causer une irritation de la peau, de l'agitation, un affaiblissement général avec une perte de poids et une répercussion sur la ponte [5,6].

Malgré une incidence non négligeable de ces insectes sur la productivité, peu d'études leur ont été consacrées en Algérie, ainsi et dans ce contexte, l'objectif de cette étude et de faire le point

sur les différentes espèces de poux parasitant les poulets fermiers dans des élevages traditionnels dans deux régions du nord est algérien (Mila et El Tarf).

2. Matériels et méthodes

2.1. Régions d'étude

Cette étude a été réalisée dans les wilayas de Mila et d'El Tarf. La région d'El-Tarf est située à l'extrême nord-est du pays. Elle est caractérisée par un climat méditerranéen : une grande pluviométrie, un été chaud et une température hivernale douce. C'est l'une des zones les plus arrosées du nord de l'Afrique.

La température moyenne annuelle est de 18°C. Janvier et février sont les mois les plus froids (10°C en moyenne). Juillet et août sont les mois les plus chauds (30°C en moyenne).

Le degré d'hygrométrie est très élevé tout au long de l'année et il est presque constant durant toute l'année. La variation de l'humidité d'une année à une autre est très faible. Plusieurs facteurs influent sur ce paramètre : la proximité du littoral, mais aussi la présence d'une surface importante des forêts et surtout de nombreuses zones humides

La wilaya de Mila se situe au nord-est de l'Algérie. Le relief de la wilaya est caractérisé par

une diversité de paysages. On trouve dans la partie nord des massifs montagneux, des collines et des piémonts et dans la partie centrale des hautes plaines.

Le climat est caractérisé par des étés chauds et secs, des hivers froids et humides, avec des précipitations variant du nord au sud ; de 350 à 700 mm/an, selon les zones. La wilaya abrite le plus grand barrage d'eau au niveau national en l'occurrence le barrage Beni-Haroun qui alimente une grande partie de l'est algérien avec de l'eau potable et de l'eau d'irrigation.

2.2. Animaux

L'étude a été réalisée dans 08 élevages de poulets fermiers dans les wilayas de Mila et d'El Tarf. L'effectif total des poulets examinés est de 81.

2.3. Collecte des poux

La collecte des poux a été effectuée durant la période hivernale (2015-2016 et 2016-2017), période d'activité de ces insectes.

Les ectoparasites ont été prélevés à partir des hôtes vivants. La méthode suivie pour prélever les ectoparasites consiste à saupoudrer le poulet déposé sur un papier blanc par de la poudre anti-poux durant 15 à 20 minutes. La plupart des poux ayant subi l'effet insecticide du produit meurent et tombent.

Ensuite, le poulet est disposé sur une surface où les plumes sont écartées afin de récupérer le reste des parasites [7].

2.4. Observation et identification des poux

L'identification des poux (genre et espèce) a été pratiquée au laboratoire de parasitologie du département des sciences vétérinaires (Université d'El Tarf) à l'aide d'une loupe binoculaire en se basant sur les clés d'Emerson [8], Tuff [9], ainsi que Furman et Catts [10].

3. Résultats et discussion

3.1 Bilan des collectes

Tous les poulets, des deux régions, au nombre de 81 ont été examinés. 75 d'entre eux soit 92,59% se sont révélés porteurs de poux. Au total 8332 parasites adultes ont été collectés ce qui donne une charge de l'ordre de 111 poux/poulet infesté.

Nos résultats rejoignent ceux rapportés par Medjouel et al. [11], dans leur enquête réalisée dans la région d'El Tarf, où ils ont enregistré un taux d'infestation de 100%. Toutefois l'intensité d'infestation relevée par Medjouel et al. [11] dépasse 172 poux par poulet infestés.

Notons que des taux d'infestation élevés ont été également mis en évidence dans d'autres travaux de recherche dans le monde. Tels que, Sychra et al. [12] en Tchèque, Mishra et al. [13] en Inde qui rapportent un taux de 100%.

Le taux d'infestation élevé noté dans notre étude est dû au manque d'hygiène dans les élevages traditionnels visités ainsi que le désintérêt total des éleveurs vis-à-vis de l'infestation parasitaire.

3.2 Observation et identification des poux

Selon Soulsby [13], les infestations parasitaires des poulets restent le plus souvent négligées et sont à l'origine d'une faible productivité tout en affectant l'état de santé des poulets.

L'identification morphologique a permis de mettre en évidence la présence de 9 espèces appartenant à 6 genres en l'occurrence : *Menopon gallinae*, *Menacanthus stramineus*, *Menacanthus cornutus*, *Menacanthus pallidulus*, *Cuclotogaster heterographus*, *Lipeurus caponis*, *Goniocotes gallinae*, *Goniodes dissimilis*, *Goniodes gigas*.

Nos résultats relatifs aux espèces de poux identifiées sont similaires à ceux signalés par Medjouel et al. [13] dans une étude antérieure à la nôtre.

Notant par ailleurs que le nombre des espèces identifiées dans notre étude dépasse de loin celles rapportées par d'autres études, à cet effet, 6 des 9 espèces recensées dans notre étude ont été identifiées par Murillo et Mullens [15], Rezaei et al. [16], ont rapporté 5 espèces, Trivedi et al. [17], ont identifié 8 espèces parmi lesquelles une (*Lipeurus lawrensis tropicalis*), qui n'a pas été mis en évidence dans nos recherches. Sychra et al. [12] ont également indiqué la présence de 7 espèces identifiées dans notre étude en plus de *Goniocotes microthorax*.

La présence de cette multitude d'espèces trouvées à Mila en 2016 et El Tarf en 2017 s'explique par des conditions d'élevage défavorables où les règles minimales d'hygiène ne sont pas réunies. Cette situation ne pourrait qu'exposer les poulets fermiers à un parasitisme insidieux dans lequel les ectoparasites et particulièrement les poux prennent une place de choix.

Selon Mekuria et Gezahegn [18], les conditions environnementales peuvent améliorer l'évolution des cycles biologiques de diverses espèces d'ectoparasites.

3.3 Abondance relative et charge parasitaire des espèces de poux recensées

L'espèce de poux dominante était *Menopon gallinae* qui constituait (66,55 %) des poux prélevés, suivie par *Menacanthus stramineus* (15,06%), *Goniocotes Gallinae* (10,11%), *Goniodes dissimilis* (7,17%), *Lipeurus caponis* (0,76%),

Menacanthus cornutus (0,12%), *Menacanthus pallidulus* et *Goniodes gigas* (0,09%) et enfin *Cuclotogaster heterographus* (0,01%) (Fig. 1).

La charge parasitaire variait entre 73,93 et 0,01 poux / poulet enregistrée respectivement pour *Menopon gallinae* et *Cuclotogaster heterographus* (Tableau. 1).

Medjouel et al. [11], ont également rapporté une grande fréquence de *Menopon gallinae* avec abondance relative (97,2%) qui dépasse celle rapportée dans notre étude.

Rappelant que cette espèce considérée comme peu pathogène [19], a été également citée comme espèce la plus fréquemment rencontrée dans différents études : en Inde [20], en Ethiopie [21], en Bulgarie [22], en Colombie [23], et en Malaisie [24].

Menacanthus stramineus arrive en deuxième position parmi les espèces les plus fréquemment rencontrées. Cette espèce représente avec *Menacanthus cornutus* les espèces de poux les plus pathogènes pour les poulets en causant une anémie sévère avec des lésions cutanées [25,26].

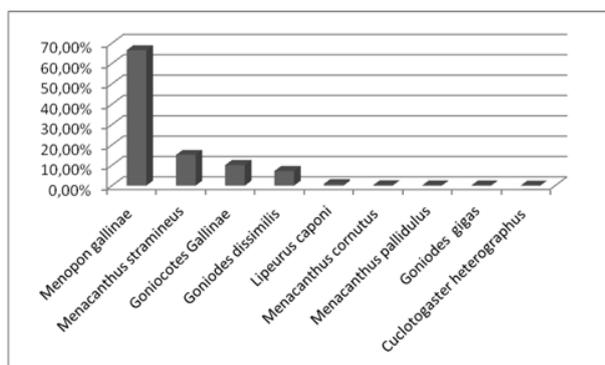


Fig. 2 : Abondance relative des différentes espèces de poux.

4. Conclusion

Les résultats obtenus dans cette étude constituent une contribution importante et apporte un plus quant à l'étude des ectoparasites des poulets fermiers.

Les poux restent malheureusement négligés dans nos élevages qui sont majoritairement traditionnels favorisant ainsi une pullulation de ces parasites.

A cet effet plus d'attention devrait être accordée à l'étude de ces ectoparasites tout en mettant en exergue leur biologie, écologie afin d'élucider les impacts économiques et déterminer les moyens appropriés pour la mise au point d'une gestion efficace.

Référence :

- [1] Franc, M. (1994) Poux et méthodes de lutte. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., 13: 1039-1051.
- [2] Durden, L.A., Musser, G.G. (1994) The mammalian hosts of the sucking lice (Anoplura) of the world : A host-parasite list. Bull. Soc. Vector Ecol., 19: 130-168.
- [3] Hornok, S., Hofmann-Lehmann, R., Fernandez de Mera, I.G., Meli, M.L., Elek, V., Hajtos, I., Repasi, A., Gönczi, E., Tanczos, B., Farkas, R., Lutz, H. and De La Fuente, J. (2010) Survey on blood-sucking lice (Phthiraptera: Anoplura) of ruminants and pigs with molecular detection of *Anaplasma* and *Rickettsia* spp. Vet. Parasitol., 174: 355-358.
- [4] Price, R.D., Hellenthal, R.A., Palma, R.L., Johnson, K.P., Clayton, D.H. (2003). The chewing lice: world checklist and biological overview. Illinois natural history survey special publication 24, x 501 pp.
- [5] Mullen, G.R., Durden, L.A. (2002). Medical and Veterinary Entomology. Academic Press, London, 597 pp.
- [6] Pajot, F.X. (2000) Les poux (Insecta, Anoplura) de la région afrotropicale. Editions de l'IRD. Paris: Institut de Recherche Pour le Développement, Collection Faune et Flore Tropicales 37. p294.
- [7] Clayton, D.H. and Walter, B.A. (1997) Collection and quantification of arthropod parasites of birds. In: Clayton, D.H. and Moore, J., editors. Host-Parasite Coevolution. General Principles and Avian Models. Oxford University Press, Oxford. p419-440.
- [8] Emerson, K.C. (1956) Mallophaga (Chewing lice) occurring on the domestic chicken. J. Kans. Ent. Soc., 29: 63-79.
- [9] Tuff, D.W. (1977) A key to the lice of man and domestic animals. Tex. J. Sci., 28: 145-158.
- [10] Furman, D.P. and Catts, E.P. (1982) Manual of Medical Entomology. 4th ed. Cambridge University Press, New York, NY, USA. p224.
- [11] Medjouel, I., Benakhla, A., Senouci, K., Djelil, H. and Matallah, F. (2013) Prevalence and distribution of chewing lice (Phthiraptera) in free range chickens from the traditional rearing system in the Algerian North East, Area of El-Tarf. Int. J. Poult. Sci., 12: 721-725.
- [12] Sychra, O., Harmat, P., Literák, I. (2008) Chewing lice (Phthiraptera) on chickens (*Gallus gallus*) from small backyard flocks in the eastern part of the Czech Republic. Vet. Parasitol., 152: 344-348.
- [13] Mishra, S., Pednekar R., Gatne M. (2016) Species wise and breed wise prevalence of lice infestation in poultry of Mumbai region, India. J. Livestock Sci. 7: 293-296.
- [14] Soulsby, E.J.L. (1982). Helminths, Arthropods and Protozoa of domesticated Animals, 7th ed. B. Tindall, London.
- [15] Murillo, A.C., Mullens, B.A. (2016) Diversity and prevalence of ectoparasites on backyard chicken flocks in California. J. Med. Entomol., 2016: 1-5.
- [16] Rezaei, F., Hashemnia, M., Chalechale, A., Seidi, S., Gholizadeh, M. (2016). Prevalence of ectoparasites in free-range backyard chickens, domestic pigeons (*Columba livia domestica*) and turkeys of Kermanshah province, west of Iran. J Parasit Dis., 40 (2) : 448-53

- [17] Trivedi M.C., Rawat B.S., Saxena A.K. (1991) The distribution of lice (Phthiraptera) on poultry (*Gallus domesticus*). *Int J Parasitol*, 21:247-249.
- [18] Mekuria, S. and Gezahegn, E. (2010). Prevalence of external parasite of poultry in intensive and backyard chicken farm at Wolayta Soddo town, Southern Ethiopia. *Vet.World*, 3 : 533-538.
- [19] Wall, R. and Shearer, D. (2001) *Veterinary Ectoparasites: Biology, Pathology and Control*. 2nd ed. Blackwell Science Ltd., London. p274.
- [20] Deepali, C., Agnihotri K.R., Katoch, R. (2005) Incidence of ectoparasites in poultry in Palam valley of Himachal Pradesh. *J. Vet. Parasitol.*, 19: 57-59.
- [21] Ashenafi, H, Yimer, E. (2005) Ectoparasites of local scavenging chickens of Central Ethiopia SINET, *Ethiop J Health Sci.*, 28 (1): 69-74.
- [22] Prelezov, P. N., Koinarski, V. T. S. (2006) Species variety and population structure of Mallophaga (Insecta: Phthiraptera) on chickens in the region of Stara Zagora. *Bulg. J. Vet.Med.*, 93: 193-200.
- [23] Marin-Gomez, S.Y., J.A. Benavides-Montano. (2007) Parásitos en aves domésticas (*Gallus domesticus*) en el Noroccidente de Colombia. *Vet. Zootec*, 1: 43-51.
- [24] Rahman, W.A., Haziqah, F. (2015) Ectoparasitic fauna of scavenging chickens (*Gallus domesticus*) from Penang island, peninsular Malaysia. *Mala. J. Vet. Res.*, 6: 33-42.
- [25] Njunga, G.R. (2003). Ecto- and haemoparasites of chickens in Malawi with emphasis on the effects of the chicken louse, *Menacanthus cornutus*. MSc. Thesis. Royal Veterinary and Agriculture University, Copenhagen, Denmark.
- [26] Prelezov, P.N., Groseva, N.I., Goundasheva, D.I. (2006). Pathomorphological changes in the tissues of chickens, experimentally infected with biting lice (Insecta: Phthiraptera). *Vet. Arhiv* 76: 207-215.



Cooperative Approach navigation for autonomous Mobile Robots (Application on a building Site)

Benmachiche Abdelmdjid ^{a,*}, Bouhadada Tahar ^{*,b}, Makhlouf Amina ^{a,*}, Zekri Meriem ^{a,+},
Maatallah Majda ^a

^a Département d'Informatique – Université Chadli Bendjedid El-Tarf, BP 73, (36000) – Algérie.

^{*} Laboratoire LRI Université Badji Mokhtar–Annaba BP. 12 Annaba – Algérie

⁺ Laboratoire LISCO Université Badji Mokhtar–Annaba BP. 12 Annaba – Algérie

^b Département d'Informatique – Université Badji Mokhtar–Annaba BP. 12 (23000) – Algérie.

Informations	Résumé
<p>Mots clés :</p> <p>Mobile Robots, building Site, Genetic algorithm, multi-agents system</p> <p>*Correspondance : benmachiche- abdelmadjid@univ-eltarf.dz</p> <p>Reçu le 12 avril 2018, Révisé le 13 juin 2018, Accepté le 14 juin 2018.</p>	<p>This paper deals with the problems of co-operative navigation of autonomous mobile robots focusing on a type of specific system and application: building site; it is about creating an environment of robotics specific to a building site where mobile autonomous robots must cooperate to deal with the functions related to this building site. According to the theory of multi-agents system (MAS), our suggested approach, which is composed of several autonomous mobile robots, must ensure the fundamental properties of this theory (communication, cooperation, negotiation, sociability ...) to carry out the common objectives of the various agents assigned to the function of the application.</p>

1. Introduction

Co-operation in robotics [1, 2] is a very important problem of optimization in autonomous robotics, it is a topic widely investigated in high level laboratories. Based on decomposing robot mission into many tasks then decomposing these tasks into secondary ones until we get the elementary task (directly achievable by a robot) according to a mechanism of repartition of the functions so that the multi-robot system [3], is more efficient according to the following characteristics: Execution time, complexity of the algorithm, the robustness and the tolerance of the failures. Finding the shortest path in the multi-robot environment is a complex and important task, which is described as an optimization problem. The aim is to find the shortest way by avoiding the obstacles for a robot from the starting point up to the arrival point. The aim is to find the shortest way by avoiding the obstacles for a robot from the starting point up to the arrival one. There are several methods which deal with this problem such as the potential field in [4], bio-inspired

approaches of artificial intelligence [5], neural networks in [6], the genetic algorithms presented in the articles [7], [8] fuzzy logic [9], [10].

Collective navigation has interested researchers in the last decades compared to the single robot navigation because of its effectiveness, its speed, its robustness and its capacity to achieve complex tasks.. This topic has become more and more interesting over recent years, therefore an increasing number of researches is carried out today in the field of robot cooperation. A good summary of the reasons behind our choice of multi-robot systems over a single robot can be found in [11, 12, 13].

2. Architecture of our system

Our work is on two main axes:

Control of the Robots: this axis gathers the sets of themes related to the planning of the way, the generation of trajectories, and robots command in a general way. In this part we tried to propose a new model of planning for the

autonomous navigation of the mobile robots, in other words, to manage several robots in a dynamic environment in an optimal way where they choose the shortest ways by using 2 types of algorithms, the first type is A* algorithm which gives very good results [8] in a limited environment for determined missions. But if the 2 starting and arrival points are distanced, the complexity of the algorithm increases, and for this reason we tried to use the power of the biological inspiration, to be very precise, the genetic algorithms can solve the problems of the path with a random generator of trajectories. The randomly generated obstacles are located in

unknown places; the robots must avoid them by using the 2 algorithms mentioned above. The robots must avoid the collisions whether with the obstacles or between themselves.

The Inter-robots Communication: one can find here all the works related to the cooperation between robots and the robots flotillas control. In this part we did an in-depth study about the types of cooperation and the techniques of communication between the intelligent autonomous entities (agents or robots) distributed, and here is the general Architecture of the system (Fig. 1):

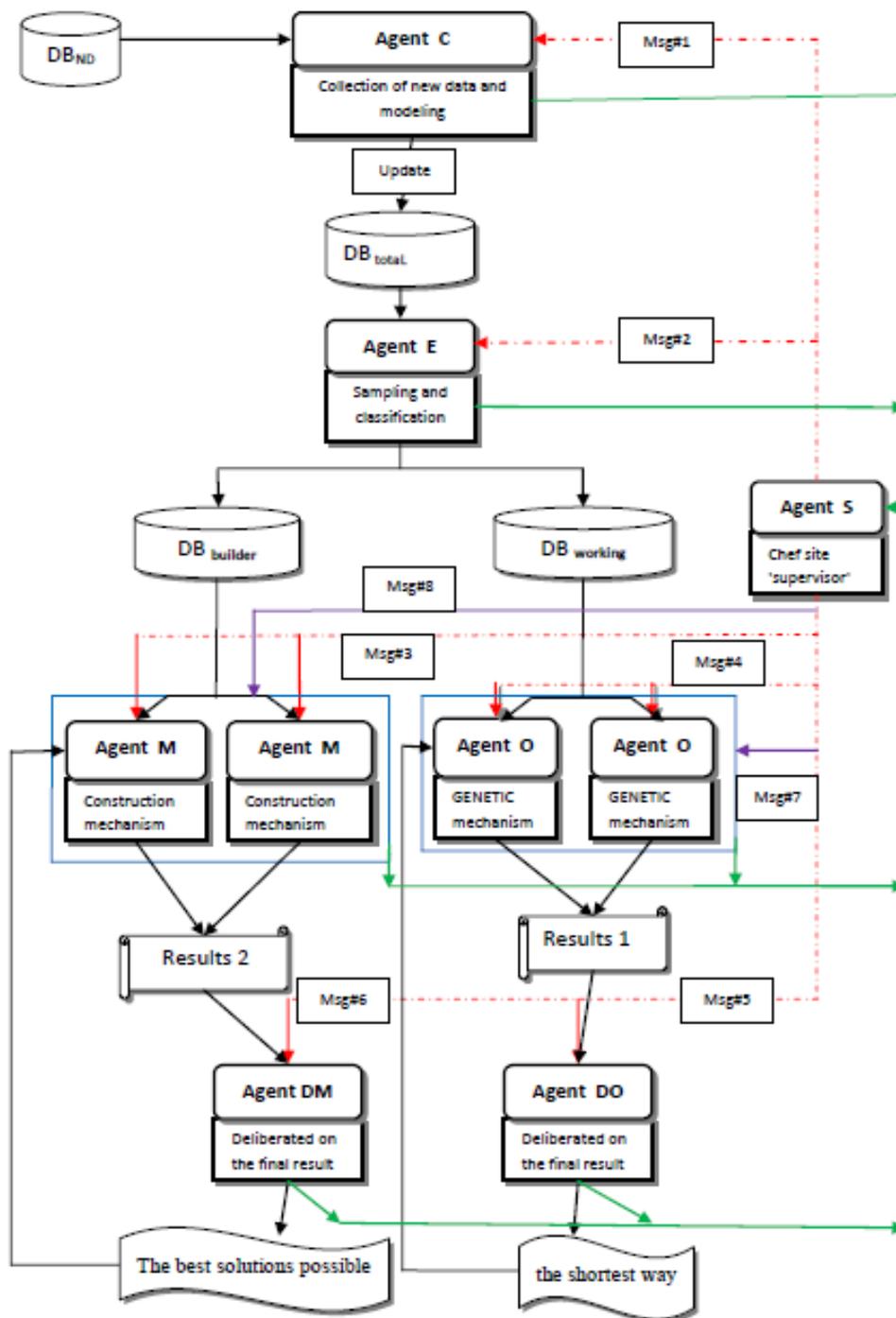


Fig. 1: The General architecture of the system

2.1 Stage of Collection of the New Data

This section shows the interaction between two agents in the collection stage; it is a communication scenario between the supervisor agent (Agent S) and collector agent (Agent C).

1. Detection of the new data by Agent S.
2. Sends msg#1 calling Agent C.
3. Access to DB by Agent C.
4. Aggregation and adaptation (coding) of the new data.
5. External juncture between the new DBND and the DB total.
6. Insert the new data and update the evolved existing data.
7. Send a message of completion of the Agent C to Agent S and sleeps.

Each new information encoded in a table contains (**Table. 1**):

1. *Num*: represents the order of execution of the action.
2. *Action*: the requested task.
3. *Actor*: it was he who does the action.

Num	Action	Actor
1	Take a brick.	Builder
2	Break a brick.	Builder
3	Put a brick.	Builder
4	Find a tool.	Worker

Table.1: The result of collection of the new data

2.2 Stage of sampling and classification

This section shows the interaction between two agents in the sampling and classification stage; it is a communication scenario between the supervisor agent (Agent S) and classifier agent (Agent E).

1. Detection of the new updates with the total DB by Agent S.
2. Sends a msg#2 calling Agent E by Agent S.
3. Label the data according to their types of activity.
4. Classification and partition of the total DB into 2 under- DB (mobile activities 'DB working' /activities of construction 'DB builder').
5. Sends a message of completion of the Agent E to Agent S and sleeps.

Give a sample that corresponds exactly to its own actor in order to separate the activities and to divide the work between the 2 categories of the employing robots. Then, create 2 databases DB builder and working DB (**Table. 2**), finally, to insert in each database the suitable sample.

Num	Action	sample	Class
1	Take a brick.	B	DBBuilder
2	Break a brick.	B	DBBuilder
3	Put a brick.	B	DBBuilder
4	Find a tool.	O	DBWorking

Table.2: The result of classifying step

2.3 Stage of Calculation

In this section, the interaction between three agents in the Calculation stage; it is a communication scenario between the supervisor agent (Agent S), builder agent (Agent M) and worker agent (Agent O).

1. Detection of the new updates to DB working by Agent S.
2. Sends a msg#3 calling Agent O by Agent S.
3. Detection of the new updates to DB builder by Agent S.
4. Sends a msg#4 calling Agent M per Agent S.
5. If (1) is true then Each Agent O calculates its proposal according to mechanisms of calculation the shortest way and the strategy of navigation, to gather the results of calculation of the agents "Agent O" in table 'Results 1'.
6. If (3) is true then Each Agent M calculates its proposal according to the rules of construction, gathering the results of calculation of the agents Agent M in table 'Results 2'.
7. Sends a message of completion of the Agent M towards Agent S and sleeps.
8. Sends a message of completion of the Agent M towards Agent S and sleeps.

2.4 Stage of Decision

In this section, the interaction between three agents in the Decision stage; it is a communication scenario between the supervisor agent (Agent S), decision maker for builder agent (Agent DM) and decision maker for worker agent (Agent DO).

1. Detection of the new updates in table 'Results 1' by Agent S.
2. If (1) is true then sends a msg#5 calls Agent DO by Agent S.
3. Access to table 'Results 1' by Agent DO.
4. Agent DO deliberates the best proposal starting from the results stored in 'Results 1' according to its knowledge.
5. Stores the best solution (proposal) in 'the shortest way' by Agent DO.
6. Detection of the new updates in table 'Results 2' by Agent S.
7. If (6) is true then sends a msg#6 calls Agent DM by Agent S.
8. Access to 'Results 2' by Agent DM.

9. Agent DM deliberates the best proposal starting from the results stored in 'Results 2' according to its knowledge.

10. Stores best the solution (proposal) in 'the best solutions possible' by Agent DM.

11. Sends msg of completion by the agents (Agent DO/Agent DM) to Agent S.

12. Agent DO sleeps

13. Agent DM sleeps.

2.4.1. Mechanism of Deliberation of Best Proposal of the Builder Robots (Agent M)

The construction of wall for the cell: to build one wall without breaking bricks (except in special cases), In order to make this operation successful: calculate the length of wall, Calculate the length of the bricks, Length of the wall /length of bricks, the robot "Agent DM" traverses the walls brick after brick, and each mal-positioned one. The counter of the builder robot responsible for this construction increments it to 1, the robot "Agent DM" counts the broken bricks and store the ID of the builder robot which proposes the best strategy, the robot "Agent DM" store the best strategies in "the best possible solutions" and finally Agent DM sleeps.

2.4.2. Mechanism of Deliberation of Best Proposal of the Working Robots (Agent O)

The working robots start the genetic mechanism to calculate the shortest way. Every working robot calculates the distance 'd1' between its current location and the position of the required tool, Each working robot calculates the distance 'd2' between the position of the tool and the position of the builder robot, the robot "Agent DO" selects the results 'd1' obtained by the working robots according to an ascending order and stores the ID of the robot which calculates the shortest way, the robot "Agent DO" selects the results 'd2' obtained by the working robots according in an ascending order and stores the shortest way, le robot "Agent DO" calculates the total "dt" distance by a simple operation of addition 'dt =d1+d2' (in our simulation the way is a list of (X, Y). So, concatenating the 2 lists d1 and d2), the robot "Agent C" updates the table "the shortest way" and insert the "dt" list.

2.5 Stage of Construction

1. Detection of the new updates in 'the shortest way' by Agent S.

2. If (1) is true then it sends a msg#7 calls Agent O and Associated with the best proposal by Agent S.

3. The Agent O carries out the solution sequentially.

4. Agent O sends a message of completion to Agent S and sleeps.

5. Detection of the new updates in 'the best solutions possible' by Agent S.

6. If (5) is true then sends a msg#8 calls Agent M and Associated with the best proposal by Agent S.

7. The Agent M carries out the solution sequentially.

8. Agent M sends a message of completion to Agent S and finally Agent M sleeps.

3. Conclusion

In this study we exposed our approach of co-operative and autonomous navigation of the mobile robots in a building site, in order to build the plan of navigation in an environment with obstacles. The robots are able to move from initial to final position in an environment of dynamically moving obstacles without collision. The path chosen is optimum. The performance of the proposed Genetic Algorithm based approach is tested on environments with increasing complexity. The results obtained by this approach show the effectiveness of GA's, these algorithms can find the optimal path in a very short time and has the capacity to enrich the configuration space by a different set of eligible movements by using the selection, crossover operator and mutation. This technique can be used to enable the movement of many robots together in a common place. This example proposes the dialog between the robots with the aim of cooperation and responding to the initial objective. As future works, we would like to extend this approach to multiple cooperating robots and mobile manipulators.

References:

- [1] Chand, P., Carnegie, D.A. (2011) Development of a navigation system for heterogeneous mobile robots. *Int. J. of Intelligent Systems Technologies and Applications* - Vol. 10, No.3, 250 - 278.
- [2] Mataric, M. (1997) Behavior-based Control Examples from Navigation, Learning, and Group Behavior. *J. of Experimental and Theoretical A. I.*, 9(2-3), 323-336.
- [3] 2. Parker, L.E. (1998) ALLIANCE: An ARCHITECTURE for Fault-tolerant Multi-robot Cooperation. *IEEE Trans on Robotics and Automation*, Vol. 14, N° 2, 220-240.
- [4] Weijun, S., Rui, M., Chongchong, Y. (2010) A study on soccer robot path planning with fuzzy artificial potential field. *International conference on computing, control and industrial engineering. IEEE*, 386-390.
- [5] Zekri, M., Souici-meslati, L., Alem, K. (2015) Immunological computation for protein function prediction. *fundamenta informaticae*, 139(1).

- [6] Noguchi, N., Terao, H. (1997) Path planning of an agricultural mobile robot by neural network and genetic algorithm. *Journal Computers and electronics in agriculture*, vol. 18, no2-3, 187-204.
- [7] Makhlof, A., Lazli, L., Bensaker, B. (2016) Structure evolution of Hidden Markov Models FOR Audiovisual Arabic Speech recognition. *International Journal of signal and Imaging Systems Engineering, IJSISE*, 9(1), pp.55-66.
- [8] Benmachiche, A., Bouhadada, T., Laskri, M.T., Zendi, A. (2016) A dynamic navigation for autonomous mobiles robots. *Iospress: Intelligent Decision Technologies*, ISSN 1875-8843 (E), Volume 10(1).
- [9] Kala, R., Tiwari, R., Shukla, A. (2010) Evolving robotic path with genetically optimised fuzzy planner. *Int. J. of Computational Vision and Robotics* Vol 1(4), 415 - 429.
- [10] Maatallah, M., Seridi-Bouchelaghem, H. (2015) A fuzzy hybrid approach to enhance diversity I, top-N recommandations. *International Journal of business information systems*, 19(4), pp 505-530.
- [11] Heger, F.W., Hiatt, L.M., Sellner, B., Simmons, R., Singh, S. (2005) Results in Sliding Autonomy for Multi-Robot Spatial Assembly. 8th International Symposium on Artificial Intelligence, Robotics and Automation in Space, 5-8.
- [12] Dudek, G., Jenkin, M.R.M., Wilkes, D. A. (1996) Taxonomy for multi-agent robotics. *Autonomous Robots*, vol. 3, 375-397.
- [13] Okawa, T., Takadama, K. (2008) Towards Dynamic and Robust Robot Division of Tasks via Local Communication Among Robots - Application to Space Solar Power System Construction. *International Symposium on Artificial Intelligence, Robotics and Automation in Space*.



Un modèle de planification multi robots base sur les algorithmes génétiques pour la navigation optimale de robots autonomes

Benmachiche Abdelmdjid ^{a,*}, Bouhadada Tahar ^{*,b}, Makhlouf Amina ^{a,*}, Maatallah Majda ^a

^a Département d'Informatique – Université Chadli Bendjedid El-Tarf, BP 73, (36000) – Algérie.

^{*} Laboratoire LRI Université Badji Mokhtar–Annaba BP. 12 Annaba – Algérie

^b Département d'Informatique – Université Badji Mokhtar–Annaba BP. 12 (23000) – Algérie.

Informations	Résumé
<p>Mots clés :</p> <p>Robotique mobile, Algorithme génétique, éviter d'obstacles.</p> <p>*Correspondance : benmachiche- abdelmadjid@univ-eltarf.dz</p> <p>Reçu le 28 mai 2018, Révisé le 19 juin, Accepté le 20 juin 2018.</p>	<p>Cet article traite de la problématique de la navigation optimale des robots mobiles. Notre travail consiste à déterminer le chemin optimal de plusieurs robots mobiles à l'aide des algorithmes génétiques dans un environnement dynamique. L'évaluation des individus, est une fonction «fitness» basée sur la longueur du chemin. Cette méthode est implémentée et testée plusieurs cas de figures. Les résultats démontrent sa robustesse ainsi que les performances de notre approche.</p>

1. Introduction

Les La robotique évolutionnaire est un domaine de recherche très actif, une vision assez complète des travaux dans ce domaine est présentée dans les articles de D. Floreano et Boots [1, 2, 3]. Le plus court chemin est un problème d'optimisation très important dans la robotique autonome, c'est un thème de recherche dans des laboratoires de haut niveau. Le but est de trouver le plus court chemin en évitant les obstacles pour un robot du point de départ jusqu'au point d'arrivée. Il existe plusieurs méthodes qui traitent ce problème tel que le champ potentiel dans Zhu [4], les réseaux de neurones dans l'article de Yang [5], les algorithmes génétiques [6, 7] présentés dans les articles de Li et Hu [8, 9]. Dans les dernières années, la navigation collective attire de plus en plus l'attention des chercheurs que la navigation d'un seul robot à cause de son efficacité, sa rapidité, sa robustesse et sa capacité à résoudre des tâches complexes. Exemple : En cas d'une catastrophe naturelle (séisme, incendie) on a besoin de planifier les mouvements des ambulances en prenant en compte plusieurs contraintes : suivre le plus court chemin pour atteindre les blessés, la collision inter-

ambulances et l'évitement des obstacles de la route.

2. Définition du problème

Nous nous concentrons sur la situation suivante :

Dans l'état initial il y a une matrice $m*m$ qui représente l'environnement avec des obstacles placés de façon aléatoire, Le contenu d'une case de la matrice $t[i][j] \in [0,1]$. L'ensemble des robots doit atteindre un point d'arrivée à partir d'un point de départ, chaque robot a une position de départ (X_i, Y_i) et d'arrivée (X_i', Y_i') ou (i) est la position du robot (i) , les robots ne connaissent pas l'environnement, Les robots doivent se synchroniser (éviter les collisions).

Nous nous sommes intéressés à résoudre les problèmes suivants : Trouver la trajectoire optimale (le plus court chemin) et éviter les obstacles. La collision inter robots.

Ce papier est organisé comme suit. Dans la section 1, une introduction au domaine de la robotique. Nous suivons cela avec une Définition du problème. Dans la section 2, la section 3, nous allons présenter toutes Description de la solution proposée. Les résultats expérimentaux sont illustrés dans la section 4, finalement, les

conclusions et les travaux futurs sont formulés dans la section 5.

3. Description de la solution proposée

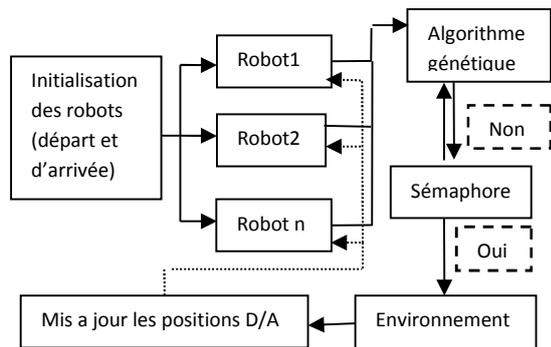


Fig. 1: Architecture générale du système

- 1) le robot se déplace à partir de point de départ suivant les 4 directions au hasard (Fig. 1).
- 2) Le robot détecte les obstacles et enregistre les détails de l'environnement
- 3) Trouve un chemin qui relie le point de départ et d'arrivée.
- 4) Redémarre une autre fois pour construire la population initiale.
- 5) Minimise les chemins trouvés.
- 6) Trouve le chemin le plus court.
- 7) Attend la fin de calcul pour les autres robots.
- 8) Exécution parallèle pour les robots.
- 9) Traitement des cas spéciaux (inter-blocage).

3.1 Le module de raisonnement génétique

Le module de raisonnement génétique est le module principal, il définit les mouvements physiques au robot dans son environnement (Fig. 2).

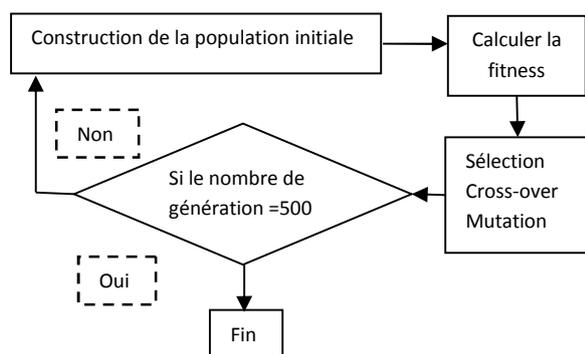


Fig. 2 : Architecture de l'algorithme génétique proposé.

3.1.1 Codage

Un chemin est modélisé sous la forme suivante : chemin={Xi1,Xi2,Xi3.....,Xin} ou : i : est le numéro du robot, l'indice 1..n, où (n) est la longueur du chemin et X un entier ∈ {0,1,2,3}.

Exemple :

chemin= {0000133333222211} Où la longueur du chemin n=15.

3.1.2 Population initiale

Elle est générée aléatoirement et correspond aux chemins possibles pour atteindre le point d'arrivée. Avoir une solution acceptable (voir table1) évoque d'envisager 100 chemins possibles afin d'aboutir à la destination.

Pour résoudre le problème de convergence prématuré (minimum local) l'algorithme génère un ensemble de solutions (chemins).

La population initiale est présentée par une liste de listes pour donner plus de convivialité car la longueur du chemin trouvé n'est pas toujours constante.

$$Pop-in= \begin{bmatrix} ch[1,1], ch[1,2], \dots ch[1, n] \\ ch[2,1], ch[2,2], \dots ch[2, n] \\ \dots \\ ch[x, 1], ch[x, 2], \dots ch[x, n] \end{bmatrix}$$

Où n est le nombre des chemins de chaque génération et x est une variable qui désigne la longueur du chemin.

3.1.3 Fitness

C'est la somme des distances entre 2 points consécutifs appartenant au chemin.

Telle que :

$$F=\sum dis (pos (X_i, Y_i), pos (X'_i, Y'_i)). \quad (1)$$

Où pos (Xi,Yi) est la position courante du robot et pos (Xi',Yi') est la position suivante. Le résultat de cette fonction est le nombre de déplacements pour joindre les points de départ et d'arrivée, c'est-à-dire la longueur du chemin [11].

3.1.4 Sélection

Le cycle de vie des individus se révèle à chaque génération, sur une population de n individus, 80% y seront conservés, ces derniers peuvent se reproduire (le pourcentage de sélection idéal est entre 70-95%). Pour garder les meilleurs individus de chaque génération, notre algorithme utilise une phase d'élitisme : tirage des chemins selon leur longueur dans un ordre croissant puis on garde 10% de la population courante pour les copier dans la nouvelle génération.

3.1.5 Croisement (cross-over)

Le croisement a pour but d'enrichir la diversité de la population en manipulant la structure des chromosomes. Tout d'abord, les points de rencontre des deux chemins sont

déterminés, si les deux chemins ne se rencontrent pas, le fils généré sera identique au père ; sinon on recherche le point de rencontre qui optimise le trajet : chemin identique à celui du père de départ jusqu'au point de rencontre, puis chemin identique à celui de la mère du point de rencontre à la fin du chemin maternel. On définit de plus la reproduction d'un individu avec lui-même, le fils étant alors identique au père. Cela permet de conserver de façon sûre les meilleurs parents dans la génération suivante.

3.1.6 Mutation

Pour simuler la présence de mutations, juste après la reproduction, l'individu généré subit aléatoirement des mutations. La probabilité de mutation est de 1% (ce taux faible est justifié par la probabilité élevée de tomber sur des faux chemins ou des obstacles en mutant les cases c'est-à-dire la probabilité d'avoir un chemin rompu est de 75%, et 25 % pour un chemin complet), chacune des mutations modifie le chemin concerné en lui additionnant un nombre aléatoire, puis en prenant le résultat de la congruence modulo 4 qui représente les 4 directions.

3.2 Le module de Synchronisation

Il joue le rôle d'un gestionnaire d'accès aux cases, il utilise comme outil les sémaphores de type mutex dans les livres [11, 12] (un seul robot à la fois dans une case).

3.2.1 L'inter-blocage

Dans le cas d'inter-blocage où le robot 1 demande la case du robot 2 et le contraire, nous avons choisi un robot de façon aléatoire et on considère l'autre comme un obstacle puis le robot choisi fait un appel à l'algorithme génétique et recalcule le chemin en prenant en compte les changements de l'environnement, puis le deuxième robot (considéré comme obstacle) reprend son chemin (Fig. 3).

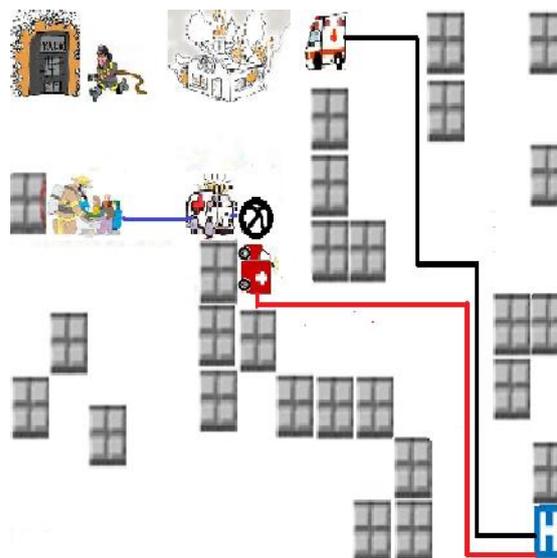


Fig. 3: Synchronisation entre les robots

4. Résultats et discussions

Afin de tester la performance de notre solution, on a essayé de la comparer avec des autres algorithmes avec les mêmes conditions : une matrice 15*15, 40 obstacles, le départ {Xd=0,Yd=0} et l'arrivée {Xa=14,Ya=14}.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 1 (Tableau. 1).

	Longueur du chemin	Taux de convergence
AG	28	100%
RN	31	91%
A*	28	100%
CF	29	96%

Tableau. 1: Comparaison des résultats de l'algorithme génétique proposés (AG), réseau de neurone (RN), colonie de fourmis (CF) et l'algorithme astar (A*) (voir le livre [10]).

L'histogramme présenté (Fig. 4) montre la variation de la fitness en fonction de l'évolution des générations ; on remarque le tracé descendant qui traduit la minimisation de la fonction de fitness.

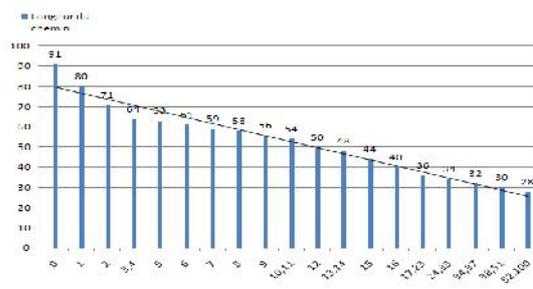


Fig. 4 : Histogramme présentant la variation du fitness

Les avantages de notre solution sont de deux ordres : On peut créer un nombre illimité de robots ce qui rend cette architecture dynamique et extensible et le multithreading qui réduit le temps d'exécution et augmente les performances de notre système.

5. Conclusion

Nous avons exposé notre modèle de planification multi-robot basé sur les algorithmes génétiques, représentant les robots, la synchronisation afin de construire le plan de navigation. Nous avons illustré notre modèle par un exemple de planification distribuée dans un environnement avec des obstacles. Cet exemple met en avant le dialogue entre les robots dans un but de synchronisation et de répondre à l'objectif initial.

Référence :

- [1] Floreano, D., Kato, T., Marocco, D., Sauser, E. (2004) Coevolution of Active Vision and Feature Selection. *Biological Cybernetics*, vol. 90, no. 3, pages 218–228.
- [2] Boots, B., Nundy, S., Purves, D. (2007) Evolution of Visually Guided Behavior in Artificial Agents. *Network: Computation in Neural Systems*, vol. 18, no. 1, pages 11–34.
- [3] Maatallah, M., Seridi-Bouchelaghem, H. (2015) A fuzzy hybrid approach to enhance diversity I, top-N recommandations. *International Journal of business information systems*, 19(4), pp 505-530.
- [4] Zhu, Q., Yan, Y., Xing, Z. (2006) Robot Path Planning Based on Artificial Potential Field Approach with Simulated Annealing. *Sixth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications*, Jinan, China, 2, pp.622-627.
- [5] Yang, S., Meng, M. (2000) An efficient neural network approach to dynamic robot motion planning. *Neural Networks*, 13(2), pp.143-150.
- [6] Makhoulouf, A., Lazli, L., Bensaker, B. (2016) Structure evolution of Hidden Markov Models FOR Audiovisual Arabic Speech recognition. *International Journal of signal and Imaging Systems Engineering, IJSISE*, 9(1), pp.55-66.
- [7] Benmachiche, A., Bouhadada, T., Laskri, M.T., Zendi, A. (2016) A dynamic navigation for autonomous mobiles robots. *Iospress: Intelligent Decision Technologies*, ISSN 1875-8843 (E), Volume 10(1).
- [8] Li, Q., Zhang, W., Yin, Y., Wang, Z. (2006) An Improved Genetic Algorithm of Optimum Path Planning for Mobile Robots. *Proceedings of the Sixth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications*, 2, pp. 637 - 642.
- [9] Hu, Y., Yang, S.A. (2004) Knowledge Based Genetic Algorithm for Path Planning of a Mobile Robot. *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics & Automation*, pp. 4350-4355.
- [10] Michel, R. (1986) *Algorithms for Mutual Exclusion*, MIT Press, ISBN 0-262-181193.
- [11] M12. Sunil, R., Pradip, D., Srimani, K. (1991) *Distributed Mutual Exclusion Algorithms*, IEEE Computer Society, ISBN 0818633808.
- [12] Russell, S.J., Norvig, P. (2003). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall. pp. 97–104. ISBN 0-13-790395-2.



Hybridation PSO/ACO pour l'identification de fonction des protéines

Meriem Zekri^{a*}, Labiba Souici-Meslati^{aψ}, Karima Alem^{b,ψ}

^a Laboratoire LSICO, Université Badji-Mokhtar - Annaba, B.P. 12, Annaba, 23000 Algérie.

* Université Chadli Bendjedid El-Tarf, B.P. 73, El-Tarf, 36000 Algérie

^ψ Université Badji-Mokhtar Annaba, B.P. 12, Annaba, 23000 Algérie.

^b Laboratoire BBM, Université Badji-Mokhtar-Annaba, B.P. 12, Annaba, 23000 Algérie.

Informations	Résumé
<p>Mots clés :</p> <p>Hybridation PSO/ACO Biologie computationnelle Classification RCPGs Bioinformatique.</p> <p>*Correspondance : zekri-meriem@univ-eltarf.dz</p> <p>Reçu le 14 avril 2018, Révisé le 21 mai 2018, Accepté le 22 mai 2018.</p>	<p>Les algorithmes de la Swarm Intelligence (SI) représentent des approches bio-inspirées assez récentes qui ont fait leurs preuves dans de nombreux domaines, spécialement comme méthodes de sélection de caractéristiques. Ces dernières années, ils sont de plus en plus exploités dans le domaine de la bioinformatique qui est en lui-même un domaine récent. Les approches SI sont connues pour leur efficacité en termes de coût faible, rapidité et pour apporter des solutions raisonnablement précises. De ce fait, leur utilisation pour résoudre certaines tâches bioinformatiques s'est montrée prometteuse. Dans cet article, nous proposons d'exploiter l'algorithme hybride PSO/ACO pour la prédiction de fonction de protéine, plus précisément, des récepteurs couplés aux protéines G, qui représente l'une des tâches les plus importantes en bioinformatique.</p>

1. Introduction

Les systèmes basés sur la swarm intelligence (SI) sont inspirés par le comportement de certains êtres vivants sociaux, tels que les fourmis, les lucioles, les oiseaux et les poissons. L'auto-organisation et le contrôle décentralisé sont des caractéristiques remarquables de ces systèmes qui, comme dans la nature, conduisent à un comportement émergent [1]. La swarm intelligence a suscité un grand intérêt durant les deux dernières décennies, et de nombreux algorithmes d'optimisation basés sur la swarm intelligence ont gagné une énorme popularité [2]. Il y a plusieurs raisons à une telle popularité, les deux principales sont probablement que ces algorithmes basés SI sont flexibles et polyvalents, et qu'ils sont très efficaces dans la résolution de problèmes non linéaires pour des applications du monde réel.

De nombreux algorithmes basés SI ont été développés et proposés pour la résolution de divers problèmes comme l'algorithme des chauves-souris, l'algorithme de pollinisation des fleurs, etc. Cependant, les algorithmes les plus populaires et les plus utilisées à ce jour restent l'optimisation par les colonies de fourmis (ACO) développé par Dorigo et al. [3] [4], et

l'optimisation par les essais particulaires (PSO) proposé par Kennedy et Eberhart [5] [6]. L'algorithme ACO s'inspire, comme son nom l'indique, du comportement des colonies de fourmis réelles pour la recherche de sources de nourriture. Plusieurs algorithmes d'optimisation par les colonies de fourmis ont été développés et présentent des performances prometteuses pour la résolution de divers problèmes dont la tâche de classification. Le PSO s'inspire quant à lui du comportement de groupes d'animaux comme les volées d'oiseaux et les bancs de poissons. Ces deux approches sont considérées comme des méthodes d'optimisation qui se basent sur la collaboration des individus entre eux, ils s'appuient également sur un système d'auto-organisation. Cette idée vient du fait qu'un groupe d'individus peu intelligents peut posséder une organisation globale complexe. En d'autres termes, ACO et PSO représentent des techniques bio-inspirées dont l'efficacité, dans la résolution de divers problèmes, a été largement prouvée. De ce fait, l'application de leur hybridation pour la tâche de classification est une voie prometteuse qui a déjà porté ses fruits dans plusieurs problèmes de classification.

Ainsi, dans cet article, nous proposons l'hybridation PSO/ACO (Hybrid PSO/ ACO) développée par Holden et Freitas [7][8], pour la

tâche de classification dans le domaine de la bioinformatique, et plus précisément, celui de la prédiction de fonction des RCPGs. Les Récepteurs Couplés aux Protéines G (RCPGs) représentent l'une des plus larges et des plus importantes familles de protéines multifonctionnelles connues de la biologie moléculaire des temps modernes. L'identification de fonctions des récepteurs couplés aux protéines G est l'un des domaines d'intérêt actuel de la recherche en bioinformatique. De ce fait, la prédiction de leur fonction se révèle être une tâche très importante à laquelle nous tentons d'apporter des solutions efficaces et peu coûteuses.

La suite de cet article est organisée comme suit. La deuxième section abordera une synthèse de travaux utilisant les approches de la swarm intelligence pour la prédiction de fonction de protéines. Dans la troisième section, nous présenterons l'algorithme hybride PSO/ACO et sa variante PSO/ACO2. Dans la quatrième section, nous définirons la famille de protéines étudiée, qui est l'une des familles les plus importantes de protéines membranaires, les récepteurs couplés aux protéines G. L'ensemble de données utilisé et les prétraitements réalisés sur ce dernier seront abordés dans la cinquième section. Dans la sixième section, nous discuterons des outils utilisés pour la réalisation des expérimentations. Les résultats et leurs comparaisons avec d'autres méthodes seront présentés dans la septième section. Enfin, nous conclurons cet article dans la huitième et dernière section avec quelques perspectives de recherche.

2. Approche de la swarm intelligence pour la prédiction de fonction de protéines

Les algorithmes de la Swarm Intelligence (SI) représentent des approches bio-inspirées assez récentes qui ont fait leurs preuves dans de nombreux domaines, spécialement comme méthodes de sélection de caractéristiques [9]. Les approches SI sont connues pour leur efficacité en termes de coût faible, rapidité et pour apporter des solutions raisonnablement précises. De ce fait, leur utilisation pour résoudre certaines tâches bioinformatiques s'est montrée prometteuse, comme pour le calcul du score de l'alignement multiple de séquences [10][11][12], la construction d'arbres phylogénétique [13] [14] et la prédiction de structure de protéines [15][16][17] [18].

Cependant, la tâche qui reste de première importance en bioinformatique est celle de la prédiction de fonctions de protéines. Diverses méthodes SI ont été exploitées afin d'y apporter des solutions optimales. Parmi ces méthodes, l'algorithme hybride PSO/ACO (version originale) proposé par Holden et Freitas [8] pour une classification hiérarchique des fonctions de protéines en utilisant les bases de données

UniProt et GPCRDB afin de construire leur ensemble de données. Ils ont proposé cette hybridation pour pallier aux inconvénients des deux méthodes ACO et PSO utilisées séparément. Ils ont comparé l'algorithme hybride PSO/ACO avec l'algorithme DPSO (Discrete Particle Swarm Optimization) et les résultats fournis montrent que leur méthode a apporté des solutions plutôt prometteuses.

Correa et al. [19] ont utilisé l'algorithme DPSO dans l'étape de sélection des caractéristiques pour une classification de fonctions de protéines par un réseau Bayésien. L'étape de sélection de caractéristiques joue un rôle très important dans la prédiction de fonctions de protéines, elle permet de représenter les séquences protéiques sans perdre les informations essentielles. Elle aide donc à améliorer la précision prédictive et une méthode de sélection de caractéristique inappropriée peut affecter les résultats finaux. Dans leur cas, l'algorithme DPSO a amélioré considérablement la précision prédictive de leurs classifieurs en comparaison à l'utilisation de tous les attributs.

Une autre approche SI pour la sélection de caractéristiques a été développée par Nemati et al. [20]. Elle est basée sur l'algorithme hybride ACO-GA (Ant Colony Optimization – Genetic Algorithm). Cet algorithme hybride a été développé dans le cadre de la prédiction de fonctions de protéines afin de faire face au grand nombre d'attributs des séquences protéiques. Afin de tester leur algorithme hybride, Nemati et al. ont utilisé deux ensembles de données, l'un comportant des séquences de récepteurs couplés aux protéines G (RCPGs) et l'autre comportant des séquences d'enzymes. Les résultats obtenus montrent l'amélioration de la prédiction prédictive après l'application de cette méthode de sélection de caractéristiques.

Gu et Ding [21] ont présenté l'algorithme des essaims particuliers binaires (Binary Particle Swarm Intelligence – BPSO) pour extraire les caractéristiques pertinentes des compositions de paires d'acides aminés des séquences protéiques RCPGs. Ils ont utilisé ensuite l'approche des k-plus proches voisins pour réaliser la classification. Ils ont comparé leur méthode de sélection de caractéristiques avec la composition en pseudo acides aminés (PseAAC) proposée par Chou [22], et avec la composition en acides aminés (AAC) proposée par Guo et al. [25]. Bien que leur méthode soit encourageante, c'est la méthode PseAAC qui a fourni les meilleurs résultats, du moins au niveau de la famille A.

Hoden et Freitas [23] ont proposé une nouvelle méthode appelée HEHRS (Hierarchical Ensemble of Hierarchical Rules Set) pour le problème de la classification hiérarchique. Cette méthode combine la prédiction d'un ensemble de classifieurs afin d'accroître la précision

prédictive. Hoden et Freitas ont utilisé l'approche PSO pour optimiser la création des règles et ont testé leur méthode sur six ensembles protéiques en utilisant les signatures protéiques obtenues après une collecte de l'ensemble de données de GCPDRDB qu'ils ont ensuite scanné afin d'obtenir les régions conservées (motifs et signatures). Comme nous pouvons le constater à travers cette synthèse de travaux, il y a un manque de travaux utilisant les approches de la swarm intelligence pour l'identification de fonctions de protéines et la majorité des travaux, publiés dans la littérature du domaine, utilisent plutôt la swarm intelligence pour l'étape de sélection des caractéristiques que pour celle de la classification.

3. L'hybridation PSO/ACO

L'algorithme hybride PSO/ACO a été développé par Holden et Frietas [7] pour la découverte de règles de classification dans le contexte de la fouille de données, plus précisément, pour la découverte de nouvelles protéines et leurs fonctions. Cependant, l'algorithme PSO/ACO est un algorithme générique qui peut être appliqué à d'autres problèmes de classification.

Bien que les algorithmes ACO et PSO aient été appliqués avec succès à divers problèmes de classification, Holden et Freitas ont pensé qu'ils ne sont pas si parfaitement adaptés à ces problèmes. La première motivation pour la conception de cette hybridation était de rendre l'algorithme PSO plus efficace dans le traitement des attributs nominaux en utilisant le mécanisme basé sur les phéromones de l'algorithme ACO. L'algorithme ACO a également certains inconvénients comme un temps de calcul assez élevé par rapport aux méthodes de classification connues et ceci en raison de la procédure d'élagage de la règle qui est nécessaire à chaque itération interne de l'algorithme. Aussi, le fait que l'algorithme traite des attributs continus qui doivent être discrétisés au préalable, peut diminuer la précision de la classification et augmenter le temps de calcul avec cette étape de prétraitement.

3.1 Formalisme

L'algorithme PSO/ACO utilise une approche séquentielle de couverture pour découvrir une règle de classification à la fois. La première étape consiste en l'initialisation de l'ensemble de règle (Rule Set – RS) avec un ensemble vide. Après, pour chaque niveau hiérarchique de classe et pour chacune des classes à prédire, l'algorithme effectue une boucle « Tant que ».

RS = {} * initialement, l'ensemble de règles est vide
 Pour chaque niveau L
 Pour chaque class C de niveau L

TS = {tous les exemples de l'apprentissage appartenant aux classes au niveau L avec le même parent C} ;
 Tant que (nombre d'exemples non-couverts de C > MaxUncovExampClass)
 Exécuter l'algorithme PSO/ACO pour découvrir la meilleure règle qui prédit la classe C, appelée meilleure classe ;
 RS = RS ∪ meilleure règle ;
 TS = TS – {exemples d'apprentissage correctement couverts par la règle découverte}
 Fin Tant que
 Fin pour
 Fin pour

Algorithme 1 : Approche séquentielle de couverture par l'algorithme hybride PSO/ACO [7].

Chaque itération de cette boucle effectue une exécution de l'algorithme PSO/ACO, retournant la meilleure règle découverte prédisant les exemples de la classe courante C. Cette règle est ajoutée à l'ensemble de règle (RS) et les exemples correctement couverts par la règle sont retirés de l'ensemble d'apprentissage (Training Set – TS).

Un exemple est dit correctement couvert par une règle si cet exemple satisfait tous les termes (les paires « attributs – valeurs ») dans l'antécédent de la règle et il appartient à la classe prédite par la règle. Cette boucle « Tant que » est effectuée aussi longtemps que le nombre d'exemples non-couverts de la classe C est supérieur à un seuil défini par l'utilisateur, le nombre maximal d'exemples non-couverts par classe (MaxUncovExampClass). Après la découverte des règles pour toutes les classes à tous les niveaux, l'algorithme retourne RS, l'ensemble de règles découvertes.

Chaque particule représente l'antécédent de la règle de classification candidate. La classe de la règle est fixée par toutes les particules lors de chaque exécution de l'algorithme et chaque exécution de l'algorithme vise à découvrir la meilleure règle pour une classe précise.

3.2 Version améliorée de l'hybridation PSO/ACO : PSO/ACO2

Dans notre proposition, nous avons utilisé la version modifiée de l'algorithme hybride conventionnel PSO/ACO développée également par Holden et Frietas [24]. Pour l'essentiel, les modifications apportées impliquent des changements dans la procédure de mise à jour des phéromones et dans l'étape d'initialisation de l'ensemble de règles, ainsi que de manière significative, le fractionnement du processus de découverte des règles en deux phases distinctes, comme suit : dans la première phase, une règle est découverte en utilisant les attributs nominaux seulement. Dans la seconde phase, la règle est

potentiellement étendue avec les attributs continus. Cela augmente la capacité de l'algorithme hybride PSO/ACO2 dans le traitement des attributs nominaux et continus de différentes manières, tout en reconnaissant la différence entre ces deux types d'attributs (un fait ignoré par l'algorithme PSO/ACO conventionnel).

Les deux versions de l'algorithme hybride PSO/ACO utilisent l'approche séquentielle de couverture pour découvrir une règle de classification à la fois. Comme pour la première version, PSO/ACO2 commence par l'utilisation d'un ensemble de règles vide. Ensuite, pour chaque classe, l'algorithme effectue la boucle « Tant que », l'ensemble TS est utilisé pour stocker les exemples d'apprentissages à partir desquels les règles seront construites.

```

RS = {} \* initialement, l'ensemble de règles
est vide
Pour chaque classe C
  TS = {tous les exemples d'apprentissage}
  Tant que (nb exemple d'apprentissage non-
  couverts de la classe C >
  MaxUncovExampPerClass)
    Exécuter PSO/ACO pour découvrir la
    meilleure règle nominale prédisant C
    Exécuter PSO standard pour ajouter les
    termes continus à la règle et retourner la
    meilleure règle, BestRule
    Elaguer BestRule
    RS = RS ∪ BestRule
    TS = TS - {exemples correctement
    couverts par la règle découverte}
  Fin TQ
Fin pour
Mettre les règles en RS par ordre décroissant
de qualité

```

Algorithme 2 : Approche séquentielle de couverture par l'algorithme hybride PSO/ACO2 [24].

Chaque itération de cette boucle réalise une exécution de l'algorithme PSO/ACO2 qui découvre uniquement des règles basées sur les attributs nominaux, retournant la meilleure règle. La règle retournée par PSO/ACO2 est souvent incomplète parce qu'elle ne comprend pas de termes de valeurs continues. Cette règle est ensuite utilisée comme base pour la découverte de termes avec des valeurs continues. L'algorithme standard PSO (appliqué uniquement aux attributs numériques) est utilisé avec constrictif. Le vecteur à optimiser est constitué de deux dimensions par attribut continu, la première pour la limite supérieure et la seconde pour la limite inférieure.

À chaque évaluation de particules le vecteur est transformé en un ensemble de termes (conditions de la règle) et est ajouté à la règle

produite par l'algorithme PSO/ACO2 pour l'évaluation par fitness. Par exemple, si l'ensemble de données contenait un attribut nominal A_{n0} et un attribut continu A_{c0} , l'algorithme PSO/ACO2 pourrait produire une règle comme : Si $A_{n0} = \text{"valeur"}$ alors classe C. L'algorithme standard PSO serait alors tenté d'améliorer cette règle en ajoutant des termes : $x_{i1} > A_{c0}$ et $x_{i2} \leq A_{c0}$, ce qui correspond effectivement à un terme de la forme : $x_{i1} > A_{c0} \geq x_{i2}$. Où la position d'une particule serait le vecteur x_{i1}, x_{i2} . La règle pour l'évaluation serait :

Si $A_{n0} = \text{< valeur >}$ et $x_{i1} > A_{c0}$ et $x_{i2} \leq A_{c0}$
alors classe C

Si les deux bornes croisent les deux termes $0 < A_{c0} < 1$, les deux sont retirés de la règle mais la meilleure position (P_j) est toujours mise à jour dans ces dimensions :

$$v_{id} = \chi x_{id} + c_1 \epsilon_1 p_{id} - x_{id} + c_2 \epsilon_2 p_{gd} - x_{id} \quad (1)$$

$$x_{id} = x_{id} + v_{id} \quad (2)$$

La formule 1 concerne la mise à jour de la vitesse de PSO et la formule 2 concerne la mise à jour de la position de PSO. La meilleure règle est alors ajoutée à l'ensemble de règles après avoir été élaguée en utilisant la méthode d'élagage d'Ant-Miner, et les exemples correctement couverts par cette règle sont retirés de l'ensemble d'apprentissage (TS). Un exemple est dit correctement couvert par une règle si cet exemple satisfait tous les termes (les paires « attribut-valeur ») dans l'antécédent de la règle et il a la classe prédite par la règle. La boucle « Tant que » est exécutée aussi longtemps que le nombre d'exemples non couverts de la classe C est supérieur à un seuil défini par l'utilisateur, qui représente le nombre maximal d'exemples non couverts par classe (MaxUncovExampPerClass). Avoir un ensemble de règles non ordonnées est important parce que, après la création de l'ensemble de règles, les règles sont ordonnées par qualité et non par ordre de création. Bien que ce soit une approche gloutonne, elle a amélioré la précision prédictive dans des expériences antérieures.

4. Les récepteurs couplés aux protéines G

Les récepteurs couplés aux protéines G servent de médiateurs essentiels pour divers événements de transduction du signal cellulaire qui permet aux cellules, tissus, organes et à l'organisme, en entier, de réagir correctement aux changements environnementaux exigés. Les fonctions des RCPGs sont extrêmement diverses vu qu'ils régulent de nombreux processus physiologiques liés aux fonctions neurologiques et

neurodégénératives, cardiovasculaires et aux mécanismes de contrôle métabolique. Le nombre estimé des RCPGs dans le génome humain est de 800, ce qui représente approximativement 3% du génome humain [26][27].

3.1 Structure des RCPGs

Les récepteurs couplés aux protéines G sont des protéines membranaires caractérisées par sept hélices transmembranaires (TM), ils répondent à différents ligands, tels que les acides aminés, les peptides, les hormones et les substances odorantes, à partir du côté extracellulaire de la cellule. Ces stimulations induisent les RCPGs à activer les protéines G et à transmettre les signaux à l'intérieur de la cellule, les RCPGs existent dans la plupart des cellules et la transduction d'un signal anormal de RCPGs est liée à diverses conditions anormales telles que l'allergie, les troubles cardiaques, le cancer, l'hypertension artérielle, etc. [29]. La taille exacte de la superfamille des RCPG est inconnue, mais près de 800 différents gènes humains ont été calculées à partir de l'analyse de la séquence du génome. La masse moléculaire des RCPGs varie pour la plupart de 40 à 85 kda (kilo dalton). L'extrémité amine-terminale de la protéine est extracellulaire. L'extrémité carboxy-terminale est intracellulaire. On peut observer trois boucles extracellulaires (nommées E1, E2 et E3) et trois boucles intracellulaires (I1, I2 et I3) (voir Figure 1).

Ces protéines peuvent être sujettes à des modifications post-traductionnelles, de type N-

glycosylation, acylation par des composés lipidiques (formant parfois une pseudo-quatrième boucle intracellulaire (I4), formation de ponts disulfures entre les chaînes latérales de deux résidus de Cystéine. Le RCPG possède une analogie faible à bactereo-rhodopsin pour laquelle une structure a été déterminée par diffraction d'électrons (PDB, 2BRD, 1AT9) et X-rayon basée cristallographie (1AP9). En 2000, la première structure cristalline d'un RCPG de mammifères a été résolue, la rhodopsine bovine (1F88). La structure des extrémités N- et C-terminal des RCPGs peuvent également remplir d'importantes fonctions au-delà de la liaison de ligand, en particulier, l'extrémité C-terminal qui contient le plus souvent la sérine et la thréonine ; des résidus qui, lorsqu'ils sont phosphorylés, augmentent l'affinité de la surface intercellulaire pour la liaison des protéines d'échafaudage appelées β -arrestines. Une fois liées, les β -arrestines préviennent à la fois le couplage des protéines G et recrutent d'autres protéines conduisant à la création d'une signalisation complexe impliquée dans l'activation du signal extracellulaire régulé kinase ou le récepteur de l'endocytose (internalisation). Comme la phosphorylation des résidus des sérines et des thréonines se produit souvent à la suite de l'activation des récepteurs couplés aux protéines G, les β -arrestines méditées aux couplages des protéines G et l'internalisation des RCPGs sont des mécanismes importants de la désensibilisation [29].

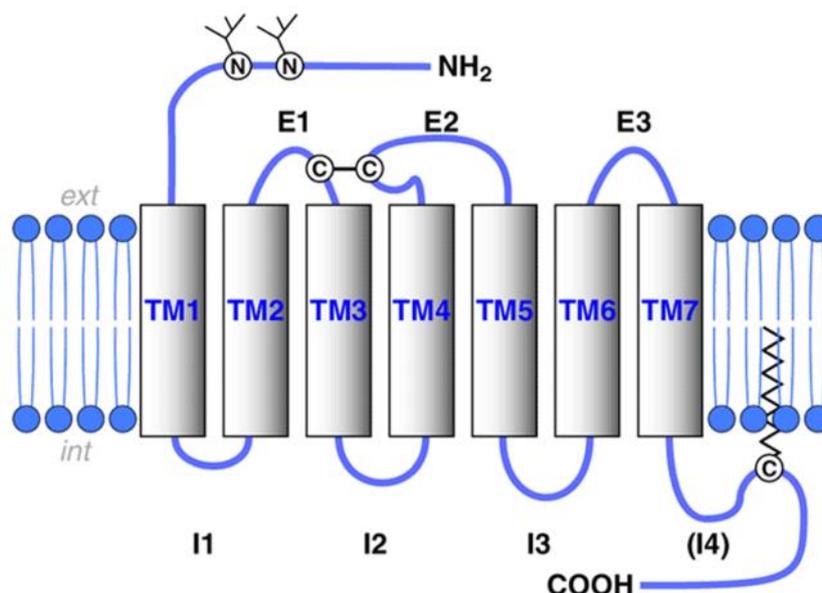


Fig. 1 : Structure de la majorité des récepteurs couplés aux protéines G [30].

3.1 Classification des RCPGs

Sur la base de connaissances pharmacologiques, le système d'information GPCRDB [31][32][33] organise la superfamille des RCPG en une

hiérarchie de familles, sous-familles, sous-sous-familles et types (voir Figure 2). En tout, les RCPGs peuvent être regroupées en 6 classes basées sur une homologie de séquence et une

similitude fonctionnelle. Malgré le manque d'homologie de séquence entre les classes, tous partagent une structure commune et le mécanisme de transduction du signal. La classification généralement acceptée pour les RCPGs chez les vertébrés est la suivante. Rhodopsine (famille A), Sécrétine (Famille B),

Glutamate (famille C), Adhérence (famille D), et la famille E et Frizzled/Taste. Cependant, la particularité des éléments structurels qui les caractérisent ne distinguent que les trois premières familles (A, B et C) comme étant principales.

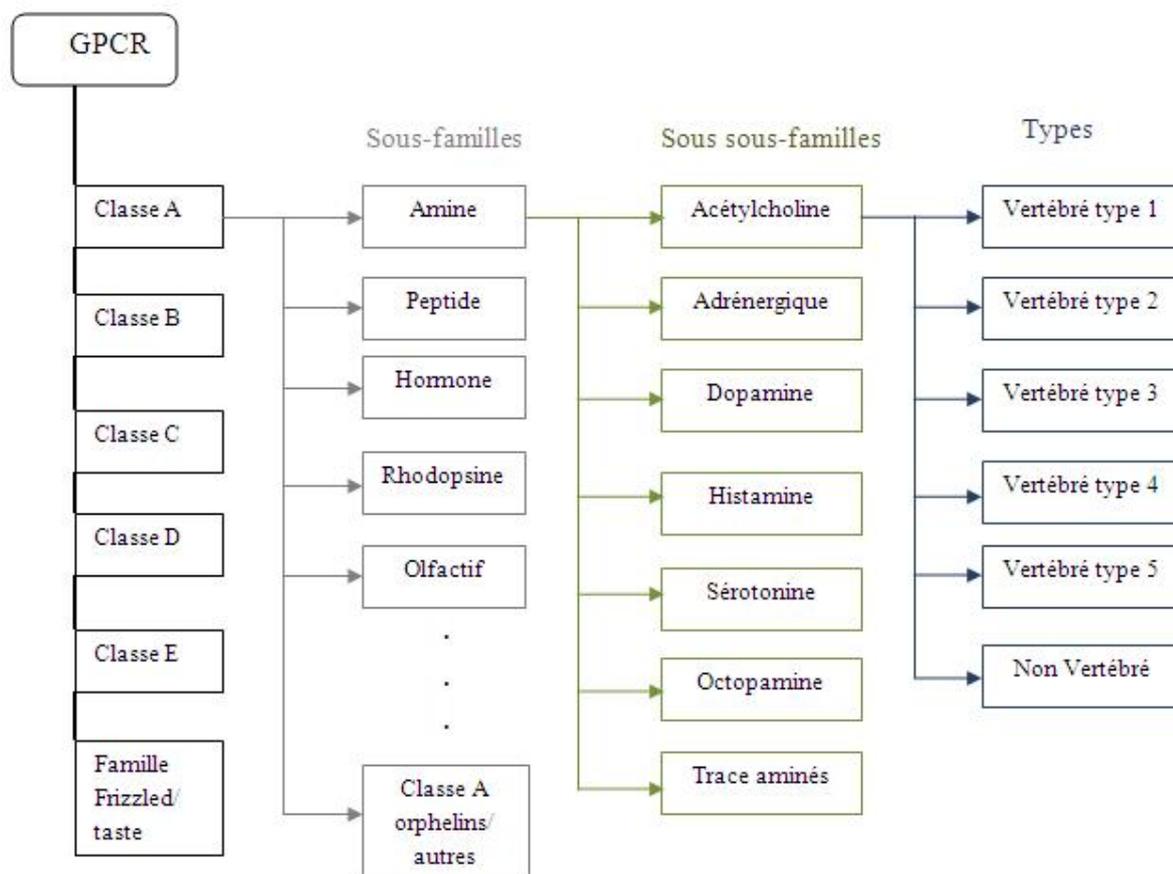


Fig. 2 : Vue simplifiée de l'arbre des familles des récepteurs couplés aux protéines G (classification du système d'information GPCRDB) [34].

4. Ensemble de données et prétraitements

Il y a diverses bases de données RCPGs [35][36] et différents ensembles de données ont été construits à partir de ces bases, tels que GDS [37], GDFL [38], D167 [39] et D365 [40]. Parmi ces ensembles de données, nous avons choisi l'ensemble GDS parce qu'il représente l'un des ensembles de données les plus largement utilisés dans le domaine de l'identification des RCPGs. L'ensemble de données GDS comprend 8.222 séquences protéiques RCPGs identifiées en utilisant l'outil Entrez Search et Retrieval System qui recherche les bases de données comme SwissProt, PIR (Protein Information Resource), PRF (Protein Research Foundation), PDB (Protein Data Base), aussi bien que les bases de données de transcription des régions d'ADN codées et annotées telles que GenBank et RefSeq (Reference Sequence Database) [41]. Toutes les séquences sont de plus de 280 résidus (acides aminés) de long et seules les classes contenant 10

séquences et plus sont retenues. Dans notre étude, nous réalisons l'identification des quatre premiers niveaux seulement en raison de l'absence du type (niveau cinq) dans l'ensemble de données GDS.

Nous avons utilisé deux étapes de prétraitement, qui consistent en une sélection de caractéristiques utilisant la méthode de la composition en pseudo acides aminés (PseAAC) de type 1 qui génère des vecteurs de caractéristiques de plus petites dimensions [42][43] au lieu du type 2. Ce choix se justifie par notre souci d'améliorer la précision prédictive et le fait que l'approche proposée ne peut gérer correctement des espaces de recherches de grandes dimensions, il est donc important de réduire la dimensionnalité tout en gardant le plus d'informations pertinentes. La seconde étape consiste aussi en une normalisation mais la méthode choisie est celle de la normalisation Min/Max qui représente l'une des méthodes les

plus populaires. La différence entre la PseAAC type 1 et type 2 est que le type 2 génère des vecteurs de dimension $(20+i \times \lambda)$ tandis que le type 1 génère des vecteurs de dimension $(20+\lambda)$.

6. Outils pour les expérimentations

Dans cette étude qui consiste en l'identification de fonctions de récepteurs couplés aux protéines G (RCPGs), nous proposons un classifieur basé sur l'hybridation PSO/ACO (PSO/ACO2). Ce classifieur va être testé en utilisant l'ensemble de données GDS afin de pouvoir comparer les performances de ce classifieur avec le classifieur immunologique AIRS proposé dans des travaux antérieurs et également avec des méthodes publiées. Dans cette section, nous allons aborder les outils utilisés pour l'implémentation du classifieur proposé.

6.1 PSO/ACO2

L'outil PSO/ACO2 est utilisé pour pouvoir tester l'algorithme hybride avec notre ensemble de données. PSO/ACO2 [24] est un logiciel libre et gratuit développé en langage Java, il fournit un niveau spécialisé de la fouille de données pour appliquer la technique PSO/ACO au problème de classification avec un choix à faire entre PSO standard ou DE pour l'optimiseur continu (pour la construction de la règle à partir des attributs continus). Les paramètres de l'algorithme sont dans le tableau qui suit.

Paramètre	Valeur défaut	par
validation croisée	10	
Nombre de particules \wedge^2	10	
Nombre d'itération	200	
Fonction de fitness	Précision	
Optimiseur continu	PSO (ou DE)	

Tableau 1 : Paramètres de l'algorithme PSO/ACO2.

6.2 PseAAC server

Pour la sélection des caractéristiques, nous avons le choix entre trois outils de la composition en pseudo acide aminée (PseAAC), PseAAC server [45] qui est un serveur en ligne qui nous permet de soumettre des séquences protéiques et nous renvoie des vecteurs de différentes dimensions selon les paramètres choisies, l'inconvénient cependant avec cet outil, est que ne nous pouvons soumettre que 500 séquences à la fois, ce qui s'avère très contraignant lorsque l'on doit soumettre des milliers de séquences. Il y a également PseAAC Builder [46], plus récent et plus avantageux dans le sens où il n'y a pas de limite de nombre de séquences à soumettre et aussi c'est un outil à installer sur l'ordinateur, de ce fait, il n'est pas nécessaire d'avoir une connexion Internet pour l'utiliser, en plus du fait

qu'il soit plus rapide. Enfin, il y a Propy [47], un autre outil pour générer la composition en pseudo acides aminés qui est semblable à PseAAC-Builder. Nous avons utilisé PseAAC server bien qu'il présente un inconvénient. Ceci parce qu'au moment où nous avons effectué nos expérimentations, nous n'avions pas connaissances des autres outils. Nous avons donc sélectionné PseAAC type 1 et toutes les caractéristiques des acides aminés, c'est-à-dire, l'hydrophobie, l'hydrophilie, la fonction carboxylique (-COOH), la fonction amine (-NH3), la masse molaire et le point isoélectrique (PI) à 25°C (par défaut). Nous avons fixé le paramètre lambda à 1 et le facteur poids à 0.05 (valeurs par défaut). Avec ce jeu de paramètres, nous avons obtenu des vecteurs de 22 dimensions (moins volumineux que si l'on avait choisi le type 2). Suite à cela, nous avons réarrangé l'agencement de ces vecteurs afin de pouvoir les exploiter par le classifieur proposé.

7. Résultats

Le Tableau qui suit montre les résultats du classifieur proposé, basé sur l'hybridation PSO/ACO2. Les résultats ne sont pas aussi prometteurs que nous le souhaitons. Ceci s'explique par le fait que lorsque l'espace de recherche est très grand, la possibilité de trouver des solutions optimales se complique, bien que nous ayons réduit l'espace de recherche à des vecteurs de 21 dimensions et réduit également l'intervalle de ces vecteurs à [0,1], les résultats restent moins bons que ceux que nous avons obtenus avec le classifieur immunitaire AIRS. Cependant, nous remarquons qu'aux niveaux inférieurs les résultats sont plus probants qu'aux niveaux supérieurs bien que cela s'explique par le fait qu'à ces niveaux, les ensembles de données sont moins volumineux, ce qui facilite la classification.

	PSO/ACO2
Superfamille	97.03%
Familles	92.80%
Sous-familles	81.56%
Sous-sous-familles	93.75%

Tableau 2 : Précision prédictive du classifieur PSO/ACO2.

7.1 Comparaison avec les classifieurs immunitaires
Nous avons comparé les résultats obtenus par notre classifieur basé swarm (PSO/ACO2) avec ceux du classifieur immunitaire AIRS2 [48] en utilisant le même ensemble de données GDS et les mêmes prétraitements de la méthode PseAAC type 1 et la normalisation Min/Max, utilisées par

le classifieur basé swarm, afin de déterminer si le type de prétraitement affecte les résultats d'AIRS2.

	PSO/ACO2 (avec PseAAC type 1)	AIRS2 (avec PseAAC type 1)	AIRS2 (avec PseAAC type 2)
<i>Superfamille</i>	97.03%	98.20%	98.00%
<i>Familles</i>	92.80%	97.80%	97.50%
<i>Sous-familles</i>	81.56%	89.98%	89.20%
<i>Sous-sous-familles</i>	93.75%	91.03%	90.95%

Tableau 3 : Comparaison de la précision prédictive des meilleurs classifieurs bio-inspirés PSO/ACO2 et AIRS2.

Lors de nos premières expérimentations, nous avons choisi la méthode PseAAC type 2 pour la représentation des séquences de RCPGs qui rappellent-le, produit des vecteurs de caractéristiques de dimension $(20+i \times \lambda)$ où le nombre 20 représente les 20 acides aminés natifs, i représente le nombre des attributs d'acides aminés sélectionnés et λ est le paramètre qui permet de ne pas perdre l'ordre des acides aminés dans la séquence. Ce type de la méthode de la PseAAC est celui qui nous permet de construire des vecteurs de caractéristiques de dimension convenable, tout en gardant le plus d'informations pertinentes. Au contraire, la méthode PseAAC type 1 bien qu'elle soit efficace également, elle ne fournit pas les mêmes performances que la PseAAC type 2 car elle ne permet pas de prendre en compte le nombre des attributs d'acides aminés sélectionnés, quel que soit ce que nous sélectionnons comme caractéristique, la dimension du vecteur reste inchangée. Cependant, elle représente un avantage, celui de produire des vecteurs de petite dimensionnalité (de dimension $(20+\lambda)$) que l'on sélectionne toutes les caractéristiques d'acides aminés (l'hydrophobie, l'hydrophilie, la fonction carboxylique (-COOH), la fonction amine (-NH₃), la masse molaire et le point isoélectrique (PI) à 25°C (par défaut)) ou certaines seulement. Pour les expérimentations avec l'approche de la swarm intelligence, nous étions obligés de choisir la PseAAC type 1, car la méthode sélectionnée ne

pouvait pas traiter efficacement des ensembles de grande dimensionnalité.

Nous avons testé à nouveau le classifieur AIRS2 avec le nouvel ensemble de données obtenu avec la méthode PseAAC type 1 (voir Tableau 3). Nous remarquons que le fait de réduire la dimensionnalité de l'ensemble améliore les résultats (par rapport à l'utilisation de méthode PseAAC type 2) même si cette amélioration n'est pas vraiment très significative.

7.2 Comparaison avec les méthodes publiées

Dans la littérature, peu de classifieurs basés sur les approches de la swarm intelligence (SI) ont été développés dans le cadre de la prédiction de fonction des récepteurs couplés aux protéines G. Pour une validation supplémentaire des résultats de notre classifieur basé SI, nous avons réalisé une comparaison avec des méthodes publiées : l'hybridation PSO/ACO de Holden et Freitas [8], l'algorithme PSO binaire de Gu et Ding [21] et l'approche hybride PSO-HERHS de Holden et Freitas [23], qui abordent la même problématique d'identification des RCPGs mais en utilisant des ensembles de données différents, collectés à partir des bases de données UniProt et GPCRDB. Bien que cette comparaison ne soit pas tout à fait pertinente vu que les ensembles de données ne sont pas les mêmes, elle est réalisée afin de comparer les performances des approches SI de manière générale à traiter la problématique posée.

	<i>superfamille</i>	<i>Familles</i>	<i>Sous-familles</i>	<i>Sous-sous-familles</i>
PSO/ACO Holden et Freitas [8]	89.46%	63.44%	45.18%	33.76%
PSO binaire Gu et Ding [21]	-	98.02%	-	-
PSO-HERHS Holden et Freitas [23]	91.5%	82.09%	57.43%	86.03%
PSO/ACO2	97.03%	92.80%	81.56%	93.75%

Tableau 4. Comparaison de la précision prédictive de PSO/ACO2 avec des méthodes publiées.

Dans le tableau 4, nous constatons qu'au niveau famille c'est le classifieur de Gu et Ding [21] qui a fourni les meilleures résultats avec une précision de 98.02%. Leur classifieur semble avoir fourni de meilleures performances, connues à ce jour, au niveau famille, en comparaison aux méthodes publiées selon notre connaissance. Nous remarquons également que les travaux de Hoden et Freitas [8][23] ont fourni des résultats moins probants que les nôtres et ce à tous les niveaux, ce qui confirme que bien que les approches de la swarm intelligence aient fait leurs preuves dans bien des domaines de classification, elles semblent être moins appropriées pour l'identification des RCPGs, en comparaison à d'autres approches.

8. Conclusion

La Swarm Intelligence représente une approche bio-inspirée assez récente et prometteuse dans de nombreux domaines d'application. Dans cet article, nous avons proposé un classifieur basé sur l'hybridation PSO/ACO2, pour le problème de prédiction de fonctions de récepteurs couplés aux protéines G (RCPGs), en utilisant l'ensemble de données GDS et la méthode de composition en pseudo acides aminés (PseAAC) de type 1 pour la sélection des caractéristiques.

Les expérimentations effectuées ne nous ont pas fourni les résultats escomptés, et ceci pour deux raisons, la première est la grande dimensionnalité de l'espace de recherche, bien que nous ayons tenté de la réduire en utilisant la PseAAC. La seconde est le nombre important de classes à certains niveaux qui a rendu la tâche de classification plus difficile à réaliser. L'hybridation PSO/ACO2 reste un modèle qui a apporté des résultats intéressants bien qu'ils restent insuffisants en comparaison au classifieur immunitaire (AIRS2) présenté dans nos travaux précédents. L'hybridation a fourni de meilleures performances car elle a été conçue pour pallier aux inconvénients des deux modèles ACO et PSO utilisés séparément. Un autre inconvénient s'ajoute aux résultats, celui d'un temps d'exécution prohibitif, particulièrement, aux niveaux supérieurs en raison du gros volume des ensembles d'apprentissage.

L'approche de la Swarm Intelligence reste tout de même une approche intéressante pour le domaine de la fouille de données en bioinformatique si l'on trouve le moyen d'améliorer les performances en utilisant, ou en hybridant, d'autres méthodes de cette catégorie, ou bien le moyen de réduire encore plus les espaces de recherche tout en conservant les informations pertinentes.

Référence :

- [1] Parpinelli, R.S., Lopes, H.S.: New Inspirations in Swarm Intelligence: A Survey, *International Journal of Bio-Inspired Computation*, vol. 3, issue 1, pp. 1–16, 2011.
- [2] Yang, X.S., Karamanoglu, M.: *Swarm Intelligence and Bio-Inspired Computation: An Overview*, in: Yang, X.S., Cui, Z., Xiao, R., Gandomi, A.H., Karamanoglu, M. (Eds.), *Swarm intelligence and bio-inspired computation: theory and applications*, Elsevier, pp. 3–23, 2013.
- [3] Dorigo, M., Gambardella, L.M.: *Ant Colonies for the Travelling Salesman Problem*, *BioSystems*, vol. 43, issue 2, pp. 73–81, 1997.
- [4] Dorigo, M., Stützle, T.: *The Ant Colony Optimization Metaheuristic: Algorithms, Applications, and Advances*, in: F. Glover, G.A. Kochenberger (Eds.), *Handbook of Metaheuristics*, *International Series in Operations Research & Management Science*, 57, Springer US, pp. 250–285, 2003.
- [5] Kennedy, J., Eberhart, R.: *Particle Swarm Optimization*, *IEEE International Conference on Neural Networks*, vol. 4, pp. 1942–1948, 1995.
- [6] Poli, R., Kennedy, J., Blackwell, T.: *Particle Swarm Optimization*, *Swarm Intelligence*, vol. 1, issue 1, pp. 33–57, 2007.
- [7] Holden, N., Freitas, A.A.: *A Hybrid Particle Swarm/Ant Colony Algorithm for the Classification of Hierarchical Biological Data*, *IEEE swarm intelligence symposium (SIS)*, pp. 100–107, 2005.
- [8] Holden, N., Freitas, A.A.: *Hierarchical Classification of G-Protein-Coupled Receptors with a PSO/ACO Algorithm*, *IEEE Swarm Intelligence Symposium (SIS)*, pp. 77–84, 2006.
- [9] Das, S., Abraham, A., Konar, A.: *Swarm Intelligence Algorithms in Bioinformatics*, in: A. Kelemen, A. Abraham, Y. Chen (Eds.), *Computational Intelligence in Bioinformatics*, *Studies in Computational Intelligence*, 94, Springer Berlin Heidelberg, pp. 113–147, 2008.
- [10] Rasmussen, T.K., Krink, T.: *Improved Hidden Markov Model Training for Multiple Sequence Alignment by a Particle Swarm Optimization—Evolutionary Algorithm Hybrid*, *Biosystems*, vol. 72, issue 1, pp. 5–17, 2003.
- [11] Chan, A., Freitas, A.A.: *A New Ant Colony Algorithm for Multi-label Classification with Applications in Bioinformatics*, *Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation (GECCO)*, *ACM*, pp. 27–34, 2006.
- [12] Lalwani, S., Kumar, R., Gupta, N.: *A Novel Two-level Particle Swarm Optimization Approach for Efficient Multiple Sequence Alignment*, *Memetic Computing*, pp. 1–15, 2015.
- [13] Perretto, M., Lopes, H.S.: *Reconstruction of Phylogenetic Trees using the Ant Colony Optimization Paradigm*, *Genetics and Molecular Research*, vol. 4, issue 3, pp. 581–589, 2005.
- [14] Dinh, H.Q., Minh, B.Q., Huan, H.X., Von Haeseler, A.: *ACOPHY: A Simple and General Ant Colony Optimization Approach for Phylogenetic Tree Reconstruction*, in: M. Dorigo et al. (Eds.), *Swarm Intelligence, Lecture Notes in Computer Science*, 6234, Springer Berlin Heidelberg, pp. 360–367, 2010.

- [15] Chu, D., Zomaya, A.: Parallel Ant Colony Optimization for 3D Protein Structure Prediction using the HP Lattice Model, in N. Nedjah, L.M. Mourelle, E. Alba (Eds.), *Parallel Evolutionary Computations, Studies in Computational Intelligence*, 22, Springer Berlin Heidelberg, pp. 177–198, 2006.
- [16] Fidanova, S.: 3D HP Protein Folding Problem using Ant Algorithm, *BioPS International Conference*, pp. III.3–III.26, 2006.
- [17] Mansour, N., Kanj, F., Khachfe, H.: Particle Swarm Optimization Approach for Protein Structure Prediction in the 3D HP Model, *Interdisciplinary Sciences: Computational Life Sciences*, vol. 4, issue 3, pp. 190–200, 2012.
- [18] Alqattan, Z.N., Abdullah, R.: A Comparison Between Artificial Bee Colony and Particle Swarm Optimization Algorithms for Protein Structure Prediction Problem, in M. Lee, A. Hirose, Z.G. Hou, R.M. Kil (Eds.), *Neural Information Processing, Lecture Notes in Computer Science*, 8227, Springer Berlin Heidelberg, pp. 331–340, 2013.
- [19] Correa, E.S., Freitas, A.A., Johnson, C.G.: Particle Swarm for Attribute Selection in Bayesian Classification: An Application to Protein Function Prediction, *Journal of Artificial Evolution and Applications*, vol. 17, 2008.
- [20] Nemati, S., Basiri, M.E., Ghasem-Aghaee, N., Aghdam, M.H.: A Novel ACO–GA Hybrid Algorithm for Feature Selection in Protein Function Prediction, *Expert Systems with Applications*, vol. 36, issue 10, pp. 12086–12094, 2009.
- [21] Gu, Q., Ding, Y.: Binary Particle Swarm Optimization based Prediction of G-Protein-coupled Receptor Families with Feature Selection, *ACM/SIGEVO Summit on Genetic and Evolutionary Computation (GEC)*, pp. 171–176, 2009.
- [22] Chou, K.C.: Prediction of G-protein-coupled receptor classes, *Journal of Proteome Research*, vol. 4, issue 4, pp. 1413–1418, 2005.
- [23] Holden, N., Freitas, A.A.: Hierarchical Classification of Protein Function with Ensembles of Rules and Particle Swarm Optimization, *Soft Computing*, vol. 13, issue 3, pp. 259–272, 2009.
- [24] Holden, N., Freitas, A.A.: A hybrid PSO/ACO Algorithm for Classification, *9th Annual Conference Companion on Genetic and Evolutionary Computation, ACM*, pp. 2745–2750, 2007.
- [25] Guo, Y.Z., Li, M., Lu, M., Wen, Z., Wang, K., Li, G., Wu, J.: Classifying G Protein-Coupled Receptors and Nuclear Receptors on the Basis of Protein Power Spectrum from Fast Fourier Transform, *Amino Acids*, vol. 30, issue 4, pp. 397–402, 2006.
- [26] Lundstrom, K.H., Chiu, M.L. (Eds.): *G Protein-Coupled Receptors in Drug Discovery*, Taylor & Francis Group, 2006.
- [27] Maurice, P., Guillaume, J.L., Benleulmi-Chaachoua, A., Daulat, A.M., Kamal, M., Jockers, R.: GPCR-interacting Proteins, Major Players of GPCR Function, *Advances in pharmacology*, vol. 62, pp. 349–379, 2011.
- [28] Suwa, M., Sugihara, M., Ono, Y.: Functional and Structural Overview of G-Protein-Coupled Receptors Comprehensively obtained from Genome Sequences, *Pharmaceuticals*, vol. 4, issue 4, pp. 652–664, 2011.
- [29] Dastmalchi, S., Church, W.B., Morris, M.B.: Modelling the Structures of G Protein-Coupled Receptors aided by Three-dimensional Validation, *BMC bioinformatics*, vol. 9 (Suppl 1), S14, 2008.
- [30] Alem, K.: Contribution à la Prédiction de la Structure Secondaire et Tertiaire des Protéines : Cas des Récepteurs Couplés aux Protéines G (Rhodopsin-like) du Génome Humain, thèse, Université Badji Mokhtar – Annaba, 2011.
- [31] Gloriam, D.E.: GPCRDB: GPCR data, diagrams and tools, *NC-IUPHAR news*, No 6, pp. 3, 2015.
- [32] Isberg, V., Vroling, B., van der Kant, R., Li, K., Vriend, G., Gloriam, D.: GPCRDB: An Information System for G Protein-Coupled Receptors, *Nucleic Acids Research*, vol. 42, Database issue, 2013.
- [33] Vroling, B., Sanders, M., Baakman, C., Borrmann, A., Verhoeven, S., Klomp, J., Oliveira, L., de Vlieg, J., Vriend, G.: GPCRDB: Information System for G Protein-Coupled Receptors, *Nucleic Acids Research*, vol. 39 (Database issue), pp. D309–D319, 2011.
- [34] Huang, Y., Cai, J., Ji, L., Li, Y.: Classifying G-Protein Coupled Receptors with Bagging Classification Tree, *Computational biology and chemistry*, vol. 28, issue 4, pp. 275–280, 2004.
- [35] Zekri, M., Alem, K., Souici-Meslati, L.: Identification Methods of G Protein-Coupled Receptors, *International Journal of Knowledge Discovery in Bioinformatics*, Vol. 2, No. 4, pp. 35–52, 2011.
- [36] Zekri, M., Alem, K., Souici Meslati, L.: Méthodes d'identification de récepteurs couplés aux Protéines G: Un état de l'art, *Conférence Internationale Maghrébine sur l'Extraction et la Gestion de Connaissances (EGC-M'2012)*, pp. 83–88, Hammamet, Tunisie, 2012.
- [37] Davies, M.N., Secker, A., Freitas, A.A., Mendao, M., Timmis, J., Flower, D.R.: On the Hierarchical Classification of G Protein-Coupled Receptors, *Bioinformatics*, vol. 23, issue 23, pp. 3113–3118, 2007.
- [38] Peng, Z.L., Yang, J.Y., Chen, X.: An Improved Classification of G-Protein-Coupled Receptors using Sequence-Derived Features, *BioMed Central Bioinformatics*, vol. 11, 2010.
- [39] Chou, K.C.: Prediction of G-protein-coupled receptor classes, *Journal of Proteome Research*, vol. 4, issue 4, pp. 1413–1418, 2005.
- [40] Xiao, X., Wang, P., Chou, K.C.: GPCR-CA: A Cellular Automaton Image Approach for Predicting G Protein-Coupled Receptor Functional Classes, *Journal of Computational Chemistry*, vol. 30, pp. 1414–1423, 2009.
- [41] Wheeler, D.L., Barrett, T., Benson, D.A., Bryant, S.H., Canese, K., Chetvernin, V., Church, D.M., DiCuccio, M., Edgar, R., Federhen, S., Geer L.Y., Kapustin Y., Khovayko O., Landsman D., Lipman D.J., Madden T.L., Maglott D.R., Ostell, J., Miller V., Pruitt K.D., Schuler G.D., Sequeira E., Sherry S.T., Sirotkin K., Souvorov, A., Starchenko G., Tatusov R.L., Tatusova, T.A., Wagner, L., Yaschenko, E.: Database Resources of the National Center for Biotechnology Information, *Nucleic Acids Research*, vol 35, D5–D12, 2007.

- [42] Chou, K.C.: Prediction of Protein Cellular Attributes using Pseudo-Amino Acid Composition, *Proteins*, vol. 43, pp. 246–255, 2001.
- [43] Chou, K.C.: Pseudo Amino Acid Composition and its Applications in Bioinformatics, Proteomics and System Biology, *Current Proteomics*, vol. 6, pp. 262–27, 2009.
- [44] Chou, K.C.: Using Amphiphilic Pseudo Amino Acid Composition to Predict Enzyme Subfamily Classes, *Bioinformatics*, vol. 21, issue 1, pp. 10–19, 2005.
- [45] Shen, H.B., Chou, K.C.: PseAAC: A Flexible Web Server for Generating Various Kinds of Protein Pseudo Amino Acid Composition, *Analytical Biochemistry*, vol. 373, issue 2, pp. 386–388, 2008.
- [46] Du, P., Wang, X., Chao X., Gao, Y.: PseAAC-Builder: A Cross-platform Stand-alone Program for Generating Various Special Chou's Pseudo-Amino Acid Compositions, *Analytical Biochemistry*, vol. 425, pp. 117–119, 2012.
- [47] Cao, D.S., Xu, Q. S., Liang, Y.Z.: Propy: A Tool to Generate Various Modes of Chou's PseAAC, *Bioinformatics*, vol. 29, issue 7, pp. 960–962, 2013.
- [48] Zekri, M., Alem, K., Souici-Meslati, L.: Immunological Computation for Protein Function Prediction, accepted for publication in *Fundamenta Informaticae* journal, Vol. 139, pp. 91-114, 2015.



Un système de recommandation hybride basé flou adapté à l'apprentissage amélioré par la technologie

Majda Maâtallah^{a*}, Hassina Séridi^b, Abdelmadjid Benmachiche^c, Amina Makhoulf^c

^aLaboratoire de Gestion de Document Electronique(LabGED), Département d'Informatique, Université Chadli Bendjedid- El Tarf, Algérie.

^bLaboratoire de Gestion de Document Electronique (LabGED), Département d'Informatique, Université Badji Mokhtar- Annaba, Algérie.

^cLaboratoire de Recherche en Informatique (LRI), Département d'Informatique, Université Chadli Bendjedid- El Tarf, Algérie.

Informations	Résumé
<p>Mots clés :</p> <p>Apprentissage amélioré par la technologie Systèmes de Recommandation Filtrage Collaboratif Filtrage basé sur le Contenu profil apprenant FCM Factorisation Matricielle.</p> <p>*Correspondance : majda_maatallah@yahoo.fr</p> <p>Reçu le 02 avril 2018, Révisé le 13 mai 2018, Accepté le 14 mai 2018.</p>	<p>Les systèmes de recommandation (SR) sont largement utilisés de nos jours dans de nombreux domaines pour générer les items d'intérêt. Récemment, ils ont été appliqués dans le domaine de l'apprentissage amélioré par la technologie (Technology Enhanced Learning TEL) afin de permettre la recommandation des ressources d'apprentissage pertinentes pour aider les enseignants et les apprenants. Dans cet article, nous proposons une nouvelle technique de recommandation qui combine un algorithme de filtrage collaboratif flou avec un algorithme basé contenu pour améliorer la recommandation, en utilisant les préférences des apprenants et l'importance de la connaissance, pour recommander des items avec différents contextes, afin de réduire l'effet du problème célèbre de la stabilité des SR par rapport à la dynamique du profil de l'apprenant. Les évaluations empiriques montrent que la technique proposée est réalisable et efficace.</p>

1. Introduction

Le développement Web a créé un besoin de nouvelles techniques pour aider les utilisateurs à trouver ce qu'ils veulent et aussi pour savoir que l'information existe, ces techniques sont appelées Systèmes de Recommandation (RS). Les SR sont généralement construits sur la base de deux types de méthodes différentes : le Filtrage basé sur le Contenu (FBC) et le Filtrage Collaboratif (FC). Les SR souffrent de plusieurs problèmes définis dans [1], où l'un d'eux est le problème de la stabilité du système par rapport au profil dynamique de l'utilisateur (Dynamicity vs. Plasticity Problem) [1]. Ce problème résulte de l'incapacité du système à suivre l'évolution du comportement de l'utilisateur, car dans les SR une fois que le profil d'un utilisateur a été établi, il est difficile de le changer.

Les RS sont largement utilisés dans de nombreux domaines, en particulier dans le commerce électronique [2-3-4]. Récemment, cette technologie a été appliquée dans le domaine de l'apprentissage en ligne (e-learning), plus particulièrement, dans *l'apprentissage amélioré par la technologie* (TEL) [5], afin de personnaliser le contenu d'apprentissage et de connecter les apprenants appropriés en fonction de leurs besoins, préférences et objectifs d'apprentissage

L'apprentissage amélioré par la technologie peut être différencié en apprentissage formels et non formels. Dans l'apprentissage non formel, les apprenants agissent de manière plus autonome et sont responsables de leur propre apprentissage. Le processus d'apprentissage n'est pas conçu par une institution ou des enseignants responsables

comme dans l'apprentissage formel, mais il dépend des préférences et des choix des apprenants, qui sont similaires aux consommateurs qui recherchent des produits sur Internet. Ainsi, les apprenants tout au long de la vie doivent avoir une vue d'ensemble des activités d'apprentissage disponibles et décider lesquels correspondent le mieux à leurs besoins personnels, leurs préférences, leurs connaissances antérieures et leur situation actuelle. Ce qui rend nécessaire l'utilisation des systèmes de recommandation personnalisée (SRP), capables de proposer des ressources et des activités d'apprentissage en fonction des besoins individuels des apprenants, leurs objectifs d'apprentissage, leur contexte et permettent une collaboration accrue entre eux.

Cependant, les besoins et les préférences d'un apprenant peuvent changer au cours d'une période de temps, même dans le même temps où il veut apprendre des ressources avec un contexte différent. Cela crée le besoin de concevoir des RS adaptatifs (SRA) capables de générer des recommandations avec des goûts différents en fonction de l'évolution du profil de l'apprenant. La conception des SRA est un grand défi en raison du problème de la stabilité Vs. plasticité de ces systèmes.

Cependant, les recommandations dans le domaine de l'apprentissage amélioré par la technologie dépendent non seulement des préférences de l'apprenant mais aussi du contexte [6]; ce qui rend de plus en plus important l'utilisation du FBC dans le processus de recommandation. À cette fin, nous élaborons une technique hybride qui combine un algorithme du FC hybride flou avec le FBC, en utilisant des informations taxonomiques pour générer des recommandations multi-contexte avec de meilleures performances.

L'article est organisé comme suit. La section deux, présente le domaine des SR et la troisième section, contient quelques systèmes de recommandation déployés dans le domaine de l'apprentissage amélioré par la technologie. Ensuite, nous décrivons notre technique hybride floue proposée pour recommander des ressources d'apprentissage avec des goûts différents, dans la section quatre. Les résultats empiriques sont présentés dans la cinquième section. A la fin, nous donnons quelques conclusions et perspectives.

2. Les Systèmes de Recommandation

Les SR fournissent des informations adéquates aux besoins des personnes d'une

manière passive, car l'utilisateur ne rend pas explicite ses besoins à travers une requête (ou l'expression d'un besoin spécifique) comme c'est le cas dans la recherche d'information. Dans les SR, une représentation de l'utilisateur appelée "Profil utilisateur" est utilisée pour lui envoyer des informations. Ces informations proviennent généralement d'un flux dynamique ou obtenues via un agent [7]. Elles sont ensuite comparées avec les différents profils disponibles pour déterminer ceux auxquels ils correspondent [8]. Ainsi, les SR ont l'intention d'envoyer, à partir d'une grande quantité d'informations générées dynamiquement, les informations jugées pertinentes. Par conséquent, le filtrage est interprété comme l'élimination des données indésirables sur un flux entrant, plutôt que la recherche de données spécifiques sur ce flux.

Les RS sont généralement construits sur la base de deux types de méthodes différentes : le Filtrage Basé sur le Contenu (FBC) et le Filtrage Collaboratif (FC). L'approche du FBC génère des recommandations de contenu basées sur les caractéristiques des utilisateurs ou des items, tandis que la méthode du FC utilise simplement les évaluations effectuées par les utilisateurs sur les items pour prédire les évaluations inconnues des nouvelles paires utilisateur-item. De son côté, le FC est catégorisé en deux classes : les méthodes basées mémoire (voisinage) et les méthodes basées modèles, où se trouvent les méthodes de factorisation. Les algorithmes basés sur la factorisation sont, généralement, considérés comme plus efficaces que ceux basés sur la mémoire. Néanmoins, ils sont souvent complémentaires et la meilleure performance est obtenue en les combinant [9]. L'hybridation [10] entre les approches du FC et du FBC a fait l'objet d'intérêt dans de nombreux travaux sur les SR, pour en profiter de leurs avantages.

L'un des problèmes majeurs des SR est le problème de la stabilité des SR par rapport au profil dynamique de l'utilisateur (Problème de Stabilité vs. Plasticité) [2]. Pour surmonter ce problème, nous avons proposé une approche hybride combinant l'approche basée contenu, et qui utilise l'information taxonomique pour représenter le contenu des items, et l'approche collaborative, qui utilise les préférences des utilisateurs similaires (voisins) pour prédire les préférences de l'utilisateur, générant ainsi des recommandations diversifiées qui correspondent à ses besoins en fonction de son degré d'appartenance à différents clusters. Ces valeurs d'appartenance à différents clusters peuvent être obtenues dans la phase du FC en appliquant la logique floue [11], ou également l'algorithme Fuzzy C-means (FCM) [12].

En raison des deux défis majeurs pour les systèmes basés sur le FC, qui sont les problèmes de scalabilité et de Sparsity, l'application de l'algorithme FCM traditionnel peut faire face à certaines difficultés. De ce point, notre objectif était de concevoir un algorithme du FC efficace qui garantisse une affectation multiple d'un utilisateur à différents clusters, en modifiant la fonction objective du FCM à une fonction de factorisation matricielle (FM) [13].

3. Etat de l'art

Beaucoup de SR ont été déployés dans le domaine de l'apprentissage amélioré par technologie, comme l'a montré Manouselis et al. [5], pour avoir recommandé des matériels d'apprentissage et des ressources aux apprenants dans un environnement d'apprentissage formel et informel [14]. Concrètement, Garcia et al. [15] ont utilisé les règles d'association sous la forme de règles IF-THEN pour découvrir les informations d'intérêt à travers les données de performance des étudiants, puis générer la recommandation basée sur ces règles. Bobadilla et al. [16] ont utilisé un système basé FC où ils ont incorporé le score de test des apprenants dans la fonction de prédiction d'item. Dans Soonthornphisaj et al. [17], le FC est appliqué pour prédire les objets d'apprentissage les plus appropriés aux apprenants ; alors que Ge et al. [18] ont combiné entre FC et FBC pour faire une recommandation personnalisée pour un module de sélection de didacticiels. Enfin, Thay-Nghe et al. [19] ont appliqué la technique de FM dans le contexte éducatif, pour prédire les performances des élèves. Une étude critique des techniques de recommandation concernant leur applicabilité et leur utilité dans le domaine TEL a été présentée dans [14], fournissant un aperçu des avantages et des inconvénients de chaque technique, et rend compte de l'utilité envisagée de chacune pour les recommandataires de TEL. Pour plus de détails sur les systèmes de recommandation appliqués dans le domaine TEL, veuillez vous reporter à [5].

Généralement, les SR dans l'apprentissage en ligne traitent de l'information sur les apprenants et les activités d'apprentissage et pourraient suivre l'évolution du profil de l'apprenant (comportement) au cours de ses différents niveaux d'apprentissage. Pour ce faire, nous proposons une nouvelle technique hybride qui combine le FC (en utilisant la méthode de FM) et le FBC pour mieux prédire les besoins de l'apprenant. La technique proposée permet de générer des recommandations de ressources d'apprentissage pour les apprenants tout au long

de la vie qui correspondent à leurs différents intérêts, en suivant l'évolution de leurs profils.

4. Contribution

Pour améliorer la qualité de la recommandation, l'objectif principal de notre travail est de concevoir un algorithme de clustering pour améliorer la précision du FC dans les systèmes de recommandation, en commençant par la création des clusters dans le système. Ensuite, en affectant les nouveaux apprenants aux groupes pertinents, qui sont les plus similaires en termes de goût, d'activités d'apprentissage et d'objectifs. La description de notre approche proposée est divisée en deux sections principales : La première contient la description de l'algorithme du FC qui garantit une multi-affectation de l'apprenant actuel aux différents clusters, et la prédiction des scores des items. La deuxième partie, contient l'algorithme de recommandation adapté au domaine de l'apprentissage amélioré par la technologie, en incorporant la performance de l'apprenant.

4.1. Description de l'environnement

Nous introduisons d'abord quelques notations, supposons que nous traitons des relations entre deux types d'entités u et c , que nous appelons «utilisateur» et «item», ou «apprenant» et «cours», respectivement, et pour certains u et c nous observons un score (évaluation) relationnel(le) $r_{u,c}$ que nous appelons «évaluation (rating)». Nous envisageons un monde avec :

- Un ensemble d'apprenants $U = \{u_1, u_2, \dots, u_N\}$;
- Un ensemble de cours $C = \{c_1, c_2, \dots, c_M\}$.
- Chaque item est décrit par un ensemble de descripteurs $D(t) = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ tel que $|D(t)| \geq 1$. Un descripteur taxonomique d est une séquence ordonnée de sujets (ou thèmes) p dénotée par $d = \{p_0, p_1, \dots, p_q\}$ où $d \in D(c)$, $c \in C$. Les thèmes d'un descripteur sont séquencés de sorte que les anciens thèmes soient des super-thèmes des derniers sujets, où le super-thème couvre le terme général du domaine et le sous-thème couvre un terme plus spécifique.
- $r_{u,c}$ L'évaluation du cours c faite par l'apprenant u . Toutes les évaluations faites par l'apprenant forment un vecteur r_u , qui représente son profil. La matrice d'évaluation est R .
- $Z_{(u, k)}$ La probabilité que l'apprenant u appartient au groupe k ; $Z = (Z_{(u, k)})$ est la matrice de probabilité $U \times K$, où U, K sont le

- nombre d'apprenants et de groupes, respectivement.
- $uc_{(k, c)}$ La moyenne des évaluations faites par les membres du groupe k à l'item c , et $UC = (m(k, c))$ est la matrice des centroïdes $K \times C$, où C est le nombre d'items (cours).

4.2. Algorithme du Filtrage Collaboratif basé flou

Comme mentionné ci-dessus, cette partie est consacrée à la description de notre nouvel algorithme du FC. A partir de l'étude de la littérature sur les algorithmes du FC, nous avons mis les principales étapes de notre algorithme :

- Tout d'abord, la construction automatique des clusters dans le système à partir de la matrice d'évaluation en utilisant la méthode de Factorisation Matricielle Non Négative (FMNN). La raison derrière le choix d'utilisation de cette méthode est la réduction du problème d'évolutivité de données, qui survient lors de l'ajout d'un nouvel utilisateur ou d'un nouvel item. De plus, la matrice de probabilité qui en résulte peut être utilisée pour traiter les données afin de résoudre plus efficacement les problèmes du FC à grande échelle.
- Ensuite, pour la sélection du voisinage, nous proposons de ne considérer que les K -plus proches voisins appartenant aux C -plus proches clusters suivant le principe de [20-9] mais en utilisant l'extension floue de l'algorithme.
- Et enfin, La prédiction des préférences de l'apprenant.

4.2.1. Algorithme de clustering des utilisateurs : FCM modifié en FMNN (MFCMtoNNMF)

Dans cette étape, nous allons factoriser la matrice d'évaluation R en deux matrices Z et UC . où Z est la matrice de probabilité et UC est la matrice des centres de clusters.

Nous utiliserons une version modifiée de FCM en FMNN suivant le même principe de WU et LI [13], en ajoutant la contrainte de non-négativité sur les éléments de la matrice UC . Puisque UC est la matrice des centres de cluster où chaque élément est la moyenne des évaluations faites par les membres d'un cluster c à un cours donné c , donc ses composants doivent être ≥ 0 . Le problème à résoudre avec la nouvelle contrainte est :

$$H(Z, UC) = \frac{1}{2} \sum_{(u,c) \in P} (r_{uc} - \frac{1}{\sum_{k=1}^K e^{z_{uk}}} \sum_{k=1}^K e^{z_{uk}} uc_{k,c})^2 + \lambda_1 \|uc\|_F^2 + \lambda_2 \|z\|_F^2 \tag{1}$$

St. $Z_1 = \mathbf{1}$; $Z \geq 0$; $UC \geq 0$.

Où, $r_{u,c}$ est l'évaluation faite par l'utilisateur u à l'item c , et $e^{z_{uk}}$ est la probabilité que cet utilisateur appartienne au cluster k , ayant comme centre $uc_{k,c}$ qui est la moyenne des évaluations faites par les membres de ce groupe à ce cours, avec k un nombre positive. $0 \leq \lambda_1, \lambda_2 \leq 1$ sont des petits paramètres de régularisation définis à travers les expérimentations. Sachant que nous avons utilisé une formule de normalisation de la matrice de probabilité Z pour mettre la somme des éléments de chaque ligne égale à 1.

Pour résoudre ce problème, nous avons utilisé l'algorithme des moindres carrés contraints alternatif (ACLS Alternate Constrained Least Squares Algorithm) proposé dans [21].

Et pour initialiser l'algorithme ACLS, nous avons proposé une version modifiée de la méthode d'initialisation aléatoire Acol citée en [21] en initialisant chaque ligne de la matrice C en faisant la moyenne de p lignes aléatoires de la matrice d'évaluation R . Nous appelons cette méthode, méthode d'initialisation Rows aléatoires.

4.2.2. Pré-sélection et sélection des voisins.

Une étape importante dans l'algorithme du FC est la recherche de voisins de l'apprenant actuel. Les méthodes traditionnelles ont généralement besoin de rechercher toute la base de données, qui souffre certainement du problème d'évolutivité. Nous avons proposé une version ajustée de l'algorithme de voisinage flou suivant le même principe que dans [9-20] comme suit :

- Calculer la similarité entre l'apprenant actif et tous les clusters pour sélectionner les C -Plus Proches Clusters Flous (CPPCF) [22]. Nous n'avons considéré que le CPPCF car il n'est pas intéressant d'affecter l'apprenant à des groupes dissimilaires.
- Calculer la similarité entre l'apprenant actif et les membres des CPPCF afin de sélectionner les K -Plus Proches Voisins Flous (FKNN) [22] en utilisant les degrés d'appartenance de l'apprenant aux clusters afin de minimiser les calculs.

Pour calculer la similarité entre apprenants, nous avons proposé d'utiliser la différence entre les degrés d'appartenance au même cluster comme mesure de similarité entre l'apprenant actif et les membres des CPPCF. Où, la similarité entre deux apprenants augmente lorsque la différence entre leurs degrés d'appartenance tend vers 0.

4.3. La prédiction basée FC des préférences de l'apprenant

Similaire à l'idée présentée dans [9-20], nous proposons un cadre qui peut effectivement améliorer les performances, en combinant linéairement les résultats de prédiction de l'algorithme de *clustering*, et des algorithmes, basé utilisateur et basé item, respectivement, comme la prédiction basée FC

$$CFB_{pred}(u,c) = \delta \hat{m}_{u,c} + \alpha(1-\delta)\hat{u}_{u,c} + (1-\alpha)(1-\delta)\hat{i}_{u,c} \quad (2)$$

Où $\hat{m}_{u,c}$, $\hat{u}_{u,c}$ et $\hat{i}_{u,c}$ sont les prédictions basées modèle, sur l'utilisateur et sur les items, respectivement. $0 \leq \lambda, \delta \leq 1$ sont des coefficients de fusion pour contrôler le poids entre les différentes prédictions, que nous allons définir expérimentalement

Après l'application des méthodes de prédiction basées sur le FC, les valeurs dans les cellules de la matrice apprenant-cours sont mises à jour. Ainsi, l'éparpillement de la matrice est donc réduit. Cependant, il peut toujours y avoir des cellules vides en raison du nombre insuffisant des plus proches voisins pour cet apprenant. Pour cette raison, il est nécessaire d'utiliser les informations de contenu pour faire des prédictions pour chaque paire apprenant-cours. Puis, fusionner les deux types de prédictions pour avoir une matrice d'évaluation complète.

4.4. Filtrage basé sur le contenu

Pour prédire les évaluations inconnues en se basant sur le contenu, nous devons avoir un ensemble de caractéristiques pour décrire le contenu des items afin de corrélérer les items similaires. Dans notre système, les items sont des cours et les caractéristiques sont les thèmes ou sujets (informations utilisées pour décrire le contenu des cours).

Nous proposons de calculer la fréquence d'occurrence de chaque thème (sujet) dans tous les items évalués par l'apprenant actif u_a . Ensuite, nous attribuerons une note à chaque thème afin de promouvoir les cours en fonction de l'apparence des sujets et des évaluations faites par les apprenants à chaque cours. La raison est que deux sujets $p1$ et $p2$ appartiennent à deux cours $c1$ et $c2$, respectivement, peuvent avoir la même fréquence d'occurrence dans l'ensemble des items évalués par u_a , mais le cours $c1$ a eu une meilleure évaluation par rapport au cours $c2$. Par conséquent, les préférences de l'apprenant devraient promouvoir $p1$ à $c1$ sur $p2$ à $c2$ à travers leurs scores dans le vecteur des préférences. Ainsi, le score attribué au sujet pn

dans le vecteur des préférences de l'apprenant u_a est calculé comme suit

$$score(p_n, \bar{V}_{u_a}) = \frac{\sum_{pn \in c(ua)} (rating(ua,c) \cdot Occur(p_n))}{|c(ua)|} \quad (3)$$

Tels que $|c(ua)|$ est le nombre d'articles évalués par u_a . $rating(ua, c)$ est l'évaluation effectuée par u_a au cours c contenant le sujet pn , et $Occur(p_n)$ représente la fréquence d'occurrence du sujet pn dans l'ensemble des items évalués par u_a .

Après avoir donné un score pour chaque sujet, nous calculons la similarité entre le cours de test et l'ensemble des cours évalués par l'apprenant actif pour sélectionner les cours les plus proches du cours de test. Nous proposons d'utiliser la mesure de similarité cosinus pour calculer la similarité entre deux vecteurs de cours.

4.4.1. Prédiction basée sur le contenu

Enfin, nous faisons la prédiction basée sur le contenu des valeurs inconnues. La prédiction d'évaluation pour un cours non vu est formulée comme suit :

$$CB_{pred}(u_a, c) = \frac{\sum_{m \in TNI(c)} rating(u_a, m) \cdot sim(c, m)}{\sum_{m \in TNI(c)} sim(c, m)} \quad (4)$$

Où $rating(u_a, m)$ représente l'évaluation faite par l'apprenant u_a au cours $m \in TNI(c)$ et $sim(c, m)$ est la similarité calculée dans la section précédente.

Ce type de prédiction utilise des sujets pour prédire les évaluations inconnues. Ainsi, il a besoin de sujets prédictifs pour réaliser une bonne prédiction qui limite l'efficacité de l'utilisation de cette prédiction seule. Pour répondre aux limitations des prédictions fondées sur le FC et sur le contenu, nous procédons à une hybridation entre elles.

4.5. Prédiction hybride

Dans cette section, nous présenterons notre modèle de prédiction hybride qui combine la prédiction basée sur le FC et la prédiction basée sur le contenu afin d'obtenir une matrice *apprenant-cours* complète. Notre schéma de prédiction hybride proposé est défini comme suit :

$$Final_pred = \alpha \times CFB_pr(ua, c) + (1-\alpha) \times CB_pred(ua, c) \quad (5)$$

Où α est utilisé pour contrôler le poids entre les deux prédictions.

4.6. La Recommandation Top-K

Après avoir appliqué l'algorithme du FC cité ci-dessus, nous obtenons des prédictions des items non vus par l'apprenant actif. Ensuite, nous appliquons la procédure de génération de la recommandation.

La première étape consiste à calculer les scores des items en fonction des préférences des clusters et de la prédiction des préférences de l'apprenant, afin de sélectionner les Top-N items dans chaque groupe. Ensuite, une liste des Top-K items est sélectionnée parmi les Top-N items.

Les items (cours) préférés sont déterminés par le nombre d'apprenants les plus proches ayant évalué le cours (popularité), et la moyennes de leurs évaluations explicites par:

$$C_pref(uc,c) = \beta * moy(uc,c) + (1 - \beta) * pop(uc,c) \tag{6}$$

Où, $moy(uc,c)$ est la moyenne des évaluations explicites faites par les membres du cluster uc pour le cours c , et elle est obtenue à partir de la matrice des centres de clusters UC , et $pop(c,t)$ est la popularité du cours c dans le cluster uc , calculée comme le nombre d'utilisateurs appartenant au cluster uc qui ont évalués le cours c . β est une variable utilisée pour ajuster le poids entre la moyenne des évaluations des items et la popularité de l'item.

Cette formule est basée uniquement sur les évaluations explicites. Pour appliquer cette formule dans le domaine de l'apprentissage amélioré par la technologie TEL, nous introduisons l'importance de la connaissance proposée dans [16]. Ainsi, la moyenne sera remplacée par une estimation de l'évaluation d'un cours en tenant compte de l'importance de la connaissance des apprenants qui ont évalué le cours;

$$e(uc,c) = \frac{1}{\mu} \sum_{u=1}^{FKNN} \bar{c}_u r_{u,c} \tag{7}$$

Où $\mu = \sum_{u=1}^{FKNN} \bar{c}_u$ est la somme des notes moyennes des tests, tel que \bar{c}_u est calculé comme

$$\bar{c}_u = \frac{1}{S} \sum_{s=1}^S c_{u,s} \tag{8}$$

Où $c_{u,s}$ est la note obtenue par l'apprenant u dans le test s . $r_{u,c}$ est l'évaluation explicite de l'apprenant dans le cours c . Ainsi, la formule C_pref devient comme suit :

$$C_pref(uc,c) = \beta * e(uc,c) + (1 - \beta) * pop(uc,c) \tag{9}$$

Ensuite, un score est attribué à chaque item (cours), afin de classer les items en fonction des préférences du cluster et des préférences prédites de l'apprenant, avec la formule

$$Rank_{u,i} = \theta C_pref(uc,c) + (1 - \theta) \hat{r}(u,c) \tag{10}$$

Avec, $0 \leq \theta \leq 1$ est un facteur pour ajuster le poids.

La liste de recommandation à générer dans le cluster uc est choisie en sélectionnant les TOP-N items ayant les scores les plus élevés. Ensuite, les TOP-K items seront définis comme suit

$$K = z_{u,uc} * N \tag{11}$$

Où N est le nombre d'items sélectionnés dans le cluster uc et $z_{u,uc}$ est le degré d'appartenance de l'apprenant u à uc . La recommandation finale est formellement représentée comme suit :

$$\sum_{uc \in C-FNP(u)} TOP - K(uc,i) \tag{12}$$

5. Application: Expérience et Résultats

5.1. Moodle Dataset

Moodle¹ est une plateforme de logiciel d'apprentissage en ligne gratuite. En raison de l'absence d'ensembles de données accessibles au public pour l'apprentissage formel et non formel, nous avons utilisé une base de données très connue dans les SR, *BX-Book-Rating*² et nous considérons que chaque livre est une ressource d'apprentissage ou un cours. Nous avons limité notre validation à un sous-ensemble de cette base en sélectionnant seulement 21 apprenants, 20 cours et nous avons ajouté des informations sur le niveau de connaissance de l'apprenant, qui sont ses notes dans les tests, et nous l'avons intégré à notre technique dans la plateforme Moodle. Comme montré dans (Fig. 1).



¹ www.moodle.org

² www.informatik.uni-freiburg.de/~chiegler/BX/

Fig. 1 : Plateforme Moodle avec notre ensemble de données

5.2. Erreur absolue moyenne (MAE)

Nous choisissons l'erreur absolue moyenne (MAE) comme mesure d'évaluation pour calculer la performance de notre algorithme du FC.

$$MAE = \frac{\sum_{u,a,c} |r_{u,a,c} - \tilde{r}_{u,a,c}|}{|N|} \quad (13)$$

Comme nous sommes dans le domaine TEL, nous avons appliquée la métrique MAE adaptée au domaine de l'e-learning proposée par [16], afin de prendre en compte l'importance de la connaissance de l'apprenant (ses différentes notes de test). La nouvelle métrique est la suivante

$$MAE = \frac{1}{|k|} \sum_{k=1}^{[k]} r_{u,a,c} - [(1 - \alpha)]e_c + \alpha r_{u,a,c}; \quad 0 < \alpha < 1 \quad (14)$$

5.3. F1 métrique

Pour évaluer la performance de la recommandation Top-K, nous avons utilisé la métrique F_1

$$F_1 = \frac{2PR}{P+R} \quad (15)$$

Où P et R sont la précision et le rappel, respectivement et ils sont calculés comme

$$P = \frac{N_t}{N} , R = \frac{N_t}{N_p} \quad (16)$$

N: Le nombre total d'items; N_t : Nombre d'items pertinents trouvés et N_p : Nombre total d'items pertinents

5.4. Évaluation de la performance de la nouvelle technique du FC flou

Comme l'échantillon de données sur lequel nous avons appliqué notre algorithme est plus petit que celui utilisé par [16], nous ne pouvons donc pas les comparer. Comme Bobadilla dans [16], a utilisé quatre groupes de taille variant entre 15 et 90, et nous avons utilisé seulement trois groupes de taille comprise entre 5 et 10. Nous évaluons la performance en utilisant la nouvelle métrique MAE adaptée au domaine de l'e-learning. Les résultats sont montrés sur Fig. 2.

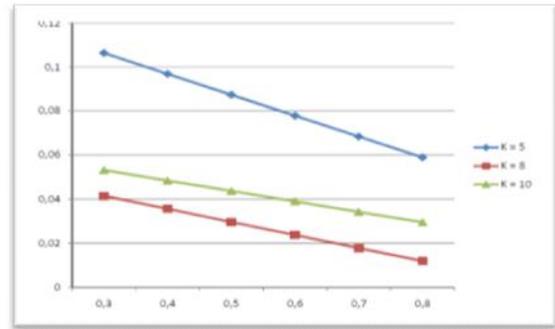


Fig. 2 : Performance MAE, petites valeurs signifie une meilleure performance

De la Figure (Fig. 2), Nous observons que l'erreur MAE a une relation inverse avec la taille des clusters K, et les différentes valeurs de α [0.3 - 0.8], respectivement, c.à.d. plus K et α sont grands; plus la valeur de MAE est faible. On a remarqué que dans presque tous les cas la nouvelle MAE est plus petite que l'erreur MAE traditionnelle, ce qui est dû à la soustraction des deux produits des valeurs sur l'axe des ordonnées.

Donc, la précision du système est meilleure quand la nouvelle métrique est appliquée, et cela est dû à la pondération favorable de la connaissance des utilisateurs.

5.5. Évaluation de la performance de la recommandation Top-K

La Figure (Fig. 3), ci-dessous montre l'évolution de la métrique F1 avec le nombre de cours recommandés.

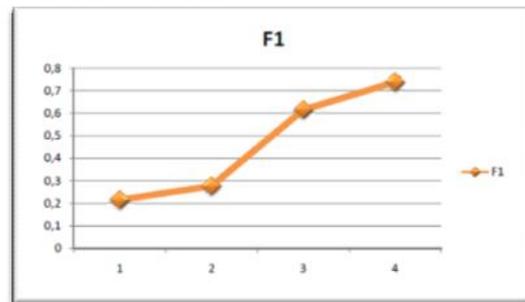


Fig. 3 : Métrique F1

Nous observons sur la Figure 3 que la métrique F1 augmente jusqu'à 15 cours évalués. Les valeurs F1 varient en fonction du nombre d'items pertinents. On peut dire aussi à partir de la figure que la performance du système de recommandation est bonne.

6. Conclusion et Perspectives

Les systèmes de recommandation sont largement utilisés récemment dans le domaine de l'apprentissage amélioré par la technologie, ce qui crée le besoin de faire adapter ces systèmes à l'apprentissage en ligne. Pour cela,

nous avons proposé dans cet article, une nouvelle approche qui utilise un système de recommandation adapté au domaine de l'apprentissage amélioré par la technologie, surtout s'il s'agit d'une recommandation d'objets d'apprentissage appartenant à différents contextes. Les résultats expérimentaux ont montré que l'approche proposée et qui est adaptée au domaine de l'apprentissage amélioré par la technologie a amélioré la précision de la recommandation et a donné des résultats acceptables vu le nombre restreint des échantillons de test.

Comme perspective, nous envisageons l'utilisation d'un ensemble d'échantillons plus grand afin de tester encore mieux la faisabilité et l'efficacité du système.

Référence :

- [1] Burke R. (2002). Hybrid recommender systems: Survey and experiments, *User Modeling and User Adapted Interaction*, vol. 12, 4: 331-370.
- [2] Li-Tung Weng, Yue Xu Yuefeng Li, R. Nayak. 2008. Exploiting Item Taxonomy for Solving Cold-Start Problem in Recommendation Making. *Tools with Artificial Intelligence, ICTAI'08, 20th IEEE International Conference*, 2: 113-120.
- [3] S. Rendle, C. Freudenthaler, L. Schmidt-Thieme, (2010). Factorizing personalized Markov chains for next-basket recommendation, in *Proc. of the 19th IC on WWW, ACM*, 811-820.
- [4] Y. Koren, R. Bell, C. Volinsky, (2009). *Matrix Factorization Techniques for Recommender Systems*. IEEE Computer Society Press 42, 8: 30-37, ISSN 0018-9162
- [5] N. Manouselis, H. Drachsler, R. Vuorikari, H. Hummel, R. Koper, (2010): *Recommender Systems in Technology Enhanced Learning*, in the 1st RSs Handbook, Springer-Berlin.
- [6] N. Manouselis and Hendrick, (2009). How Recommender Systems in Technology-Enhanced Learning depend on Context, In the 1st International Workshop on Context-Aware Middleware and Services, CAMS'.
- [7] Benmachiche, A., Bouhadada, T., Laskri M, T., Zendi, A. (2016). A dynamic navigation for autonomous mobile robots, *iospress: Intelligent Decision Technologies*, ISSN 1875-8843 (E), Volume 10, Issue 1,
- [8] Belkin N.J., Croft W.B. (1992). Information filtering and information retrieval: two sides of the same coin?, *Communication of the ACM*, vol. 35, 12: 29-38,
- [9] Chen G., Wang F., Zhang C. (2009). Collaborative Filtering Using Orthogonal Nonnegative Matrix Tri-factorization. *Journal of Information Processing and Management*, Volume 45,
- [10] Makhlof A. Lazli L. Bensaker B. (2016). Structure evolution of Hidden Markov Models FOR Audiovisual Arabic Speech recognition, *Inter. Journal of signal and Imaging Systems Engineering, IJSISE*, 9(1): 55-66.
- [11] Maatallah M. and Seridi H. (2010) "A Fuzzy Hybrid Recommender System, the 1st International Conference on Machine and Web Intelligence, ICMWI'10.
- [12] C. Bezdek. (1973). *Fuzzy mathematics in pattern classification*. ph.D. dissertation. Cornell Univ.. Ithaca, NY,
- [13] Wu J. and Li T. (2008). A modified fuzzy C-means algorithm for collaborative filtering. *Proc. of the 2nd KDD Workshop on Large-Scale RSs and the NPC, ACM New York*.
- [14] H. Drachsler, H. G. K. Hummel, R. Koper. (2010). Identifying the Goal, User model and Conditions of Recommender Systems for Formal and Informal Learning, *Journal of DI* 10.
- [15] E.Garcia, C.Romero, S.Ventura, C.D.Castro, (2009). An architecture for making recommendations to courseware authors using association rule mining and collaborative filtering, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, Vol 19(1-2),
- [16] J. Bobadilla, F. Serradilla, A. Hernando, (2009). Collaborative filtering adapted to recommender systems of e-learning, *Knowledge-Based Systems, Journal of KBS*, vol 22 (4).
- [17] N. Soonthornphisaj, E. Rojsattarat, S. Yim-ngam, (2006). Smart E-Learning Using Recommender System, *International Conference on Intelligent Computing*, 518-523,
- [18] L. Ge, W. Kong, J. Luo, (2006). Courseware Recommendation in E-Learning System, *International Conference on Web-based Learning (ICWL' 06)*, 10-24,
- [19] Nguyen Thai-Nghe, Lucas Drumond, Artus Krohn-Grimberghe, Lars Schmidt-Thieme. 2010. Recommender System for Predicting Student Performance, 1st Workshop on RSs for TEL, *Procedia Computer Science, Elsevier*,
- [20] G.-R. Xue, C. Lin, Q. Yang, W. Xi, H.-J. Zeng, Y. Yu, and Z. Chen. 2005. Scalable collaborative filtering using cluster-based smoothing. In *Proc. of SIGIR*,
- [21] Amy Langville, Carl Meyer, Russell Albright, James Cox and David Duling, 2006. Algorithms, Initializations, and Convergence for the Nonnegative Matrix Factorization, *KDD*
- [22] James M.Keller, Michael R.Gray, James A.Givens, JR, 1985. A Fuzzy Nearest Neighbor Algorithm, *IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics*, VOL.SMC-15.
- [23] J. Wang, A. P. de Vries, and M. J. T. Reinders. 2006. Unifying user-based and item-based collaborative filtering approaches by similarity fusion. In *Proc. of SIGIR*,



Apprentissage évolutif d'une chaîne de Markov cachée pour la Reconnaissance automatique de la parole audiovisuelle

Makhlouf Amina^{a, b,*}, Bouhadada Tahar^b, Benmachiche Abdelmadjid^{a, b}, Maatallah Majda^{a, b}

^a Département d'informatique, Université Chadli BENDJEDID- El Tarf, Algérie.

^b Laboratoire de Recherche en Informatique (LRI), Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie.

Informations	Résumé
<p>Mots clés :</p> <p>La reconnaissance automatique de la parole fusion audiovisuelle information visuelle DCT RASTA-PLP GA-HMM optimisation.</p> <p>*Correspondance : Makhlouf_Amina@yahoo.fr</p> <p>Reçu le 12 mars 2018, Révisé le 24 mai 2018, Accepté le 25 mai 2018.</p>	<p>La présence de bruit de fond et des conditions variables (environnement, réverbération, types de microphones) peut affecter significativement la qualité de la reconnaissance automatique de la parole. La reconnaissance audio-visuelle propose d'améliorer les performances des systèmes de reconnaissance de la parole, spécialement lorsque le canal audio est corrompu, en ajoutant de l'information provenant de la modalité visuelle, sous la forme d'images vidéo du locuteur.</p> <p>Dans cet article, nous présentons un système de reconnaissance de la parole combinant les données acoustiques et les données visuelles. Le système AVASR proposé utilise les HMM comme moteur de reconnaissance. Toutefois, en raison de méthodes Expectation-Maximisation (EM) comme l'algorithme de Baum-Welch tendent à converger vers l'optimum local qui est le plus proche des valeurs initiales de la procédure d'optimisation, l'estimation des paramètres de la reconnaissance nécessite une examination plus attentive. Un algorithme génétique combiné avec le HMM (GA/HMM) est présenté ici pour résoudre ce problème. L'idée est de combiner un algorithme génétique pour explorer rapidement tout l'espace des solutions avec un algorithme de Baum-Welch pour trouver les valeurs des paramètres exactes de l'optimum. Les résultats expérimentaux montrent que le GA/HMM peut atteindre un taux plus élevé de reconnaissance avec moins de calculs par rapport à un HMM classique.</p>

1. Introduction

La reconnaissance automatique de la parole s'applique à ce jour sur de nombreux signaux de qualité différente (fréquence d'échantillonnage, quantification, codage, conditions d'enregistrement).

Nous rappelons que la parole est l'un des moyens les plus naturels par lequel des personnes communiquent. La RAP a pour objet la transformation du signal acoustique en une séquence de mots qui, idéalement, correspond à la phase prononcée par un locuteur. Les systèmes de reconnaissance qui utilisent comme entrée uniquement le signal acoustique atteignent leurs limites surtout dans des cas de situations environnementales bruitées donc réelles. Dans ces cas, l'intégration de l'information visuelle dans le système de reconnaissance peut constituer une voie de solution. A cet effet nous nous intéressons à la mise en œuvre d'un système de reconnaissance

intégrant conjointement les deux types d'information acoustique et visuelle de la parole se sont focalisés sur une interaction sensorielle de type fusion ou intégration. A ce niveau, reste posée la question ou et comment cette fusion des modalités acoustique et visuelle se passe-t-elle chez l'homme. Pour répondre à cette question, il existe plusieurs modèles cognitifs qui diffèrent de par leur lieu d'intégration des informations en vue de leur intégration.

La reconnaissance automatique de la parole audiovisuelle est née de l'idée que si l'homme exploite les informations provenant du visage du locuteur pour améliorer l'intelligibilité, la machine peut en faire autant, si d'une part le principe d'intégration des deux modalités est suffisamment bien connu, et si d'autre part les informations visuelles sont exploitées d'une façon optimale.

Notre travail de recherche tente de vérifier ces deux conditions, c'est-à-dire la modélisation de la perception audiovisuelle de la

parole en vue d'une implémentation logicielle, et de l'extraction des informations les plus pertinentes. Notre étude a été au centre d'une recherche pluridisciplinaire : de la psychologie cognitive aux techniques de traitement d'images couleurs, nous nous sommes investis dans le domaine de la paramétrisation des lèvres, le traitement du signal et la reconnaissance automatique des formes.

Ce papier est organisé comme suit. Dans la section I, une introduction au domaine de l'audiovisuel. Nous suivons cela avec une description du système proposé. Dans la section 2, la section 3, nous allons présenter toutes les méthodes utilisées dans ce travail. Les résultats expérimentaux sont illustrés dans la section 4. finalement, les conclusions et les travaux futurs sont formulés au section 5.

2. Description du système

AVASR (Audio-Visual Automatic Speech recognition) comprend trois modules qui sont: le module de reconnaissance acoustique, le module de reconnaissance visuelle et le module de fusion [17, 19].

Le module de reconnaissance acoustique utilise l'approche stochastique basée sur les modèles des HMM qui sont un type particulier des réseaux bayésiens. On processus générique est basé sur trois phases qui sont : la paramétrisation du signal acoustique utilisant dans notre cas l'analyse log RASTA-PLP (*RelAtive Spectral Analysis-Perceptual Linear Predictive*), l'apprentissage des modèles repose sur une recherche génétique d'un bon modèle parmi une population hétérogène des HMM (contenant différentes architectures) et une optimisation par un algorithme de gradient (Baum-Welch) et leur décodage sur l'algorithme de viterbi. Le module de reconnaissance visuelle utilise la même approche stochastique, il diffère uniquement par la phase de paramétrisation basée elle sur la DCT (Discrete Cosine Transform).

La figure 1 présente les différentes étapes dans les processus d'apprentissage et de reconnaissance du système proposé. Chacun des éléments présents sur la figure suivante sera décrit dans ce papier.

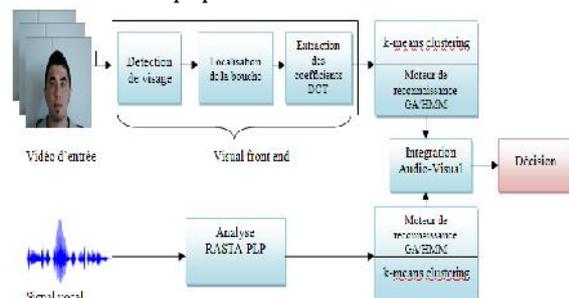


Fig. 1 : système d'un AVASR mis en œuvre.

3. Traitement des données audiovisuelles

3.1. Traitement de la partie acoustique

En traitement de la parole, il est courant d'utiliser le domaine spectral plutôt que le domaine temporel directement. Dans le cadre de notre étude, ceci est renforcé par le fait que la bimodalité de la parole lie l'information visuelle du visage du locuteur au spectre d'amplitude des sons émis [10].

La phase de paramétrisation prend un signal en entrée et retourne un vecteur de paramètres (appelé vecteur acoustique ou encore vecteur d'observations). Les vecteurs de paramètres doivent être pertinents (précis, de taille restreinte et sans redondance), discriminants (pour faciliter la reconnaissance) et robustes (aux différents bruits et/ou locuteurs).

Le traitement des données acoustique se fait en utilisant la méthode RASTA-PLP [7] qui est une amélioration de la méthode de prédiction linéaire perceptuelle (PLP). Celle-ci consiste à ajouter un filtre passe-bande afin de réduire l'influence des bruits convolutifs dûs au canal de transmission, voir [8] pour plus de détails).

A la limite des méthodes de rehaussement de la parole, les représentations obtenues à l'aide des filtres RASTA visent à supprimer le bruit en utilisant les variations temporelles pour différencier le bruit du signal de parole. Le plus souvent, le signal clair est perturbé par un bruit ambiant de variation lente. Les filtres sont donc définis pour éliminer les signaux stationnaires. Ils consistent à calculer un banc de filtre représentant l'énergie du signal à différentes bandes de fréquence sur une échelle logarithmique, puis à filtrer chaque canal par un filtre passe haut avec une pente raide éliminant les très basses fréquences (1Hertz), éliminant ainsi les variations lentes dues aux modifications de l'environnement. [7] Différentes études réalisées avec cette méthode ont permis de confirmer ces bonnes qualités relativement aux distorsions et ses moindres qualités face aux bruits qualifiés d'additifs, signe de la présence de plusieurs sources sonores dans un même environnement.

Le processus de calcul des coefficients RASTA-PLP est décrit par la figure suivante :

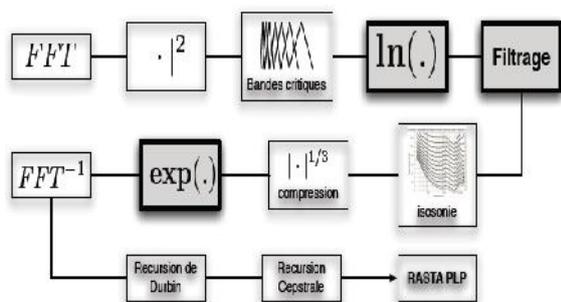


Fig. 2 : Analyse RASTA-PLP.

Les vecteurs acoustiques utilisés dans cette expérience sont les coefficients de RASTA-PLP. On extrait 9 paramètres du signal acoustique de 98 trames d'échantillonnage à 16kHz, et d'une taille de fenêtre 0.025 secondes et d'un pas de 0.010 secondes. En intégrant la première et la deuxième dérivé des paramètres, on obtient des matrices de 27 paramètres.

3.2. Traitement de la partie visuelle

Nous savons que les lèvres véhiculent la majeure partie de l'information visuelle utile pour la compréhension de la parole. Les êtres humains emploient l'information visuelle de façon subconsciente afin de comprendre les paroles, particulièrement dans des environnements bruyants, mais également quand les conditions acoustiques sont bonnes. Le mouvement des lèvres du locuteur apporte une série d'information importante, par exemple au sujet des articulations qui sont automatiquement intégrés par le cerveau. L'effet McGurk [9] apporte la preuve en montrant que le cerveau, soumis à des stimuli auditifs et visuels inconsistants, perçoit un son différent de celui qui a été dit. Tandis que pour la reconnaissance audio de la parole, les types de dispositifs employés sont relativement bien établis, les coefficients dits mel-cepstraux constituant la base de la majorité des approches, la situation n'est pas identique pour les dispositifs visuels. On peut en distinguer deux types principaux. Le premier est basé sur l'image de la bouche en mouvement ou sur certaines transformations appliquées sur cette image, comme celles utilisées aussi en compression d'image, se fondant sur l'hypothèse qu'une image comprimée maintiendra également l'information nécessaire pour la reconnaissance visuelle de la parole. Le deuxième type de dispositifs visuels est basé sur la forme de la bouche, sa découpe ou certains attributs géométriques comme sa taille, sa largeur, etc.

3.2.1. Détection de visage et Localisation des lèvres

Comme commenté dans l'introduction, tous les systèmes de reconnaissance audio-

visuelle de la parole nécessitent l'identification et le suivi de la région d'intérêt (ROI), qui peut être soit seulement la bouche, ou une région plus vaste, comme tout le visage. Cela commence généralement par localisation de visage du locuteur, en utilisant un algorithme de détection de visage. La deuxième étape est la localisation de la bouche du locuteur et l'extraction de la région d'intérêt. Cette région peut être mise à l'échelle et pivotée de telle sorte que la bouche est centrée et alignée.

La détection des visages pose le problème de la localisation des visages présents dans une image d'entrée. Idéalement, la détection fournit aussi leurs dimensions pour un éventuel traitement ultérieur.

Son utilité se manifeste dans des domaines variés allant de la vidéosurveillance au jeu interactif. Les premières difficultés rencontrées par les méthodes s'attendant à détecter les visages sont les variations de pose (vue de profil, de face), d'expression, de rotation du visage, d'âge et d'illumination. Pour le reste la difficulté est d'autant plus grande que la plupart des applications ayant recours à cette technologie requièrent une exécution en temps réel, limitant les marges de manœuvre de l'algorithme.

3.2.2. Algorithme de Viola & Jones

Une avancée majeure dans le domaine a été réalisée par Viola et Jones en 2001 [11]. Ces derniers ont proposé une méthode basée sur l'apparence ("Appearance-based methods") robuste et tournant à 15 fps pour des images de 384 x 288 pixels sur un pc Intel Pentium III 700Mhz. Ce fut la première méthode en temps réel présentée. La renommée de cette approche est faite sur trois concepts :

A. L'image intégrale

L'algorithme se base sur les descripteurs simples (Haar features) pour localiser les visages présents sur une image d'entrée. Dans le but d'extraire rapidement ces caractéristiques, l'image est représentée sous forme intégrale. En effet, sous cette forme, l'extraction d'une caractéristique à n'importe quel endroit et à n'importe quelle échelle est effectuée en un temps constant tandis que le temps de conversion vers la représentation intégrale ne remet pas en cause ce gain de temps offert par l'utilisation de la représentation en image intégrale. La définition des caractéristiques de Haar et la manière dont la représentation intégrale accélère considérablement leur extraction sont présentées ci-après pour une image en niveaux de gris.

Dans toute image, une zone rectangulaire peut être délimitée et la somme des valeurs de ses pixels calculée. Une caractéristique de Haar est une simple combinaison linéaire de sommes ainsi obtenues.

Plusieurs caractéristiques de Haar peuvent être définies selon le nombre, les échelles, les positions et les dimensions des zones rectangulaires considérées. 4 exemples sont présentés à la figure 3.

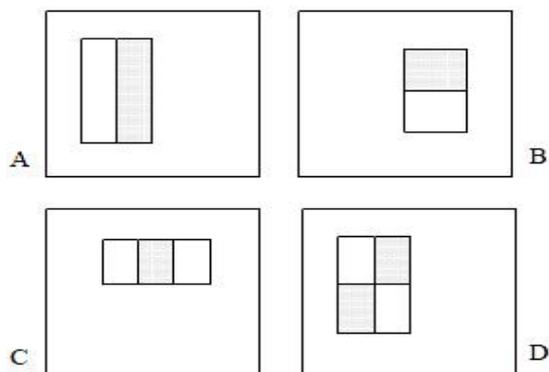


Fig .3 : Exemple de 4 caractéristiques de Haar. La somme des valeurs des pixels appartenant aux zones encadrées claires est soustraite à la somme des valeurs des pixels appartenant aux zones encadrées sombres pour obtenir la caractéristique de Haar. Chacune des quatre caractéristiques de Haar est représentée avec son cadre de détection respectif.

Présenté comme tel, le calcul d'une caractéristique de Haar demande à chaque fois l'accès aux valeurs de tous les pixels contenus dans les zones rectangulaires considérées.

Cela devient vite contraignant temporellement dès que les caractéristiques de Haar sont définies par des zones rectangulaires de grandes dimensions. L'image intégrale permet de surmonter ce problème en rendant constant le temps de calcul d'une caractéristique de Haar à n'importe quelle échelle.

Le calcul de la somme des valeurs des pixels appartenant à une zone rectangulaire s'effectue donc en accédant seulement à quatre pixels de l'image intégrale : Soit un rectangle ABCD dont les sommets sont nommés dans le sens des aiguilles d'une montre en commençant par le sommet supérieur gauche et soit x la valeur sous la représentation intégrale d'un sommet X du rectangle ($X \in \{A, B, C, D\}$). La somme des valeurs des pixels appartenant à ABCD est, quelle que soit sa taille, donnée par $c - b - d + a$.

Une caractéristique de Haar étant une combinaison linéaire de tels rectangles ABCD, son calcul se fait alors en un temps indépendant sa taille.

B. Algorithme d'apprentissage basé sur Adaboost

Pour localiser les visages sur l'image d'entrée, cette dernière est scannée par une fenêtre de dimension déterminée. La fenêtre parcourt l'image et son contenu est analysé pour savoir s'il s'agit d'un visage ou non. Comme dit plus haut, les caractéristiques de Haar sont extraites pour effectuer la classification et de ce fait la représentation intégrale de l'image accélère l'analyse. Mais, pour une fenêtre de 24×24 pixels il y a 45 396 caractéristiques de Haar, les traiter toutes prendrait beaucoup trop de temps pour une application en temps réel. Pour surmonter ce problème, une variante de la méthode de boosting Adaboost est utilisée.

C. Cascade

L'idée de base derrière le concept de Cascade est que parmi l'ensemble des candidats, c'est à dire l'ensemble des états de la fenêtre de recherche, une partie peut être éliminée sur base de l'évaluation de seulement quelques caractéristiques de Haar. Une fois cette élimination effectuée, les candidats restants sont analysés par des classifieurs forts plus complexes (utilisant plus de caractéristiques de Haar) demandant un plus grand temps de traitement. En utilisant plusieurs 'étages' de ce type, le processeur évite d'effectuer des analyses lourdes en temps de calcul sur des échantillons pour lesquels il est rapidement possible de se rendre compte qu'ils sont négatifs. Le processus de classification apparaît alors comme une cascade de classifieurs forts de plus en plus complexes ou à chaque étage les échantillons classifiés négatifs sont sortis tandis que les échantillons classifiés positifs sont envoyés aux classifieurs suivants.

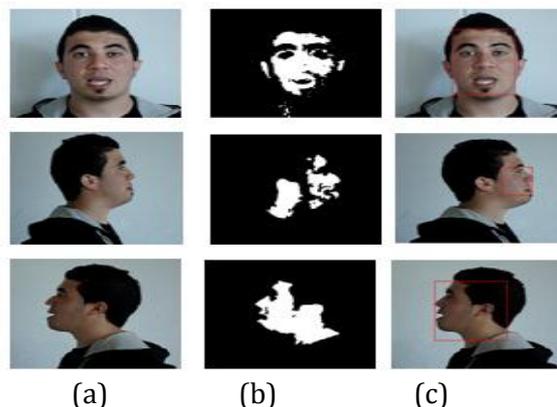


Fig. 4 : Un exemple de détection de visage : (a) image originale (b) détection de peau avec suppression de bruit (c) résultat de détection de visage.

3.2.3. Localisation de la bouche

Détecter le milieu de la bouche n'est pas aussi simple qu'on le pense. Il ya beaucoup de possibilités, allant sur gradient horizontal et / ou vertical décent, la teinte ou la saturation [12]. Au moment où il est exécuté en utilisant la teinte distincte des lèvres. La lumière se reflète sur les lèvres et ce point est récupéré par une valeur de teinte définie. Contrairement aux autres méthodes, cette méthode n'est pas indépendante de lumière, ainsi l'intensité et la direction de la lumière peut influencer les résultats.



Fig.5: Exemples des zones d'intérêt extraites des bases de données audiovisuelles.

3.2.4. Extraction des paramètres

L'extraction des caractéristiques vidéo est effectuée avec le Transformée en cosinus discrète (DCT) [16]. Les raisons de l'utilisation généralisée de la DCT aussi bien dans la compression d'image comme extraction des caractéristiques [1] sont la compaction élevée de l'énergie du signal d'entrée sur quelques coefficients de DCT et la disponibilité d'une mise en œuvre rapide de la transformée, similaire à la Transformée de Fourier (FFT). Par contre, contrairement à la FFT, elle comporte seulement les coefficients réels. DCT transforme chaque composante de couleur en coefficients DCT en utilisant l'équation suivante [13]:

$$F(u, v) = \frac{1}{\sqrt{MN}} \alpha(u) \alpha(v) \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N f(x, y) \cos \left[\frac{(2x-1)u\pi}{2M} \right] \cos \left[\frac{(2y-1)v\pi}{2N} \right] \quad (1)$$

avec,

- u est la fréquence spatiale horizontale,
- v est la fréquence spatiale verticale,
- f(x, y) est la valeur de pixel aux coordonnées (x, y),
- F(u, v) est le coefficient de DCT au point de coordonnées (u, v), elle est dimensionnée de M×N, et α(•) est définis comme suit:

$$\alpha(w) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & w=1 \\ 1, & \text{otherwise;} \end{cases} \quad (2)$$

L'implémentation de la transformée en cosinus discrète peut être basée sur la transformée de FOURIER. Pour une ligne (ou colonne), les N coefficients de la DCT peuvent calculés en utilisant une FFT sur 2N points. On montre en effet aisément que la DCT d'une séquence est équivalente à la transformée de FOURIER de cette même séquence préalablement reproduite par symétrie autour de l'origine.

Dans cet article nous avons appliqué la DCT sur chaque bloc 8x8 de luminosité et de chrominance, chacun des 64 coefficients DCT sont quantifiés. Après quantification, le coefficient le plus petit (coefficient DC) est traité différemment par rapport aux autres (coefficients AC). Le coefficient DC correspond à l'intensité moyenne du bloc et il est encodé avec une méthode de prédiction différentielle DC. Le reste des coefficients non nuls sont ensuite codés en zigzag comme il est montré dans la figure 6. Afin de limiter la taille mémoire et les calculs nécessaires pour l'apprentissage et la reconnaissance nous avons gardé que les 100 premiers coefficients pour représenter l'image [15].

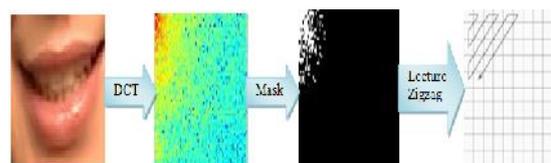


Fig.6 : Processus de sélection des coefficients DCT.

3.3. Reconnaissance

Après la phase de paramétrisation et l'obtention des vecteurs de paramètres acoustiques ainsi visuelles, un moteur de reconnaissance basé sur les réseaux bayésiens de type HMM utilisés pour la modélisation des phonèmes arabes qui sont de nature discrète, ainsi que leurs densités de probabilités d'observations, ce qui justifie la nécessité d'utilisation d'un quantifieur vectoriel pour faire correspondre chaque vecteur continu (représentant une trame) à un indice discret d'un dictionnaire de référence (CodeBook), ainsi on peut assimiler le rôle de la quantification vectorielle à la conception du CodeBook on utilisant pour cette étape la méthode de K-means [18].

Cette procédure consiste en premier lieu à partitionner les vecteurs caractéristiques issus de l'étape de paramétrisation en K ensembles disjoints (où K est la taille du CodeBook à concevoir). En deuxième lieu, à représenter chaque ensemble par un vecteur unique (point typique) qui est généralement le centroïde des

vecteurs caractéristiques de l'ensemble d'apprentissage affectés à la même région, ensuite elle optimise itérativement la partition du CodeBook. Le centroïde est le point qui minimise la distance pour l'ensemble de tous les points d'une classe. Idéalement, tous les éléments d'une classe doivent être plus proches de leur centroïde que de tout autre centroïde.

Ainsi, un vecteur inconnu X, est classé comme élément de la classe c si la distance de X, au centroïde de c est plus petite que la distance entre X, et tous les autres centroïdes.

La taille K du CodeBook est un paramètre crucial dont la valeur affecte en grande partie les performances des HMMs utilisés pour la reconnaissance, car on le considère que c'est le nombre des mixtures.

Nous avons utilisé trois HMM de type gauche-droite, chaque HMM est caractérisé par les éléments suivants :

- N : est le nombre d'états dans le HMM
- O = <O₁ ...O_T> est la séquence d'observations
- M : est le nombre de mixtures
- A : Matrice de probabilités de transition
- B : Matrice de probabilités d'observation
- Π : est Le vecteur des densités initiales

Dans la phase d'apprentissage en utilisant comme il est mentionné avant les HMM mais cette fois combinés avec les GA [13], cette algorithme (inspiré de l'article de Jonathan Goh [3]) va chercher à obtenir des HMM optimales [6, 7, 20], Le processus de formation d'un modèle λ = (A, B, π). Pour les données de référence en utilisant une méthode hybride GA/HMM.

Premièrement on commence par créer une population de taille S, aléatoirement, d'une façon que chaque individu contient un chromosome pour le nombre d'états, n chromosomes pour les probabilités initiales, n×n chromosomes contiennent les probabilités de transition et n×m chromosomes chacune contient la probabilité d'émission. Aucun individu n'est marqué « parent ». Le codage de chaque individu est comme suit :

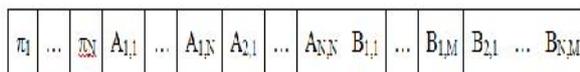


Fig .7 : Méthode de représentation des chromosomes dans l'apprentissage des GA-HMMs.

Après nous appliquons sur chaque HMM de la population non marqué « parent » l'algorithme de Baum-Welch à partir de l'observation O.

L'étape suivante est de calculer pour chaque individu de la population qui ne porte

pas la marque « parent » la valeur de fitness (noté aussi la fonction objective) on utilisant l'algorithme de Baum-Welch, et noter la valeur de probabilité de l'observation. Pour tous ceux qui portaient cette marque, l'enlever. Mathématiquement la fitness de n model est exprimé comme suit [5]:

$$f(\lambda_i) = \frac{P_n}{\sum_{i=1}^N P_i} \tag{3}$$

$$P_n = \frac{\sum_{i=1}^M \log(P(o_i|\lambda_i))}{M} \tag{4}$$

Où P(o|λ) est la probabilité de vraisemblance.

La troisième étape est de sélectionner parmi tous les individus de la population, un certain nombre S' < S, qui seront utilisés comme parents pour régénérer les S-S' autres individus non retenus. La sélection se réalise suivant les meilleurs scores calculés à la phase 3. Chaque individu sélectionné est marqué « parent ».

Les opérations génétiques peuvent inclure croisement et par mutation. L'opération génétique est réalisée pour améliorer la technique de ré-estimation de Baum-Welch pour que les populations génétiques de cette opération résultent un modèle optimal [4, 5].chaque opérateur est expliqué comme suit :

Croisement :

Pour chaque individu non marqué « parent », sélectionner au hasard deux individus parmi la population de ceux marqués « parent » et les croiser. Le croisement est à un point de coupure, et se réalise entre deux lignes des matrices des HMM. Ceci permet d'obtenir en retour deux fils, HMM également. On ne conserve qu'un des deux fils, au hasard.

Mutation / normalisation :

Sur chaque individu non marqué « parent » on applique l'opérateur de mutation. Celui-ci consiste à modifier d'une faible quantité aléatoire chaque coefficient des matrices de la HMM. Chaque coefficient est modifié, en fonction de la valeur de la probabilité de mutation.

Après avoir traité un individu, on lui applique un opérateur de normalisation, afin que cet individu soit une HMM (matrices stochastiques).

A la fin on termine par l'évaluation de la condition d'arrêt, Si le nombre d'itérations maximum n'est pas atteint, alors retourner à la deuxième étape, sinon aller à la dernière étape qui vas renvoyer la meilleure HMM parmi la population en cours

Les techniques stochastiques, tel que les HMMs, sont actuellement les plus utilisées pour la modélisation acoustique de la parole

permettant de déterminer la probabilité d'une suite d'observations.

Un tel classifieur est basé sur un critère de maximum de vraisemblance, il prend le mot à reconnaître comme étant une séquence d'observations discrètes (codes) produites par analyse et quantification vectorielle de la séquence de vecteurs de caractéristiques. Ce classifieur calcule la probabilité qui correspond à la probabilité d'obtenir la séquence par le modèle. Ces probabilités sont évaluées par la version logarithmique de l'algorithme de Viterbi. Finalement, le mot testé est affecté à la classe du mot K du lexique L pour laquelle le modèle maximise la probabilité d'émission.

3.4. La fusion audiovisuelle

Il a longtemps été un rêve humain de créer des machines capables de parler et / ou à comprendre la parole. Dans la période de la Grèce antique, prêtres utilisés statues parlantes que les oracles de tricher sur et mieux convaincre leur auditoire. Plus récemment, en parlant de plusieurs machines ont été conçues, d'abord en tant que dispositifs mécaniques, alors qu'appareil électronique, et aujourd'hui, la plupart du temps avec les ordinateurs. En effet, la nouvelle ère du multimédia renouvelle le défi de la multimodal de la communication. Bien que le clavier et la souris restent les modes les plus utilisés de la communication homme-machine, il est évident que la communication orale est plus naturel et nécessite moins pratique. La communication multimodale Homme-machine parlée est un grand défi d'aujourd'hui, et des retombées technologiques sont naturellement attendues d'une meilleure compréhension de la façon dont les humains produisent et comprendre la parole multimodale. En retour, des visages parlants synthétiques et les reconnaissances automatiques de la parole multimodales sont des outils qui permettent i) l'évaluation quantitative de la production théoriques de la parole humaine et des modèles de perception, et ii) la génération de stimuli de parole très contrôlé indisponibles pour les parleurs humains.

Aujourd'hui, nous voyons l'émergence d'intérêt dans AVASR, en raison de plusieurs facteurs. Tout d'abord, la performance de RAP acoustique est le plafonnement, alors que l'usage est plus répandu, en particulier dans des environnements bruyants, dans lequel l'information optique pourrait considérablement compenser la mauvaise qualité des signaux acoustiques. Parallèlement, le traitement d'image en temps réel est maintenant accessible sur de nombreux ordinateurs : petit poids-léger de micro-caméras sont de plus en plus

commune, de sorte qu'il est maintenant possible de concevoir la lecture labiale automatique.

Pour expliquer les phénomènes de fusion observés dans le processus d'intégration audiovisuelle de la parole, de multiples modèles ont été proposés. On peut classer tous les modèles d'intégration audiovisuelle en trois principales catégories [9, 15] : *Modèle d'Identification Directe*, *Modèle d'Identification Séparée*, et le *Modèle hybride*.

Dans ce travail nous avons utilisé le modèle de fusion séparée, c.à.d. la fusion des scores issus de chaque reconnaisseur GA/HMM (reconnaisseur acoustique ainsi visuel). Leurs ensembles des log-vraisemblance peuvent être combinés en utilisant les poids qui reflètent la fiabilité de chaque flux particulier [21].

Les probabilités d'observation visuelle et audio sont pondérées de façon exponentielle par flux des poids μ_A et μ_V , où A et V est le flux audio et vidéo, nous contraignons μ_A et μ_V pour s'étendre entre zéro et un et la somme à un [14], à savoir que:

$$\mu_A + \mu_V = 1 \text{ for } 0 < \mu_A, \mu_V < 1 \quad (5)$$

4. Expérimentations

4.1. Bases de données utilisées

Dans notre travail nous avons utilisé deux bases de données :

- A. La base de donnée CUAVE : elle se compose de 36 locuteurs, 19 hommes et 17 femmes, poussant chiffres isolés et continue. Les vidéos des orateurs sont enregistrées en profil frontal, et pendant le mouvement.

La base de données CUAVE contient environ 3 heures de parole enregistrées par une caméra Mini DV. La Vidéo a ensuite été compressée en MPEG-2 fichiers (audio stéréo à un taux d'échantillonnage 44 kHz, 16-bit). Il comprend également des fichiers audio vérifiés pour la synchronisation (taux de mono de 16 kHz, 16-bit) et des fichiers d'annotation [6].



Fig.8 : Exemples de trames de la base CUAVE.

B. Notre propre base de données audiovisuelle de parole arabe: cette base de données multi-locuteurs a été enregistrée dans un milieu réel (une salle de cours très bruyante), les vidéos sont capturées La à une distance moyenne égale à 14.5 cm avec une résolution de 690×340 pixel et à 30 trames/sec et avec des variations de pose (vue de profil, de face) de 11 locuteurs sauvegardées avec l'extension «.avi», alors que les fichiers audio sont sauvegardé avec l'extension «.wav», l'échantillonnage standard après des testes réalisés au sein de notre laboratoire est 16 kHz MONO (à un canal unique) car il est optimal de calculer les coefficients issus d'un signal acoustique à paramètres unique. Ces locuteurs sont de différentes régions dialectes, et chaque locuteur prononce chaque mot 5 fois avec différentes modes de prononciation (normal, lente, et rapide). Dans notre corpus basic qui contient que des mots isolés, la taille de chaque enregistrement est de 2 secondes, ce qui est un temps suffisant pour prononcer un mot lentement en arabe.



Fig.9 : quelques exemples de trames de notre base audiovisuelle arabe.

4.1. Résultats et discussions

Nous avons pris pour le test des performances de notre système 2 bases de données audiovisuelles la première est la base CUAVE et la deuxième une base de données arabe. Pour réaliser notre système proposé, nous avons utilisé les $\frac{2}{3}$ pour la phase d'apprentissage et le $\frac{1}{3}$ restant pour tester l'efficacité de notre système.

Un système de reconnaissance de la parole audiovisuelle a été implémenté, et qui utilise la méthode RASTA-PLP pour l'extraction des paramètres acoustiques, et pour caractériser les signaux vidéo nous utilisons la DCT, et comme moteurs de reconnaissance les modèle de Markov cachés avec un algorithme hybride (les algorithmes génétiques) pour leur apprentissage, Cet algorithme optimise à la fois les paramètres (probabilités) de la HMM. Il repose sur une recherche génétique d'un bon modèle parmi une population hétérogène de HMM (contenant différentes architectures) et une optimisation par un algorithme de gradient (Baum-Welch) comme les résultats montrent dans les figures 10 et 11.

Pour l'apprentissage, nous avons utilisé un nombre m des HMM de type gauche-droite avec m états pour chacun tel que m est le nombre des mots dans chaque corpus, afin de représenter les m classes. Après des diverses tests nous avons trouvé que et pour les paramètres de l'algorithme génétique sont comme suit:

• taille de la population de l'AG = 80
• utiliser un seul type de sélection qui est la sélection ordonnée (rank selection).
• probabilité de croisement = 0.5
• probabilité de mutation = 0.2
• nombre d'itérations de l'AG = 20
• nombre d'itérations de BW = 5

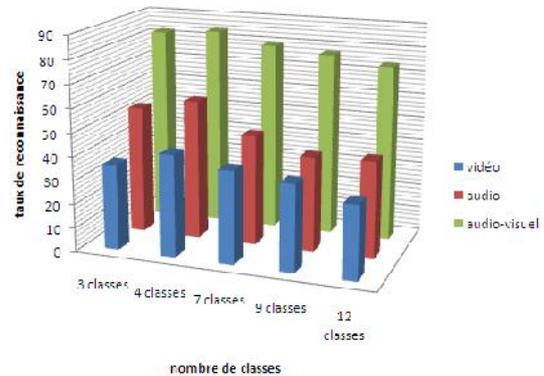


Fig.10 : Comparaison entre les taux de reconnaissances audio, vidéo, et audiovisuel, on utilisant la méthode HMM classique.

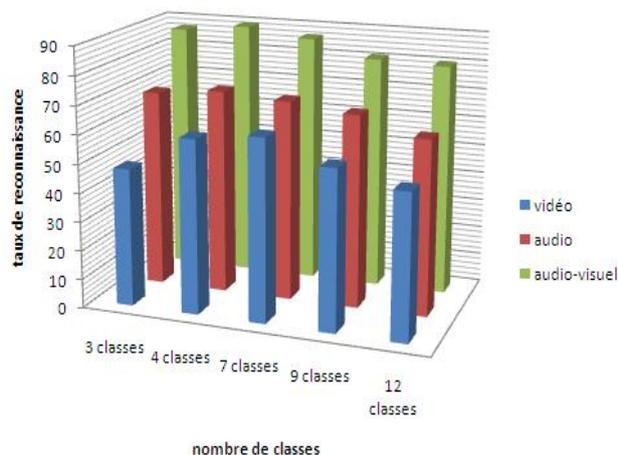


Fig. 11: Comparaison entre les taux de reconnaissances audio, vidéo, et audiovisuel, on utilisant la méthode GA-HMM.

La phase de test est une étape très importante dans l'évaluation de notre système. À partir les résultats, il peut être facilement constaté que GA/HMM peut atteindre un taux de reconnaissance plus élevé par rapport aux HMM classique avec un nombre de clusters égale à 9, et avec une augmentation de pourcentage entre 5% à 38%.

5. Conclusion et perspectives

Dans cet article, nous avons présenté, un système AVASR qui utilise RASTA-PLP comme méthode d'extraction des caractéristiques acoustiques, les coefficients DCT pour les caractéristiques visuelles, et une méthode hybride GA/HMM pour la modélisation audio-visuelle de la parole.

Les tests tendent à démontrer les divers avantages de cet algorithme : résolution du problème de détermination de l'architecture d'une CMC, meilleurs résultats d'apprentissage par rapport aux algorithmes traditionnels et aux algorithmes hybrides,

Ces caractéristiques permettent en outre d'apprendre de plus grandes quantités de données. Nous projetons également d'ajouter le nombre des locuteurs dans notre corpus audiovisuel, Nous avons aussi l'intention de tester notre système avec d'autres méthodes alternatives de fusion telles que la fusion hybride. Finalement essayer d'utiliser un autre type de HMM (comme le HMM couplé) afin de l'optimiser par les algorithmes génétiques pour la fusion audiovisuelle.

Référence :

[1] Nyoman Rizkha, E., Suyanto, Maharani, W. (2012) Isolated Word Recognition Using Ergodic

Hidden Markov Models and Genetic Algorithm, TELKOMNIKA, 10(1): 129-136.

[2] Brouard, T., Slimane, M., Venturini, G., Asselin de Beauville, J.P. (1997) Apprentissage du nombre d'états d'une chaîne de Markov cachée pour la reconnaissance d'images, SEIZIÈME COLLOQUE GRETSI, 15-19, GRENOBLE.

[3] Goh, J., Tang, L. Al turk, L. (2010) Evolving the Structure of Hidden Markov Models for Micro aneurysms Detection, Computational Intelligence (UKCI), UK Workshop on:1-6.

[4] Xueying, Z., Yiping, W., Zhefeng, Z. (2007) A Hybrid Speech Recognition Training Method for HMM Based on Genetic Algorithm and Baum Welch Algorithm. *IEEE Transactions on Neural Network*.

[5] Mourad O, Raja NA. (2010) HMM Parameters Estimation Using Hybrid. IEEE.

[6] Patterson, E.K., Gurbuz, S., Tufekci, Z. Gowdy, J.N. (2002) Cuave: A new audio-visual database for multimodal human-computer interface research, [Online]. Available: file:///home/helge/medialab/project/papers/2002-cuave.pdf

[7] Hermansky, H., Morgan, N., Bayya, A, Kohn, P. RASTA-PLP Speech Analysis, ICSI Technical Report TR-91-069, Berkeley, California.

[8] Brian K. and Morgan, N. (1997) Recognizing reverberant speech with RASTA-PLP. In ICASSP, Munich, Germany, 2: 1259-1262.

[9] McGurk H., MacDonald J. (1976) Hearing lips and seeing voices. *Nature* 264(5588): 746-748.

[10] Potamianos G., Neti C., Luttin J., Matthews I., (2004) Audio-visual automatic speech recognition: an overview, in issues in audio-visual speech processing (G.Bailly, E.Vatikiotis-Bateson, and P.Perrier, eds.), MIT Press.

[11] Viola, P.A. and Jones, Michael J. (2001) Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features. *CVPR* (1): 511-518

[12] Pai, Y., Ruan, S., Shie, M., Liu, Y. (2006) A Simple and Accurate Color Face Detection Algorithm in Complex Background.; In ICME: 1545-1548.

[13] Benmachiche, A., Bouhadada, T., Laskri, M-T., Zendi, A. (2016) A Dynamic Navigation for autonomous mobiles robots, iospress: Intelligent Decision Technologies; ISSN: 1875-8843 (E), 10(1).

[14] Reikeras, H., Herbst, BM. Johan du Preez, Engelbrecht, H. (2010) Audio-Visual Automatic Speech Recognition using Dynamic Bayesian Networks. Proceedings of the Twenty-First Annual Symposium of the Pattern Recognition Association of South Africa: 233-238.

[15] Bakir, N., Debyeche, M., Chibani, Y. (2010) Reconnaissance automatique des chiffres arabes en milieu réel par fusion audiovisuelle, 10ème Congrès Français d'Acoustique, Lyon.

[16] Ahmed, N., Datta, S., Mulvaney, D., Farooq, O. (2008) A Comparison of Visual Features for Audio-Visual Automatic Speech Recognition, Acoustics'08.

[17] Rogozan A. (1999) Étude de la fusion des données hétérogènes pour la reconnaissance automatique de la parole audiovisuelle, Thèse présentée et soutenue publiquement le 9 juillet

- 1999 pour l'obtention du Doctorat de l'Université d'Orsay - Paris XI.
- [18] Lazli, L. (2007) Rapport interne I²S , Univ Paris 12.
 - [19] Makhlouf, A., Lazli, L., Bensaker, B. (2016) Structure Evolution of Hidden Markov Models for Audiovisual Arabic Speech Recognition, International Journal of Signal and Imaging Systems Engineering, IJSISE, 9(1):55-66.
 - [20] Maatallah, M., Seridi-Bouchelaghem, H. (2015) A Fuzzy hybrid approach to enhance diversity in top-N recommendations, International journal of business information systems, 19(4):505-530.
 - [21] RODOMAGOULAKIS, I. (2008) Feature Extraction Optimization and Stream Weight Estimation in Audio-Visual Speech Recognition, a Phd thesis from Technical University of Crete.



Une décomposition multi résolution pour une steganalyse passive

Bouguerne imena^{a,*}

^a Département d'informatique, Université Chadli BENDJEDID- El Tarf, Algérie.

Informations	Résumé
<p>Mots clés :</p> <p>Stéganographie Stéganalyse Sélection de Variables DCT Contourlet Markov</p> <p>*Correspondance : b_imen88@yahoo.fr</p>	<p>Le but de la stéganalyse est de classer un document incriminé comme original ou comme stéganographié. Ce papier propose une méthodologie pour la stéganalyse utilisant la sélection de caractéristiques, d'ordre supérieur d'après l'image décomposé en ondelettes pour faire ressortir au mieux les propriétés et détecter la présence d'un éventuel message caché dans l'image, nous avons spécifié les images JPEG car c'est le format le plus utilisé pour la dissimulation d'information. En se basant sur ce principe, un modèle de stéganalyse universelle est proposé, utilisant les statistiques du premier ordre ainsi que l'entropie pour détecter les déviations dans l'image contenant un message dissimulé.</p> <p>La méthode de stéganalyse par combinaison (dct,contourlet,markov) proposée serait capable avec la présence du cover-médium de révéler si une image est stéganographiée ou non.</p>

1. Introduction

La Stéganographie est utilisé pour cacher des messages secrets dans le milieu de couverture, et la stéganographie est une telle approche de communication secrète qu'il peut transmettre des informations sans éveiller les soupçons de l'existence de la communication secrète [1].

Le transporteur de la stéganographie peut avoir différents types de médias numériques tels que texte, image, audio, et vidéo. En raison de l'utilisation commune des images JPEG, la stéganographie a récemment attiré l'attention de plus en plus. En face de la stéganographie, Stéganalyse axée sur la découverte de la présence des données cachées, en reconnaissant ce que l'algorithme d'intégration, et d'estimer le rapport des données masquées par la suite. En général, les techniques stéganalyses peuvent être divisés en deux catégories - les approches ciblées et Stéganalyse passive.

Le premier peut également être appelé comme stéganalyse spécifique, qui est conçue pour attaquer un algorithme d'intégration spécifique connu [2].

Pour la Stéganalyse aveugle, Il a été prouvé que les images naturelles peuvent être caractérisées par des caractéristiques numériques, et les distributions des caractéristiques des images de couverture sont probablement différentes de celles de leurs images stego correspondante.

Dans cet article, nous avons étudié le concept de sténographique des données cachées dans des images numériques. Le but de cette approche est de rétablir les statistiques d'image qui sont modifiés pendant l'enrobage et sont généralement exploités par les attaques stéganographique.

Tous d'abord nous devons extraire les caractéristiques diverses d'une image JPEG, d'après le calibrage. Globalement, on observe une augmentation particulièrement forte du nombre de caractéristiques utilisées pour la stéganalyse.

Dans la deuxième section, nous citons les trois domaines d'extraction des caractéristique (caratéristique DCT, Markov, Contourlet) . Dans la troisième section on termine notre article par une conclusion.

2. L'approche proposée

L'ajout d'un message à une image de couverture n'affecte pas l'aspect visuel de l'image mais peut affecter certaines statistiques. Les caractéristiques requises pour la tâche de la Stéganalyse devraient être capable d'attraper ces maladies mineures statistiques qui sont créés pendant le processus de masquage de données. Dans notre approche, nous avons d'abord vu les déférentes méthodes utilisées dans l'étape d'extraction des caractéristiques [3].

2.1. Le calibrage

L'étalonnage a été introduit en 2002 comme un nouveau concept pour attaquer l'algorithme F5. Depuis lors, elle est devenue une partie essentielle d'un grand nombre de fonctionnalités basées sur la Stéganalyse passive et ciblées en format JPEG ainsi que domaine spatial. L'étalonnage a été également montré pour améliorer la précision de détection de la stéganalyse passive basée sur les caractéristiques, et consiste à estimer les caractéristiques d'image de couverture de l'image stego. Ainsi, l'effet net de l'étalonnage est de diminuer les variations d'image à image et augmenter la sensibilité des fonctionnalités à intégrer [5].

L'étalonnage est un processus utilisé pour estimer les propriétés macroscopiques de l'image de couverture et image stego. La Calibration démarre avec une image JPEG J1, L'image JPEG stego J1 est décompressé dans le domaine spatial en utilisant DCT inverse, cultivée par quatre pixels dans les deux sens, et compressé à nouveau avec la même matrice de quantification que l'image J1 stego dans les deux sens. La figure 1 montre une explication picturale de ce processus

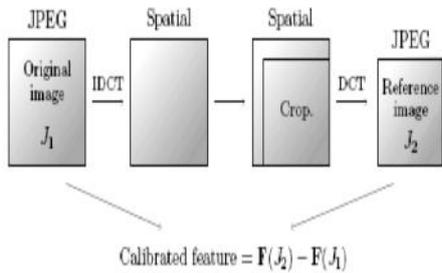


Fig. 1 : Processus de calibrage

La fonction calibrée est obtenue comme la différence entre les caractéristiques calculées pour J1 et J2 [16].

Ce travail constitue également une évaluation plus détaillée de la performance des fonctions. Ils proposent un ensemble fusionné de fonctionnalités, dont la précision de détection est remarquablement meilleure [4].

2.2. Extraction des caractéristiques DCT

Les caractéristiques d'origine DCT ont été construites par l'utilisation du 23 F fonctionnelles qui produisent un scalaire, vecteur, une matrice ou lorsqu'il est appliqué à l'image stego [14,15]. Chaque F fonctionnelle est évaluée pour l'image stego J1 et sa version calibrée J2. La fonction f calibrée est obtenue comme la différence F (J1) - F (J2), si F est un

scalaire, ou comme une norme $L_1 \|F(J_1) - F(J_2)\|_{L_1}$, si F est un vecteur ou une matrice.

Supposons que le fichier traité est une image JPEG avec une taille $M \times N$. DCT (i, j) désigne le coefficient DCT à emplacement (i, j) dans un bloc 8×8 DCT, où $1 \leq i \leq 8$ et $1 \leq j \leq 8$. Dans chaque bloc, dct (1,1) est appelé le DC coefficient, qui contient une fraction importante de l'énergie sur l'image et les changements se produisent en général peu à le cours de la procédure d'intégration. Donc, il ne considère que les 63 restants coefficients AC dans chaque bloc DCT [6].

$$g_{ij}^d = \sum_{k=1}^B \delta(d, d_k(i, j)),$$

variation V :

$$V = \frac{\sum_{i,j=1}^8 \sum_{k=1}^{|I_r|-1} |d_{I_r(k)}(i, j) - d_{I_r(k+1)}(i, j)| + \sum_{i,j=1}^8 \sum_{k=1}^{|I_c|-1} |d_{I_c(k)}(i, j) - d_{I_c(k+1)}(i, j)|}{|I_r| + |I_c|}$$

Blockiness :

$$B_\alpha = \frac{\sum_{i=1}^{\lfloor (M-1)/8 \rfloor} \sum_{j=1}^N |x_{8i,j} - x_{8i+1,j}|^\alpha + \sum_{j=1}^{\lfloor (N-1)/8 \rfloor} \sum_{i=1}^M |x_{i,8j} - x_{i,8j+1}|^\alpha}{N \lfloor (M-1)/8 \rfloor + M \lfloor (N-1)/8 \rfloor}$$

la matrice de co-occurrence :

$$C_{g^d} = \frac{\sum_{k=1}^{|I_r|-1} \sum_{i,j=1}^8 \delta(s, d_{I_r(k)}(i, j)) \delta(t, d_{I_r(k+1)}(i, j)) + \sum_{k=1}^{|I_c|-1} \sum_{i,j=1}^8 \delta(s, d_{I_c(k)}(i, j)) \delta(t, d_{I_c(k+1)}(i, j))}{|I_r| + |I_c|}$$

Functional/feature name	Functional F
Global histogram	$H / \ H\ _{L_1}$
Individual histograms for 5 DCT modes	$\frac{h^{21}, h^{31}, h^{12}, h^{22}, h^{13}}{\ h^{21}\ _{L_1}, \ h^{31}\ _{L_1}, \ h^{12}\ _{L_1}, \ h^{22}\ _{L_1}, \ h^{13}\ _{L_1}}$
Dual histograms for 11 DCT values (-5, ..., 5)	$\frac{g^{-5}, g^{-4}, \dots, g^4, g^5}{\ g^{-5}\ _{L_1}, \ g^{-4}\ _{L_1}, \dots, \ g^4\ _{L_1}, \ g^5\ _{L_1}}$
Variation	V
L_1 and L_2 blockiness	B_1, B_2
Co-occurrences	N_{00}, N_{01}, N_{11} (features, not functionals)

Tab. 1 : L'extraction des caractéristiques DCT avec 193 caractéristiques.

Afin de pallier la perte d'information due à l'utilisation de la norme L1 et de garder la

dimensionnalité des caractéristiques «raisonnable», nous avons remplacé la norme L1 par les différences suivantes.

$$\mathbf{H}_l(J_1) - \mathbf{H}_l(J_2), l \in \{-5, \dots, 5\},$$

$$g_{ij}^d(J_1) - g_{ij}^d(J_2), (i, j) \in \{(2,1), (3,1), (4,1), (1,2), (2,2), (3,2), (1,3), (2,3), (1,4)\}.$$

$$\mathbf{C}_{st}(J_1) - \mathbf{C}_{st}(J_2), (s, t) \in [-2, +2] \times [-2, +2].$$

Après on remplace la norme L1 par les différences proposées, la dimension de l'ensemble des fonctionnalités (encore dénommée la fonction DCT jeu étendu) devient 193 [13].

2.3. Les caractéristiques de Markov

La fonction de Markov proposée en [3,7] est définie comme un modèle de différences entre les valeurs absolues des coefficients DCT voisins et un processus de Markov. Le calcul des fonctions démarre en formant la matrice $F(u, v)$ des valeurs absolues des coefficients DCT de l'image. Les coefficients DCT de $F(u, v)$ sont disposés de la même manière que pixels de l'image en remplaçant chaque bloc 8×8 pixels avec le bloc correspondant de coefficients DCT.

Ensuite, quatre tableaux de différence sont calculés selon quatre directions: horizontale, verticale, diagonale, et mineure en diagonale (en outre noté $F_h(u, v), F_v(u, v), F_d(u, v)$, et $F_m(u, v)$ respectivement)

A partir de ces différents tableaux, quatre matrices de probabilité de transition M_h, M_v, M_d, M_m sont construites [12].

2.4. Les caractéristiques de contourlet

La contourlet transformation est une nouvelle extension à deux dimensions de la transformée en ondelettes utilisant multi directionnelle et des bancs de filtres. Pour l'extraction de caractéristiques dans le domaine discrets Contourlet Transform, ils ont décomposé l'image en trois niveaux pyramidale et $2n$ directions où $n = 0, 2, 4$. La figure 1 montre les niveaux et la sélection des sous-bandes pour cette décomposition. Pour la phase de décomposition pyramidale laplacien, la «Haar» filtre a été utilisé. Dans chaque échelle de grossière à fine, le nombre de directions est 1,4, et 16. Ils appliquent la décomposition pyramidale directionnelle banque de filtres et

d'ignorer la sous-bande passe-bas plus beaux rapprochement, ils ont obtenu un total de 23 sous-bandes.

Et Va calculer les trois premiers moments FC normalisés pour chacune des 23 sous-bandes, ce qui donne un vecteur de caractéristiques 69-D [8,10].

2.5. Les caractéristiques fusionnées

Une combinaison directe des deux ensembles de caractéristiques produira un 517-dimension de vecteur de caractéristiques. Pour réduire la dimensionnalité de résultat, ils utilisent la

moyenne $\bar{M} = (M_h^{(c)} + M_v^{(c)} + M_d^{(c)} + M_m^{(c)})/4$ des quatre matrices calibrées, à la place.

Ce vecteur caractéristique a dimensionnalité 81. Ils observent que les caractéristiques de performance moyenne \bar{M} produit très similaire à celle de leur version

intégrale $M_h^{(c)}, M_v^{(c)}, M_d^{(c)}, M_m^{(c)}$. Après la fusion de la 193 caractéristiques DCT étendue avec les 81 en moyenne calibrée caractéristiques de Markov, la dimension de résultats caractéristiques fusionnés sera 274 caractéristiques. Le tableau 1 dresse la liste des types des caractéristiques individuelles et des symboles. Ce jeu de fonctionnalité a été choisi parce qu'il est très populaire et parce qu'elle fournit des résultats fiables stéganalyses [9,11].

3. Conclusion

Ce papier propose une méthodologie de stéganalyse par caractéristiques, pour la détection des messages cachés dans une image, en se basant sur les déviations statistiques dues à l'insertion des données dans l'image, extraites en appliquant une décomposition multi résolution sur chacune des images.

Référence :

- [1] Jessica Fridrich, " Merging Markov and DCT Features for Multi-Class JPEG Steganalysis" 2007.
- [2] J. Fridrich. " Feature-Based Stéganalyse for JPEG Images and its Implications for Future Design of Steganographic Schemes". In J. Fridrich, editor, Information Hiding, 6th International Workshop, volume 3200 of Lecture Notes in Computer Science, pages 67–81, 2005.
- [3] Y. Q. Shi, C. Chen ,et W. Chen. A Markov process based approach to effective attacking JPEG steganography. In Proceedings of the 8-th Information Hiding Workshop, 2006.

- [4] J. Fridrich, T. Pevný . “**Multi-class Blind Steganalysis for JPEG Images**”. In E. Delp and P. W. Wong, editors, Proceedings of SPIE Electronic Imaging, Security, Steganography, and Watermarking of Multimedia Contents VIII, 2006.
- [5] J. Fridrich , J. Kodovský. “**Calibration Revisited**” . *MM&Sec'09*, September 7–8, 2009, Princeton, New Jersey, USA. Copyright 2009 ACM 978-1-60558-492-8/09/07.
- [6] J. Fridrich, M. Goljan and D. Hoge. **Steganalysis of JPEG images: “Breaking the F5 algorithm”** . In Information Hiding , 5th International Workshop, volume 2578 of Lecture Notes in Computer Science, pages 310–323, Noordwijkerhout, The Netherlands, October 7–9, 2002. Springer-Verlag, New York.
- [7] Jon Yngve Hardeberg , Robert Jenssen. “**Image Analysis** » 16th Scandinavian Conference, SCIA 2009 Oslo, Norway, June 15-18, 2009. chapitre33. **A New Hybrid DCT and Contourlet Transform Based JPEG Image Steganalysis Technique**
- [8] Ying Wang, “**Optimized Feature Extraction for Learning-Based Image Steganalysis**” Student Member, IEEE, and Pierre Moulin, Fellow, IEEE. 2006.
- [9] T. Pevný and J. Fridrich . « **Towards Multi-class Blind Steganalyzer for JPEG Images**”. In Proc. IWDW, 2005, pp.39-53.
- [10] Zhuo Li, Kuijun Lu, Xianting Zeng, Xuezheng Pan. “**A Blind Steganalytic Scheme Based on DCT and Spatial Domain for JPEG Images**”. JOURNAL OF MULTIMEDIA, VOL. 5, NO. 3, JUNE 2010
- [11] T Pevný et J Fridrich.” **Determining the Stego Algorithm for JPEG Images**” . SUNY
- [12] Binghamton, Binghamton, NY 13902_6000 April 7, 2006.
- [13] M. Kharrazi, H. T. Sencar, and N. Memon. “**Benchmarking steganographic and steganalytic techniques**”. In E. Delp and P. W. Wong, editors, Proceedings of SPIE Electronic Imaging, Security, Steganography and Watermarking of Multimedia Contents VII, volume 5681, pages 252_263, 2005.
- [14] Guorong Xuan¹, Yun Q. Shi², “**Steganalysis Based on Multiple Features Formed by Statistical Moments of Wavelet Characteristic Functions**”. IH 2005, LNCS 3727, pp. 262 – 277, 2005.
- [15] Qingxiao Guan, Jing Dong, and Tieniu Tan.” **Blind Quantitative Steganalysis Based on Feature Fusion and Gradient Boosting**”, H.-J. Kim, Y. Shi, and M. Barni (Eds.): IWDW 2010, LNCS 6526, pp. 266–279, 2011.
- [16] Pevný, T., Fridrich, J.” **Multiclass Detector of Current Steganographic Methods for JPEG Format**”. IEEE Transactions On Information Forensics And Security 3(4), 635–650 (2008)



REVUE ALGERIENNE DES SCIENCES

Section -A-

- Sciences de la Nature et de la Vie
- Sciences techniques

<http://univ-eltarf.dz/fr/>



Données liées dans l'éducation : un examen des contributions dans les revues SSCI

Chaouki Chemama^{a,*}, Hafed Zarzour^b, Toufik Sari^c

^a Département d'Informatique, Université Chadli Bendjedid El Tarf, El-Taref, 36000 Algérie.

^b LIM Research, Département d'Informatique, Université de Souk Ahras, Souk Ahras, 41000 Algérie.

^c LabGED laboratory, Université Badji Mokhtar Annaba Annaba, 23000, Algérie.

Informations	Résumé
<p>Mots clés :</p> <p>Données liées Web de données Apprentissage amélioré Données liées dans 'éducation</p> <p>*Correspondance : che_chaouki@yahoo.fr</p> <p>Reçu le 31 mai 2018, Révisé le 07 juin 2018, Accepté le 12 juin 2018</p>	<p>Actuellement la plupart des établissements d'enseignement publient certains de leurs ensembles de données clés en tant que données liées (linked data). Cependant, l'utilisation des technologies de données liées à des fins éducatives est toujours difficile et peu claire. Dans cet article, nous menons un sondage en examinant l'utilisation des données liées dans le contexte éducatif. En effet, nous adoptons deux critères principaux afin de sélectionner et d'inclure tout article publié dans notre revue. (1) le document doit être publié dans l'une des revues reconnues par l'Institut d'Information Scientifique(IIS) et répertorié dans le Social Science Citation Index (SSCI), dans le domaine de la «technologie d'apprentissage amélioré». (2) le document doit clairement montrer comment consommer, produire, ou à la fois consommer et publier des données liées dans le contexte d'apprentissage. Les résultats de l'enquête ont montré l'importance d'utiliser les données liées comme une puissante technologie éducative.</p>

1. Introduction

Récemment, un certain nombre d'établissements d'enseignement publient certains de leurs ensembles de données clés en tant que données liées [1]. Selon [2], la technologie de données liées correspond à un ensemble de bonnes pratiques pour la publication et l'interconnexion de données structurées sur le Web. Ces pratiques peuvent aider les organisations et les institutions à exposer leurs propres ensembles de données via le Web en fournissant des liens vers des éléments de données et des connaissances pour trouver facilement des informations lors de la recherche. En d'autres termes, la technologie de données liées vise à relier les données de différentes sources et fournisseurs dans le but de produire plus de connaissances sur n'importe quel sujet.

Plusieurs technologies du Web sémantique du W3C sont utilisées pour faciliter la description et la publication de données liées telles que RDF (Resource Description Framework) [3] et SPARQL [4]. RDF est basé sur l'idée de décrire une ressource sur le Web comme triplement, un ensemble de trois entités qui expriment une déclaration en termes de sujet, de prédicat et d'objet. SPARQL est un langage de requête sémantique utilisé pour manipuler et interroger

des données stockées nativement sous la forme de RDF. RDF et SPARQL peuvent fournir des outils puissants pour rendre les données réutilisables et partageables via différents systèmes sur le Web. [5]. En outre, deux autres composants intéressants de la pile technologique pour les données liées sont les URI et les URI HTTP [6, 7]. Les URI sont utilisés pour identifier les ressources données, tandis que les URI HTTP sont requis pour interpréter et déferer ces ressources.

Comme les données liées ont le potentiel de créer des ponts entre les silos de données disponibles, elles ont conduit à la création de jeux de données inter-reliés géants appelés Web of Data, qui améliorent principalement la découverte, l'accessibilité et la réutilisabilité des données sur le Web. [8]. Il augmente rapidement pour permettre l'échange au sein de petites organisations ou à l'échelle mondiale.

Dans les dernières années, de nombreuses recherches antérieures ont rapporté l'efficacité de l'utilisation de données liées dans le développement de méthodes éducatives efficaces pour le domaine de l'apprentissage. [10, 11]. Par exemple, le projet LinkedUp [12] était un projet européen qui a adopté les normes de données liées dans l'éducation en publiant des données d'apprentissage existantes sous une forme

structurée en tant que données liées. Le LinkedUp a fourni à la communauté intéressée par Linked Data pour l'éducation un catalogue de données éducatives pour stocker et mettre à disposition toutes sortes de ressources pertinentes pour l'éducation. mEducator [13] est un autre projet qui se concentre sur des référentiels de données conformes aux exigences de données liées pour résoudre les problèmes d'interopérabilité dans le domaine de l'apprentissage ainsi que pour stocker des contenus éducatifs. Ce projet a utilisé différentes données ouvertes disponibles sur le Web pour permettre la spécialisation des ressources d'apprentissage à découvrir, intégrer, publier et enrichir à travers les institutions académiques.

En effet, l'utilisation de données liées dans le contexte éducatif offre plusieurs avantages, notamment [14] (i) la portabilité et la réutilisation des données car plusieurs fournisseurs de données liées à l'éducation sont disponibles sur le Web. (ii) L'enrichissement sémantique des données liées à l'éducation. (iii) Accessibilité des données liées à l'éducation via des formats standards. (iv) Personnalisation et contextualisation de l'apprentissage via Données liées. (v) Découvrabilité des ressources d'apprentissage pertinentes supplémentaires en examinant les liens entre les données.

Afin de clarifier l'importance de l'adoption de données liées dans le but d'apprentissage en tant que technologie éducative, cet article vise à examiner l'état de l'art des travaux de recherche existants rapportés dans la littérature. Seulement huit revues reconnues dans le domaine de la technologie d'apprentissage amélioré publiées par SOCIAL SCIENCE CITATION INDEX de 2006 à 2017 ont été prises en considération.

Le reste de l'article est organisé comme suit: la section 2 préreglera la méthodologie suivie. La section 3 donne un aperçu des articles sélectionnés. La section 4 discute des résultats. Enfin la section 5 conclut ce document.

2. Méthodologie

Cette étude vise à examiner l'utilisation des données liées dans le contexte éducatif dans lequel nous suivons les principes d'une revue systématique de la littérature [15]. La revue systématique est considérée comme l'une des techniques les plus largement utilisées pour mener une revue de littérature approfondie en rapport avec des études existantes sur un sujet donné. Pour ce faire, nous avons retenu deux critères principaux afin de sélectionner et d'inclure tout article publié dans notre étude: (1) le document doit être publié dans l'une des revues reconnues par l'Institut d'Information Scientifique (IIS) et répertorié dans le Social Science Citation Index (SSCI), dans le domaine «Apprentissage par la technologie».

(2) le document doit montrer clairement comment consommer, produire, ou à la fois consommer et publier des données liées dans le contexte d'apprentissage.

Par conséquent, huit revues reconnues dans le domaine de la technologie d'apprentissage amélioré indexées et publiées par SOCIAL SCIENCE CITATION INDEX de 2006 à 2017 ont été sélectionnées pour mener cette enquête. Ces revues sont connues pour leur grande qualité dans la publication de recherches liées à l'utilisation de la technologie éducative.

- Computers & Education;
- Educational Technology & Society;
- Educational Technology Research and Development;
- Innovations in Education and Teaching International;
- British Journal of Educational Technology;
- Journal of Computer Assisted Learning;
- Interactive Learning Environments;
- IEEE Transactions on Learning Technologies.

Lors de la révision, nous avons pris en considération uniquement les articles et excluons tous les autres types de publication tels que les lettres et les livres. Les mots clés pertinents suivants ont été utilisés pour effectuer la recherche dans les bases de données associées aux revues sélectionnées: "Linked Data", "linked open data", "Web of data", and "Data Web". Parmi les 22 études récupérées, seulement 13 articles ont été examinés parce qu'ils ont conservé le deuxième critère défini ci-dessus. Comme il n'y a pas de publications dans les revues considérées entre 2006 et 2011, nous présenterons dans la section suivante les résultats allant de 2012 à 2017.

3. Aperçu des papiers sélectionnés

Dans [16], les auteurs ont développé une base de données liée à l'approche pour permettre la fédération des outils TIC de l'éducation et le partage des descriptions à leur sujet. Ils ont également décrit un jeu de données lié basé sur un certain vocabulaire pour importer automatiquement des descriptions d'outils TIC provenant de sources tierces. Dans [17], les auteurs ont proposé d'utiliser les catégories DBpedia comme données liées afin de réduire la taille des dépôts d'objets d'apprentissage en améliorant la classification des objets d'apprentissage. Dans [18], les auteurs ont développé deux outils en ligne basés sur les données liées: le premier outil appelé Anomation qui permet d'annoter sémantiquement les vidéos en important les vocabulaires de Linked Data Cloud, le second appelé SugarTube qui permet

d'explorer sémantiquement les vidéos avec un réseau de données amélioré.

Dans [19], les auteurs ont proposé de résoudre le problème des spectateurs multiples de cours de danse en utilisant le stockage en ligne, et l'application de données liées comme un moyen puissant pour les vidéos sémantiquement liées et ajouter des connexions significatives de données. SEEKAT-WD [20] a été proposé en tant qu'infrastructure visant à tirer parti des Données Liées afin de pérenniser un outil pédagogique TIC dans le Web des Données selon une vision socio-sémantique. mEducator [21] a été développé pour offrir une gamme de ressources éducatives ouvertes pour le domaine médical, publiées via les principes de données liées. Comme l'ensemble de données TED était couramment utilisé par plusieurs applications éducatives, les auteurs de [22] ont exploré le site Web des conférences TED pour le rendre disponible en tant que données liées. Les auteurs de [23] ont proposé une approche pour intégrer les services Cloud à l'apprentissage électronique basé sur les systèmes via les données liées. Dans [24], les auteurs ont démontré l'utilité d'utiliser les principes des données liées pour produire et consommer des données structurées au sein des universités. Ils ont montré quelques exemples sur la façon de fournir des applications éducatives utiles en intégrant des données liées. Les auteurs de [25] ont réalisé une étude sur le référentiel Organique. Edunet, en tant que portail d'apprentissage en ligne dans un contexte agricole. Ils ont mené des expériences pour exposer les métadonnées d'Organique. Edunet en tant que données ouvertes liées et en relier leur contenu à plusieurs nuages de données liées pertinents. Dans [26], les auteurs ont développé un e-TextBooks hybride basé sur EPUB 3 qui utilise des logiciels serveur et client Linked Data Fragments pour enrichir sémantiquement les e-books.

Dans [27], nous avons proposé L2OD, qui permet aux étudiants d'enrichir leurs annotations avec des ressources pertinentes récupérées à partir de nuages de données ouverts liés. L2OD prend en charge deux modes d'annotation, un mode d'annotation privé pour les annotations individuelles de l'utilisateur et un mode partagé pour les annotations de tous les utilisateurs. Les résultats expérimentaux ont montré une amélioration significative des étudiants qui ont utilisé L2OD. De plus dans [28], nous avons proposé une approche d'annotation collaborative basée sur la technologie de données liées, appelée CAALDT pour améliorer les performances d'apprentissage des étudiants. Le CAALDT propose des possibilités d'apprentissage plus stimulantes qui permettaient aux élèves d'examiner les annotations de leurs pairs ou de leur enseignant et d'exposer leurs annotations en tant que données liées, contribuant ainsi à l'expansion des contenus d'apprentissage.

4. Résultats

4.1. Nombre d'articles publiés dans le domaine d'apprentissage

La figure 1 montre le nombre d'articles publiés par les revues considérées entre 2012 et 2017 sur l'utilisation des données liées dans le contexte éducatif. Il a été constaté que le nombre d'articles dans ce domaine a été augmenté en 2015 et 2017. En divisant les 6 années allant de 2012 à 2017 en deux périodes équivalentes de 3 ans chacune, nous pouvons constater que le nombre d'articles publiés dans les trois dernières années est environ 1,6 fois plus que pendant les trois premières années. Cela suggère que l'utilisation des données liées ne cesse de croître en tant que technologie éducative.

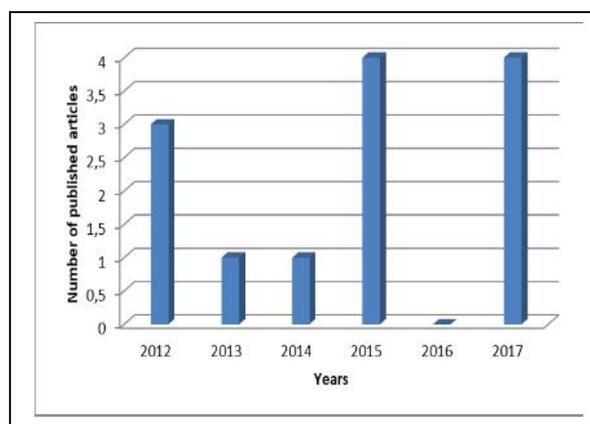


Fig.1 : Nombre d'articles publiés sur les données liées dans l'éducation de 2012 à 2017.

4.2. Classification selon des objectifs pédagogiques

Il existe trois types d'études utilisant les technologies de données liées à des fins éducatives. Le premier type d'études a tenté de consommer les ressources éducatives structurées en ligne existantes à des fins multiples, plus précisément, de créer des solutions innovantes dans l'apprentissage par l'interconnexion des matériaux d'apprentissage disponibles. Le deuxième type d'études était basé sur la création et la publication de ressources éducatives en tant que données liées à des fins d'échange et d'enrichissement des données d'apprentissage. Le troisième type d'études portait sur les principes des données liées pour traiter à la fois la consommation et la production de ressources éducatives.

La figure 2 illustre l'application des technologies de données liées selon ces trois catégories, y compris la consommation, la production et la consommation et la production. Il a été observé que 31% des études examinées utilisent les données liées comme consommateur, 8% comme producteur et 61% comme consommateur et producteur. Par exemple, les auteurs de [24] ont montré leurs expériences lors de la production et de l'exploitation de la

technologie des données liées dans le contexte d'un établissement d'enseignement.

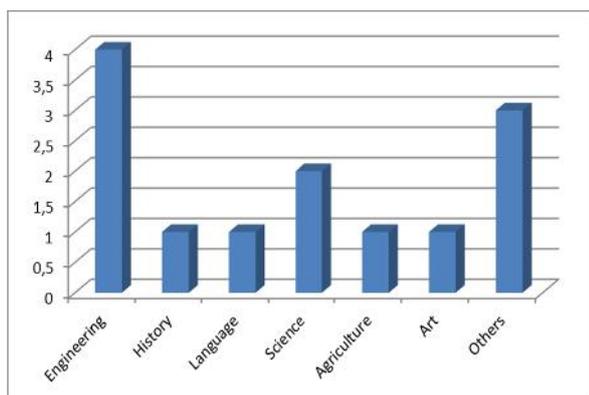


Fig.2 : Classification selon le type d'utilisation des données liées dans l'éducation.

4.3. Applications de données liées dans l'éducation

La figure 3 illustre la répartition des études dans sept domaines d'apprentissage, y compris l'ingénierie (y compris l'informatique), l'histoire, la langue, la science, l'art et d'autres. Il a été observé que de 2012 à 2017, il y avait deux tendances clairement de l'application des données liées dans l'éducation, l'ingénierie avec (4/13) et la science avec (2/13). Ces domaines d'apprentissage constituent ensemble près de la moitié de tous les articles publiés. D'un autre côté, le domaine d'apprentissage de l'histoire, de la langue et de l'art n'avait qu'une seule publication.

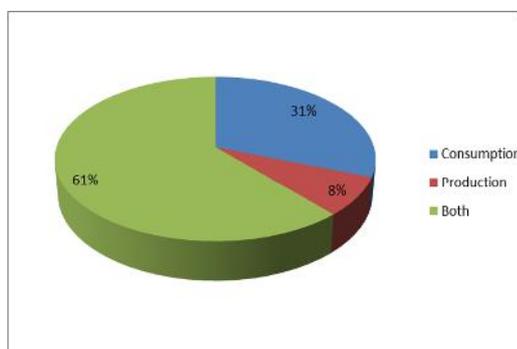


Fig.3 : Différentes applications de données liées dans l'éducation

4.4. Utilisations des jeux de données LD

Lorsqu'ils travaillent sur des données liées à des fins éducatives, les chercheurs ont utilisé différents types d'ensembles de données disponibles sur le réseau de données pour interconnecter leurs propres sources d'apprentissage. En effet, nous avons classé les ensembles de données référencés en quatre catégories: DBpedia (un ensemble de données extrait automatiquement de Wikipedia en tant que données liées), ensemble de données TED (un ensemble de métadonnées et de transcriptions automatiquement extraites de TED en tant que

données liées), LD Cloud de tous les ensembles de données disponibles interconnectés selon les principes des données liées) et d'autres (y compris certains des ensembles de données fournis par certaines universités). La figure 4 montre la distribution des études en fonction de ces jeux de données LD. Il a été observé que la plupart des études (7/13) utilisaient LD Cloud comme sources principales de publication ou de création et d'interconnexion de leurs ressources éducatives, suivies par DBpedia et TED ensemble de données avec 3 et 1 de l'ensemble des études, respectivement. Par exemple, dans [27], nous avons proposé d'utiliser DBpedia afin d'enrichir le contenu d'apprentissage des étudiants en trouvant et en liant des ressources de données liées connexes pour une annotation donnée. Il a également été constaté que 2 des 13 études utilisaient d'autres ensembles de données spécifiques tels que ceux fournis par l'Open University pour produire ou exposer les données en tant que données liées [24].

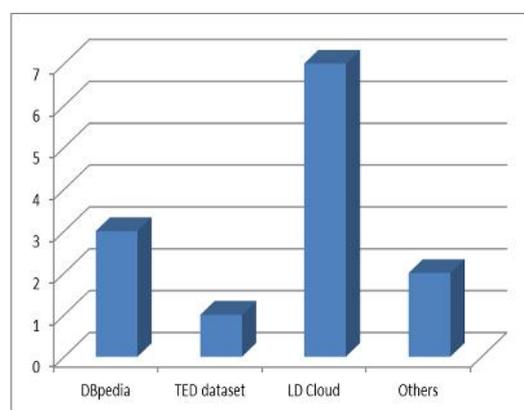


Fig.4 : Répartition des études en fonction des jeux de données LD utilisés

4.5. Principales contributions des pays

La figure 5 montre les principales contributions des pays aux données liées à des fins éducatives, conformément aux articles publiés dans ce domaine. Il a été observé que le sommet des articles de contribution faite par les auteurs espagnols et britanniques avec 4 publications chacun; suivi par les auteurs allemands et grecs avec (3) chacun; suivi d'auteurs algériens, italiens et belges avec (2) chacun; suivis par les auteurs indiens et mexicains avec une seule contribution chacun. Cependant, nos deux contributions [27] et [28] en tant qu'auteurs algériens ont été les recherches les plus récentes dans ce domaine, publiées en 2017.

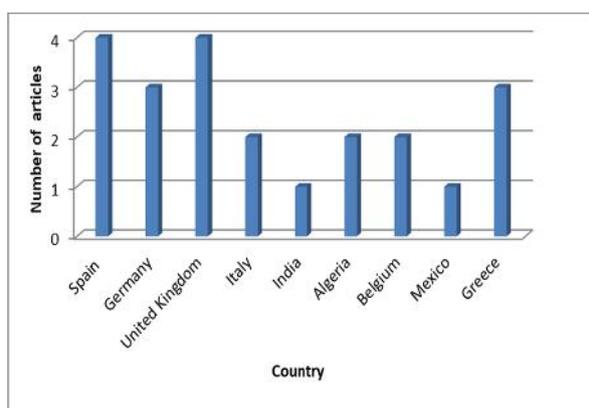


Fig.5 : Contributions des pays dans les données liées à des fins éducatives.

5. Conclusion

Dans cet article, nous avons examiné l'utilisation de la technologie des données liées à des fins d'apprentissage de 2012 à 2017, en fonction des contributions publiées dans huit revues SSCI bien reconnues. Deux critères ont été définis pour prendre en compte les articles publiés. Le premier critère consistait en la qualité des revues qui publiaient l'article, tandis que le second critère consistait à montrer clairement comment les données liées sont utilisées dans le contexte d'apprentissage. Il a été constaté que le nombre d'articles publiés dans ce domaine a été augmenté en 2015 et 2017; de plus, l'application des technologies de données liées à de multiples fins d'apprentissage variait de la consommation, de la production, de la consommation et de la production. En outre, les chercheurs qui ont contribué à l'apprentissage des données liées provenaient de différents pays ces dernières années. En outre, il a été constaté que LD Cloud, qui comprend de nombreux ensembles de données interconnectés, était la principale source de publication et d'utilisation des ressources d'apprentissage. Ces résultats impliquent l'importance de données liées à être adopté par toutes les universités dans leur apprentissage stratégique en tant que technologie éducative puissante.

Référence :

- [1] C. Keßler, M. d'Aquin, and S. Dietze, "Linked Data for science and education," *Semantic Web*, vol. 4, no. 1, 2013.
- [2] C. Bizer, T. Heath, and T. Berners-Lee, "Linked Data - The Story So Far," *International Journal on Semantic Web and Information Systems*, vol. 5, no. 3, pp. 1-22, 2009.
- [3] R. Cyganiak, D. Wood, M. Lanthaler, *RDF 1.1 concepts and abstract syntax. W3c Recommendation*, vol. 25, no. 02, 2014.
- [4] D. Calvanese, B. Cogrel, S. Komla-Ebri, R. Kontchakov, D. Lanti, M. Rezk, M. Rodriguez-Muro, and G. Xiao, "Ontop: Answering SPARQL queries over relational databases," *Semantic Web*, vol. 8, no. 3, pp. 471-487, 2017.
- [5] S. YUMUSAK, E. DOGDU, H. KODAZ, A. KAMILARIS, and P.-Y. VANDENBUSSCHE, "SpEnD: Linked Data SPARQL Endpoints Discovery Using Search Engines," *IEICE Transactions on Information and Systems*, vol. E100.D, no. 4, pp. 758-767, 2017.
- [6] X. SHI and L. YANG, "Privacy-Preserving Multi-Keyword Fuzzy Search over Outsourced Encrypted Cloud Data," *Computer Science and Technology*, vol. 12, no. 8, pp.1874-1884, 2017.
- [7] O. Yurur, C. H. Liu, Z. Sheng, V. C. M. Leung, W. Moreno, and K. K. Leung, "Context-Awareness for Mobile Sensing: A Survey and Future Directions," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 18, no. 1, pp. 68-93, 2016.
- [8] V. Christophides, V. Efthymiou, and K. Stefanidis "Entity resolution for hidden Web data," *Synthesis Lectures on the Semantic Web*, vol. 5, no. 3, pp. 1-122, 2015.
- [9] M. Guy, "The Open Education Working Group: Bringing People, Projects and Data Together," *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 166-187, 2016.
- [10] M. d' Aquin, "On the Use of Linked Open Data in Education: Current and Future Practices," *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 3-15, 2016.
- [11] E. Daga, M. d'Aquin, A. Adamou, and S. Brown, "The Open University Linked Data-data. open. ac. uk," *Semantic Web*, vol. 7, no. 2, pp. 183-191, 2016.
- [12] A. Motzo, "The Linkedup Project: An Online Repository for Language Teachers," *Case Studies of Openness in the Language Classroom*, pp. 45-56, Sep. 2013.
- [13] S. T. Konstantinidis, L. Ioannidis, D. Spachos, C. Bratsas, and P. D. Bamidis, "mEducator 3.0: Combining Semantic and Social Web Approaches in Sharing and Retrieving Medical Education Resources," *2012 Seventh International Workshop on Semantic and Social Media Adaptation and Personalization*, Dec. 2012.
- [14] H. Zarzour and M. Sellami, "Effects of a linked data-based annotation approach on students' learning achievement and cognitive load," *Interactive Learning Environments*, pp. 1-10, Mar. 2018..
- [15] C. Cronin, "Doing your literature review: traditional and systematic techniques," *Evaluation & Research in Education*, vol. 24, no. 3, pp. 219-221, Sep. 2011.
- [16] A. Ruiz-Calleja, G. Vega-Gorgojo, J. I. Asensio-Pérez, M. L. Bote-Lorenzo, E. Gómez-Sánchez, and C. Alario-Hoyos, "A Linked Data approach for the discovery of educational ICT tools in the Web of Data," *Computers & Education*, vol. 59, no. 3, pp. 952-962, Nov. 2012.
- [17] M. Lama, J. C. Vidal, E. O. Garcia, A. Bugarin, and S. Barro, "Semantic Linking of a Learning Object Repository to DBpedia," *Educational Technology & Society*, vol. 15, no. 4, pp. 47-61.
- [18] Hong Qing Yu, C. Pedrinaci, S. Dietze, and J. Domingue, "Using Linked Data to Annotate and Search Educational Video Resources for Supporting Distance Learning," *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 5, no. 2, pp. 130-142, Apr. 2012
- [19] S. Morris, "Using Semantic Web technologies to support the teaching of dance," *British Journal of Educational Technology*, vol. 44, no. 6, pp. E213-E216, Oct. 2013.
- [20] A. Ruiz-Calleja, G. Vega-Gorgojo, J.I. Asensio-Pérez, E. Gómez-Sánchez, M. L. Bote-Lorenzo and C. Alario-Hoyos, "SEEK-AT-WD: A social-semantic infrastructure to sustain educational ICT tool descriptions in the Web of Data," *Journal of Educational Technology & Society*, vol. 17, no. 2, pp. 321-332, 2014.
- [21] S. Dietze, D. Taibi, H. Q. Yu, and N. Dovrolis, "A Linked Dataset of medical educational resources,"

- British Journal of Educational Technology, vol. 46, no. 5, pp. 1123–1129, Apr. 2015.
- [22] D. Taibi, S. Chawla, S. Dietze, I. Marenzi, and B. Fetahu, “Exploring TED talks as Linked Data for education,” *British Journal of Educational Technology*, vol. 46, no. 5, pp. 1092–1096, Apr. 2015.
- [23] G. Gutiérrez-Carreón, T. Daradoumis and J. Jorba, “Integrating learning services in the cloud: An approach that benefits both systems and learning,” *Journal of Educational Technology & Society*, vol. 18, no.1, pp. 145-157, 2015.
- [24] F. Zablith, M. Fernandez, and M. Rowe, “Production and consumption of university Linked Data,” *Interactive Learning Environments*, vol. 23, no. 1, pp. 55–78, Dec. 2015.
- [25] E. Rajabi, S. Sanchez-Alonso, M.-A. Sicilia, and N. Manouselis, “A linked and open dataset from a network of learning repositories on organic agriculture,” *British Journal of Educational Technology*, vol. 48, no. 1, pp. 71–82, Sep. 2017.
- [26] H. Ghaem Sigarchian, S. Logghe, R. Verborgh, W. de Neve, F. Salliau, E. Mannens, R. Van de Walle, and D. Schuurman, “Hybrid e-TextBooks as comprehensive interactive learning environments,” *Interactive Learning Environments*, pp. 1–20, 2017.
- [27] H. Zarzour and M. Sellami, “A Linked Data-based collaborative annotation system for increasing learning achievements,” *Educational Technology Research and Development*, vol. 65, no. 2, pp. 381–397, 2016.
- [28] H. Zarzour and M. Sellami, “An investigation into whether learning performance can be improved by CAALDT,” *Innovations in Education and Teaching International*, pp. 1–8, Feb. 2017.

المجلة الجزائرية للعلوم Revue Algérienne des Sciences



تصدرها جامعة الشاذلي بوعبدجديد الطارف
Editée par Université Chadli BENDJEDID El Tarf